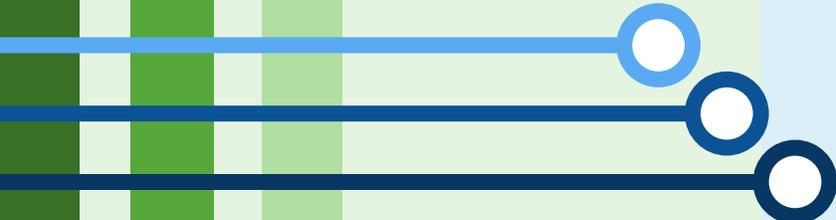


**OFICINA TECNICA NACIONAL DE LOS RIOS
PILCOMAYO Y BERMEJO**

**ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN
“CONSTRUCCIÓN PRESA CAJON
MUNICIPIO EL PUENTE”**

Tarija -2013



Estudio de Identificación E.I
CONSTRUCCIÓN PRESA CAJON
Municipio de El Puente

CONTENIDO

CAPITULO 1

1.- DESCRIPCIÓN Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROYECTO	1
1.1 Identificación de problemas y potencialidades, y justificación del proyecto	1
1.1.1 Antecedentes del proyecto	1
1.1.2 Definición del área de influencia del proyecto	6
1.1.3 Identificación de problemas	6
1.1.4 Identificación de potencialidades	7
1.1.5 Justificación del proyecto	8
1.1.6 Situación futura en caso de no ejecutarse el proyecto	9
1.2 Ubicación del área del proyecto	9
1.2.1 Localización	9
1.2.2 Ubicación geográfica	10
1.2.3 Vías de acceso	11
1.3 Características de la cuenca de aprovechamiento	11
1.3.1 Descripción general	11
1.3.2 Características morfométricas de la cuenca	15
1.3.3 Población en la cuenca	15
1.3.4 Vegetación	15
1.3.5 Uso actual del suelo	16
1.3.6 Problemas identificados	16
1.4 Condiciones socioeconómicas de los beneficiarios	18
1.4.1 Diagnostico Legal e institucional	18
1.4.2 Diagnostico Socioeconómico	19
1.5 Sistema de producción agropecuaria actual	32
1.5.1 Área regable existente en la zona del proyecto	34

1.5.2	Cedula de cultivos actual	35
1.5.3	Rendimientos y volúmenes de la producción agrícola actual	36
1.5.4	Destino de la producción agrícola actual	38
1.5.5	Valor de la producción agrícola sin proyecto	38
1.5.6	Calendario agrícola actual (sin proyecto)	39
1.5.7	Identificación de tareas diferenciadas por género en la producción agrícola actual	40
1.5.8	Nivel tecnológico, formas y estilos de producción de los principales cultivos	41
1.5.9	Acceso al crédito y/o asistencia técnica	63
1.5.10	Acceso a los mercados, ferias y formas de comercialización	64
1.5.11	Limitante y problemas de la producción agrícola actual	65
1.6	Características fisiográficas y agroclimáticas de la zona de riego	66
1.7	Recurso agua: Disponibilidad y calidad de agua	68
1.7.1	Hidrología de la cuenca de aporte del proyecto	68
1.7.2	Calidad del agua	91
1.8	Evaluación de suelos en el área de riego	98
1.8.1	Aptitud para Regadío por Gravedad	98
1.8.2	Características fisiográficas y agroclimáticas de la zona de riego	102
1.8.3	Factores Aerotécnicos	102
1.8.4	Características Morfológicas y Físicas de los Suelos	103
1.8.5	Aptitudes Agrológica de los Suelos	103
1.8.6	Clasificación de la Cobertura y Uso del Suelo	106
1.8.7	Criterios para la clasificación de tierras	107
1.8.8	Criterios para la Clasificación de la Fertilidad del Suelo	108
1.8.9	Clasificación de las tierras con fines de riego	108
1.9	Sistema de riego actual (Diagnostico)	109
1.9.1	Descripción general de la infraestructura del sistema de riego actual	110
1.9.2	Descripción de la gestión actual del riego	113
1.9.3.	Areas de riego actual	119

CAPITULO 2

2.-	EL PROYECTO	1
2.1.-	Objetivos, componentes y resultados del proyecto	1
2.1.1.-	Objetivo principal	1
2.1.2.-	Objetivos específicos	1
2.1.3.-	Metas del proyecto	2
2.1.4.-	Marco lógico	2
2.1.5.-	Necesidades y conveniencia del proyecto	4
2.2.-	Sistema de producción agropecuaria y situación del mercado con proyecto	5
2.2.1.-	Tendencias y escenarios de la propuesta productiva y su articulación con el mercado	5
2.2.2.-	Cedula de cultivos	7
2.2.3.-	Calendario de cultivos	7
2.2.4.-	Areas de cultivo, rendimientos y volúmenes de producción agrícola con proyecto	8
2.2.5.-	Destino de la producción agrícola con proyecto	9
2.2.6.	Valorización de la producción agrícola con proyecto	10
2.2.7.-	Incremento del valor neto de la producción agrícola con proyecto	11
2.2.8.-	Comercialización, mercados y transformación de la producción agrícola	11
2.2.9.-	Supuestos y riesgos para las tendencias y propuesta productiva	13
2.3	Sistema de riego proyectado (diseño conceptual del proyecto)	14
2.3.1.-	Planteamiento, alcances y descripción del proyecto	14
2.3.2.-	Determinación del area de riego incremental (balance hídrico)	26

CAPITULO 3

3.-	PREDISEÑO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA	1
3.1.-	Planteamiento y análisis de alternativas	1
3.1.1-	Identificación de alternativas	1
3.1.2.-	Alternativa N° 1.- (Presa El CAJON)	3
3.1.3.-	Alternativa N° 2 (presa El INVENTARIO)	8
3.1.4.-	Alternativa N° 3 (presa AGUA RICA)	11
3.1.5.-	Alternativa N° 4 (presa VALLE HERMOSO)	16

3.1.6.- Alternativa N° 5 (EL INVENTARIO II)	20
3.1.7.- Comparación de alternativas	25
3.1.8.- Conclusiones y recomendaciones	33
3.2.- Alternativa seleccionada	36
3.3.- Prediseño de la infraestructura de la alternativa seleccionada	36
3.3.1.- Diseño de la presa	37
3.3.2.- Azud derivador en el Río Tomayapo y la Conducción hasta el embalse	56
3.3.3.- Túnel de desvío de la Qda de Valle Hermoso	64
3.3.4.- Camino de acceso	64
3.3.5.- Materiales de construcción	64
3.3.6.- Indemnizaciones	65
3.3.7.- Estrategia de ejecución	65

CAPITULO 4

4.- ASISTENCIA TÉCNICA INTEGRAL, CAPACITACION Y ACOMPAÑAMIENTO	1
4.1.- Aspectos generales, objetivos y metas	1
4.1.1.- Aspectos generales	1
4.1.2. Objetivo general	2
4.1.3.- Objetivos específicos	2
4.1.4.- Metas	3
4.2.- Tipo y magnitud de los cambios a introducirse con el proyecto, fundamentalmente los requerimientos de asistencia técnica integral y capacitación diferenciados por género	3
4.3 .- Asistencia técnica integral y capacitación para la ejecución, puesta en marcha, gestión, producción, comercialización y manejo integral de la cuenca de la fuente de agua	4
4.3.1. Necesidades de asistencia técnica integral y capacitación para la ejecución del proyecto	4
4.3.2.- Actividades de asistencia técnica integral y capacitación para la puesta en marcha	6
4.3.3.- Actividades de asistencia técnica y capacitación en la gestión del riego	6
4.3.4.- Actividades de asistencia técnica integral y capacitación en producción, comercialización y manejo de la cuenca de la fuente de agua del sistema de riego	7
4.4.- Estrategia de ejecución del servicio de asistencia técnica integral y capacitación	10

4.4.1.-	Periodo-duración	10
4.4.2.-	Modalidad de ejecución del servicio de Asistencia Técnica Integral	11
4.5.-	Servicios profesionales necesarios y organización del trabajo	12
4.6.-	Costos de los servicios de asistencia técnica integral y capacitación	12
4.7.-	Elaboración de productos del servicio de asistencia técnica integral y capacitación	13

CAPITULO 5

FICHA AMBIENTAL

CAPITULO 6

6.-	PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA	1
6.1.-	Introducción	1
6.2.-	Cómputos métricos	1
6.3.-	Presupuesto de obras	6
6.4.-	Presupuesto de supervisión de obras	8
6.5.-	Presupuesto de asistencia técnica integral y capacitación/acompañamiento	9
6.6.-	Presupuesto general del proyecto	12
6.7.-	Operación y Mantenimiento	12

CAPITULO 7

7.-	EVALUACIÓN SOCIOECONOMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO	1
7.1.-	Las inversiones en el proyecto	1
7.2.-	Los beneficios o ingresos del proyecto	1
7.3.-	Los egresos del proyecto	1
7.4.-	La evaluación del proyecto	2
	7.4.1.- Evaluación privada	3
	7.4.2.- Evaluación económica	5
7.5.-	Análisis de sensibilidad	6

CAPITULO 8

8.-	ACTIVIDADES PREPARATORIAS Y FACTORES DE RIESGO DEL PROYECTO	1
-----	---	---

8.1.- Actividades preparatorias con los usuarios	1
8.2.- Factores de riesgo del proyecto	5

CAPITULO 9

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN	1
9.1.- Conclusiones	1
9.2.- Recomendaciones	2

CAPITULO 10

10.- DOCUMENTOS PARA EL ESTUDIO DEL TESA	1
10.1.- Aspectos generales	1
10.2.- Ubicación y características del proyecto	2
10.2.1.- Ubicación del área del proyecto	2
10.2.2.- Características del proyecto	3
10.3.- Términos de Referencia	3

1 DESCRIPCIÓN Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

1.1 Identificación de problemas y potencialidades, y justificación del proyecto

1.1.1 Antecedentes del proyecto

La idea del proyecto de una presa de regulación de las aguas del Río Tomayapo, en el sitio de El Molino (Iscayachi), para la solución del déficit de agua de riego del valle de Tomayapo, es indicada en los informes de reconocimiento de campo (1.975), de técnicos de la oficina del Servicio Nacional de Desarrollo de la Comunidad, dependiente del MACA.

Un esquema del proyecto se encuentra en el documento preparado por el Departamento de Recursos Hídricos de CODETAR, mayo de 1978, en el cual se hace una recopilación de los estudios y el planteamiento de ideas de proyectos de aprovechamiento de los recursos hídricos, en todo el departamento de Tarija. Documento en el cual se incluye el proyecto de riego Tomayapo- Sella, basado en una presa para la regulación del río Tomayapo, ubicada en El Molino (Iscayachi), más el trasvase de las aguas hacia el río Guadalquivir (como fuente complementaria). El área de riego 2.500 ha en la cuenca del Guadalquivir y 300 ha en el valle de Tomayapo.

En el año 1990, por encargo de CODETAR la empresa Consultores Galindo Cia. Ltda. elaboró el estudio de factibilidad del proyecto que consistía en la ejecución de una presa en El Molino y el mejoramiento de los sistemas de riego en el valle de Tomayapo, para el riego de 305 ha. La presa de tierra propuesta era de 22 m de altura con un almacenamiento útil de 3,3 Hm³, para una **regulación plurianual**.

El alcance original del estudio cubría el trasvase hacia el valle central de Tarija y el riego del valle de Tomayapo. Posteriormente se cambió al riego de los valles de Tomayapo y Paicho y luego, el estudio, se circunscribió a la solución del riego del valle de Tomayapo, solución impuesta, debido a que el trasvase no era aceptado por el Ente contratante, a pesar que existían las recomendaciones para la profundización de los estudios (informe del PNUD 1982, Obras Hidráulicas para riego en la Alta Cuenca del río Guadalquivir)

En 1995, la empresa TRACTEBEL- Bélgica, a través del Programa de Desarrollo Integral de la zona alta y Valles de Tarija (PRODIZAVAT), Unión Europea- CODETAR, elaboró el estudio de **Factibilidad Técnica del Proyecto la presa SOLA- LORA (Carolina)**, el cual consistía en la ejecución de una presa de hormigón compactado de 18,6 m sobre el curso del río Sola en proximidades de Pueblo Nuevo, para el riego del valle de Iscayachi y Tomayapo (1.320 ha). El embalse total era de 1,29 Hm³ y el útil de 0,91 Hm³, estudio referido solamente a la **presa**, anotándose que el riego se efectuaría a través de los canales existentes.

El año 1996, la empresa consultora COTA Srl, por encargo de PRODIZAVAT, elabora el estudio del **Uso actual de agua para riego en la cuenca del río Tomayapo**, consistente en el análisis de la disponibilidad de agua, la estimación de la demanda, el inventario de la infraestructura de riego existente, el uso actual del agua y la descripción de los proyectos existentes. En el capítulo de conclusiones y recomendaciones, se anota que:

- “El almacenamiento planteado con la presa “Carolina” que alcanza a 0,91 Hm³, es insuficiente para el riego del valle de Iscayachi, por lo cual se debe buscar otros sitios para construir almacenamientos complementarios”.

- “En relación a la regulación de la presa de El Molino, se anota que este proyecto es una solución para el riego del valle de Tomayapo, pero por su magnitud, deberá ser analizado en función a nuevos criterios y adecuación al programa de PRODIZAVAT”.

- “En el área de El Molino, se presentan condiciones que permiten desarrollar también otro proyecto de almacenamiento de agua en un curso de agua lateral “quebrada del Cajón” con alimentación de caudales a través de la prolongación de un canal de riego (sistema de Agua Rica) con aguas del río Tomayapo. Posibilidad que debe ser analizada en sustitución o mejor como un complemento a la regulación con la presa El Molino, dada la falta de agua en la región”. Esta recomendación es el origen del proyecto El Cajón.

El año 1997, la empresa CONSA S.r.l. Consultores Asociados (La Paz), por encargo de PRODIZAVAT, elabora el estudio de **Desarrollo Agropecuario y Factibilidad Agro Económica para el Proyecto “presa CAROLINA”**

El estudio comprende, el Diagnostico Agropecuario, la propuesta de Desarrollo Agropecuario, la revisión de los estudios básicos y el prediseño de ingeniería, la factibilidad económica y financiera, a nivel de finca y a nivel global.

En el aspecto de la regulación recomienda la ejecución de dos embalses, Carolina para el riego del valle de Iscayachi y El Molino para el riego del Valle de Tomayapo.

Diseño del proyecto El Molino

En el año 2000 la Prefectura del Departamento contrata la elaboración del diseño de la presa El Molino a la Universidad Juan Misael Saracho, específicamente al INIBREH.

La presa diseñada es del tipo gravedad de hormigón (RCC) de 20 m de altura con un almacenamiento total de 5,05 Hm³ (2,55 Hm³ útil) para el riego de 346 ha físicas en el valle de Tomayapo. El costo del proyecto es de 2.967.522 \$us (8.577 \$us/ha).

El año 2003 la Prefectura del Departamento contrata al consorcio “Asociación Accidental CEP” constituido por las empresas Arinsur s.r.l. y SSP s.r.l., para la elaboración del diseño del proyecto El Molino.

Este diseño comprende la ejecución de una presa de 27m de altura, para la regulación estacional de caudales, presa situada en la confluencia de los ríos Sola y Chorcoya (en las proximidades de Pueblo Nuevo, 20 Km. aguas arriba del sitio original y se mantiene el nombre de El Molino) y comprende además, las conducciones (canales y tuberías) localizadas en ambas márgenes del Río Tomayapo.

La conducción de la margen izquierda cubre el valle de Iscayachi y Tomayapo, con una longitud de aproximadamente 45 Km. y la conducción de la margen derecha cubre el valle de Iscayachi y el valle de Paicho, con una longitud de 35 km. El área de riego prevista era de 1500 has (Iscayachi 990 ha, Tomayapo 320 ha y Paicho 190 ha). El costo total del proyecto era de 8.882.166 \$us (5.921 \$us/ha)

El esquema de solución adoptado en el Diseño del proyecto, elaborado por el consorcio CEP, desecha completamente los estudios y recomendaciones de estudios anteriores. La presa es ubicada en un sitio donde se tienen limitaciones topográficas y geológicas para la implantación de una estructura de éste tipo, pero, lo que más llama la atención, es el diseño de conducciones de gran longitud, de muy alto costo y que ignoran completamente los problemas de la operación del sistema.

Al sustituirse todo lo anteriormente planteado y estudiado, necesariamente debería haberse analizado adecuada y profundamente, cada uno de los componentes del proyecto, antes de encarar el diseño de obras. **En la revisión de la documentación no se encontró ninguna explicación, por parte del Ente contratante, sobre el cambio total del proyecto.**

Con el Diseño del proyecto El Molino, elaborado por la Asociación Accidental CEP, la Prefectura licita la construcción del proyecto El Molino.

Fase de construcción del proyecto El Molino

La supervisión de la construcción, en su informe inicial, indica una serie de deficiencias del diseño, que prácticamente invalidaron la iniciación de la construcción, razón por la cual el Fiscal de obra y por tanto el Contratante, reclama y pide aclaraciones a la empresa responsable del Diseño y pide opiniones (sobre el tema) a consultores externos.

Las observaciones (año 2007) más importantes, se centraron en el tamaño del embalse y las grandes longitudes de las conducciones

El embalse útil en el Diseño Final era de 1,04 Hm³, con una presa de 17 m de altura (27 m en total, incluyendo la altura de fundación, para el riego de 990 ha en Iscayachi, 320 ha en Tomayapo y 190 ha en Paicho), almacenamiento que es insuficiente, el cual no cubría ni el requerimiento del valle de Iscayachi.

El transporte del agua, mediante canales y tuberías, desde el embalse, hasta los valles de Tomayapo y Paicho, con una longitud de aproximadamente 60 km, es de alto costo y constituye un sistema de muy difícil operación, pero, lo que es más importante, con esa

disposición de la conducción, **se rompe con los usos y costumbres que se tienen en el riego que se practica en 15 sistemas en el valle de Iscayachi y 70 micro sistemas en el valle de Tomayapo.**

Ante esa situación decidieron encarar el proyecto El Molino solo para el valle de Iscayachi.

El año 2007 la Prefectura Departamento contrata a la Compañía Consultora Continental CCC s.r.l. para la elaboración del Diseño del proyecto **El Inventario**, que se refiere a la ejecución de una presa de 31 m de altura, ubicada aguas arriba de la localidad de Obispo, en la parte del paso del Río Tomayapo por la serranía. Presa planteada para el almacenamiento de agua, para la solución del déficit en 110 ha de cultivos en el valle de Tomayapo.

En el Programa de Aprovechamiento de los Recursos Hídricos del Departamento de Tarija, (**OTNPB - 2007**) en la parte correspondiente al estudio del proyecto El Cajón (estudio a nivel de perfil), se indica como área de influencia las tierras de Chamata, Tomatas Grande y Canasmoro. La presa El Cajón se ubica en la cuenca del Río Tomayapo y fue planteada fundamentalmente para el mejoramiento del riego de los valles de Tomayapo y Paicho. Sin embargo en este estudio se orienta el proyecto al riego de las tierras del valle Central, mediante el trasvase, que fue planteado en los estudios de los años 70 y 80, como parte del proyecto de El Molino.

Posteriormente, en el estudio de los Recursos Hídricos Superficiales y sus posibilidades de Aprovechamiento en el Departamento de Tarija, (PNUD – Prefectura del Departamento de Tarija, 2008) se incluye el proyecto El Cajón, como una prioridad para la solución del riego en el valle de Tomayapo.

También es importante mencionar que a lo largo del Valle de Tomayapo, actualmente existen alrededor de 67 tomas con igual número de canales o acequias, las mismas que se vienen mejorando y ampliando a través del apoyo institucional como: Subgobernación, Municipio, PRODIZAVAT, FDC, FPS, CIAC, etc. Sin embargo estos esfuerzos no constituyen la solución de fondo del problema, que es el déficit de agua para riego en todo el valle, lo que obliga a buscar como única solución al problema, la regulación de caudales.

Las posibilidades de regulación o almacenamiento de agua para el riego del valle de Tomayapo, no avanzaron, fundamentalmente por la falta de financiamiento y también por problemas con los posibles afectados con la formación del embalse, que fueron una limitante, por una debilidad institucional y por la falta de disposiciones legales. Esta situación influyó también para que haya cambios en los proyectos originalmente planteados, con soluciones forzadas y en algunos casos con grandes problemas técnicos y económicos, pero fundamentalmente retrasando la ejecución de los mismos.

Los ejecutivos de la OTNPB con el propósito de lograr una solución al problema del déficit de agua para el riego en el valle de Tomayapo, deciden encarar los estudios a nivel de EI, para lo cual se realizan las acciones de licitación y contratación de la Consultora que se responsabilizara del mismo.

Finalmente, COTA s.r.l. se adjudica los estudios a nivel de EI, del Proyecto Presa El Cajón con el alcance de trabajo definido para el estudio de una presa de regulación de caudales o almacenamiento, para su aprovechamiento en riego.

1.1.2 Definición del área de influencia del proyecto

En los Términos de Referencia se indica que el área de influencia del proyecto es todo el valle del Río Tomayapo, o sea incluye las tierras de las comunidades de. Obispo, La Parroquia, Loros, San Francisco, Huancar, Pucu Pampa y Chinchilla; con un área de riego de aproximadamente 285 ha.

1.1.3 Identificación de problemas

El valle de Tomayapo, tiene como única fuente de agua el Río Tomayapo, cuya cuenca se encuentra en una zona de precipitaciones pluviales bajas, del orden de 300 a 500 mm y concentradas en una época del año (de noviembre a marzo). El régimen del río es pluvial y por tanto con gran variabilidad de sus caudales, con máximos en la época de lluvias y un agotamiento a partir de abril muy severo, alcanzando valores mínimos, muy reducidos a partir del mes de agosto, con valores menores a los 15 l/s en la estación de aforo de El Molino.

Esta situación, hace que el déficit de agua de riego sea crítico en todo el estiaje, que en algunos años se prolonga hasta el mes de noviembre, afectando significativamente a los cultivos de todo el valle. Por lo cual la falta de infraestructura de almacenamiento del agua en el periodo lluvioso, para su aprovechamiento en el periodo de estiaje, se presenta como el problema principal para el riego en el valle.

1.1.4 Identificación de potencialidades

Las potencialidades identificadas, relacionadas con el proyecto, en resumen son:

- a) Existe un potencial de tierras cultivables, que actualmente no se cultivan precisamente por falta de agua en el periodo de estiaje, las mismas que pueden incorporarse a la explotación agrícola con riego permanente, oportuno y suficiente, a través de la construcción de infraestructura de almacenamiento de agua, aprovechando las obras de captación y conducción ya existentes.
- b) Existen los suficientes recursos hídricos en el periodo de lluvias en el Río Tomayapo, cuyos caudales pueden regularse y almacenar para su aprovechamiento en riego en el periodo seco.
- c) Existe una gran cantidad de familias que demandan la implementación de obras hidráulicas para la dotación de riego, las mismas que cuentan con buena experiencia en el manejo de cultivos bajo riego. Con la ejecución de las obras de regulación, el mejoramiento de los niveles de producción y productividad así como los índices de desarrollo socioeconómico sufrirán incrementos que justificarán con mayor contundencia las inversiones realizadas y plenamente las inversiones a realizar.
- d) El Valle de Tomayapo se caracteriza por tener condiciones agroclimáticas especiales y apropiadas para la producción de ciertos cultivos, como el durazno y sus derivados, situación que se traduce en un potencial a ser aprovechado con la dotación de riego para la producción de estos cultivos.

e) La disponibilidad de una red de captaciones y redes de conducción a lo largo de todo el valle de Tomayapo y cierta experiencia en la “Gestión del Riego” (organización, derechos ya establecidos, formas de operación de la red de capacitaciones y conducción, modalidades de distribución y planes de mantenimiento), se constituye en un importante potencial a ser tomado en cuenta.

1.1.5 Justificación del proyecto

Se considera que el presente proyecto se justifica plenamente, principalmente por las razones siguientes:

a) Las bajas precipitaciones (237 mm) y el régimen torrencial de las mismas, ocasiona una degradación del medio ambiente y solo permite culminar una siembra con riego complementario en el periodo diciembre – mayo. El resto del año, periodo junio – noviembre, solo se realiza el cultivo de pequeñas áreas con la aplicación de un subriego, situación que no permite asegurar la producción agrícola. Características que inducen a los pobladores de la región a la migración campo - ciudad en forma alarmante.

b) La población perteneciente al Valle de Tomayapo, practica como fundamental actividad económica, la agricultura, y como una actividad complementaria la ganadería; la actividad agrícola no resulta del todo provechosa a pesar de contar con suelo y clima favorables, debido al problema de la insuficiente cantidad de agua.

c) La única forma de evitar la migración y lograr la estabilidad de población en la zona, es mediante la creación de fuentes de trabajo, con un eficiente aprovechamiento de los recursos hídricos y edáficos en la producción agropecuaria, actividades que vienen desarrollando los pobladores desde sus ancestros en la región.

d) El proyecto cubrirá con riego el 100% del área disponible en todo el valle y beneficiara al 100 % de la población, de escasos recursos económicos, donde la mayor actividad de esta población se orienta a la producción agropecuaria. La actividad agrícola está orientada sobre todo a la producción de durazno, y en menor cantidad, papa, maíz, semillas y forrajes.

e) El impacto socioeconómico con éste emprendimiento sería altamente significativo, puesto que se cubrirá todo el área cultivable con riego, además que el mismo se daría en mejores condiciones, de seguridad de dotación, en la cantidad requerida y con la oportunidad debida.

1.1.6 Situación futura en caso de no ejecutarse el proyecto

En éste nivel del proceso de estudio, se puede afirmar que no habrá ningún cambio en la zona de riego, en caso que el proyecto no se ejecute, aunque se sigan construyendo y mejorando las tomas y redes de conducción, que se están ejecutando al presente; ya que el origen del problema, es la insuficiente cantidad de agua en el río en el periodo del estiaje. Siendo la única alternativa, almacenar el agua en el verano a través de obras de regulación y almacenamiento.

La situación actual puede empeorar, porque la presión sobre el agua será cada vez mayor, presentándose en el futuro, un panorama desalentador e incierto para el desarrollo del rubro agropecuario.

1.2 Ubicación del área del proyecto

1.2.1 Localización

El proyecto se encuentra localizado en el Valle de Tomayapo

Políticamente el Cantón Tomayapo pertenece al Municipio del Puente, Segunda Sección de la provincia Méndez del Departamento de Tarija. El área agrícola del valle de Tomayapo, empieza en la comunidad de Obispo del Carmen y termina en la comunidad de Chinchilla a una distancia aproximada de 45 Km. Entre las poblaciones importantes que cubre el proyecto se tiene: Obispo del Carmen, La Parroquia, Loros, San Francisco, Huáncar, Pucu Pampa, y Chinchilla.

1.2.2 Ubicación geográfica

El área que abarca todos los componentes del proyecto, está comprendida entre las siguientes coordenadas geográficas: 21° 10' 40" y 21° 19' 03" de latitud Sur, y 65° 01' y 65° 10' de Longitud Oeste,

Altitudinalmente las áreas agrícolas se encuentran a una altura promedio de 2600 m.s.n.m., presentando una altura máxima de 2800 y una altura mínima de 2400 m.s.n.m.



1.2.3 Vías de acceso

Desde la carretera Tarija - El Puente – Potosí, se tienen 3 accesos al valle, el primero en el Km. 60 hacia Obispo del Carmen, el segundo en el Km. 85 hacia Loros y el tercero a los 100 Km. hacia Chinchilla. Estos accesos son caminos tipo vecinal, de tierra, al igual que el camino que recorre todo el valle.

Los caminos de acceso tienen las siguientes longitudes:

El Cruce Km. 60 – Obispo del Carmen	7,4 Km.
El Cruce Km. 72 – Loros	6,4 Km.
El Cruce Km. 90 – Chinchilla	12,5 Km.
Obispo del Carmen – La Parroquia- Chinchilla	45,0 Km.

1.3 Características de la cuenca de aprovechamiento

1.3.1 Descripción general

La cuenca del Río Tomayapo se encuentra al oeste de la serranía de Sama. Tiene un área de 634 km² hasta la confluencia con el Río San Juan del Oro. El límite norte y este de la cuenca está constituido por las lomadas que son la divisoria de aguas con las cuencas de la Qda. Molluno, Río de Paicho y el filo de la serranía de Sama, con alturas máximas que alcanzan los 4.614 msnm, el límite oeste y sur constituido por lomas y serranías con alturas de 4.000 y 4.346 msnm, que son divisoria de aguas con las quebradas de Chaupiuno, Curqui y la cuenca de las Lagunas de Taxara.

El Río Tomayapo nace en el flanco occidental de los filos de la serranía de Sama, en la ladera NorOeste del cerro Negro del Chiquiro, con el nombre de Río Sola, hasta la confluencia con el Río Chocota (14 Km.). Luego corre con dirección norte a lo largo del valle de Iscayachi, con pendiente suave (0,75%) en un trayecto de 22 Km., hasta el sitio de El Molino, donde las características del río cambian bruscamente, la pendiente aumenta y el cauce se encajona en un cañón estrecho y rocoso hasta la confluencia con la quebrada Agua y Toro (18,5 Km. y la

pendiente media de 3%) desde donde el valle se abre un poco, dando lugar a pequeños aprovechamientos agrícolas en los terrenos localizados principalmente en los meandros. Este tramo tiene una pendiente media de 1% y una longitud de 40 Km. hasta la confluencia con el Río San Juan del Oro.

El Río San Juan del Oro, también corre en dirección Norte hasta su confluencia con el Río Tumusla, donde se forma el Río Camblaya- Pilaya, el que con dirección Este, atraviesa la serranía y se une al Río Pilcomayo, que es el curso de agua más importante del país dentro del sistema de drenaje de la cuenca del Río de La Plata.

La forma alargada y estrecha de la cuenca, hace que el Río Tomayapo no tenga afluentes de importancia y su red de drenaje esté compuesta por el curso principal que corre (95Km) por la parte central de la cuenca y tenga como afluentes un centenar de quebradas con una longitud promedio de 5 Km.

Dentro de estos las más importantes por la margen derecha son: Las quebradas de Papachacra, Sama, Jatun Khuchu, Buen Día, Huanacuno, Lluscaya- Agua Rica, Rupaskhaya, Baltasar, Huancar y Chinchilla. Y por la margen izquierda, las quebradas de: Chorcoya, San Roque, San Antonio, Chacabuco, Valle Hermoso, Agua y Toro, Loros y la Apacheta.

La cuenca del Río Tomayapo, por sus características puede ser dividida en 4 partes

- Las nacientes del extremo Sur
- El Valle de Iscayachi
- El sector de transición y
- El valle de Tomayapo

El sector de las nacientes del extremo sur, o nacientes del Río Tomayapo, está definido hasta “Pueblo Nuevo”.

Esta área de 114,2 Km² está constituida por terreno montañoso disectado por los cursos de agua que confluyen en la parte mas baja formando un abanico de valles poco profundos,

ubicados en la serranía de Sama y la de Cardonales o San Roque, cuyos picos más altos se encuentran entre los 4.000 y 4.600 m.s.n.m.

Las serranías tienen laderas de fuertes pendientes y perfiles redondeados constituidos por rocas sedimentarias (areniscas de grano fino) fuertemente diaclasadas, con alta permeabilidad secundaria.

Los fondos de los valles se encuentran rellenos con materiales predominantemente gruesos.

La vegetación esta compuesta por pequeños arbustos y paja brava.

El sector del valle de Iscayachi; constituidos por un amplio valle en “U” formado por las serranías de Sama y San Roque, ubicadas paralelamente con dirección Norte –Sur, distantes de filo a filo, aproximadamente 9 Km y una longitud de 17 Km (desde “Pueblo Nuevo” hasta el Molino, 179,8 Km²).

Las alturas máximas de los picos de las serranías se encuentran entre los 3.700 y 4.300 m.s.n.m. y la altura media del fondo del valle es de 3.400 m.s.n.m.

En la parte central del valle se ubica el Río Tomayapo, con afluentes que son quebradas de corto recorrido que nacen en las serranías y tienen dirección perpendicular al curso principal; dichas quebradas, corren sobre grandes conos aluviales, que constituyen una característica de esta parte de la cuenca.

En ambas márgenes del río, a lo largo de todo el valle de Iscayachi, se encuentra un área importante de cultivos bajo riego de papa y cereales, fundamentalmente (aprox. 1.000 ha) también se encuentran pequeñas áreas de cultivo en las laderas, allá donde existe agua.

El sector de transición, comprendido entre “El Molino” y “Obispo”, se caracteriza por un cambio en la topografía y la morfología de la zona. El río, se encaja en un estrecho cañón rocoso, atravesando la serranía de San Roque.

La cuenca en este sector tiene un ancho de aproximadamente 6 Km y una longitud de 11.5 Km (70 Km²).

La parte de aguas arriba esta constituido por un terreno ondulado con amplias terrazas y aguas abajo por terrenos escarpados de fuerte pendiente.

Las formaciones geológicas predominantes están compuestas por lutitas macizas de muy baja permeabilidad, disectadas por cursos de agua de corto recorrido, con fondos rocosos libres de aluviones.

En el área prácticamente no existen terrenos de cultivo, la vegetación nativa es muy escasa y compuesta de paja brava y pequeños arbustos.

La cuenca en el sector del valle de Tomayapo, tiene una superficie de 270 Km² (desde “Obispo hasta la confluencia con el río San Juan del Oro en “Ircalaya”.

El sector, es íntegramente montañoso, el río corre por la parte central, atravesando una serie de serranías, formando un valle sinuoso y angosto, existiendo a lo largo en forma discontinua pequeñas áreas de cultivo, principalmente frutales.

Las alturas máximas de los picos de las serranías se encuentran entre 2.800 y 3.500 m.s.n.m. y la formación geológica predominante esta constituida por lutitas, encontrándose en el extremo de aguas abajo formaciones areniscas y calizas (flanco occidental de las serranías de Taxara).

Los afluentes del Río Tomayapo en este sector de la cuenca, son quebradas de fuerte pendiente con gran cantidad de arrastre de sedimentos; con caudales en la época lluviosa y solamente después de un evento de lluvia.

La vegetación nativa es de tipo xerofítico, de poca densidad encontrándose en las laderas arbustos como el palqui y taquillos y en el fondo de las quebradas churquis y algarrobos.

1.3.2 Características morfométricas de la cuenca

La cuenca del Río Tomayapo, hasta su confluencia con el Río San Juan Oro, tiene un área de 634 km² y la cuenca considerada por partes o sectores, tiene las siguientes características:

Cuadro N° 1.1
Características morfométricas de la cuenca

Sector	Long del curso (km)	Dif de altura (m)	Pendiente %	Area km²
De las nacientes	14,5	700	4,83	114,2
Del valle de Iscayachi	22,0	140	0,73	179,8
De Transición	18,5	550	3,00	70
Del valle de Tomayapo	40,0	400	1,00	270
Total	95,0	1.790		634

Fuente: elaboración propia

1.3.3 Población en la cuenca

Los datos de la población en la cuenca, que consigna el censo de población del año 2001, están agrupados en las comunidades, localizadas en la zona alta de Iscayachi y las comunidades del valle de Tomayapo, con la siguiente población:

Valle de Iscayachi	5.400 Hab
Valle de Tomayapo	810 Hab
Total	6.210 Hab

1.3.4 Vegetación

La vegetación en la cuenca se diferencia también por sectores. En la parte baja es de tipo xerofítico de poca densidad, encontrándose en las laderas arbustos como el palqui y taquillos, y en el fondo de las quebradas, churquis y algarrobos.

En la parte alta, la vegetación está compuesta por pequeños arbustos, como la carqueja, taraca, espinillo y otros. La vegetación herbácea o de pastos naturales perennes, es la cobertura

principal en la cuenca, conforman praderas con pajonales alto andinos, donde la familia de las Gramineas es predominante,

1.3.5 Uso actual del suelo

En el área de la cuenca se tienen unidades de uso agrícola y de pastoreo con ganadería mixta y Agrosilvopastoriles con ganado bovino y caprino.

El área cultivada es del orden de 600 ha donde la mayor producción se centra en los cultivos de papa y haba.

Parte del área de la cuenca se encuentra dentro de la Reserva Biológica Cordillera de Sama.

1.3.6 Problemas identificados

La cuenca presenta un relieve accidentado con altas pendientes en la parte media y baja, característica que es favorable a la erosión de los suelos, la que se incrementa con el sobrepastoreo existente.

Las precipitaciones disminuyen de la parte alta hacia la baja, desde los 600 hasta los 200 mm, presentándose déficit de agua, situación que se constituye en el mayor problema en toda la cuenca.

1.4 Condiciones socioeconómicas de los beneficiarios

Para la realización del diagnóstico general de la situación actual de la zona de influencia del proyecto, se realizaron una serie de actividades orientadas a conocer la realidad actual de la zona, entre las cuales se tienen las siguientes:

Se realizó el reconocimiento de campo, efectuado con el objetivo de conocer en el propio terreno las áreas de cultivo actual, sistemas de riego y áreas potenciales, realizando también entrevistas a los productores y dirigentes.

También se procedió con la recolección de información secundaria necesaria para nuestro propósito, recurriendo a diferentes instituciones y medios existentes, a través de los diferentes estudios realizados para la zona como ser: Diagnostico Municipal, Plan de Desarrollo Municipal (PDM), proyectos de riego como ser Estudio de Factibilidad de la Presa El Molino, Estudio del proyecto Presa El Inventario, información cartográfica, climática, socioeconómica, etc. Con estos antecedentes, se inició la elaboración del presente diagnóstico, cuyo contenido, se presenta en los puntos siguientes:

1.4.1 Diagnostico Legal e institucional

En principio, se conoce que las instituciones involucradas en el presente proyecto son: La OTN PB que financia y patrocina el presente estudio, las organizaciones comunales a través de las OTBs comunales, que aglutinan a toda la población beneficiaria del proyecto, organizaciones comunales específicas del riego y a nivel del Cantón Tomayapo a través del Consejo de Autoridades y COTA s.r.l. responsable de la ejecución del presente estudio.

En el futuro se incluirán otras entidades que tienen relación directa con la implementación de este tipo de proyectos, como la propia Gobernación de Tarija, Subgobernación de El Puente, Municipio de El Puente, Servicio Departamental de Riego (SEDERI), etc., tratando de crear un marco institucional idóneo y adecuado con los involucrados en este emprendimiento, como también definir sus roles y responsabilidades de cada entidad. De manera que para la

implementación del proyecto, se tenga claro el marco institucional definido para este propósito.

1.4.2 Diagnóstico Socioeconómico

El presente estudio socioeconómico fue realizado a través de un proceso corto sistemático de investigación. De este análisis se obtiene la información que se describe en los siguientes incisos:

1.4.2.1 Comunidades, familias y población beneficiaria del proyecto

Las comunidades identificadas como beneficiarias del proyecto, son siete, las mismas pertenecen al Cantón Tomayapo. El detalle se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1. 4.1
Población beneficiaria del proyecto

Comunidades	Familias (N°)	Habitantes (N°)
Obispo	45	140
La Parroquia	55	245
Loros	25	145
San Francisco	80	340
Huancar	40	160
Pucu Pampa	30	115
Chinchilla	85	375
TOTAL	360	1.520

Fuente: Elaboración propia, julio-agosto 2013.; PDM municipio El Puente.

El cuadro anterior, refleja que la población beneficiaria del proyecto alcanza a 360 familias, totalizando 1.520 habitantes.

1.4.2.2 Estructura de la población total por edad

La estructura poblacional total según la edad, se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1.4.2
Estructura de la población por edad

Rangos de edad (Años)	Población (Hab.)	Porcentaje (%)
0 - 4	283	19
5 - 14	313	21
15 - 19	104	6
20 - 59	700	46
60 - 64	45	3
80 y +	75	5
TOTAL	1.520	100

Fuente: Elaboración propia, julio-agosto 2013.; PDM municipio El Puente.

1.4.2.3 Origen de la población

La población en su gran mayoría está conformada por “Campesinos” de origen mestizo que son descendientes de los conquistadores españoles y los pueblos originarios del sur del país, como fueron los Chichas, Tomatas y Churumatas, mientras que un bajo porcentaje (3,2%) tiene otros orígenes como ser Quechuas, Aimaras y otros.

1.4.2.4 Educación Formal

La educación de la población beneficiaria del proyecto, tiene algunas deficiencias que no permiten a los niños y jóvenes, una preparación adecuada y culminar el nivel secundario de instrucción.

Cuadro N° 1.4.3
Unidades educativas de la zona del proyecto

Comunidades	Unidad Educativa	Infraestructura (Estado)	Nivel de instrucción (Grado)
Obispo	Obispo	Regular	Básico
La Parroquia	Central	Regular	Secundaria
Loros	Loros	Regular	Básico
San Francisco	San Francisco	Regular	Secundario
Huancar	Huancar	Regular	Básico
Pucu Pampa	No		
Chinchilla	Chinchilla	Regular	Intermedio

Fuente: Elaboración propia, julio-agosto 2013.; PDM municipio El Puente.

Los jóvenes que requieren continuar sus estudios hasta el bachillerato y nivel superior, también acuden a El Puente y la ciudad de Tarija. En el Cantón Tomayapo, también se brinda educación no formal destinada a la capacitación de la población de ambos sexos en temáticas como liderazgo, fortalecimiento de la organización, producción agropecuaria, temas de salud, comercialización, etc.

1.4.2.5 Salud

El cuadro siguiente, refleja la baja cobertura con establecimientos de atención a la salud de la población, cuya relación es la siguiente.

Cuadro N° 1.4.4
Centros sanitarios en la zona del proyecto

Tipo de establecimiento	Cobertura	Otros Centros de Salud donde acuden
Puesto Sanitario La Parroquia	Obispo	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.
	La Parroquia	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.
Puesto Sanitario San Francisco	Loros	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.
	San Francisco	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.
	Huancar	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.
	Pucu Pampa	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.
	Chinchilla	Hospital de área de El Puente, Hospital de Area de Iscayachi y Hospital de tercer nivel de Tarija.

Fuente: Elaboración propia, julio-agosto 2013.; PDM municipio El Puente.

Las principales enfermedades de la población de la zona son: Chagas, gastrointestinales, infecciones respiratorias agudas, diarreicas agudas, tuberculosis, parásitos en general, infecciones dérmicas, etc.

Ante las limitaciones en la atención en centros hospitalarios con medicina convencional, las limitantes en tema educación y los bajos niveles de producción e ingresos económicos, la población recurre a la medicina tradicional y medicina natural, que tiene como vertiente

de conocimiento, la transmisión oral y práctica, de una generación a otra, que en la mayoría de los casos es de padres a hijos o dentro de la familia.

Parteras prestan servicios en el momento del parto, curanderos con conocimientos empíricos de traumatología, prestan sus servicios para aliviar las luxaciones y fracturas de huesos y articulaciones y otros ejercen sus conocimientos para curar de asustaduras. Así mismo existen personas con un amplio conocimiento, sobre el uso de especies animales y vegetales, para enfermedades específicas. También existen prácticas esotéricas empleadas en casos de enfermedades psico somáticas.

1.4.2.6 Vivienda

Respecto a la vivienda de la población de la zona del proyecto, la misma esta caracterizada por ser vivienda tipo rural con las características siguientes:

El índice de ocupación de las viviendas es del 60%, el restante 40% no esta ocupada principalmente por la migración campo-ciudad y a otros lugares del país y al exterior, en busca de trabajo.

Respecto al tipo de viviendas, las mismas se caracterizan en tres tipos: Tipo I (15%), corresponden a viviendas con paredes de ladrillo, piso de mosaico y techo con teja o calaminas; Tipo II (40%), corresponden a viviendas con paredes de adobe, piso de cemento y techo con teja o calamina y finalmente se tiene a las de Tipo III (45%), que corresponden a viviendas con paredes de adobe o piedra o palos, pisos de tierra y techos con barro.

Finalmente, se evidencia que las viviendas se caracterizan por disponer 2 a 3 ambientes por vivienda, los mismos que son de uso múltiple, es decir que sirven de dormitorio, comedor, depósito, etc. reflejando un elevado grado de promiscuidad y hacinamiento.

1.4.2.7 Agua potable

Existen sistemas de agua por tubería en todas las comunidades beneficiarias del proyecto. Sin embargo, este servicio, solo tiene una cobertura aproximada del 85% de las viviendas y el restante 15% de las viviendas, no cuentan con este servicio, principalmente por estar ubicadas en forma dispersa, quedando al margen de las redes implementadas en las comunidades.

Se hace notar que estos sistemas de agua potable de cada comunidad son de vertientes muy alejadas y que no garantizan un suministro adecuado, suficiente y oportuno de agua, por ello actualmente se implementa el proyecto de agua potable para 27 comunidades de la zona. Sistema por bombeo, que tiene como fuente el Río Chamata. Las siete comunidades del valle de Tomayapo, son parte de ese proyecto.

1.4.2.8 Servicios higiénicos

Actualmente, en el área del proyecto, solo se cuentan con letrinas el 75% de las viviendas, el restante 25% realizan sus necesidades biológicas y eliminación de excretas a la intemperie (campo, quebrada, río), con el alto riesgo de contaminación que ésta situación genera. La mayoría de los servicios de agua potable y letrinas fueron construidos por CARE – CODETAR.

1.4.2.9 Energía eléctrica

En cuanto a los servicios de electrificación rural, todas las comunidades involucradas en el proyecto cuentan con el servicio de energía eléctrica. Sin embargo, este servicio, solo tiene una cobertura aproximada del 70% de las viviendas. El restante 30% de las viviendas, no cuenta con este servicio, principalmente por estar ubicadas en forma dispersa, por que varias viviendas no están habitadas (abandonadas) por la alta migración temporal de la población.

1.4.2.10 Medios de combustión

La población de las comunidades incluidas en el proyecto, usa para la cocción de sus alimentos leña (100%) que extraen de la vegetación arbórea y arbustiva de la zona, utilizando principalmente los árboles de churqui, algarrobo, palqui y otros arbustos menores. Usan también GLP-garrafas(40%).

1.4.2.11 Vinculación vial

El valle de Tomayapo se vincula al resto del departamento y el país a través de la ruta trocal Tarija – Potosí, específicamente por el tramo Tarija – El Puente que es asfaltado, del mismo se derivan tres accesos a la zona del proyecto, un acceso por la quebrada del Obispo otra por Loros y la última que parte del Puente hacia Chinchilla. A lo largo del valle, conectando a todas las comunidades beneficiarias se dispone de un camino vecinal ripiado, cuyas distancias por tramos son las siguientes:

El Cruce – El Obispo	4 Km.
El Obispo – La Parroquia	6 Km.
La Parroquia – Loros	5 Km.
Loros – San Francisco	5 Km.
San Francisco – Huancar	7 Km
Huancar – Pucupampa	7 Km.
Pucupampa – Chinchilla	12 Km.

1.4.2.12 Servicio de transporte y comunicación

En cuanto a los servicios de transporte, existe un servicio regular a la zona, también ingresan, a la zona, con una baja frecuencia, medios de transporte particulares.

En cuanto a los servicios de comunicación, existe servicio de radio comunicación en La Parroquia, también existe la señal de telefonía digital (celulares) en todas las comunidades y finalmente existen otros medios de comunicación como radios, especialmente Radio Tarija.

1.4.2.13 Organización

A nivel de Municipio, la población rural está organizada en sindicatos, subcentrales, Consejo de Autoridades y Central campesina de El Puente, las comunidades rurales de la zona del proyecto, están organizadas a través de sus OTBs Comunales y el Consejo de Autoridades del Cantón Tomayapo.

Cuadro N° 1.4.5
Organización en la zona del proyecto

Organización principal a nivel cantonal	Comunidades involucradas	Organización principal a nivel comunal
Consejo de Autoridades del Cantón Tomayapo	Obispo	OTB Comunal
	La Parroquia	OTB Comunal
	Loros	OTB Comunal
	San Francisco	OTB Comunal
	Huancar	OTB Comunal
	Pucu Pampa	OTB Comunal
	Chinchilla	OTB Comunal

Fuente: Elaboración propia, julio-agosto 2013.; PDM municipio El Puente.

También existen en las comunidades otras organizaciones como Juntas Escolares, Organizaciones Femeninas (Bartolina Sisa), Organizaciones de Usuarios del Riego y Organización del Agua Potable, organizaciones o asociaciones productivas de frutas y derivados, etc.

1.4.2.14 Roles de los miembros de la familia

Los roles que asume cada persona en la sociedad, se determinan en función a la forma como han ido construyendo socialmente ese su rol, es decir está muy ligado al rol socioeconómico y de género y el concepto de sexo es necesario para poder subrayar la distinción biológica entre hombres y mujeres, en cambio género nos muestra las diferencias socioculturales.

La diferencia se percibe por ejemplo en el sector del empleo, donde se observa que el hombre es quién se desplaza de forma más regular hacia otros centros de producción, para poder acceder a ingresos adicionales, tales como el trabajo en las ciudades de Tarija y otros.

También es importante el trabajo de la mujer en lo reproductivo, ya que la preparación de alimentos, el lavado de la ropa y principalmente el cuidado de los niños es una tarea principalmente de las mujeres.

En la producción agrícola y pecuaria, las familias activan la fuerza de trabajo de todos sus miembros, incluyendo a los niños y ancianos, sobre todo en los períodos de mayor intensidad de trabajo en los cultivos como ser la cosecha de durazno y pelado, para el procesamiento del pelón, donde la participación es más equilibrada entre hombres y mujeres.

Comparando la participación por género, se reconoce que la participación masculina es significativamente mas alta sobre todo en actividades como la preparación del terreno y podas de los durazneros por la necesidad de contar con una mayor fuerza física para el manejo de las yuntas y el arado y el manejo de los árboles frutales; sin embargo en otras actividades de la siembra, deshierbe, cosecha y venta, existe un importante aporte de fuerza de trabajo tanto de mujeres como de niños.

1.4.2.15 Índice de desarrollo humano (IDH)

Según las Naciones Unidas, no es pertinente ver la pobreza sólo desde el punto de vista de los ingresos monetarios, sino que es necesario observar la misma con otros datos que tienen que ver con la educación y la salud de las personas, donde el centro y objetivo de todo proceso de desarrollo debe ser el ser humano; de ese modo surge el término de Desarrollo Humano.

Durante la primera parte del siglo XX, la gente tuvo como preocupación central y constante el ingreso per cápita, el poder adquisitivo, la ganancia, lo material; hoy en día las personas cada vez más están comprometidas en la búsqueda de valores más amplios y comienzan a considerar que el centro del desarrollo debe ser el hombre. Las estrategias de desarrollo humano de esa manera suponen no necesariamente un igual ingreso para todos, sino más bien un justo acceso a oportunidades de una mejor vida.

En ese sentido, existe una clasificación de la población por el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y los municipios de Tarija se clasifican en: Nivel de **Desarrollo Humano Medio**

($0,500 < IDH < 0,799$), a esta categoría corresponden los municipios de Cercado, Bermejo, Yacuiba y Villa Montes, mientras que a la categoría de **Índice de Desarrollo Bajo** ($0,399 < IDH < 0,500$), corresponden los municipios Padcaya, Carapari y Entre Ríos y finalmente en la categoría de **Índice de Desarrollo Humano Muy Bajo** (IDH menor a 0,399), se encuentran los municipios de Uriondo, Yunchara, El Puente y San Lorenzo. En consecuencia las comunidades beneficiarias del presente proyecto tienen un Índice de Desarrollo Humano Muy Bajo.

Según el PNUD el Índice de Desarrollo Humano mide el grado de desarrollo de una determinada sociedad y es un índice que varía entre cero y uno. El índice que se acerca a cero indica una mayor pobreza, en cambio el índice que se acerca a uno refleja un mayor bienestar.

1.4.2.16 Población económicamente activa (PEA)

Se trata a una categoría económica, la misma que está referida a todas las personas en edad de trabajar y cuyo rango de edad se sitúa entre los 15 años y los 65 años.

Cuadro N° 1.4.6
Población económicamente activa(PEA)

Rango de edad (años)	Habitantes (N°)	Porcentaje (%)
Transitorios (0 – 4)	283	19
Transitorios activos (5 – 14)	313	21
Económicamente activa (15 – 64)	849	55
Pasivos transitorios (65 o mas)	75	5
TOTAL	1.520	100%

Fuente: Elaboración propia, julio-agosto 2013.; PDM municipio El Puente.

1.4.2.17 Principales actividades económicas de la población

La población de la región y de la zona del proyecto en particular, esta ligada a la agricultura y ganadería como actividades económicas principales y medios de subsistencia, aunque tropieza con una serie de limitantes como ser, la falta de más tierras y agua para riego, que permita producir e incrementar la producción y productividad agropecuaria de la zona.

La actividad agrícola se caracteriza principalmente por la producción de durazno y sus derivados (pelón, despepitados, conservas, etc.), cebolla semilla, zanahoria semilla, que generalmente se destina a la venta y en menor escala otros cultivos como: Maíz, papa, hortalizas, forrajes, etc. que en su mayor porcentaje de la producción se destina al autoconsumo. Esta actividad es desarrollada en menor o mayor grado por el 100% de la población de la zona.

La actividad pecuaria se desarrolla en mediana a baja escala y se caracteriza principalmente a la crianza y explotación en forma semiextensiva del ganado caprino y en menor escala el ganado ovino y bovino. Esta actividad es desarrollada en menor o mayor grado por el 70% de la población de la zona.

En consecuencia los rubros agrícola y pecuario están interrelacionados entre si y es la principal actividad económica de la población de la zona. Sin embargo, también la población se dedica a otras actividades económicas en menor grado como ser: Trabajo fuera del hogar, construcción, comercio, transporte, etc.

1.4.2.18 Migración

La migración temporal de la zona es elevada alcanzando niveles del 19% de la población total de la zona del proyecto. De los migrantes el 61% son hombres y el 39% son mujeres. Los destinos de los flujos migratorios presentan la siguiente distribución: Un 35% se orienta hacia Bermejo, el 25% hacia la república Argentina, el 15% a Santa Cruz y 25% a la ciudad de Tarija. El tiempo de migración fluctúa entre 5 – 8 meses, de mayo a diciembre.

1.4.2.19 Idioma, religión, costumbres y fiestas regionales

El idioma predominante en las comunidades es el castellano, aunque existe pequeño porcentaje (5%) que son Bilingües, es decir hablan castellano y quechua o aymará.

La religión predominante en la población, es la católica, aunque existen pequeños grupos que son pertenecientes a iglesias evangélicas.

Las costumbres y fiestas tradicionales y religiosas más sobresalientes en las que participan la población son diversas y están en función al calendario festivo, el mismo que a su vez tiene estrecha relación con el sistema productivo agropecuario y tradicional de la zona.

Las principales actividades festivas y tradiciones de la zona son las siguientes:

Año nuevo (1 de enero).

Fiesta de Reyes (6 de enero)

Fiesta de la Candelaria (2 de febrero).

Carnaval (febrero)

La Pascua (marzo o abril)

La Cruz (3 de mayo)

Santiago (25 de julio)

San Francisco (4 de octubre)

Señor del Milagro (14 de septiembre)

Navidad (25 de diciembre).

1.4.2.20 Experiencia de la población en manejo colectivo de recursos

La experiencia de la población de la zona en el manejo colectivo de recursos es limitada, son pocas las experiencias que se tienen, entre las cuales se puede mencionar: Construcción de sistemas de agua potable comunal, mejoramiento de sistemas de microriego, proyecto de electrificación y construcción de defensivos, construcción y mejoramiento de escuelas, construcción y mejoramiento de caminos vecinales, etc.

Aunque en este tipo de proyectos en estos últimos años, no se incluye el aporte comunal, siendo esta una de las causas para que los comunarios no se apropien y administren estos emprendimientos en forma autogestionaria y sostenible.

Una de las limitantes para tener mejores resultados en el manejo colectivo de recursos, es todavía el débil nivel de la organización comunal y el elevado índice de migración

temporal, ya que es difícil reunir a las familias para la toma de decisiones y actividades comunales.

Finalmente, quizá como la única experiencia comunal en manejo de recursos colectivos o de grupo, es el programa PROSOL, aunque tampoco se tienen resultados satisfactorios hasta el presente en cuanto a un manejo planificado y adecuado desde el punto de vista administrativo y de planificación del desarrollo comunal e individual.

1.4.2.21 Tenencia de la tierra, tamaño medio del área de cultivo por familia

Los tipos de propiedad guardan relación con el acceso a la tierra, condiciones del suelo, la forma de organización productiva, y otros aspectos socio – culturales. Actualmente la tenencia legal de la tierra se da en forma propia, tierras comunales y alquiler de tierras.

La forma de acceso a la tierra y tipos de propiedad, generalmente se da por derecho propietario a través de dotación por reforma agraria 44%, tierras originarias 33% y compra 20%. En la zona del proyecto el 97% de las familias son dueñas de tierras y el 3% trabaja en tierras al partir o alquiler.

El régimen legal de la tenencia de la tierra es un tema muy complejo y generador de conflictos internos en la comunidad. La falta de títulos de propiedad de algunas familias, el desconocimiento del régimen legal y los intereses económicos para la explotación de recursos naturales, son los orígenes de la problemática que se ha incrementado con el advenimiento de la ley INRA, por esta razón existe susceptibilidad de los propietarios a dar información.

Las características de la propiedad en actual explotación, es que existe una excesiva parcelación y minifundio, es decir algunos agricultores tienen varias parcelas (hasta 9) pequeñas en diferentes lugares. De ello se deduce que, el mayor número de propiedades se encuentra dentro el rango de 0.40 a 0,60 ha./fam. que representa el 67 % de la superficie, le sigue en orden de importancia el rango de 0.61 a 1.00 ha./fam que representa el 22 % de la superficie y superficies mayores a 1.0 hectárea solo representan el 11%, del total de la

superficie. De acuerdo al área en actual producción a medio riego, el 80 % del área se encuentra en actual producción.

Estos parámetros nos muestran el minifundio acentuado existente y la excesiva parcelación o subdivisión de los predios agrícolas, por ello la importancia de incorporar todas las áreas cultivables potenciales posibles a la producción agrícola bajo riego, para generar fuentes de trabajo, incrementar la producción y productividad agrícola y de esta manera bajar los actuales índices elevados de migración temporal.

1.4.2.22 Disponibilidad de mano de obra

En las visitas a la zona, se obtuvo información sobre la época de mayor disponibilidad de mano de obra, coincidiendo la mayoría de los informantes, que en los meses de junio a noviembre, donde la actividad agrícola es mas baja, la mayoría de la población se encuentra con cierto nivel de desocupación y fuera de la zona. Mientras que en el periodo de verano o época de lluvias, las cosechas y otras actividades productivas, cubren estacionalmente la mano de obra existente.

La implementación del presente proyecto y otros programas de apoyo a la producción, se constituyen en alternativas prioritarias para crear fuentes de trabajo a lo largo del año y disminuir los índices de migración y desocupación que generan y acentúan el nivel de pobreza de la población.

1.4.2.23 Presencia institucional en el área del proyecto

La presencia institucional actual en la zona del proyecto, es significativa, pero no se traduce en el mejor nivel socioeconómico de la población. Las principales instituciones, son las siguientes:

a) **Municipio de El Puente:** Sus acciones abarcan diferentes áreas como ser: Educación, salud, agua potable-saneamiento básico, microriego, apoyo a la producción, etc.

b) Subgobernación Seccional de El Puente: Sus acciones abarcan diferentes áreas como ser: Infraestructura vial, riego, apoyo a la producción, etc.

c) Gobernación del departamento de Tarija: Sus acciones principales son: Apoyo a la producción a través del SEDAG, PROSOL, mejoramiento de caminos vecinales, implementación de proyectos de riego, etc.

d) CIAC: Sus acciones abarcan áreas como: Capacitación en organización y formación de líderes, apoyo a la producción, etc.

e) OTNPB: Trabaja con programas orientados al apoyo a la producción y conservación - recuperación de los recursos naturales, bajo un enfoque de manejo integral de cuencas e implementación de proyectos de riego.

f) Servicio Departamental de Salud: Responsable del sector salud.

g) Servicio Departamental de Educación: Responsable del sector educativo formal.

1.5 Sistema de producción agropecuaria actual

De acuerdo al análisis en la zona del proyecto, actualmente se cultivan 370 hectáreas por año en las 285 hectáreas físicas existentes en la zona del proyecto.

La actividad agrícola en el área del proyecto en un mayor porcentaje se orienta a la producción del durazno y se halla más difundida, en consecuencia el primer rubro, base de su economía, es la producción de Durazno. Este cultivo en la actualidad en cierto porcentaje se cultiva en forma asociada al alfalfa, maíz, papa, cebolla, zanahoria, etc. y el mayor porcentaje se realiza como un cultivo en limpio, además existe una producción de durazno a lo largo de los linderos, orillas del río y borde de los canales de tierra.

Existe otro rubro productivo que le aporta a la economía del productor y es el cultivo de la vid y la elaboración de vinos y singanis, este cultivo se realiza en forma precaria al borde de los ríos y cerca de las acequias, esta actividad se presenta en toda la zona.

La actual infraestructura de riego presenta sistemas mejorados y sistemas precarios, existiendo actualmente 67 tomas, donde el 80 % de las mismas ya fueron mejoradas y el 20 % son tomas de tipo precario. El sistema de conducción de canales abarca una longitud aproximada de 120 Km. de canal, de los cuales entre el 80% - 85% ya fueron revestidos con H^oC^o y el restante 20% - 15% corresponde a canales de tierra.

La actividad pecuaria se caracteriza principalmente a la crianza de caprinos, orientados al consumo familiar y para la producción de subproductos como: leche, queso, cuero, carcasa y estiércol. Este último para la fertilización de los suelos en especial para el cultivo del durazno. Además existe ganado equino y bovino utilizado para las faenas agrícolas y ganado porcino y gallináceo para el consumo familiar.

La propiedad agrícola se halla distribuida en varios predios ubicados en diferentes sitios, esto implica de 1 a 9 áreas productivas por agricultor, obteniendo una unidad de producción promedio de 0.56 hectáreas por familia.

La región presenta una buena potencialidad de suelos cultivables, esto implica que en la actualidad la producción del Durazno se realiza en toda clase de terrenos, desde altas pendientes y con un espesor delgado de suelo hasta terrenos planos y profundos. Clasificados como suelo de clase 2 hasta la clase 4, este último con limitaciones de suelo, drenaje y topografía.

La baja disponibilidad de agua para la producción de agrícola determina un factor limitante, ya que en la actualidad solo el 58 % de la superficie tiene riego que es insuficiente, o sea que no cubre las necesidades hídricas de los cultivos. Condición que determina la estacionalidad de los cultivos al periodo de lluvias.

Pese a estas características limitantes, en la actualidad existe infraestructura de apoyo para la producción agrícola, para el almacenamiento y procesamiento de productos agrícolas. Estos centros de acopio de productos agrícolas, fueron construidos por el Municipio de El Puente en varias comunidades y las carpas solares por una ONG.

1.5.1 Área regable existente en la zona del proyecto

De acuerdo a la cuantificación de áreas y oferta de agua de las fuentes consideradas, realizado en la zona de influencia del presente proyecto, se tomó en cuenta en principio todas las áreas potenciales existentes en las 7 comunidades beneficiarias del proyecto, las mismas alcanzan a 285 hectáreas físicas cultivables para riego con el proyecto. La relación de las áreas de riego actual y áreas potenciales para el proyecto, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.5.1

Áreas físicas regables del proyecto

Comunidades	Total áreas existentes en la zona del proyecto (ha)	Áreas incluidas en el proyecto (ha)
Obispo	21	21
La Parroquia	49	49
Loros	25	25
San Francisco	65	65
Huancar	41	41
Pucu Pampa	31	31
Chinchilla	53	53
Total	285	285

Fuente: Estudio de Factibilidad Presa El Molino.

Actualmente se cultiva aproximadamente el 90% de las 285 hectáreas físicas disponibles bajo un régimen de producción principalmente con cultivos perennes como duraznero, alfalfa, vid y otros anuales como maíz, papa, zanahoria semilla, cebolla semilla, zanahoria, cebolla cabeza,

etc. Donde es frecuente la práctica de cultivos asociados entre frutales y cultivos anuales por la poca disponibilidad de tierras de cultivo.

En el periodo diciembre – mayo, donde se dispone de agua en el Río Tomayapo, se practica el riego complementario para culminar la cosecha de la época, mientras que en periodo junio – noviembre se practica una agricultura bajo un régimen de subriego o medio riego por que no existe agua suficiente y solo aplican dos riegos a los frutales en todo el periodo hasta que llegan las lluvias.

Finalmente, el cuadro refleja que las 285 hectáreas existentes en la zona de influencia que son incluidas en el proyecto, es decir que en este caso, el proyecto tiene una cobertura del 100% del área de cultivo disponible en las 7 comunidades.

1.5.2 Cédula de cultivos actual

En la situación actual, la cédula de cultivos agrícolas que se desarrollan bajo subriego o medio riego en el periodo junio-noviembre y con riego complementario en el periodo diciembre – mayo son los que se reflejan en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.5.2
Cédula y superficies de cultivos sin proyecto

Cultivos	Area de cultivo perennes y cultivos anuales en limpio (ha)	Areas de cultivos asociados (ha)	Total áreas de cultivo por año (ha)
Durazno	180	0	180
Maíz grano	15	15	30
Papa ver.(interm.)	15	35	50
Alfalfa	10	30	40
Vid	10	0	10
Zanahoria	0	5	5
Papa misca(precoz)	20	20	40
Cebolla cabeza	0	5	5
Zanahoria semilla	5	0	5
Cebolla semilla	5	0	5
TOTAL	260	110	370

Fuente: Elaboración propia y Estudio EI Presa El Inventario

Actualmente, en el área de influencia del proyecto, existen 285 hectáreas físicas cultivables, donde se realizan tres siembras por año, totalizando 260 hectáreas de cultivos perennes y cultivos anuales en limpio y también se cultivan 110 hectáreas con cultivos anuales asociados con los frutales, totalizando 370 cultivadas por año, es decir se tiene un Índice de Ocupación del Suelo de 1:1,30, es decir del 130%.

La siembra de invierno-primavera (misca), con cultivos anuales como papa misca, zanahoria semilla y cebolla semilla que se cultivan bajo subriego o medio riego. La siembra de verano con cultivos anuales como maíz grano, papa verano, cebolla cabeza y zanahoria que se cultivan bajo un régimen de riego complementario. Finalmente se tiene la siembra o cultivos perennes principalmente representados por la producción de durazno y en menor escala vid y alfalfa que se producen bajo un régimen de subriego y riego complementario.

Una característica muy importante que se presenta en el sistema productivo de la zona, es la practica de cultivos asociados entre frutales(durazneros) y cultivos anuales, esta practica se realiza con el propósito de optimizar el uso del suelo debido a la excesiva parcelación y minifundio que caracteriza a la zona, por ello resulta un poco difícil cuantificar las áreas de cada cultivo y su demanda de riego por cultivo en forma individual.

Se aclara que en la zona del proyecto, al margen de los cultivos mencionados en la cédula de cultivos, existen otros más que se cultivan en menor escala, como arveja, hortalizas para el autoconsumo y algunos frutales como nogales, higueras. Sin embargo para el presente análisis no se toman en cuenta, puesto que se trata, de asumir un patrón ó cedula de cultivos representativos y no necesariamente se debe incluir a todos los cultivos.

1.5.3 Rendimientos y volúmenes de la producción agrícola actual

Para cuantificar los volúmenes de la producción agrícola actual, consideramos la distribución de los cultivos por superficie y el rendimiento promedio de cada cultivo, en base a la información obtenida en la zona.

La producción agrícola total sin proyecto, está representada por las 370 hectáreas cultivadas por año en las 285 hectáreas físicas disponibles en el área del proyecto, esta relación de rendimientos promedios y volúmenes de producción, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 1.5.3
Producción agrícola total sin proyecto

Cultivos	Superficie cultivada (ha)	Rend. promedio (tn/ha)	Vol. total producción (tn)
Durazno	180	8,0	1.440,0
Maíz grano	30	1,3	39,0
Papa verano	50	8,0	400,0
Alfalfa	40	28,0	1.120,0
Vid	10	6,0	60,0
Zanahoria	5	12,0	60,0
Papa misca	40	8,0	320,0
Cebolla cabeza	5	12,0	60,0
Zanahoria semilla	5	0,25	1,25
Cebolla semilla	5	0,25	1,25
TOTAL	370		3.501,5

Fuente: Elaboración propia, PDM El Puente, Presa El Inventario.

En general los rendimientos medios a bajos se deben, al déficit de humedad que disponen los cultivos debido a la baja precipitación de la zona y la insuficiencia de riego permanente, oportuno y suficiente.

También incide en los bajos rendimientos, el poco uso de agroquímicos, realizando la fertilidad del suelo con abono orgánico (estiércol de cabra, ovino y vacuno), solo se utiliza fertilizantes al cultivo de la papa en el momento de la siembra y en el aporque. El tratamiento en los cultivos con pesticidas a excepción del cultivo de la papa y el durazno no se lleva a efecto en los otros cultivos.

El agricultor utiliza su propia simiente o semilla de la cosecha de la anterior gestión, este sistema “endocria” de semillas disminuye su vigor productivo con el consiguiente efecto sobre los rendimientos y la resistencia a enfermedades y plagas, factor determinante para obtener una baja producción agrícola en el Valle de Tomayapo.

1.5.4 Destino de la producción agrícola actual

Cualquier actividad productiva solo prospera cuando se tiene un mercado adecuado para lograr la comercialización y/o transformación de los productos agrícolas. En este caso se tiene como mercados naturales y potenciales a los centros poblados de Tarija y el interior del país. Los altos costos de producción y bajos precios de los productos, caracterizan la comercialización de los productos agrícolas de la zona. En consecuencia, la producción agrícola actual de la zona del proyecto, tiene un patrón de destino anual que se le asigna a la producción agrícola, situación que en términos generales es la que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.5.4
Destino de la producción agrícola actual

Cultivos	Vol. total producción (tn)	Autoconsumo (tn)	Venta (tn)
Durazno	1.440,0	288,0	1.152,0
Maíz grano	39,0	39,0	0,0
Papa verano	400,0	160,0	240,0
Alfalfa	1.120,0	1.120,0	0,0
Vid	60,0	20,0	40,0
Zanahoria	60,0	5,0	55,0
Papa misca	320,0	128,0	192,0
Cebolla cabeza	60,0	5,0	55,0
Zanahoria semilla	1,25	0,25	1,0
Cebolla semilla	1,25	0,25	1,0
TOTAL	3.501,5	1.765,5	1.736,0

Fuente: Elaboración propia, PDM El Puente, Presa El Inventario.

De lo reflejado en el cuadro anterior, se observa que el principal rubro productivo es el durazno, la mayor producción se destina a la venta ya sea en fruta fresca o derivados como son el pelón, despepitados, conservas, etc.; Otros cultivos anuales como cebolla, zanahoria, semillas de estos cultivos también en mayor porcentaje se destina a la venta, la papa y maíz principalmente se destinan al autoconsumo; Finalmente la producción de alfalfa se destina al consumo local del ganado.

1.5.5 Valor de la producción agrícola sin proyecto

Para fines de evaluación y poder medir el impacto que puede generar la implementación del presente proyecto, es necesario conocer la valorización e ingresos estimados de este rubro,

para ello se toma en cuenta las áreas de cada cultivo, rendimientos promedios, volúmenes de producción estimados, precios de venta y costos de producción.

En **Anexo**, se presentaran las hojas de costos de producción de los cultivos, asimismo los rendimientos promedios que se obtienen en la zona del proyecto y en el cuadro que sigue, se presenta un resumen del valor de la producción agrícola total actual e ingreso neto o utilidades obtenidas del rubro agrícola sin proyecto.

Cuadro N° 1.5.5

Valor de la producción agrícola total sin proyecto

CULTIVO	Superf. (has)	Ingreso bruto unitario (\$us/ha)	Costo Unitario (\$us/ha)	Ingreso neto unitario (\$us)	Ingreso neto total (\$us)
Durazno	180	2.800,0	906,0	1.894,0	340.000,00
Maíz grano	30	572,0	490,0	82,0	2.460,00
Papa verano	50	2.000,0	1.482,5	517,5	25.875,00
Alfalfa	40	1.680,0	857,5	822,5	32.900,00
Vid	10	2.160,0	694,0	1.466,0	14.660,00
Zanahoria	5	1.500,0	656,0	844,0	4.220,00
Papa misca	40	2.000,0	1.525,0	475,0	19.000,00
Cebolla cabeza	5	1.800,0	1.081,5	718,5	3.592,50
Zanahoria semilla	5	5.000,0	743,5	4.256,5	21.282,50
Cebolla semilla	5	5.000,0	1.160,5	3.839,5	19.197,50
TOTAL	370	-	-	-	483.187,50

Fuente: Elaboración propia.

Este valor o ingreso neto actual proveniente de la actividad agrícola alcanza a **483.187,50 \$us por año**, que representa un ingreso neto promedio de **1.342,19 \$us por familia al año** considerando a las **360 familias** o usuarios existentes en la zona del proyecto.

1.5.6 Calendario agrícola actual (sin proyecto)

El calendario de los principales cultivos de la zona del proyecto, nos permite diferenciar tres tipos de siembras que son: La siembra de misca que se realiza con subriego o riego deficitario en el periodo julio – noviembre con cultivos de papa misca, zanahoria semilla y cebolla semilla. La siembra grande que se realiza con riego complementario en el periodo diciembre –

mayo con cultivos de Maíz, Cebolla cabeza, Zanahoria y papa verano. Finalmente los cultivos perennes que abarcan los dos periodos anteriores que se realizan con subriego y riego complementario con cultivos de durazno, vid y alfalfa, el calendario agrícola, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N°1.5.6
Calendario de cultivos actual o sin proyecto

CULTIVOS	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Durazno				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC	xxC	
Maíz grano							Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxC
Papa ver.(interm.)								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC
Alfalfa	xxxx	xxxx	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxC	xxxx	xxxx	xxC	xxx	xxx	xxC
Vid				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC	xxC	xC
Zanahoria								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Papa misca(precoz)				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxC					
Cebolla cabeza								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC
Zanahoria semilla	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC							
Cebolla semilla	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC							

Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en campo

S = Siembra, C = Cosecha P = Plantación

1.5.7 Identificación de tareas diferenciadas por género en la producción agrícola actual

En base a un sondeo, se trato de identificar las tareas diferenciadas por género en la producción agrícola de la zona del proyecto, situación que se refleja en el cuadro siguiente:

Cuadro N°1.5.7

Identificación de actividades diferenciadas por género

Actividad	Solo Hombres	Princip. hombres	Los dos por igual	Princip. mujeres	Solo mujeres
Preparación del terreno	X				
Decisión sobre que cultivos poner		X			
Compra, selección de semillas		X			
Compra de pesticidas, fertiliz.		X			
Siembra			X		
Labores culturales			X		
Tratamientos fitosanitarios		X			
Riegos		X			
Cosecha			X		
Transporte		X			
Selección				X	
Almacenamiento				X	
Transformación, pelón, conservas					X
Decisión sobre destino producción.			X		
Comercialización				X	
Generación de ingresos adicionales.	X				

Fuente: Elaboración propia, julio y agosto de 2.013, PDM municipio El Puente

Sin embargo, lo reflejado en el cuadro anterior, no siempre se ajusta a la realidad y a todas las familias, ya que depende de muchos factores como ser: La composición de los miembros de cada familia, sexo de los miembros de la familia, disponibilidad de tierra, nivel socioeconómico, etc. Pero en síntesis, consideramos que el trabajo y desarrollo de las actividades en la producción agrícola es a nivel familiar, es decir participa toda la familia en la producción agrícola.

1.5.8 Nivel tecnológico, formas y estilos de producción de los principales cultivos

En condiciones de medio riego o riego insuficiente, los cultivos más difundidos son el durazno, papa, cebolla, zanahoria, vid, alfalfa, Por lo general realizan dos riegos en invierno, el primer riego se realiza en la última semana de julio y el segundo riego a fines del mes de agosto; riegos que deben suministrar humedad a los cultivos hasta el periodo de lluvias o Noviembre. Este sistema de producción, presenta una baja producción agrícola, debido a que la humedad del suelo no satisface las necesidades hídricas de las plantas durante el desarrollo del mismo.

Los problemas técnicos más importantes encontrados son relativos a una deficiente preparación del suelo, debido a la baja humedad que presenta el suelo al realizar esta actividad, el uso de semillas de baja calidad, la excesiva densidad de plantación, la baja utilización de insumos (fertilizantes químicos y pesticidas), la excesiva pendiente de los surcos de riego y la alta incidencia de las pérdidas en la poscosecha y deficiente medio de transporte (mula).

Además de los cultivos mencionados, se estima que alrededor del 46 % de los agricultores crían animales caprinos, teniendo entre 40 y 66 cabezas cada uno. También es frecuente encontrar ganado mayor como el vacuno y equino en algunas de las propiedades, especialmente se orienta a la cría de bueyes y mulas utilizados para la labranza.

El ganado ovino, porcino y gallináceo se encuentra en muy pocas cantidades, y tiende a disminuir por el escaso valor de producción y el alto costo de producción. Los caprinos, a pesar de ser una especie depredadora, por el daño que origina al ecosistema, en la actualidad su producción se encuentra en proceso de estabilización, no ocasionando desequilibrio ecológico.

La producción de los cultivos agrícolas, se caracteriza por los siguientes aspectos:

Durazno (Prunus Pérsica): El cultivo de durazno es ampliamente extendido en todo el Valle de Tomayapo, por lo general lo realizan bajo un sistema de medio riego o riego complementario.

Plantación: Las principales variedades cultivadas corresponden en su mayor parte a variedades introducidas a la región y adaptadas a las condiciones climáticas del área. Entre estas se señala a:

Variedades ampliamente difundidas: Ulincate amarillo, Ulincate blanco y Pavia Apote

Variedades poco difundidas: Pulpa color de flor, Rosado, Pavía amarillo pepa café y Blancota flor blanca

Ecotipos: Porcelana y Blancota flor blanca

La mayoría de las plantaciones están dispuestas en cuadrado latino o bloques en formas más o menos uniformes. Las distancias de plantación varían desde 4*4 m. con densidades de 625 plantas/ha, densidades de 4 * 3.5 m. con 725 plantas/ha., densidades de 3 x 3m. con 1089 plantas/ha y una densidad de 2.5* 2.5 m. con 1600 plantas/ha., también existe plantaciones en forma longitudinal a lo largo de las acequias, en los linderos y próximas a las vivienda de los productores.

La mayoría de los huertos de durazno, fueron implantados con plantas obtenidas de semillas de los mejores árboles. Esta selección fue realizada por los propios productores, en la última década a través del servicio de extensión realizada por las ONGs., en la zona se viene realizando los injertos en los viveros comunales.

El actual sistema de implantación del huerto frutal del durazno se inicia con plantas no injertadas, esta forma de implantación del monte frutal, presenta varios efectos adversos a la producción, los árboles sin injertar inician su producción comercial más tardía que las plantas injertadas, las plantas no injertadas son más susceptibles a algunas enfermedades y presentan anomalías debido a su segregación genética.

Los árboles injertados aseguran la obtención de una mayor uniformidad de las frutas y garantizar una mejor calidad del fruto. Los injertos proveen variedades deseadas, en cuanto a su calidad y al requerimiento de la demanda comercial exigida por el consumidor.

El Valle de Tomayapo presenta productores que realizan el implante del huerto frutícola con una diversidad de variedades de durazno, por lo general no existe plantaciones con una sola variedad de plantas.

Actualmente la región presenta productores dedicados a la producción de plantines de durazno en viveros conducidos por los propios comunarios. La época del trasplante se realiza en los meses de diciembre y enero. Previamente antes se procede a la apertura de los hoyos y la fertilización con abono orgánico dos meses antes del trasplante. Estas actividades se realizan para asegurar que las plantas tengan nutrientes y no tengan déficit de humedad. Actualmente

los costos de una planta son: Plantas a raíz desnuda 6 Bs., plantas en bolsa a 7 Bs. y las plantas injertadas, tienen un costo de 8.0 Bs.

Por lo general se utiliza como porta injerto el pie criollo como la variedad Rosada y como injerto Ulincate amarillo o la variedad Porcelana. Cabe señalar que el cultivo del durazno en la región, durante los primeros años se realiza como cultivo asociado con otros cultivos, como: la alfalfa o el cultivo intercalado con papa, zanahoria y cebolla. Siendo el cultivo de alfalfa de mayor asociación.

Cuidados Culturales: La ausencia de prácticas culturales de los frutales en la mayoría de los fruticultores del Valle de Tomayapo induce a una baja producción. De un modo general, a continuación se describe la situación de cada práctica cultural.

a) Poceo: Esta práctica también conocida como taceo se realiza para ablandar los pozos o taza de los árboles en un diámetro variable de 0.5 m. a 1.0 m, con el fin de soltar la tierra e incorporar enmiendas orgánicas, práctica que se realiza en el mes de julio a agosto, por lo general esta actividad es realizada por todos los fruticultores, el 70 % de los productores realiza esta acción y el 30 % restante no lo realizan.

b) Poda: Por lo general esta actividad se acentúa más desde la comunidad de Obispo Hasta la comunidad de Loros. Habitualmente el 30 % de los fruticultores del Valle de Tomayapo realizan esta acción, el 70 % restante de los productores no ejecuta esta práctica, aquellas comunidades que ejecutan la poda, lo practican durante los meses de julio/agosto. Los huertos sin poda presentan varios brotes o vástagos, un área de cobertura arbórea que se entrecruza entre plantas, desgarre de ramas, excesiva producción, frutos de segunda y tercera clase (55 %) y un 45 % de primera. Por estas desventajas es recomendable realizar anualmente esta práctica por el hábito de fructificación que tiene el durazno cada año.

c) Riego: La gran mayoría de los huertos en producción de durazno están bajo riego. Sin embargo los productores no tiene un conocimiento de los requerimientos hídricos del cultivo, en la práctica realizan dos riegos durante el invierno , luego se suspende los riegos hasta la época de lluvias (Octubre o Noviembre), donde se reinicia los riegos con una frecuencia de 15

a 30 días hasta el mes de abril. En total se aplican entre 10 a 12 riegos en todo el proceso productivo del cultivo.

d) Fertilización: En el Valle de Tomayapo al establecer un huerto frutal realizan aplicaciones de estiércol de cabra al suelo, como así mismo durante el crecimiento y de producción de los duraznos, el 35 % de los productores abonan cada dos años. Solo el 65 % abonan todos los años. El abonado está sujeto al grado de humedad del suelo y de la ubicación del área con respecto a la cabecera y final del río. Esta práctica la hacen en los meses de julio a agosto.

Debido a la ausencia de humedad para el estercolado y a fin de evitar el quemado de las raicillas de la planta, en la última década algunos productores han iniciado la aplicación de algunos fertilizantes químicos como la urea y otros compuestos, pero sin el debido asesoramiento técnico.

e) Tratamientos Fitosanitarios: Solo algunos productores realizan tratamientos fitosanitarios con carácter curativos para controlar las diversas plagas y enfermedades que atacan al durazno en la región. Para la mayoría de los productores, el control preventivo no es una práctica muy generalizada. Con relación a las plagas y enfermedades principales que atacan a los durazneros en Tomayapo, se pueden señalar:

f) Plagas

Pulgón verde de duraznero: Posiblemente se trata del *Myzus Persicae* que ataca principalmente a los brotes y hojas tiernas, aunque también eventualmente a los frutos en los principales estadios. Se controla mediante tratamiento a las yemas con una mezcla de aceite natural y tamarón.

Arañuelas: El duraznero en la región es atacado por distintos tipos de arañuelas como: la arañuela roja europea (*Panonyctus ulmi*), arañuela roja común (*Tetranychus urticae*), y la arañuela parda (*Bryobia rubriaculus*). Por lo general esta plaga se presenta en años cuando existe sequía. Su control se realiza con acaricidas específicos.

Taladro. Este insecto ataca los troncos y ramas principales de las plantas, horadando galerías y produciendo la emisión de un mielado o goma. Sus ataques son más acentuados en años de sequías, principalmente a plantas débiles. Por lo general se debe a distintas causas (suelo, clima, manejo, plagas, enfermedades y otros).

Otras plagas: el gusano de los brotes del duraznero (*Graphalita molesta*) y el gusano y la mosca de la fruta del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*)

g) Enfermedades

Entre las principales enfermedades presentes en el Valle de Tomayapo se pueden señalar a las siguientes:

Mal de Munición: (También llamado viruela). Es producido por un hongo (*Stigmina Carpophila*) y afecta el follaje, ramas y frutos del durazno. Se controla mediante tratamientos con fungicidas, inmediatamente después de la recolección de los frutos (marzo) o con aplicaciones al inicio de la primavera (septiembre/octubre).

Torque: Es una enfermedad producida por el hongo *Taphrina Deformans*. Sus síntomas se manifiestan por la deformación o encorvaduras que sufren las hojas y frutos del duraznero. Se controla mediante tratamientos preventivos con fungicidas, cuando el ataque se convierte en plaga o es muy intenso.

Pudredumbre del cuello de la raíz: Esta enfermedad es provocada por el hongo *Phytophthora Cactorum*, no es muy frecuente en la zona quizás por el hecho de que no existe un exceso de humedad. Sin embargo, cuando se ha presentado, los productores de la región la tratan durante los meses de invierno con pasta bordelesa (cal + sulfato de cobre + un adherente).

Oidium del durazno: Esta enfermedad es también provocada por un hongo (*Sphaerotheca pañosa*). Combaten mediante tratamientos preventivos con fungicidas específicos.

Por lo general la incidencia de plagas y enfermedades de la región de Tomayapo no constituye un factor limitante para la producción de duraznos. Ello significa que deberían tomarse las

precauciones necesarias mediante una asistencia técnica que establezca de forma sistemática un programa de tratamientos fitosanitarios de tipo preventivo, dado la importancia que tiene el cultivo en la zona.

Actualmente por no existir este apoyo técnico, los productores hacen uno a dos tratamientos durante el año agrícola. Sin embargo, los productores que utilizan estos pesticidas, no realizan con las dosis, formas y época de aplicación oportuna y recomendable.

h) Cosecha: La recolección del durazno es realizada en forma manual, existiendo un exceso de manipuleo en esta labor, pero en la actualidad la clasificación y seleccionado y su colocado en las cajas (capacidad de 20 kilos / caja) se realiza en el campo, esto implica su traslado directamente a los medios de transporte o almacenamiento.

Los actuales rendimientos que se obtienen en la región son los más altos del Departamento de Tarija, pese a existir deficiencia del recurso hídrico para un buen desarrollo de las plantas, deficiencia en el manejo del monte frutal y ausencia de prácticas de conducción, fructificación y otras actividades productivas.

Una de las características de la producción de durazno regional, es que entra en producción comercial a una edad bastante temprana (al tercer año con plantas injertadas y al quinto año con plantas sin injertar). Esto demuestra la buena adaptación de este frutal a las condiciones edáficas y climáticas existentes en la región y de la bondad de las variedades cultivadas adaptadas a la zona.

Los factores climáticos de la región determinan una adecuada acumulación de frío invernal para satisfacer las necesidades de este frutal (700 horas en temperaturas invernales por debajo de 7° C), esto nos determina que no es necesario utilizar tratamientos de la ruptura de la latencia. Es decir no existen retrasos en la brotación, ni existen prolongados periodos de floración, con estados fenológicos dispares o alterados.

El único accidente climático existente, es la presencia de heladas en algunos años, cuando las plantas están en floración y formándose los frutos.

Otra característica que presenta la región en cuanto a la recolección del durazno, es escalonada o regional, la maduración comienza primero en la parte baja de la cuenca, es decir desde la comunidad de Chinchilla hasta la comunidad de Pucu Pampa, la cosecha se inicia en febrero y culmina en marzo, continuando su maduración más lentamente valle arriba en las comunidades de San Francisco, la Parroquia y Obispo, donde empieza la cosechas en marzo y termina en abril.

Otra particularidad de esta fruta en la región se realiza la selección del durazno, donde se clasifica durazno de primera, segunda y tercera clase donde la clase tercera del total de la producción de durazno es transformado artesanalmente en durazno deshidratados, conocido comúnmente como pelón, Manojó y Orejón, para el disecado de este último producto se utiliza el durazno de primera calidad.

Maíz (Zea Mays): Es el cultivo de más amplia difusión bajo un sistema de riego suplementario. La forma de explotación es de un 90 % en forma directa y el 10% bajo el sistema de arrendatario o al partido. Las principales labores agrícolas son:

Preparación del Suelo: La preparación del suelo se realiza después de la primera lluvia de octubre o noviembre, por lo general la preparación del suelo se realiza con arado de madera cuando es con yunta de bueyes y con rastra metálica cuando la atracción lo realiza una mula. Por lo general consiste en una rastreada y una pasada. La profundidad del suelo depende del grado de humedad del suelo y la clase de textura del suelo, por lo general la profundidad en suelos de textura pesada es de 25 cm. y en suelos de textura franca a liviana alcanza a los 30 cm.

Requiere de 3 a 4 días yunta para la preparación del suelo. En general no se fertiliza el suelo con enmiendas orgánicas, en razón que la siembra se realiza en áreas donde se cosecho papa del año anterior, debido que para la producción de este producto se realiza la incorporación de enmiendas orgánicas.

Siembra: Esta actividad se realiza a través de un sistema combinado, donde el surcado lo ejecuta la yunta de bueyes o la mula y el sembrado o colocado de la semilla en el fondo del

surco es realizado en forma manual por el agricultor, estas acciones son seguidas por el enterrado o tapado, actividad ejecutada por la yunta de bueyes o la acémila.

La distancia de plantación resulta de 0,25 a 0,60 m. entre surcos y de 0,15 a 0,25 m. entre plantas, estas dimensiones determinan una población de más de 40.000 a 80.000 plantas por hectárea. Esta densidad de plantación requiere de 25 a 40 kilos de semilla por hectárea. Para la siembra se requiere de 1.5 a 2.0 días yunta para el surcado y tapado de la semilla. Además esta actividad requiere dos jornales adicionales consistentes en el yuntero y el semillero.

Las variedades utilizadas en la región son: Maíz amarillo, Morocho, Pasankalla, Maíz Blanco y el Aycha Sara. La simiente actualmente presenta degeneración genética, debido a la pérdida de sus características genotípicas de la variedad. El agricultor por lo general solo realiza la selección de aquellas mazorcas mejor conformadas para ser utilizado en la próxima campaña agrícola.

Cuidados Culturales.

A) Aporque: Esta actividad se realiza a los 30 o 40 días después de la siembra, se realiza un aporque con una nueva pasada de arado de palo o en forma manual, esta acción consiste en amontonar tierra alrededor del pie de las planta, su función es darle mayor soportabilidad a la planta para evitar el acame por la influencia del viento y evitar el rebrote de las raíces adventicias en los tallos.

B) Carpida: A los 60-70 días de la siembra, cuando la planta comienza a formar espigas, se ejecuta una carpida y la deshierba. La carpida se hace con azadón en forma manual, esta acción consiste en la remoción del suelo para una mejor aireación y hacer más poroso el suelo para una mejor penetración del agua de lluvia, inmediatamente después en forma manual se arranca todas las hierbas, esta acción también se realiza durante el aporque y a los 30 o 40 días después de la siembra.

C) Riegos: El primer riego se realiza un mes antes de la siembra, este riego se llama riego de remojo. El segundo riego se aplica después de la emergencia de la planta, Por lo general el

ciclo vegetativo es de 150 a 180 días, periodo donde se realizan la aplicación de 3 a 4 riegos complementarios.

D) Plagas y Enfermedades.

Plagas: Entre las principales plagas existentes en la región son:

- Gusano de la Mazorca (*Heliothis Spp*)
- Gusano blanco
- Gusano militar (*Haphygma Spp*)
- Barrenador del Tallo (*Diarrea Spp*)
- Gorgojo del Maíz
- Polilla del Grano

Enfermedades:

- *Diplodia Spp*
- *Fusarium Spp*
- Carbón (*Ustilago Maydis*)

Por lo general los agricultores realizan tratamientos fitosanitarios en pequeña escala, es especial para el carbón.

Cosecha: Una vez madura las mazorcas, se realiza la recolección en forma manual, esta actividad consiste en la extracción de la mazorca con sus hojas, luego son depositadas en esteras, parguas o costales.

Los rendimientos obtenidos son por lo general variables, obteniendo una media de 50 quintales o 2.25 tn/ha., rendimientos aceptables para esta zona.

Papa (*Solanum Tuberosum*): Es el tercer cultivo que presenta un área importante de producción dentro del área del proyecto, las principales labores agrícolas son:

Preparación del Suelo: La preparación del suelo se realiza en dos épocas, la de misca en el mes de agosto y o septiembre y la siembra grande en octubre o noviembre. Esta actividad se

realiza a tracción animal con yunta de bueyes o con mula, para lo cual se usa arado de madera para la yunta de bueyes y arado metálico para la acémila.

Por lo general la preparación del suelo se realiza a poca profundidad, debido a la poca humedad que posee el suelo al momento de realizar el arado y a las características textuales del suelo. En general consiste en una arada con su respectiva cruzada, requiriendo un tiempo de 3.5 a 4 días por hectárea, el tiempo está relacionado con el tipo de textura del suelo.

La preparación del suelo está acompañado con la incorporación de estiércol de cabra a objeto de fertilizar el suelo, esta actividad se realiza dos meses antes de la siembra con la finalidad que la enmienda orgánica se descomponga y evita la quemadura de las raíces por el golpe de calor que realiza el estiércol al descomponerse, la aplicación se realiza al boleado o al chorro continuo en el surco, en una cantidad de 2.0 a 2.5 tn., por hectárea

Siembra: La siembra se realiza en dos épocas: la siembra temprana o misca en los meses de agosto a septiembre y la siembra grande en los meses de noviembre, para esta actividad se utiliza la tracción animal o en forma manual, consiste en la apertura de surcos a una distancia entre surcos de 45 a 65 cm., la semilla se coloca a una distancia entre plantas de 25-30 cm. entre plantas y se tapa con arado o en forma manual. Este distanciamiento determina una densidad de población de 88.888 plantas/has y de 51282 plantas/has., densidad excesiva en ambos casos.

La semilla utilizada es pequeña, de entre 20 y 25 gr., por tubérculos usándose de unos 1115 a 1350 kg. por hectárea. La semilla se conserva de una cosecha anterior para la próxima siembra, con una tasa de renovación muy baja. Las variedades más difundidas son las nativas: Runa Iscayacheña y Collareja, de estas variedades la más difundida es la Iscayacheña por ser una variedad de ciclo intermedio de 140 a 150 días de carne de color blanco, con buena adaptación al medio y resistente a enfermedades. Las variedades introducidas son: Alfa, Radosa, la Crwon, la Holandesa y la Americana.

Cuidados Culturales

a) Carpidas: Esta actividad se realiza en dos periodos: la primera se efectúa a los 40-45 días después de la siembra, normalmente se hace un deshierbe(arranque a mano de malezas) y la segunda a los 15-20 días más tarde un aporque con yunta y arado de palo o en forma manual con azadón. Las carpidas consisten en la remoción del suelo para una mejor aireación, hacer más poroso el suelo para la penetración del agua de riego y evitar la competencia de las yerbas en el consumo de nutrientes.

b) Aporque: Esta actividad se realiza en dos periodos: la primera a los 30 o 40 días de la siembra y la segunda en el periodo de floración a los 60 a 75 días después de la siembra. Esta labor se realiza a tracción animal (yunta de bueyes o acémila) y en forma manual, consiste en una pasada con el arado de palo o en forma manual con el azadón, esta acción consiste en amontonar tierra alrededor del pie de las planta, su función es darle mayor soportabilidad a la planta para evitar el acame y evitar el rebrote que la excesiva humedad del suelo dañe a los tubérculos.

c) Riegos: El primer riego para áreas con riego se realiza dos meses antes de la siembra (se llama riego de remojo) y para la papa de verano se espera las primeras lluvias. En áreas con riego, el segundo riego se aplica después de la emergencia de la planta, Por lo general el ciclo vegetativo es de 120 a 150 días, periodo donde se realizan la aplicación de 6 a 8 riegos complementarios en todo el periodo vegetativo.

d) Fertilización: La papa es el único cultivo que se llega a fertilizar con fertilizantes químicos y con abono orgánico. Se aplica el abono orgánico o estiércol de cabra en la preparación del suelo, la aplicación de 2 a 2.5 TM. /Hectárea, la aplicación de fertilizantes no está muy generalizado y solo realizan algunos agricultores, para lo cual se usa el triple 15 en el momento de la siembra y la urea cuando se realiza el aporque, la cantidad es de 50 kilos de triple 15 y 50 kilos de Urea.

e) Tratamientos Fitosanitarios: Estos tratamientos no son muy difundidos, solo algunos agricultores realizan esta práctica, en años cuando el ataque de las plagas y enfermedades es

muy acentuado, por lo general estos efectos adversos de la producción no es muy alta. Las dosis son variables de acuerdo a la magnitud del ataque, las épocas donde mayormente se emplea es el periodo de floración y el desarrollo del cultivo.

Plagas: Entre las plagas más frecuentes tenemos: Gusano blanco del suelo o lacatu, laminador de las hojas, polillas, bicho moro, pulgones, tripsy chicharras.

Enfermedades: Las enfermedades más frecuentes se encuentra: Tizón temprano (*Alternaria Solaris*) y el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

Cosecha: La recolección se realiza a los 150 a 165 días después de la siembra, generalmente se realiza en forma manual con azadón, colocando los tubérculos en cestas para luego ser vaciados a costales para ser trasladados en acémilas a los depósitos o sitios de almacenamiento.

Alfalfa (*Medicago sativa*): El cultivo de la alfalfa está muy ligado a la producción de la plantación del durazno, en los primeros cinco años o hasta cuando la producción frutícola entre en producción comercial, periodo en el que es eliminado del huerto frutal, su permanencia ocasionaría la ruptura de la latencia del cultivo, debido a que el riego de la alfalfa empieza a principios del mes de julio.

La producción de la alfalfa es importante en la zona, puesto que es el único cultivo forrajero, que sirve para la alimentación del ganado caprino, bovino y equino. Esta forrajera es henificada para su utilización en el periodo seco, periodo donde las especies ganaderas sufren de alimentación debido al ecosistema de la zona que es semiárido y coexiste producción de forrajes en las praderas naturales.

Descripción del Cultivo de Alfalfa: Es un cultivo perenne y se cultiva bajo un sistema de riego. Las variedades más difundidas son, en mayor proporción, la Sanjuanina y la Ranger. La primera proviene de un ecotipo de la zona de San Juan de Oro con buenas condiciones de rusticidad y resistencias a la sequía y enfermedades, y la Ranger de origen americano. Ambas son de tipo erecto para el corte, tallos llenos y glabros.

La época normal de siembra es en los meses de julio a agosto, la siembra se hace al voleo con unos 25 a 30 kg. /ha de semilla. El terreno es preparado mediante una arada y una cruzada o similar al cultivo de la papa y de una nivelada, después se preparan las platabandas de un metro de ancho por diferentes longitudes que posee el fundo del productor.

No se aplica fertilizante ni se inocula la semilla en el primer año de sembrado, periodo donde el cultivo da unos cuatro cortes; el año subsiguiente llega a 7-8 cortes anuales y produce entre 5-6 toneladas por corte, produciendo un total de unas 35 a 48 toneladas por hectárea.

Durante el invierno se retarda su crecimiento y presenta un periodo de mayor producción de septiembre a mayo. Durante el verano el corte se realiza a los 30-35 días y se le otorga un riego por corte. La mayor producción se inicia a partir del mes de noviembre a abril o mayo dependiendo de la duración de las lluvias existentes durante este periodo o del número de riegos realizados durante este periodo.

La recolección o cosecha se hace en forma manual cortando con hoz, habitualmente al 15% de floración. La utilización de la alfalfa en su mayor parte (60 a 70 %) para consumo verde. Un 40 a 30% se emparva para el consumo como heno. El pasto se suministra principalmente al ganado vacuno, caprino y las acémilas que sirven de tracción animal para el arado o como medio de transporte del productor.

Como se explico anteriormente la mayor producción es orientada al consumo de la ganadería caprina, bovina y mular. Por lo general no existe transacción de este producto ni en verde o henificado, de acuerdo lo consultado en la zona, la comercialización se realiza en arrobas en verde a un costo de 5 Bs. por arroba y 30 Bs. por arroba de heno, o un valor de 55.00 \$us / tn. de alfalfa en verde y de 310 \$us /tn. de alfalfa henificado.

Cultivo de Cebolla (*Allium cepa*): Este cultivo se inicia con la preparación del almácigo al que se le incorpora estiércol en buena cantidad, la procedencia de la semilla es propia o producida en la región o adquirida en la región del río de San Juan del Oro. Una vez sembrado se procede al riego y cubierto con paja hasta su nacencia, al término de 7 a 10 días de emergido se procede al destapado y al cabo de 10 días más se procede al arrancado para el trasplante.

La variedad más usada es la criolla, conocida como cebolla rosada. El ciclo de esta variedad es de alrededor de 130-140 días desde el almácigo hasta la cosecha. El destino de la producción es de 30% para el autoconsumo y el 70% para su comercialización.

Preparación del suelo: La principal época de preparación del suelo corresponde a los meses de mayo-junio. Algunos productores que no cuentan con riego también lo realizan al inicio de la temporada de lluvias, es decir, en los meses de octubre-noviembre. La preparación del suelo se realiza de la misma forma que para el cultivo de la papa. Para este cultivo también se prepara la incorporación, al suelo de 3 tn por hectárea de estiércol (estiércol que proviene de caprino y ovinos), la incorporación se realiza un a dos meses antes de la siembra, previamente ejecutado un riego de remojo, para favorecer la descomposición del estiércol.

Trasplante: Aproximadamente a los 40-45 días de sembrada en las almacigueras se efectúa el trasplante al terreno definitivo. Anticipadamente el terreno fue surcado con arado metálico y a tracción animal (mula). La densidad de plantación en promedio es de: 30-35 cm. entre surco y de 10-15 cm. entre plantas. Obteniendo poblaciones de 300.000 a 400.000 plantas/ha. El trasplante se realiza en forma manual, esta actividad requiere de 25 jornales por hectárea trasplantada, luego del trasplante se realiza un segundo riego.

El 45 % de los productores de cebolla adquieren los plantines o plantas del comercio en los mercados de Tarija, para su posterior trasplante al terreno definitivo. El costo asciende a 10 bolivianos la cuartilla, el cual produce 2.5 a 3.0 quintales. El resto de los 55 % de los productores prefiere realizar su propio almaciguero.

Cuidados generales

a) Carpida: A los 30 a 40 días del trasplante se realiza una primera carpida, la cual se realiza en forma manual, con azadón y a los 10 a 15 días después de la primera carpida se efectúa la segunda carpida, donde se realiza un aporque también con azadón. Además durante cada carpida se ejecuta el deshierbe en forma manual.

b) Riego: El primer riego se efectúa una semana antes de realizar la preparación del suelo, el segundo riego después del trasplante de la cebolla, por lo general requiere de 10 a 12 riegos para cumplir todo el proceso evolutivo del cultivo. La frecuencia de riego realizada en la zona es de 25 a 30 días.

c) Plagas y Enfermedades: No se aplica ningún tipo de tratamiento fitosanitario pese a existir plagas que afectan a la producción de la cebolla como ser: los Afidos, Pulgones, Trips, Gusanos cortadores y Larvas minadoras. En relación a las enfermedades más comunes que se presenta son: la Ceniza o Mildeu. Solo los productores de semilla realizan tratamientos fitosanitarios para el control de plagas y enfermedades.

Cosecha: La recolección se realiza a los 150 días para cebolla en cabeza y de 120 días para cebolla en verde, esta práctica se realiza con azadón, recogiendo y amontonando a mano los bulbos, esta actividad requiere de 12 jornales. Los rendimientos obtenidos son de 170 quintales/ has., esto implica un rendimiento promedio de 7.5 tn/ha..

Producción de Semilla de Cebolla: Otra actividad del agricultor es la producción de semilla de cebolla. Para ello, procede a seleccionar los mejores bulbos y realiza un secado durante tres a cuatro semanas (asolean) o la adquisición en el campo de otros productores. Luego se prepara el suelo en la forma descrita anteriormente (arado-cruzada-surcado) y vuelven a plantar los bulbos. La distancia de plantación en esta oportunidad será de 35-40 cm. entre surco y surco y de 15 a 20 cm. entre plantas.

La época de plantación son los meses de junio y julio. La fecha de recolección de semillas es el inicio del periodo de lluvias (noviembre-diciembre). La semilla es recolectada en forma manual. Las labores que corresponden a esta cosecha son el corte de los tallos y emparvados en manojos para su desecación bajo sombra y posteriormente se procede al desgranado de las inflorescencias o llamado el depurado y la limpieza de la semillas obtenidas a través del venteado.

El rendimiento promedio de la producción de las semillas es de 200 a 300 kg/ha. El valor del kg. de semilla es de 22.5 \$us. El precio de la cebolla en verde, en cabeza y en semilla presenta diferentes beneficios al productor.

Cultivo de Zanahoria (Daucus Carota): Este cultivo también se realiza en la temporada de invierno y bajo condiciones de riego, como el cultivo de cebolla. También presenta la particularidad de ser cultivada tanto para su consumo en fresco como para la producción de semillas. Muchos agricultores realizan más la actividad de la producción de semilla de zanahoria por presentar mayor rentabilidad económica al agricultor, esto demuestra que el 60 % de los agricultores realizan la siembra de zanahoria en una extensión promedio de 100 m².

Preparación del suelo: Esta se realiza en la misma forma descrita para el cultivo de la cebolla, durante los meses de junio y julio. Aquellos productores que no cuentan con riego lo realizan en noviembre-diciembre. Al igual que la mayoría de los cultivos regionales, el suelo es abonado con estiércol de caprino, al momento de su preparación.

Siembra: La siembra se realiza directamente en el terreno, se realiza trazos en hileras continuas con azadón poco profundo, donde se coloca la semilla a chorro continuo. La distancia de plantación entre hileras es de 25 cm. Utilizando 28 kilos de semilla por hectárea. El ciclo vegetativo de esta variedad es de 120 -130 días. La variedad más utilizada es la Punta Bola y la criolla de forma cónica.

Cuidados culturales: Después de la germinación que tiene lugar entre los 7-14 días de sembrado, se realiza una carpida en forma manual. Este proceso ocurre cuando la planta ha alcanzado un tamaño de 10 a 12 cm., momento en que se efectúa un raleo o entresaca de plantas, dejándolas a una distancia de 8-10 cm.

Control Fitosanitario: En el cultivo de la zanahoria por la alta densidad de plantas existentes, es necesario realizar el control de malezas con algunos herbicidas químicos, pero en la actualidad no se realiza esta actividad.

Las plagas que atacan a este cultivo en la región, son algunos que afectan al follaje, como ácaros, chinches y gusanos del tallo, etc., plagas que tienen baja incidencia dentro las unidades productivas, debido a la baja extensión de área dedicada a este cultivo anualmente por el agricultor. En cuanto a enfermedades se pueden señalar la mancha, viruela o septoria y la alternaria. Por ello, generalmente, la mayoría de los productores hacen tratamientos fitosanitarios.

Riegos: El primer riego se efectúa una semana antes de realizar la preparación del suelo, el segundo riego después de la siembra, por lo general requiere de 12 a 15 riegos para cumplir todo el proceso evolutivo del cultivo, la frecuencia de riego realizada en la zona es de 15 a 20 días y en periodos secos cada 25 días.

Cosecha: La cosecha se realiza en forma manual con azadón. Posteriormente las raíces son lavadas y acondicionadas y envasadas en costales para su comercialización o almacenamiento. El rendimiento promedio se estimado es de 7.0 tn/ha.

Producción de Semilla de Zanahoria: Otra actividad es la de producir semillas. Por lo general es realizada en la última quincena del mes de julio. El agricultor selecciona las mejores raíces de la anterior cosecha para la producción de semillas o bien compra a otros productores las raíces, previamente seleccionadas en el campo. El valor del quintal de raíces (cabezas) es de Bs. 50.

La preparación del suelo es la misma que la descrita anteriormente, ensanchándose ligeramente las distancias de plantación, principalmente entre plantas de 15 a 18 cm., y de 4.5 a 50 cm., entre surcos.

Los riegos también se realizan con una frecuencia de 25 días. Durante el proceso productivo se ejecutan todos los cuidados culturales requeridos por el cultivo, como ser: riegos, control de malezas se lo ejecuta en forma manual o con herbicidas. Al realizar el deshierbe se procede a la fertilización con triple 15, utilizando 100 kilos por hectárea y otras actividades necesarias.

La recolección se realiza a los 6 meses de plantado y consiste en la cava con azadón, en el corte de las flores y se coloca en manojos cabeza abajo para su secado bajo sombra y posteriormente se procede al trillado en forma manual o depurado y las limpiezas de las semillas a través del venteado y luego se deposita en sacos de 25 kilos de capacidad para su conservación.

Los rendimientos promedio de semillas en la región es de aproximadamente 250 kg. /ha. El valor de kg. de semilla alcanza a \$us. 25.0 comercialización que realiza en la finca o destinada a zonas productivas de este cultivo, como los valles de El Puente, Villa Abecia, Camargo, Culpina y otras zonas de los departamentos de Potosí y Chuquisaca.

En resumen, en la zona de influencia del proyecto, actualmente, se realizan hasta tres tipos de siembras al año agrícola, las mismas se distinguen de la manera siguiente:

La siembra de misca o invierno se realiza en el periodo junio-noviembre, bajo riego deficitario con cultivos como: Zanahoria semilla, cebolla semilla y papa misca.

Luego se tiene la siembra grande o de verano-otoño, realizada en el periodo diciembre-mayo, con cultivos principalmente de maíz grano, cebolla cabeza, zanahoria y papa verano. Esta siembra coincide con el periodo de lluvias por lo tanto generalmente se aplica riego complementario, por que las lluvias no satisfacen las necesidades de los cultivos.

Finalmente, se tienen los cultivos perennes como el durazno, vid y alfalfa, que abarcan los dos periodos anteriores y se realiza con subriego en el estiaje y riego complementario en el periodo de lluvias.

El nivel tecnológico de la actual producción agrícola de todos los cultivos, se caracteriza principalmente por los siguientes aspectos:

El sistema de producción agrícola es tradicional y de nivel tecnológico intermedio y bajo, basado en la producción bajo riego deficitario, con el empleo de mano de obra familiar, en los terrenos de cultivo que generalmente son parcelas individuales de cada familia.

El sistema de labranza de la tierra y manejo de los cultivos es mixto. En la preparación de las tierras un bajo porcentaje de agricultores usan maquinaria (en alquiler), luego la siembra, labores culturales, cosecha, almacenamiento, etc. se realizan con yunta y en forma manual, donde participan todos los miembros de la familia. Mientras que otro gran porcentaje de los agricultores trabajan íntegramente con yunta y en forma manual en todo el proceso de producción agrícola.

La preparación del suelo se realiza en muy alta proporción (90-95%) utilizando tracción animal y arados rústicos de madera (arado de palo), el 10 a 5 % lo realizan a tracción humana (en forma manual). Cuando se trabaja con bueyes se calcula que el rendimiento es de 2 a 3 días/yunta/ha para arar, 1,5 a 2,5 días/yunta/ha para el aporque. El costo es de 60 Bolivianos por día yunta y de 40 Bolivianos por día mula, sin incluir al yuntero; la alimentación debe ser responsabilidad del alquilador.

En general, la preparación del suelo para diferentes cultivos es deficiente. Se trabaja la tierra a poca profundidad debido a la baja humedad del suelo y existe un deficiente desterronado y una baja nivelación del terreno, factores que no permiten un buen desmenuzamiento del suelo y una buena aplicación del riego.

Respecto a la forma de trabajo agrícola, este es familiar (individual), debido a que todas las familias trabajan en su parcela con todos los miembros, existiendo un reducido trabajo agrícola a nivel de grupo o en forma comunal.

Los trabajos de siembra, deshierba y cosecha son realizados en forma manual, así como, el desgrane (en la semilla de cebolla y zanahoria) y acondicionamiento de la producción. La mano de obra es proporcionada por el mismo agricultor y su familia. Durante el periodo de cosecha del durazno se realiza la contratación de peones para la recolección, selección y pelado del fruto. La mano de obra familiar excede el requerimiento de trabajo de las fincas de los pequeños agricultores, en ciertas etapas de producción, existiendo deficiencia de mano de obra en los periodos de siembra y cosecha de los cultivos.

La aplicación del riego a los cultivos es a surco abierto, por lo general deriva todo el caudal del canal principal a un solo surco. Este sistema de aplicación causa problemas en: generalmente es un caudal erosivo, aplicación del caudal derivado en menor tiempo o muy rápida, a causa de la excesiva pendiente de los surcos produce erosión hídrica, existe

remoción de la capa superficial del suelo o la pérdida del suelo orgánico, la cantidad de agua aplicada es alta en la cabecera y baja al final del canal ocasionando un desarrollo no uniforme, la frecuencia de los riegos es usualmente menor que las necesidades de las plantas y existe un alto escurrimiento superficial de la lamina aplicada.

En cuanto al uso de semillas, en su generalidad usan semillas seleccionadas ya sea de la zona como de otros lugares, siendo bajo el uso de semillas certificadas de los centros especializados que ofrecen estos insumos, principalmente por la dificultad de acceder a los mismos por el alto costo de las mismas y falta de conocimiento sobre las bondades y ventajas que ofrecen las semillas certificadas.

Las semillas utilizadas, aunque se trate de variedades adaptadas a la zona, son generalmente de baja calidad debido a: impurezas o de bajo poder germinativo. Esto se evidencia en el cultivo de papa, donde se utiliza semilla muy pequeña y sin desinfectar de la gestión pasada. La tendencia general es a cultivar con una excesiva densidad de siembra, esto implica un alto número de plantas por unidad de superficie, ocasionando una alta competencia de las plantas para obtener el agua del suelo.

Respecto a la fertilidad de los suelos, debido al uso intenso del suelo como consecuencia del minifundio y la presión demográfica ejercida sobre los mismos, al manejo generalmente no adecuado de los mismos, donde no se practica el descanso de los suelos y rotación de cultivos en forma adecuada, tampoco se acostumbra incorporar materia orgánica en forma suficiente, también influye la pendiente de los mismos, en consecuencia, la fertilidad de los suelos en líneas generales es baja y están en proceso sistemático de degradación y pérdida de fertilidad los mismos.

El uso de fertilizantes químicos en la zona del proyecto no es significativo y lo utilizan principalmente en el cultivo de durazno y papa. En el resto de los cultivos no acostumbran utilizar estos insumos, debido principalmente a su alto costo, falta de conocimiento sobre el manejo adecuado y mediana o baja rentabilidad de los cultivos en las condiciones actuales.

Fertilizantes químicos se utilizan en general en el cultivo de papa, en escala baja (triple 15 y urea) y pesticidas, en los otros cultivos anuales prácticamente se halla ausente, esto se justifica por el alto costo que tienen los insumos con relación al precio de los productos

agrícolas. Existe la costumbre de aplicar abono orgánico (estiércol de cabra) en algunos cultivos (papa, hortalizas y frutales) de forma habitual en cada campaña agrícola. En los frutales (durazno y vid) se tiende a utilizar más insumos agrícolas en especial los pesticidas para el control de plagas y enfermedades en pequeña escala, su uso se debe a la alta rentabilidad de este cultivo.

En cuanto al uso de abonos naturales (estiércol, abono verde, etc.), usan en baja a mediana escala el estiércol para los cultivos. Este abono es producto de su propio ganado, especialmente del ganado caprino (proveniente de sus establos y corrales).

Por otra parte, la práctica de usar o incorporar abonos verdes al suelo es casi nula, seguramente ello se debe a la falta de capacitación e información respecto a los beneficios que brinda esta práctica de incorporar materia orgánica al suelo como alternativa para mantener y recuperar la fertilidad de los suelos agrícolas.

Respecto a la rotación de cultivos, se practica en forma tradicional y ancestral, donde es frecuente observar la rotación con: Papa-maíz-alfalfa.

Existen plagas y enfermedades de los cultivos en la zona. Para controlar estas plagas y enfermedades, los agricultores usan pesticidas químicos, principalmente en cultivos de durazno y papa.

La cosecha, generalmente se realiza manualmente, es decir, en la cosecha de la producción agrícola participa con mano de obra toda la familia y en algunos casos donde las áreas de las unidades familiares de producción son mayores, contratan mano de obra (peones).

Posteriormente, la cosecha de granos y tubérculos se almacena en los depósitos o viviendas para el consumo familiar, mientras que los productos como frutas, se comercializa en fresco en parte y en derivados, otros productos perecederos como zanahoria, cebolla, semillas, etc. se los comercializa en fresco.

Los rendimientos de la producción agrícola actual, en cuanto al durazno es buena con relación a la media de otras regiones del departamento y del país, mientras que los demás cultivos tienen rendimientos de medios a bajos, debido principalmente a factores como: Baja fertilidad de los suelos, manejo deficiente de los cultivo por el agricultor,

plagas, enfermedades y condiciones climáticas desfavorables en ciertas ocasiones (presencia de sequías, heladas, granizo, etc.).

Hay una marcada incidencia de pérdidas poscosecha especialmente en granos (maíz y las semillas de cebolla y zanahoria), causada por insectos y roedores. En la papa y otros productos anuales también es alta la incidencia motivada principalmente por deficientes sistemas de conservación. Se calcula que las pérdidas poscosecha totales sobrepasan el 10-15% en los cultivos anuales y del 5 % en los frutales debido al deficiente sistema de recolección del fruto.

La comercialización se realiza en los mercados de Tarija en forma directa o mediante rescatadores (mercado campesino) y también en las propias comunidades a rescatadores para llevar a los mercados de Tarija y otros centros del interior del país.

En cuanto a servicios de apoyo a la producción, actualmente solo existen pocas acciones aisladas de apoyo a la producción de parte de las Instituciones encargadas del desarrollo regional, la zona carece de una adecuada asistencia técnica en los puntos antes mencionados.

La infraestructura productiva, es variable, puesto que se tiene una vinculación vial, pero hace falta una mejor infraestructura de riego, almacenamiento, procesamiento y/o transformación, etc.

Finalmente, en cuanto al equipamiento, está constituido por herramientas manuales como ser: Pala, azadones, azadas, rastrillos, picota, postes, alambres, pitas, machetes, etc. Entre los implementos en la mayoría de las situaciones los agricultores también cuentan con yuntas de bueyes y sus respectivos implementos, los cuales en algunos casos son alquilados a los agricultores vecinos que no cuentan con estos equipos y herramientas.

1.5.9 Acceso al crédito y/o asistencia técnica

La población de la zona, en líneas generales no tenía acceso al crédito, principalmente por las dificultades de tipo administrativos, legal y exigencia de garantías reales para acceder a los mismos. Otro factor que dificulta el acceso al crédito para el rubro agrícola, es la inseguridad y

riesgo que tiene esta actividad por estar expuesta a riesgos naturales como las heladas que se presentan en forma retrazada al ciclo normal, las mismas que causan pérdidas totales de la producción de durazno en los años que se presentan estos fenómenos.

Sin embargo, la implementación del Programa PROSOL por parte de la Gobernación de Tarija, que otorga 6.000 Bs/año. a cada familia para el fomento a la producción agropecuaria a través de iniciativas productivas, vino a llenar una sentida necesidad al respecto, aunque hasta el presente este programa no mostró resultados positivos que se reflejen en una mejora de la producción y productividad agropecuaria.

Respecto al acceso a la asistencia técnica por parte de la población de la zona, se realizaron varios esfuerzos de algunas entidades al respecto, con resultados buenos, regulares y malos. Al respecto consideramos que mientras persista y no se solucione el problema mayor de la zona que es la falta de agua para riego, ningún programa de asistencia técnica por mas completo que este sea, logrará resultados positivos, por que el productor le brinda atención, interés y apoyo a cualquier programa de asistencia técnica, siempre y cuando este seguro de que cuenta con uno de los factores de producción como es riego, que le de certidumbre a su actividad agropecuaria.

1.5.10 Acceso a los mercados, ferias y formas de comercialización

En la actualidad el sistema de comercialización en general se lo realiza en: el 35 % en forma directa para su comercialización en los mercados de Tarija, un 60 % por medio de intermediarios que adquieren en volúmenes significativos para comercializar en el interior del país y el 5 % restante bajo el sistema de intercambio de productos agrícolas por alimentos.

Respecto a la comercialización del durazno y sus derivados, se realiza mediante la venta directa en el mismo predio o comunidad; efectuado por los intermediarios y rescatistas. En la época de cosecha, numerosos transportistas y comerciantes, adquieren volúmenes significativos de producción con destino de los mercados de las ciudades de Tarija, Sucre, Potosí, La Paz y Santa Cruz.

Una segunda vía es la comercialización directa de los mismos productores, que lleva el producto fresco, a los mercados , ferias de la ciudad de Tarija y al interior del país, siendo esta forma que actualmente lo realizan con mayor frecuencia, por el mayor ingreso que reciben por la venta del producto. Otra forma de comercializar la producción, es la transformación del durazno fresco en pelón, rejón y manajo para ser comercializado posteriormente, durante el año, siendo el más importante el subproducto pelón, por su fácil comercialización y alta demanda de este subproducto del durazno a nivel nacional.

Finalmente cabe señalar que en la actualidad en el Valle de Tomayapo, se ejecutó infraestructura de apoyo a la producción, consistente en centros de acopio para el acondicionamiento del durazno fresco realizados por la Prefectura y salas de desecación ejecutadas por una ONG., para la elaboración del pelón. Además se mejoró las vías de acceso y la construcción de nuevas vías de y transporte y puentes vehiculares para el proceso de la comercialización.

La comercialización de uva y sus derivados como vinos y singanis artesanales, se realiza en la zona y en los mercados de Tarija.

Mientras que el almacenamiento y comercialización de otros productos como cebolla cabeza, zanahoria, papa y semillas principalmente son comercializados en los mercados de Tarija.

1.5.11 Limitante y problemas de la producción agrícola actual

En las condiciones actuales, la producción agrícola enfrenta muchas dificultades y limitaciones que inciden negativamente en el proceso productivo agrícola actual, las principales, son las siguientes:

La poca disponibilidad de agua para riego, especialmente en el periodo de estiaje, se constituye en una seria limitante para la producción agropecuaria de la zona.

La falta de infraestructura de riego, especialmente referente a infraestructura de almacenamiento o cosecha de agua en el periodo de lluvias para su aprovechamiento en el

estiaje, no permite ampliar y diversificar la producción y productividad agrícola en el Valle de Tomayapo.

Limitaciones agroecológicas como, presencia de plagas y enfermedades, suelos susceptibles de erosión y con baja fertilidad, falta de riego y factores climáticos adversos como sequías, heladas y granizadas.

También existen limitaciones en cuanto a la poca extensión de las tierras de cultivo bajo riego, es decir el minifundio acentuado y excesiva parcelación o división de los predios agrícolas respecto a las tierras de cultivo bajo riego no permite un desarrollo socioeconómico para la población de la zona.

Limitaciones económicas y bajo nivel de ingresos de la población y limitado apoyo institucional al rubro productivo agropecuario, no permite mejorar las condiciones de producción, productividad y el nivel de vida de la población de la zona.

1.6 Características fisiográficas y agroclimáticas de la zona de riego

La zona de influencia del proyecto, se encuentra ubicada en el Valle de Tomayapo en ambas márgenes del río del mismo nombre, donde se encuentran conformando las siete comunidades beneficiarias del proyecto.

Esta zona conforma un piso ecológico cabecera de valles, cuyas áreas de cultivo se ubican en las terrazas, laderas y pie de la serranía circundante. En cuanto a las áreas de cultivo incluidas en el proyecto, las mismas se encuentran ubicadas a una altura entre 2.250 - 2.350 msnm.

La fisiografía y relieve de la zona de riego está caracterizada por laderas, terrazas y planicies conformando dos franjas discontinuas (una en cada margen) paralelas al curso principal del Río Tomayapo.

La topografía de la zona del proyecto varía de plana, semiplana en las terrazas y planicies a moderadamente ondulada en las zonas de cultivo de mayor altura (al pie de la serranía).

Las características fisiográficas climáticas y de vegetación de la cuenca baja del Río Tomayapo, de acuerdo a los índices climáticos de GARCIA AGREDA y VIPARELLI se lo clasifica como Árido, presenta un bosque seco templado, cubierto con especies xerofítico ralo de porte bajo. Según KOOPEN se lo clasifica como árido frío y según THORNTHWAITE como árido sin ningún exceso de agua.

La precipitación pluvial promedio es de 237 mm y a lo largo del año hidrológico presenta una concentración muy alta durante cinco meses, periodo comprendido desde noviembre a marzo, periodo donde se precipita el 87 % de las lluvias, de abril a octubre la precipitación es mínima. La precipitación media anual es de 236,98 mm y la temperatura media anual es de 16,97 °C.

La variación y distribución de las temperaturas y precipitación, establecen claramente dos periodos en el año. Un periodo seco o estiaje, de mayo a noviembre con temperaturas bajas y escasas o nulas precipitaciones y un periodo semihúmedo o de verano, de noviembre a abril con temperaturas medias y altas, y casi toda la precipitación pluvial concentrada en este periodo.

El periodo libre de heladas según los agricultores de la zona, se exhibe de noviembre a mayo, debido a que es una zona de heladas tardías y de vientos fríos en los meses de septiembre a octubre. Existe un periodo libre de heladas de 196 días, la fecha que ocurre la primera helada es el mes de mayo y la última helada es a fines de septiembre y en algunos años el 15 de octubre.

La región presenta una buena acumulación de horas frío invernal para el cultivo de durazno, la cual satisface las necesidades de hibernación de las frutales criófilos. De acuerdo a la estimación de horas frío para la región, se determinó un promedio de 700.17 unidades frío invernal.

Los suelos corresponden a suelos con predominio de texturas finas(arcilloso) y moderadamente finas(francos arcilloso), son suelos semiprofundos, con buena y moderada capacidad de drenaje, tienen moderada presencia de grava y piedra, tienen pendientes que

varían de planas a moderadamente onduladas, ello los hace susceptibles a la erosión hídrica cuando se les quita la cubierta vegetal (pasturas) y no se realiza un manejo adecuado del agua en los mismos, especialmente en suelos con mayor pendiente.

Los recursos hídricos disponibles en la zona de riego, están constituidos por los caudales del Río Tomayapo, actualmente se constituyen en la única fuente de agua para riego y por ende, para el proyecto.

1.7 Recurso agua: Disponibilidad y calidad de agua

1.7.1 Hidrología de la cuenca de aporte del proyecto

1.7.1.1 Introducción

El Río Tomayapo es un afluente del Río San Juan del Oro; río éste que se une al Río Tumusla y forman el Río Camblaya- Pilaya, que es el afluente principal del Río Pilcomayo.

La información hidrometeorológica existente en la cuenca es muy reducida, se han obtenido las series de datos de precipitación pluvial de 4 estaciones, así como toda la información hidrométrica, que comprende pocos años de registro en la estación de El Molino.

Por esta situación, las estimaciones de los parámetros se efectuarán en base a extrapolaciones y a la aplicación de modelos hidrológicos de transformación de la precipitación en escurrimiento.

1.7.1.2 Precipitaciones

a) Datos.-

La información disponible corresponde a las estaciones pluviométricas que se encuentran en la cuenca, que son: Campanario, El Molino y Tomayapo, estaciones que se toman como base del análisis pluviométrico en la cuenca y el área de riego (cuadro N° 1.7.1).

Se dispone también de estaciones como las de Sama Cumbre, Pasajes y el Puente, que se encuentran en sitios muy próximos, así como las estaciones en el valle Central cuya información se la encuentra en los estudios de las cuencas del Guadalquivir y Tolomosa, que son útiles como apoyo para una mejor estimación de la distribución espacial de las precipitaciones.

La información de dichas estaciones fue analizada en detalle, constatándose que existen datos dudosos, casos en los cuales se anuló el año correspondiente, trabajándose con la información original restante, la misma que se indica en el cuadro N° 1.7.2

Cuadro N° 1.7.1

Estaciones Pluviométricas

Estación	N° años de registro	Latitud sur	Longitud oeste	Precipitación anual máx. de Registro	Precipitación anual mín. de Registro
Campanario	18	21°30'30"	64°58'30"	508	259
San Antonio	18	21°26'00"	64°58'00"	611	158
El Molino	20	21°22'30"	64°57'20"	748	288
Tomayapo	26	21°15'55"	64°02'30"	443	126

b) Características de la precipitación.-

El régimen pluvial en la zona esta definido por dos periodos, el lluvioso y el seco. El periodo lluvioso se presenta de noviembre a marzo, en el cual se concentra del 80 al 90% del total de la precipitación anual, y el periodo seco, de abril a octubre, cuando la precipitación es muy reducida o nula.

El relieve o la orografía, es un factor muy importante en la circulación de las masas de aire, observándose que las serranías de Sama y Cardonales, que son prácticamente paralelas y tienen una dirección norte – sur, son determinantes en la distribución espacial de las precipitaciones en la zona.

Las lluvias predominantes son de tipo orográfico, con una fuerte influencia de los vientos del Sur-Este. La cantidad de lluvia media anual es mayor en el extremo sur de la cuenca, presentándose valores altos también en la parte central de la cuenca, donde la serranía de Sama es más baja; presentando una disminución significativa hacia el norte.

c) Precipitación anual.-

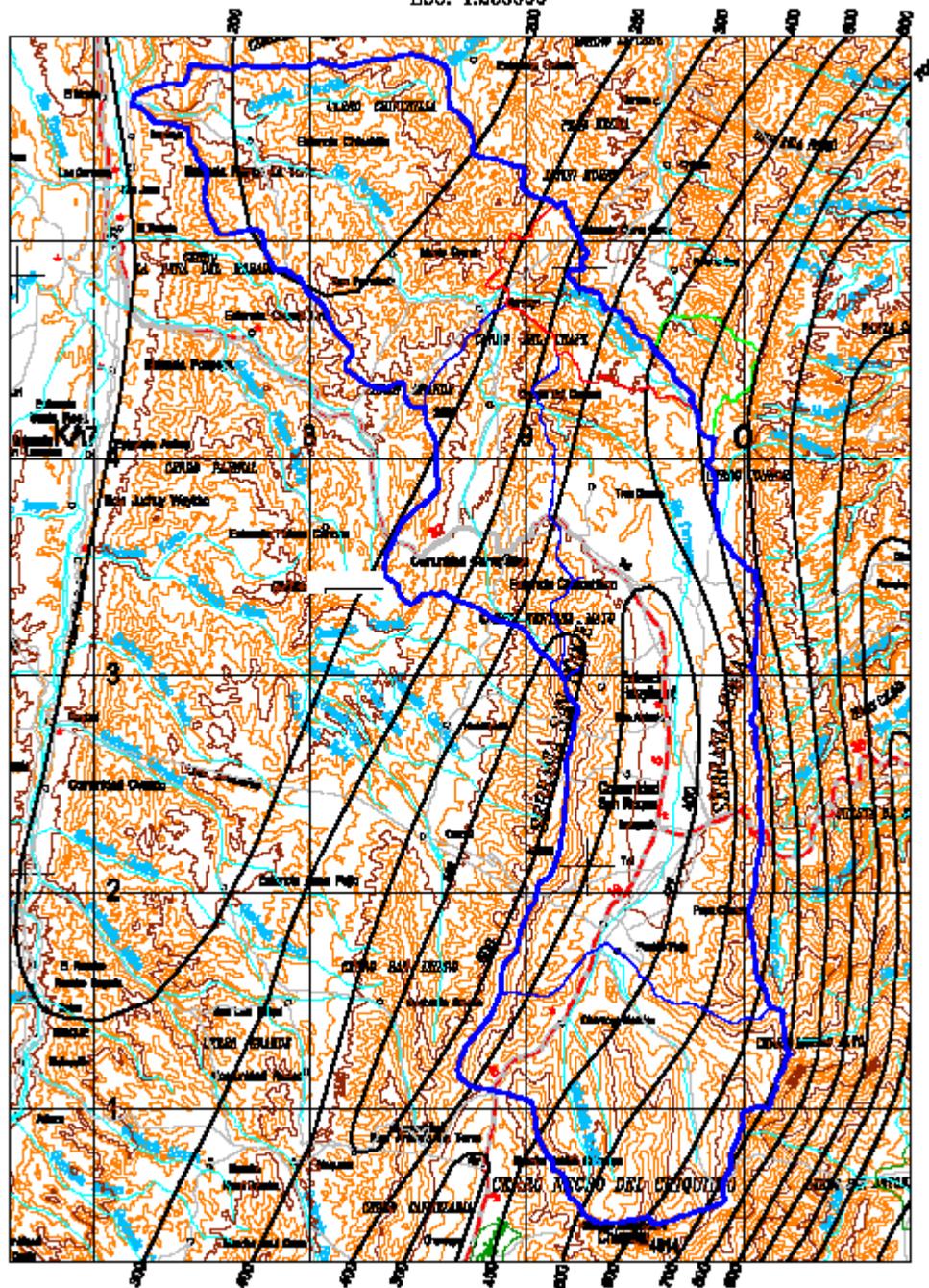
Se han calculado los parámetros de la distribución normal de cada una de las series de datos, correspondientes al año hidrológico Octubre-Septiembre (cuadro N° 1.3)

Tomando en cuenta la tendencia que se observa de la disminución de la precipitación hacia el norte y hacia el oeste y considerando todas las estaciones existentes en la región, se procedió a dibujar las isoyetas en el área de estudio, localizándose un valor medio máximo de 800 mm en la parte sur y valores menores, del orden de 400 y 500 mm en la parte media y 250mm en el extremo nor-oeste.

Se adjunta el mapa de las isoyetas en escala 1:250000.

CUENCA E ISOYETAS DEL RIO TOMAYAPO

ESC. 1:250000



Cuadro N° 1.7.2

Precipitación anual

AÑO	Tomayapo pueblo	El Molino	San Antonio	Campa- nario
75-76			330,2	
76-77			307,6	
77-78			468,5	
78-79			419,4	
79-80			354,0	
80-81			282,4	
81-82	170,6	378,0	233,3	
82-83	166,3	306,9	158,2	
83-84	331,0	747,7	610,7	
84-85	290,4	523,1	337,3	
85-86	301,6	700,8	551,9	
86-87	201,3	471,2	472,7	
87-88	260,2	663,9	336,7	
88-89	126,5	366,0	322,6	298,2
89-90	186,9		250,4	283,6
90-91	319,1	577,7	392,6	437,1
91-92	229,8	381,6	231,8	276,0
92-93	323,1	638,9	403,5	
93-94	207,5	451,4		
94-95	178,6	365,6		308,4
95-96	166,1	304,7		433,3
96-97	235,2	524,3		
97-98		297,4		
98-99	211,5	528,4		360,0
99-00	304,0	441,5		365,6
00-01	443,2	530,8		351,9
01-02	130,9	288,1		258,7
02-03				318,7
03-04				300,5
04-05	176,3			283,1
05-06	189,7			423,6
06-07	208,6			339,5
07-08	236,9			373,5
08-09	191,0			507,7
09-10	349,5			325,7
10-11				
11-12				
Media	236,0	474,4	359,1	347,0
Desv. Tipica	76,34	140,78	115,81	67,21

Fuente: SENAMHI

Tomando en cuenta las diferentes secciones donde se ubicaran las obras de regulación de las diferentes alternativas, la estimación de los parámetros de la distribución de probabilidades de la precipitación media anual en cada cuenca, fue calculada en base a las isoyetas y a los parámetros de las series de las precipitaciones puntuales, indicadas en el cuadro 1.7.2.

Cuadro N° 1.7.3

Parámetros de la precipitación media en las cuencas

Cuenca	Area km2	Media anual (mm)	Desviación típica (mm)
Presa existente (Molino)	114,20	527	154
Proy Inventario	362,10	532	155
Qda. El Cajón	5,37	555	162
Qda. Agua Rica	31,03	363	106
Qda. Valle Hermoso	16,90	432	126

Fuente: Elaboración propia

El valor medio se obtuvo en base a las isoyetas y la desviación típica $S(h)$ se calculó en función de la desviación $S(\log h) = 0,1265$, característica de la zona, que es la media ponderada de las desviaciones de cada estación o sea:

$$S(h) = M(h) * S(\log h) / 0,4343$$

Las precipitaciones mínimas fueron calculados para diferentes probabilidades (Φ) correspondiente a un riesgo (r) en % y un periodo de vida útil en años (N). Probabilidad para la cual el valor obtenido sea igual o inferior.

$$\text{Prob } \Phi = 1 - (1 - r)^{1/N}$$

Las probabilidades obtenidas se anotan en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1.7.4

Probabilidades consideradas

Riesgo	Prob. (Dist anual)		Prob. (Dist Bienal)	
	10 años	20 años	10 años	20 años
80%	0,1487	0,0773	0,2752	0,1487
90%	0,2057	0,1087	0,3690	0,2057
95%	0,2589	0,1391	0,4507	0,2589

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.5
Valores mínimos anuales de la precipitación en la cuenca
para asignados valores de riesgo y años de vida útil (N)
Cuenca Qda. El Cajón

Riesgo.	Anual		Bienal	
	10 años	20 años	10 años	20 años
80%	389	344	483	432
90%	417	363	513	513
95%	443	382	539	477

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.6
Valores mínimos anuales de la precipitación en la cuenca
para asignados valores de riesgo y años de vida útil (N)
Cuenca Qda. Agua Rica

Riesgo	Anual		Bienal	
	10 años	20 años	10 años	20 años
80%	276	251	326	299
90%	292	262	342	313
95%	305	272	355	323

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.7
Valores mínimos anuales de la precipitación en la cuenca
para asignados valores de riesgo y años de vida útil (N)
Cuenca Río Tomayapo en El Inventario

Porcent. riesgo	Prob. Anual		Prob. Bienal	
	10 años	20 años	10 años	20 años
80%	369	326	459	411
90%	396	345	488	435
95%	421	363	512	453

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.8
Valores mínimos anuales de la precipitación en la cuenca
para asignados valores de riesgo y años de vida útil (N)
Cuenca Qda. Valle Hermoso

Riesgo	Anual		Bienal	
	10 años	20 años	10 años	20 años
80%	303	267	376	336
90%	325	283	400	357
95%	345	297	420	371

Fuente: Elaboración propia

d) Precipitación mensual.-

La información de la precipitación media mensual de las estaciones consideradas se anota en el cuadro N° 1.7.9. La alta concentración de la precipitación en los meses de noviembre a marzo y la falta total de lluvia en los meses de mayo a septiembre, es una característica de la distribución de la lluvia en la zona.

En los registros mensuales se observa que se presentan años en los cuales no se tienen precipitaciones en el mes de octubre, años que son los críticos para la agricultura. También se presentan años en los cuales la precipitación en el mes de marzo y abril es reducida, situación que también es crítica y es cuando se tienen magnitudes reducidas de los caudales del periodo de estiaje.

En el cuadro siguiente se muestran la precipitación media mensual de las estaciones de Campanario, El Molino y Tomayapo como representativas de la lluvia mensual en los diferentes sectores de cuenca.

Cuadro N° 1.7.9
Precipitación media mensual en mm

Mes	Campanario	El Molino	Tomayapo
Octubre	20	15	17
Noviembre	21	43	21
Diciembre	64	79	38
Enero	93	131	58
Febrero	76	98	44
Marzo	54	80	35
Abril	11	16	7
Mayo	1	1	1
Junio	0	0	0
Julio	0	0	0
Agosto	2	3	4
Septiembre	5	4	6

Fuente: SENAMHI

e) Precipitaciones máximas.-

Precipitaciones máximas diarias

Datos disponibles

Se dispone solamente de la información correspondiente a la precipitación diaria, de las estaciones pluviométricas consideradas, que son las más próximas a la cuenca. De dichas información, se extractan los datos correspondientes a los valores máximos de la precipitación diaria en el año hidrológico octubre- septiembre, cuadro N° 1.7.10

Distribución de probabilidades

Las lluvias máximas registradas en una estación se distribuyen de acuerdo a una ley de valores extremos, cuyo mejor ajuste se obtiene con la ley de Gumbel.

Para su aplicación se han calculado los parámetros respectivos, los que se indican en el cuadro N° 1.7.10

Los valores de los parámetros calculados para cada serie, presentan diferencias, las mismas que pueden deberse al tamaño de las muestras, a errores de muestreo o a diferencias significativas, por lo que, para una mejor estimación de los mismos, se calcula la media ponderada, excluyendo Campanario. Obteniéndose los siguientes resultados:

Moda	25,37 mm
Característica	0,75

Estos valores se han comparado con los valores regionales obtenidos en estudios generales, observándose que se encuentran dentro de rangos aceptables, razón por la cual se los adopta y en base a éstos se calculan las precipitaciones máximas diarias a diferentes períodos de retorno, aplicando la expresión de Gumbel modificada que es la siguiente:

$$h_{dT} = E_d (1 + k_d \log T)$$

Donde: h_{dT} = Lluvia máxima diaria en mm para un periodo de tiempo T en años

E_d = Moda en mm

k_d = Característica

T = Periodo de retorno en años

Los resultados se anotan en el cuadro N° 1.7.11

Cuadro N° 1.7.10
Lluvias máximas diarias (mm)

	Tomayapo	El	San	Campa-
Año	pueblo	Molino	Antonio	nario
1975-1976			20	
1976-1977			20	
1977-1978			25	
1978-1979			21	
1979-1980			17	
1980-1981			35	
1981-1982	33	21	19	
1982-1983	14	18	18	
1983-1984	47	34	38	
1984-1985	33	41	39	
1985-1986	20	41	21	
1986-1987	20	26	37	
1987-1988	20		30	
1988-1989	24		21	20
1989-1990	16	36	21	29
1990-1991	34	46	40	28
1991-1992	26		21	31
1992-1993	47	46	28	31
1993-1994	20	35		
1994-1995	21	19		28
1995-1996	31	35		35
1996-1997	19	26		
1997-1998		59		
1998-1999	26	37		27
1999-2000	39	39		34
2000-2001	46	46		23
2001-2002	26	43		34
2002-2003				33
2003-2004				17
2004-2005	21			30
2005-2006	19			38
2006-2007	40			32
2007-2008	63			26
2008-2009	25			27
2009-2010	24			32
No de años	26	18	18	19
Promedio	28,90	35,84	26,03	29,14
DesvEst	11,83	10,83	8,14	5,22
Moda	23,57	30,97	22,37	26,79
Característica	0,90	0,63	0,65	0,35

Fuente: SENAMHI y elaboración propia

Cuadro N° 1.7.11

Lluvias máximas diarias en la cuenca

Período de Retorno en años	Precipitación máxima diaria en mm
2	31
5	39
10	44
25	52
50	58
100	63
500	77
1000	82

Fuente: Elaboración propia

Lluvias máximas en tiempos inferiores a las diarias

Es necesario conocer los valores de las lluvias máximas en tiempos inferiores a las diarias, para poder estimar las crecidas. Para lo cual se hace uso de una metodología en la cual se relacionan los valores modales, adoptando que la lluvia máxima diaria en la zona tiene una duración de 3 horas, puesto que la observación de la duración de las tormentas en la región en general es de 1 a 3 horas.

$$E_t = E_d (t/t_d)^\beta$$

Ley de regresión donde:

E_t = Valor modal para un tiempo t en horas.

E_d = Valor modal de la lluvia máxima diaria

t = Tiempo en horas

t_d = Tiempo correspondiente a la lluvia diaria

β = Exponente 0.2

Para tiempos iguales e inferiores a una hora se obtienen los valores gráficamente, los resultados son los siguientes:

Cuadro N° 1.7.12
Lluvias máximas correspondientes a diferentes
Tiempos t y periodos de retorno T en años
(en mm)

T (años)	Duración de la lluvia								
	0,0833 hora	0,1667 hora	0,25 horas	0,5 Horas	1 horas	2 horas	3 horas	6 horas	24 horas
2	6,3	9,0	11,0	15,5	22,0	31,1	33,7	38,7	51,1
5	7,9	11,2	13,7	19,3	27,3	38,7	41,9	48,2	63,6
10	9,1	12,8	15,7	22,2	31,4	44,4	48,1	55,3	73,0
25	10,6	15,0	18,4	26,0	36,7	52,0	56,4	64,7	85,4
50	11,8	16,7	20,4	28,8	40,8	57,7	62,6	71,9	94,8
100	12,9	18,3	22,4	31,7	44,8	63,4	68,8	79,0	104,2
500	15,7	22,1	27,1	38,4	54,2	76,7	83,2	95,6	126,1
1000	16,8	23,8	29,1	41,2	58,3	82,4	89,4	102,7	135,5

Fuente: Elaboración propia

1.7.1.3 Esguimientos

a) Datos

En la cuenca se disponía de una estación de aforo, localizada en El Molino, sección hasta la cual se tiene un área de 294 km².

La estación en El Molino funcionó desde 1978 hasta 1995. La información comprende las lecturas limnimétricas 3 veces al día y los aforos aislados de 3 a 5 veces al mes, esta es completa en los siguientes periodos:

1978 a 1988 y de 1990 a 1994, disponiéndose de 13 años hidrólogos completos.

Cuadro N° 1.7.13

Caudales mensuales y anuales

Río Tomayapo. Estación El Molino (A=294 km²)

Año	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	Anual
1978-79	0.158	0.037	1.756	4.787	4.290	1.910	1.147	0.438	0.274	0.142	0.038	0.008	1,249
1979-80	0.006	0.007	0.733	1,243	1,940	3,728	1,089	0.397	0.218	0.076	0.011	0.005	0,788
1980-81	0.005	0.023	0.002	0,850	5,411	3,059	0,966	0.352	0.209	0.069	0.012	0.006	0,914
1981-82	0.010	0.039	0,224	1,030	1,118	3,008	0,672	0,322	0.168	0.035	0.005	0.005	0,553
1882-83	0.006	0.012	0.139	0,514	0,625	0,145	0,483	0,205	0.023	0.008	0.007	0.005	0,181
1983-84	0.002	0.002	0.017	7,040	9,199	8,285	2,449	0,216	0,052	0,020	0,020	0,006	2,276
1985-86	0.006	2,745	5,447	4,820	2,398	3,236	0,786	0,358	0,146	0,050	0,014	0,009	1,665
1986-87	0,011	0,081	2,517	8,380	4,421	1,148	0,400	0,277	0,170	0,051	0,019	0,003	1,454
1987-88	0,005	0,009	0,052	1,361	0,663	12,035	5,645	0,239	0,052	0,039	0,011	0,005	1,676
1990-91	0,010	0,475	3,189	7,443	1,906	3,998	1,019	0,443	0,239	0,066	0,026	0,018	1,569
1991-92	0,080	0,584	0,006	5,201	1,766	0,510	0,140	0,145	0,077	0,013	0,003	0,002	0,704
1992-93	0.002	0.002	0,531	7,732	2,527	4,438	0,490	0.166	0.162	0.041	0,016	0,003	1,338
1993-94	0,109	0,271	1,012	3,120	4,549	0,369	0,162	0,124	0,100	0,076	0,033	0,002	0,827
Medio	0.032	0.330	1,202	4,117	3,139	3,528	1,188	0.283	0.145	0.053	0.017	0.006	1,169

Fuente SENAMHI

b) Caudales anuales y mensuales

El balance hídrico anual en la cuenca definida por la sección de la estación de aforo de El Molino, está caracterizado por los valores que asumen las variables (h) que es la altura de lluvia anual media en la cuenca, en mm y (D) el escurrimiento anual en mm, determinándose las pérdidas (P) como:

$$P = h - D \text{ (pérdida media anual)}$$

Estas variables son casuales y se caracteriza el enlace de conexión existente entre las distribuciones de probabilidad de h y D, especificando los valores que asumen:

$$P\Phi = h\Phi - D\Phi \text{ (pérdida anual a una probabilidad } \Phi \text{)}$$

Por otra parte, la ley que caracteriza el balance hídrico de una cuenca, se reduce a determinar la ley de regresión de las pérdidas sobre las lluvias medias en la cuenca, cuya expresión matemática es:

$$P = ah^n$$

Verificada la correlación de los valores de h y P se encuentran los escurrimientos anuales correspondientes:

$$D = h - P = h - ah^n$$

Con los datos de El Molino cuadro N° 1.7.13, se obtienen los escurrimientos en mm, tomando en cuenta el área de la cuenca (294 km²) y las lluvias medias en la misma, que son las siguientes:

Cuadro N° 1.7.14
Datos para la correlación, estación El Molino

Años	Escurrecimiento (mm)	Lluvia media (mm)	Perdidas (mm)
1978-79	134	632	498
1979-80	85	503	418
1980-81	98	502	404
1981-82	59	343	284
1982-83	20	222	202
1983-84	244	850	606
1984-85	-	498	-
1985-86	179	827	648
1986-87	156	716	560
1987-88	180	769	589
1988-89	-	530	-
1989-90	-	378	-
1990-91	168	594	426
1991-92	76	322	246
1992-93	144	568	424
1993-94	89	-	-

Fuente: Elaboración propia

La ley de regresión obtenida es: $P = 1,616 h^{0.885}$ y por tanto los escurrimientos serán:

$$D = h - 1,616 h^{0.885}$$

También se ha usado la ley de regresión de caudales específicos en función de la precipitación. Ley obtenida en cuencas con datos de caudales, ubicadas en el Interandino Sur, que es la siguiente:

$$Q = 0,00000459 h^{2,1625}$$

Donde:

Q = caudal específico en l/s/km²

h = Precipitación media en la cuenca.

El caudal, medio anual, del Río Tomayapo, hasta El Molino, correspondiente a la lluvia media anual en la cuenca de 550 mm, fue calculado aplicando las expresiones antes anotadas y son los siguientes:

El resultado aplicando la ley de regresión de las pérdidas sobre las lluvias, es:

Caudal medio anual 1,12 m³/s

Y el resultado aplicando la ley de caudales específicos en función de las lluvias, es:

Caudal medio anual 1,14 m³/s

Con ambas leyes se llega prácticamente al mismo resultado, por lo que su aplicación puede ser indistinta.

Los caudales, medio anual y mínimos anuales, del Río Tomayapo y sus afluentes en los sitios de presa, correspondientes a la lluvia media anual y a la precipitación con una probabilidad 15, 20 y 25% que los valores sean iguales o inferiores, fueron calculadas aplicando las expresiones antes anotadas, y son los siguientes:

Cuadro N° 1.7.15

Caudales anuales El Cajón

Area = 5,37 Q medio km2			Ecurr. Anual Da			Ecurr. Bial Db		
			r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10	r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10
Caudal	m3/s	0,022	0,013	0,011	0,010	0,020	0,018	0,016
	hm3	0,69	0,41	0,36	0,31	0,63	0,56	0,50
Escurrecimiento	mm	129	76	67	58	117	105	92
	año 2 del bieno D2		D2 = 2Db - Da			157	143	127
	Ecurr. Época seca año 1 Ds1		5	4	3			
	Ecurr. Época seca año 2 Ds2					9	8	7

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.16

Caudales anuales El Inventario

(con influencia de la presa El Molino)

Area = 362,10 Q medio km2			Ecurr. Anual Da			Ecurr. Bial Db		
			r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10	r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10
Caudal	m3/s	0,894	0,786	0,689	0,591	1,201	1,082	0,948
	hm3	28,18	24,80	21,73	18,65	37,87	34,13	29,90
Escurrecimiento	mm	78	68	60	52	105	94	83
	año 2 del bieno D2		D2 = 2Db - Da			141	129	114
	Ecurr. Época seca año 1 Ds1		6	6	5			
	Ecurr. Época seca año 2 Ds2					13	12	11

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.17

Caudales anuales Agua Rica

Area = 31,03 Qmedio km2			Ecurr. Anual Da			Ecurr. Bial Db		
			r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10	r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10
Caudal	m3/s	0,049	0,034	0,031	0,027	0,047	0,043	0,039
	hm3	1,54	1,06	0,96	0,85	1,47	1,36	1,22
Escurrecimiento	mm	50	34	31	27	47	44	39
	año 2 del bieno D2		D2 = 2Db - Da			61	56	51
	Ecurr. Época seca año 1 Ds1		2	2	2			
	Ecurr. Época seca año 2 Ds2					3	3	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.18

Caudales anuales Valle Hermoso

Area = 16,90 Q medio km2			Ecurr. Anual Da			Ecurr. Bienal Db		
			r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10	r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10
Caudal	m3/s	0,039	0,024	0,021	0,018	0,037	0,033	0,029
	hm3	1,22	0,75	0,66	0,57	1,15	1,04	0,91
Escurrimiento	mm	72	45	39	34	68	61	54
	año 2 del bienio D2		D2 = 2Db - Da			92	84	74
Ecurr. Época seca año 1 Ds1			3	2	2			
Ecurr. Época seca año 2 Ds2						5	5	4

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.19

Caudales anuales El Molino (presa)

Area = 114,16 Q medio km2			Ecurr. Anual Da			Ecurr. Bienal Db		
			r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10	r = 95% N=10	r = 90% N=10	r = 80% N=10
Caudal	m3/s	0,403	0,248	0,217	0,186	0,379	0,341	0,299
	hm3	12,72	7,82	6,85	5,88	11,94	10,76	9,43
Escurrimiento	mm	111	68	60	52	105	94	83
	año 2 del bienio D2		D2 = 2Db - Da			141	129	114
Ecurr. Época seca año 1 Ds1			12	10	9			
Ecurr. Época seca año 2 Ds2						24	22	20

Fuente: Elaboración propia

Para la estimación de los caudales mensuales, se observa de principio, la curva de agotamiento y luego se analizan los coeficientes de distribución de caudales en El Molino y en cuencas similares.

La estación de El Molino, presenta coeficientes bajos en la época seca, lo que significan caudales reducidos, afectados por el consumo del agua en el riego de toda la parte del valle de Iscayachi, que distorsiona la curva de agotamiento, razón por la cual, para definir los coeficientes en los sitios seleccionados, se toman en cuenta los coeficientes en cuencas similares.

Con esta información, y la aplicación de los modelos de transformación de lluvia en escurrimientos y modelos de similitud, se estimaron los caudales medios mensuales.

Cuadro 1.7.20
Caudales mensuales y
Coefficientes de distribución

Mes	Agua Rica		El Cajón		Molino (presa)		El Inventario		Valle Hermoso	
	Caudal m3/s	Cj	Caudal m3/s	Cj	Caudal M3/s	Cj	Caudal m3/s	Cj	Caudal m3/s	Cj
Octubre	0,001	0,02	0,000	0,02	0,060	0,15	0,019	0,03	0,001	0,02
Noviembre	0,014	0,42	0,005	0,42	0,097	0,24	0,179	0,28	0,016	0,42
Diciembre	0,056	1,68	0,022	1,68	0,391	0,97	0,651	1,02	0,065	1,68
Enero	0,097	2,88	0,037	2,86	1,149	2,85	2,242	3,51	0,111	2,86
Febrero	0,103	3,06	0,040	3,05	0,948	2,35	1,705	2,67	0,118	3,05
Marzo	0,090	2,67	0,034	2,65	0,980	2,43	1,916	3,00	0,103	2,65
Abril	0,035	1,05	0,014	1,05	0,532	1,32	0,645	1,01	0,041	1,05
Mayo	0,005	0,15	0,002	0,15	0,226	0,56	0,153	0,24	0,006	0,15
Junio	0,002	0,06	0,001	0,06	0,149	0,37	0,077	0,12	0,002	0,06
Julio	0,000	0,01	0,000	0,03	0,133	0,33	0,038	0,06	0,001	0,03
Agosto	0,000	0,00	0,000	0,02	0,101	0,25	0,026	0,04	0,001	0,02
Septiembre	0,000	0,00	0,000	0,01	0,073	0,18	0,013	0,02	0,000	0,01
	0,034	12,00	0,013	12,00	0,403	12,00	0,639	12,00	0,039	12,00

* Caudales correspondientes a la cuenca entre la presa y el sitio del Inventario

1.7.1.4.- Sedimentos

a) Introducción

La cuenca del Río Tomayapo, por sus características se divide en 4 sectores: (1) Las nacientes del extremo Sur, (2) el Valle de Iscayachi, (3) el sector de transición y (4) el valle de Tomayapo

El sector de las nacientes del extremo sur, o nacientes del Río Tomayapo, está definido hasta “Pueblo Nuevo”, que es la cuenca del embalse existente (El Molino) Esta área de 114,2 Km² está constituida por terreno montañoso disectado por los cursos de agua que confluyen en la parte mas baja, formando un abanico de valles poco profundos.

Las serranías tienen laderas de fuertes pendientes y perfiles redondeados constituidos por rocas sedimentarias fuertemente diaclasadas, con alta permeabilidad secundaria.

Los fondos de los valles se encuentran rellenos con materiales predominantemente gruesos y la vegetación está compuesta por pequeños arbustos y paja brava.

El sector del valle de Iscayachi; constituido por un amplio valle en “U” formado por las serranías de Sama y San Roque, ubicadas paralelamente con dirección Norte –Sur, distantes de filo a filo, aproximadamente 9 Km y una longitud de 17 Km (desde “Pueblo Nuevo” hasta el Molino, 179,80 Km²).

En la parte central del valle se ubica el Río Tomayapo, con afluentes que son quebradas de corto recorrido que nacen en las serranías y tienen dirección perpendicular al curso principal; dichas quebradas, corren sobre grandes conos aluviales, que constituyen una característica de esta parte de la cuenca.

En ambos márgenes del río, a lo largo de todo el valle de Iscayachi, se encuentra un área importante de cultivos bajo riego (aprox. 1.000 ha) también se encuentran pequeñas áreas de cultivo en las laderas, allí donde existe agua.

El sector de transición, comprendido entre “El Molino” y “El Obispo”, se caracteriza por un cambio en la topografía y la morfología de la zona. El río, se encaja en un estrecho cañón rocoso, atravesando la serranía de San Roque.

La cuenca en este sector tiene un ancho de aproximadamente 6 Km y una longitud de 11.5 Km (70 Km²).

La parte de aguas arriba está constituida por un terreno ondulado con amplias terrazas y aguas abajo por terrenos escarpados de fuerte pendiente.

Las formaciones geológicas predominantes están compuestas por lutitas macizas de muy baja permeabilidad, disectadas por cursos de agua de corto recorrido, con fondos rocosos libres de aluviones.

En el área prácticamente no existen terrenos de cultivo, la vegetación nativa es muy escasa y compuesta de paja brava y pequeños arbustos.

Las áreas objeto de estudio, que son: La cuenca hasta la presa existente abarca todo el sector del extremo sur y la cuenca hasta el sitio de presa del proyecto El Inventario, cubren el sector del valle de Iscayachi y parte del sector de Transición.

En cada uno de los sectores, el fenómeno de la erosión se presenta bajo características e intensidades visiblemente distintas. En general en los sectores (1) y (2) la erosión en las laderas de la serranía es relativamente baja, pero en los sectores (3) y (4) es alta y por tanto el arrastre de sedimentos es muy significativo, y su cuantificación es de gran importancia para la definición del tamaño de los embalses.

b) Cuantificación de sedimentos

Se efectúa la estimación de los sedimentos, para cada uno de los embalses analizados, aplicando el modelo de Djorovic, el cual calcula la degradación específica de las cuencas con características torrenciales, mediante la evaluación de una serie de parámetros que los establece como representativos de cada uno de los factores determinantes de los procesos erosivos, es decir, precipitación, temperatura, suelo, relieve y vegetación.

Este modelo que es el resultado de un complejo análisis hidrológico e hidráulico, viene definido por la ecuación:

$$W = T h \pi \sqrt{z^3} F$$

Donde:

W = Caudal sólido en m³/año

T = (to/10 + 1)^{1/2} Factor de temperatura, to = temperatura media anual en °C

h = Precipitación media anual en mm

$\pi = 3,1416$

F = Área de la cuenca en km²

z = Coeficiente de erosión que es igual a:

$$z = Y Xa (a + \sqrt{P})$$

Con:

Y = Coeficiente de erosionabilidad, varia de 0,05 a 2,0

Xa = Coeficiente que cuantifica el estado de la cubierta vegetal, variando desde 0,05 para bosques y 1,0 para suelos desnudos

a = Coeficiente que cuantifica el estado erosivo, variando de 0,2 a 0,1

P = pendiente de la cuenca en %

En el cuadro siguiente se anotan los resultados obtenidos.

Cuadro N° 1.7.21

Sedimentos en cada una de las cuencas

Parámetro	Unidad	Inventario	Cajón	Agua Rica	Valle Hermoso
Area de la cuenca	Km2	247.94*	5,37	31,03	16,92
Lluvia media en la cuenca	h mm	532	555	363	432
Temperatura media anual	°C	10	9	13	10
Coef de erosionabilidad	(Y)	0.27	0,26	0,29	0,28
Coef de cubierta vegetal	(Xa)	0,40	0,40	0,40	0,40
Coef del estado erosivo	(a)	0,20	0,20	0,20	0,20
Pend media de la cuenca	P %	14	5	28	13
Factor de temperatura	(T)	1,41	1,38	1,52	1,41
Coeficiente de erosión	(z)	0,43	0,25	0,64	0,46
Cantidad de sedimentos	W m3/año	162771.0	1645,8	27.709,6	9025,8
Tasa de sedimentos	m3/km2/año	656,49	306,48	892,99	534,07

* Area neta entre la presa El Molino y el sitio del proyecto El Inventario

Los resultados obtenidos en el estudio del Proyecto El Inventario, son los siguientes:

Erosión específica Río Tomayapo:

Modelo de M Djorovic $1751,10 \text{ ton/km}^2/\text{año} = 1.167,40 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$

Fournier $1.050,25 \text{ ton/km}^2/\text{año} = 700,17 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$

Lawrence $1.351,52 \text{ ton/km}^2/\text{año} = 901,00 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$

Resultados mayores al obtenido de $656,49 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$

1.7.1.5.- Caudales máximos (Crecidas)

a) Introducción.-

Las crecidas de un río, son períodos durante los cuales el caudal supera el valor medio anual. Se distinguen siempre las crecidas "ordinarias" y las "excepcionales" o extraordinarias, que son las de valores más altos. Las crecidas ordinarias son aquellas que alcanzan niveles relativamente usuales y frecuentes dentro de un tramo de un cauce y las extraordinarias son aquellas que sobrepasan los niveles usuales.

En el Río Tomayapo y sus afluentes, no se dispone de información de la magnitud de estos eventos, por lo que es necesario, para su estimación, recurrir a métodos de cálculo semiempíricos, los que serán desarrollados a continuación.

b) Métodos de cálculo.-

La existencia de un gran número de procedimientos de cálculo de crecidas, sin que ninguno haya sido adoptado unánimemente, indica la magnitud y complejidad del problema. Ello es consecuencia, por una parte, de la escasa información utilizable y por otra, la falta de precisión.

Los métodos aplicados en el presente estudio son:

Del Hidrograma Sintético, del Soil Conservation Service (SCS) y el de los caudales específicos, incluyéndose en anexos los cálculos respectivos.

En el cuadro siguiente, se muestra un resumen de los resultados obtenidos de la estimación de las crecidas, para diferentes períodos de retorno y las magnitudes adoptadas. El detalle de los cálculos se incluye en el anexo 2.

Cuadro N° 1.7.22
Caudales máximos Qda. de Agua Rica
Area de cuenca 31,03 km²

Período de Retorno T en años	Caudal máximo en m ³ /s			
	Método del SCS	Met. Hidrogr. Sintético	Met. Caudales específicos	Caudales Adoptados
25	103	115	112	115
50	120	128	130	130
100	138	141	150	150
500	180	174	183	180
1000	199	188	195	200

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.23
Caudales máximos Qda. de Cajón
Area de cuenca 5,37 km²

Período de Retorno T en años	Caudal máximo en m ³ /s			
	Método del SCS	Met. Hidrogr. Sintético	Met. Caudales específicos	Caudales Adoptados
25	35	38	35	35
50	40	42	44	42
100	45	46	50	50
500	56	56	60	56
1000	60	60	63	60

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.24
Caudales máximos Qda. Valle Hermoso
Area de cuenca 16,9 km²

Período de Retorno T en años	Caudal máximo en m ³ /s			
	Método del SCS	Met. Hidrogr. Sintético	Met. Caudales específicos	Caudales Adoptados
25	83	87	80	80
50	95	96	90	95
100	107	106	103	106
500	135	130	139	130
1000	147	140	145	140

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 1.7.25
Caudales de diseño de los ríos y quebradas

Cuenca	Area de la cuenca Km ²	Caudal máximo para T=500 años (m ³ /s)	Localización
Río Tomayapo	362.1000	700	Sitio de presa El Inventario
Qda. Cajón	5.37	60	Sitio de presa
Qda. Agua Rica	31.03	180	Sitio de presa
Qda. Valle Hermoso	16,90	130	Sitio de presa

Fuente: Elaboración propia

1.7.2 Calidad del agua

1.7.2.1 Estudios anteriores del agua

Respecto a la calidad del agua para riego, ya se realizaron los estudios respectivos en diferentes oportunidades, así por ejemplo se realizó este estudio a nivel de factibilidad del Proyecto Presa El Molino (1989), finalmente se realizó este análisis e interpretación de la calidad del agua a través del estudio a nivel EI del Proyecto Presa El Inventario. Cuyos resultados, interpretación y conclusiones se describen a continuación.

De acuerdo a los análisis preliminares clorométricos y gustación, el agua proveniente de la cuenca para el riego de los cultivos de la zona es aceptable, aplicando la metodología de “Riverside”, esta clasifica como sin presentar problemas de salinidad, toxicidad de sodio, cloruro y boro, recomendándose su uso para todo tipo de cultivos.

Cuadro N° 1.7.26

Interpretación de la calidad del agua para riego

Problema potencial	Símbolo	Unidad	Ubicación de toma de muestras			
			Iscayachi	Obispo	Huancar	Membrillo
SALINIDAD						
Conductividad Eléctrica	CEw	µmhos/cm.	243,00	490.00	1250,18	1334,32
Sales Totales Disueltas	SDT	Mgr./Lt.	110,72	416,00	992,12	1413,32
Presión Osmótica	P.O.	Atmósferas	0,06	0.17	0.45	0.48
CATIONES Y ANIONES						
Calcio	Ca ⁺⁺	Meq/L	1,00	1,91	3,05	4.05
Magnesio	Mg ⁺⁺	Meq/L	1,24	2,04	2,08	3.43
Sodio	Na ⁺	Meq/L	0,11	0,77	3,06	5.50
Potasio	K ⁺	Meq/L	0,07	0,17	0,29	0.35
TOTAL CATIONES			2.42	4.89	12.48	13.33
Carbonatos	CO ₃ ⁻	Meq/L	1,06	1,96	5,25	5.25
Bicarbonatos	HCO ₃ ⁻	Meq/L	1.13	2,28	6,05	6.95
Cloro	CL ⁻	Meq/L	0.40	1,03	0.91	0.85
Sulfatos	SO ₄ ⁻	Meq/L	0,40	0,22	0,31	0.30
TOTAL ANIONES			2.99	5.49	12.52	13.35
PERMEABILIDAD						
Illítica	CEw	Mmhos/cm.	0,243	0,490	1,150	1,334
	SAR adj.		0.152	0.770	3.590	8.103
TOXICIDAD ESPECIFICA						
Sodio Riego Superficial	SAR adj.		0.152	0.770	3.590	8.103
Cloro Riego Superficial	CL ⁻	Meq/Lt.	0.90	1.23	3.01	2.05
acides/ base	pH	Extracto	6,31	7,07	7,87	8,02
AGUA POTABLE						
Dureza	G.H.F.	Mgr./Lt.	13.48	19.79	14.35	37.52
Coeficiente Alcalímetro	K	Mgr./Lt.	63.93	55.86	12.34	5.98
Carbonato Sodio Residual	CSR	Meq/L	-0.95	0.29	6.17	4.73

Fuente: Análisis Agua del Río Tomayapo.

De acuerdo a la guía de interpretación de FAO, el agua presenta restricción desde un punto de vista de su Salinidad a partir de la comunidad de Huancar y ninguna restricción desde la comunidad de Obispo hasta San Francisco, esto implica que los valores obtenidos del análisis de la muestra de agua, presentan restricciones para su uso, en especial el área baja del proyecto, debido a la contaminación con vertientes con alta concentración salina

Sobre la base de la clasificación del laboratorio de Riverside, el cual toma los valores de CE y del SAR y utilizando el diagrama correspondiente, el agua de la cuenca del Río Tomayapo se clasifica como: $C_1 S_1$, esta agua es de salinidad baja a media desde Obispo hasta San Francisco, de este punto hasta Chinchilla son $C_3 S_2$ o con salinidad alta, por lo tanto se pueden utilizar para el riego con muchas restricciones en especial en suelos cuyo drenaje es deficiente, es decir:

Agua apta para el riego, con algunas restricciones desde la comunidad de Obispo hasta San Francisco, dependiendo de las características físicas y químicas y características morfológicas del suelo y del plan de cultivos podría introducirse algunos fertilizantes para enriquecer el suelo.

Realizar el riego, sin contaminar a lo largo del Río Tomayapo, implica la construcción de un sistema de conducción desde la Comunidad de Obispo hasta la comunidad de Chinchilla (solución no factible técnica y económicamente).

Las aguas sin contaminar son Aptas para el consumo humano, agropecuario sin restricción alguna

1.7.2.2 Nuevos estudios del agua

a) Análisis físico-químico del agua con fines de riego

En la elaboración del presente estudio y con el propósito de comparar los anteriores resultados y parámetros ya descritos, se tomó una muestra de agua del Río Tomayapo a la altura de la comunidad de Pucu Pampa, donde se percibe mayor concentración salina para la

caracterización de la calidad del agua de la fuente, luego se procedió a realizar el análisis físico-químico con fines de riego de las aguas, este análisis se lo realizó en el Laboratorio del CEANID (Centro de Análisis Investigación y Desarrollo) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija, cuyos resultados para su análisis e interpretación se denominan **Muestra 1**.

En el Anexo respectivo, se presenta el informe del análisis del laboratorio mencionado, donde se muestran los parámetros de las características físico-químicas de las aguas del Río Tomayapo, cuyos resultados transformados a unidades estándar para la interpretación respectiva, se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 1.7.27
Resultados del análisis físico-químico del agua (Río: Tomayapo)

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS DE LA MUESTRA N°1 RIO TOMAYAPO	LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA RIEGO (FAO 1987)
Calcio disuelto	Mg/l	212,0	400
Cloruros	Mg/l	96,9	1065
Conductividad (20,7°C)	Micromhos/cm	16	3000
Magnesio disuelto	Mg/l	230	60
Nitratos	Mg/l	< 0,01	10
Nitrógeno Amoniacal	Mg/l	n.d.	5
PH (20,7°C)		7,0	6,0-8,5
Potasio disuelto	Mg/l	3,48	2
Sodio disuelto	Mg/l	97,2	920
Sólidos totales disueltos	Mg/l	2.054,0	2000
Sulfatos	Mg/l	2.020,0	960

Fuente: Resultados del análisis de la muestra realizada por CEANID (agosto 2.013).

n.d.: No detectado.

b) Clasificación del agua con fines de riego (según Normas Riverside)

Con los resultados del laboratorio, se procedió al análisis, interpretación y clasificación de esta agua y se tiene las conclusiones siguientes:

Calcio: El índice de calcio (Ca) obtenido es de 212 Mg/l, el mismo se encuentra en niveles altos, pero dentro de los límites permisibles para riego.

Cloruros: El índice de cloruros (Cl) obtenido es de 96,9 Mg/l, también se encuentra en niveles altos, pero dentro de los límites permisibles para riego.

Conductividad Eléctrica: El valor de la conductividad eléctrica (C.E.), es de 16 micromhos/cm, (?) considerada en niveles de no salino, lo que indica que no existe peligro de salinización de los suelos y se encuentra dentro del rango permitido para fines de riego.

Magnesio: El índice de magnesio (Mg) obtenido es de 230 Mg/l, por lo tanto se encuentra en niveles muy altos, por lo tanto este elemento se encuentra en niveles que sobrepasan los límites permisibles para riego, situación que implica serias limitaciones en la relación de este elemento respecto a la salinización de los suelos.

Nitratos: El índice de nitratos obtenido es $< 0,01$ Mg/l, por lo tanto se encuentra en niveles permisibles para riego.

Nitrógeno amoniacal: El índice de nitrógeno amoniacal no fue detectado en la muestra, por lo tanto no existe problemas con este elemento.

PH: obtenido es de 7,0; lo que indica que es considerado neutro, por lo tanto es aceptable para fines de riego y uso agrícola, debido a que se encuentran dentro del rango permisible y recomendable.

Potasio: El índice de potasio (K) es de 3,48 Mg/l, por lo tanto se encuentra en niveles muy altos y fuera de los límites permisibles para riego.

Sodio: El índice de Sodio (Na) es 97,2 Mg/l, por lo tanto se encuentra en niveles permisibles para riego.

Sólidos totales: El índice de sólidos totales es de 2.054 Mg/l, por lo tanto se encuentra en niveles altos y ligeramente fuera del rango permisible para riego.

Sulfatos: El índice de sulfatos obtenido es de 2.020 Mg/l, por lo tanto se encuentra en niveles muy altos y fuera de los límites permisibles para riego.

Relación de Adsorción de Sodio (RAS): En base a los cationes intercambiables Ca^{+2} , Mg^{+2} y Na^{+} , se puede calcular el valor de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS) en base a la fórmula siguiente:

$$RAS = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} = \frac{97,2}{\sqrt{\frac{2054 + 2020}{2}}} = 6,54$$

Estos resultados demuestran que el efecto del sodio (Na), en función de la Relación de Adsorción de Sodio (**RAS**), presenta un valor de 6,54 para la muestra N°1, considerado en nivel alto, lo que implica que puede existir peligro de intercambio de sodio por otros cationes en el complejo coloidal que posibiliten un incremento de este catión soluble en el suelo.

La **relación de CE y RAS**, se ha interpretado mediante el uso del Diagrama para la Clasificación de la Aguas para Riego, según el procedimiento de Soil Salinity Laboratory (1954).

El resultado de esta inter-relación corresponde a **la Clasificación C2 – S2 en la muestra**; por lo tanto, el significado e interpretación de esta clase de agua es la siguiente:

Clasificación Salina: C2: Corresponde a las aguas de **salinidad media**, que se puede usar con cierta restricción para el riego de algunos cultivos. Por lo tanto, existen probabilidades de procesos de salinización en los suelos agrícolas del proyecto.

Para esta categoría (media), el rango varia de 0-10 en el caso del RAS hasta 750 micromhos/cm en el caso de la CE, en consecuencia existe ningún peligro de salinización de los suelos con la aplicación del riego con estas aguas.

Clasificación Sódica: S2: Corresponde a las aguas de **contenido medio en sodio**, pueden ser usadas con restricciones los suelos y cultivos seleccionados, con poca o ninguna probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

De todos los parámetros evaluados, se puede concluir que las aguas del Río Tomayapo, Según la Clasificación de aguas para riego de la Universidad de California y el departamento de aguas de Israel, pertenecen a la **Clase C2 – S2**, que se denomina **Aguas Aptas** para la irrigación pero con restricciones.

Aplicando estos resultados de CE y RAS al diagrama de L.V.WILCOX, nos refleja un resultado o clasificación de **Aguas con restricciones** para la irrigación.

1.7.2.3 Derechos de usufructo del agua y su disponibilidad para el proyecto

El Río Tomayapo que es la fuente principal de agua para riego del presente proyecto. Considerando el total de la cuenca, se observa que aguas arriba del sitio de la presa proyectada, se tienen importantes áreas de riego que usan esta agua para riego y aproximadamente alcanzan a 2.000 hectáreas y corresponden al cantón Iscayachi.

Mientras que aguas abajo de la presa proyectada, solamente se tienen las áreas de riego incluidas en el presente proyecto, por lo tanto no existen áreas de riego de otras comunidades por que el Río Tomayapo ya confluye con el Río San Juan del Oro.

La presa a construirse, estará ubicada sobre la quebrada Valle Hermoso en las cabeceras del Valle de Tomayapo, cuyo embalse se llenará con aguas del Río Tomayapo en la época de mayores caudales, por lo que no altera derechos sobre el agua tanto aguas arriba como aguas debajo de acuerdo a los usos y costumbres, pero se deberá realizar todas las

gestiones necesarias entre los beneficiarios y la Entidad Promotora, para consolidar los derechos sobre el agua.

Ante esta situación, la población incluida en el presente proyecto, debe consolidar y regularizar el derecho de usufructo del agua de esta fuente, para el uso agrícola a través del presente proyecto de riego, de acuerdo a las normas establecidas en actual vigencia sobre el tema (Ley de riego y sus reglamentos, acuerdos, convenios, etc.), para lo cual los usuarios a través de su organización, a futuro tramitarán el registro y certificado sobre los derechos de uso del agua de la fuente.

1.8 Evaluación de suelos en el área de riego

Respecto a la evaluación de los suelos, es importante indicar que se realizó un estudio de suelos para todo el área de riego considerada en el presente proyecto (es decir se trata de la misma área) a través del estudio a nivel de factibilidad del Proyecto Presa El Molino (1989). Luego en las gestiones 2007 – 2008, se realizó el Estudio del Proyecto Presa El Inventario que involucra a la misma zona de riego, en dicho estudio se analiza, complementa y valida el estudio de suelos del Proyecto Presa El Molino.

En consecuencia, existe abundante información de suelos para la zona del proyecto, por lo que en el presente estudio consideramos importante y suficiente analizar, complementar y validar dicha información, la misma que en sus aspectos más importantes se describe a continuación:

De acuerdo al levantamiento detallado de suelos del Proyecto Presa El Molino (1989) y de la evaluación de tierras del Proyecto de Riego Presa El Inventario (2.007 – 2.008), sobre un total de 410 ha., que incluyen la totalidad del área estudiada. De acuerdo a la posición fisiográfica, al desarrollo pedogenético se reconoció los siguientes tipos de suelo:

1.8.1 Aptitud para Regadío por Gravedad

La clasificación cualitativa de la aptitud para el regadío por gravedad de los suelos del área de estudio, se basa fundamentalmente en las propiedades físicas y químicas del suelo, del relieve

topográfico, el drenaje y otras características hídricas. Sobre la base de estos parámetros se clasifica se reconocen cinco clases de aptitud: La clase 1 como Apta, la clase 2 como Moderadamente Apta, La clase 3 como Marginal, La clase 4 como Especial y la clase 5 como No Apta..

También se distinguen cuatro subclases, las cuales indican la naturaleza de las limitaciones o riesgos dominantes. Limitaciones del Suelo (s), limitaciones topográficas (t), Limitaciones de drenaje (d) y limitaciones de clima (c).

Las conclusiones del estudio de suelos nos determinan lo siguiente: Existe aproximadamente 20 ha. de clase 2 Moderadamente aptas con limitaciones moderadas en cuanto a la calidad de suelos y topografía. Se reconoce alrededor de 130 ha. de clase 3, con limitaciones severas respecto al suelo topografía y drenaje. Existe 130 ha de clase 4 con características muy desfavorables para el regadío por gravedad, pero aptas para el regadío controlado. Se reconoce alrededor de 130 has., con aptitud de clase 5 No aptas, pero con un sistema de rehabilitación de tierras es posible de ser reclasificada como clase 4 Especial.

El área agrícola empieza en la comunidad de Obispo y termina en la comunidad de Chinchilla a una distancia aproximada de 45 km. Entre las comunidades importantes que cubre el proyecto se tiene: Obispo, La Parroquia, Loros, San Francisco, Huáncar, Pucu Pampa y Chinchilla.

Las precipitaciones registradas en la zona son de 237 mm. anuales, que generalmente son de régimen torrencial, no aseguran una producción normal de verano y invierno, actualmente con las lluvias regulares alcanzan a cubrir el 29.33 % de la evapotranspiración.

La temperatura media anual es 16.97 °C, y una evapotranspiración de 808 mm. Bajo estas condiciones sería imposible predecir la producción de durazno y otros cultivos en el Valle de Tomayapo, pese a existir buenas características edafológicas, climáticas y mercados de comercialización de estos productos agrícolas.

El Valle de Tomayapo está tipificado como cabecera de valle con clima templado árido, hallándose entre los pisos altitudinales de 2240 a 3200 m.s.n.m., donde la condición ecológica permite desarrollar una vegetación del tipo matorral Xerofítico con hojas microfilas, formando bosques muy abiertos de especies leñosas que no pasan los tres metros de altura y un estrato inferior la presencia de gramíneas y plantas rastreras con una baja densidad.

El área pertenece a la parte meridional de la cordillera Oriental próxima al límite de la faja subandina principalmente aflora la formación Obispo, perteneciente al Ordovícico inferior y al Cuaternario.

En el área de influencia del Valle de Tomayapo, se tiene poca superficie aprovechable para la producción agrícola, por la formación geológica y geomorfológica de cañadones profundos, por lo que las tierras agrícolas aprovechables son pequeñas áreas, producto de formaciones coluvio aluviales y aluviales, donde se practica una agricultura bajo medio riego o subriego intensiva, introduciendo una tecnología ancestral sobre: manejo de áreas con relieve muy pronunciado, estabilización de laderas con la realización de cultivos asociados de alfalfa con duraznos, construcción de terrazas o bancos para producción de frutales, desempedrado de suelos para introducir al proceso productivo y otras actividades relacionados con el manejo y conservación de tierras.

Según la clasificación taxonómica, se identificaron los órdenes: Entisoles con el subgrupo Typic Ustifluvents, granulometría media, mineralogía Illítica, cuarzosa y régimen de temperatura Isotérmico, con una taxadjunta Arent, granulometría gruesa, Illítica y cuarzosa, Isotérmico y el orden Inseptisol con el subgrupo Udic Ustocheps, granulometría media a fina, Mineralogía Illítica, caolín y régimen de temperatura Isotérmico.

La clasificación por capacidad de uso o agricultura de Secano, determina un área total de 410 ha., las que se pueden dividir en dos grupos: arables que corresponde a 360 ha., dentro de este grupo se encuentran las clases II, III y IV con sus respectivas limitaciones y no arables representada por las clase V y VI con 50 has. Las clases identificadas III, IV, VI, presentan limitaciones correspondientes al factor suelo, topografía y especialmente al factor clima. Este último factor ocasiona un déficit marcado de humedad del suelo en todos los meses del año

por la baja precipitación, hecho que impide desarrollar una agricultura de secano en el área de estudio.

La clasificación con fines de riego, identifica a las clases 2, 3, 4, y 5. Los suelos clasificados en la clase 2, 3 y 4 comprende 280 ha. Corresponden al grupo denominado “apto para riego” y los suelos clasificados en la clase 5E forman el grupo denominado quinta especial para uso muy especializado alcanzan a 130 ha., denominados como no aptos para riego, pueden ser utilizados en cultivos especializados de alta rentabilidad como actualmente está haciendo en los terrenos con cultivos perennes asociados a leguminosas.

Los factores limitantes del suelo son la fertilidad baja a moderada, especialmente debida al déficit de los elementos fósforo y potasio, el drenaje interno y el macro relieve. Para corregir estas limitaciones se debe controlar la fertilidad, aplicando enmiendas orgánicas y fertilizantes, introducir leguminosas como la alfalfa de raíces profundas para mejorar el drenaje.

La clase 2 es la que tiene mayor aptitud y presenta pequeñas limitaciones correspondientes al suelo y topografía, las mismas que pueden controlarse con un buen manejo, existen 20 ha.

La clase 3 presenta severas limitaciones, correspondientes a los factores suelo, topografía y drenaje, que hacen que se tenga que seleccionar las líneas de cultivos y mejorar la tecnología en lo que respecta al manejo y conservación de suelos, existen 130 ha.

Los suelos clasificados en la clase 4 tienen una superficie aprovechable de 131 ha. Las mismas que presentan muy severas limitaciones, correspondientes a los factores del suelo, topografía y drenaje interno. Estos factores aumentan los costos de producción, la misma que requiere tecnología mejorada y conservacionista, y también limitan las líneas de producción a aquellos cultivos que se adapten al mismo, existen 130 ha.

Los suelos clasificados en la clase 5E, cubren una superficie de 130 has. Las mismas que presentan limitaciones muy severas, correspondientes a los factores suelo, topografía y drenaje. Según el Bureau of Reclamation son considerados como no cultivables. Actualmente

el 30% de esta área es utilizada en la explotación de carosos asociados a leguminosas, realizando trabajos especiales de manejo, conservación de suelo y agua, especialmente en sistemas de producción.

1.8.2 Características fisiográficas y agroclimáticas de la zona de riego

El área del proyecto se encuentra dentro de la cuenca baja del Río Tomayapo, la cuenca del mismo se lo clasifica como de primer orden de la cuenca del Río San Juan del Oro, el cual es un tributario del Río Pilcomayo.

El área del proyecto empieza en la comunidad de Obispo y termina en la comunidad de Chinchilla. La distancia de esta comunidad al final del proyecto es aproximadamente de 45 Km., este río de curso sinuoso recorre 7 comunidades (Obispo, La Parroquia, Loros, San Francisco, Huáncar, Pucu Pampa y Chinchilla).

Topografía: El área del proyecto se encuentra localizando en el Valle de Tomayapo con una altitud media de 2720 m.s.n.m., la topografía del valle varía de relativamente plana a moderadamente inclinada con pendientes de 1 a 5 % y en las terrazas aluviales y pie de monte varía de moderadamente inclinada a inclinada con pendiente de 3 a 10 %. El valle se encuentra rodeado por estribaciones montañosas con unas altitudes bajas, provenientes de la serranía de Sama y Chaupiuno.

Clima: Las características fisiográficas climáticas y de vegetación de la cuenca baja del Río Tomayapo, de acuerdo a los índices climáticos de GARCIA AGREDA y VIPARELLI se lo clasifica como Árido, presenta un bosque seco templado, cubierto con especies xerofítico ralo de porte bajo. Según KOOPEN se lo clasifica como árido frío y según THORNTHWAITE como árido sin ningún exceso de agua.

1.8.3 Factores Agrotécnicos

Otros factores importantes dentro del proceso productivo de los cultivos son los índices agrotécnicos, los cuales son indicadores para la adaptación y desarrollo de los cultivos. Los

indicadores más importantes son: las unidades de calor, Unidades fotométricas, temperaturas diurna y nocturna, la amplitud de calor, horas frío y unidades frío.

1.8.4 Características Morfológicas y Físicas de los Suelos

Las características edáficas de los suelos, nos determinan: en general que la textura varía de media a moderadamente fina a moderadamente gruesa, el subsuelo varía de media a moderadamente fina; la mayoría de los suelos presentan un relieve de pendiente suave a moderadamente fuerte.

En general son suelos profundos; predomina la estructura bloque subangular, drenaje medio a lento; erosión ligera hídrica en surcos y laminar; conductividad hidráulica moderada a moderadamente rápida; Infiltración varia de moderada a moderadamente rápida; Humedad total aprovechable buena a baja; retención de humedad aprovechable buena a moderada y baja; porosidad buena a baja y libre a ligeramente pedregoso en el suelo.

1.8.5 Aptitudes Agrológica de los Suelos

La evaluación cualitativa de la aptitud de las unidades de tierras reconocidas en el levantamiento de los suelos con fines de regadío, determina grupos de cultivos, los cuales poseen los requisitos edáficos, climáticos similares. Las cualidades de cada unidad de tierras permitirán desarrollar uno a varios cultivos en forma óptima. De acuerdo al grado de aptitud en la etapa final de evaluación se asignara, a cada cultivo, una clase de aptitud en el proceso productivo.

Las características climáticas muestran que la precipitación no satisface las exigencias de la evapotranspiración potencial, dicho déficit se manifiesta en todo el ciclo hidrológico. Así mismo, los resultados indican que el área tiene un clima semiárido, segundo mesotermal, con déficit fuerte de agua y un normal al segundo mesotermal y sin excedente de agua, ni escorrentía en el área. Según Holdrige el área se encuentra dentro de la zona de vida matorral desértico templado (md-TE) con prolongadas sequías y una biotemperatura de 11.8 a 21.2 °C, o sea que determina un clima árido.

Fisiográfica: La serranía presenta rocas de origen sedimentario, pertenecientes al Ordovícico. Litológicamente está constituida por lutitas finamente estratificadas de 2-3 cm., agrupadas en paquetes de 10-15 cm. ligeramente plegadas, poco resistentes a la meteorización. Por sus características topográficas y de suelos, esta unidad fue descartada para el levantamiento a nivel de detalle.

Los movimientos de masas y deposiciones de origen aluvial y coluvial de importancia agrícola en la región son: los coluvio aluvial, dando la formación de los piedemonte y los abanicos aluviales y las terrazas aluviales en sus diferentes niveles de formación y deposición.

a) El piedemonte está ubicado inmediatamente después de la serranía, está compuesto, por lo general de material clástico, proveniente de la roca transportada a las partes bajas por deslizamientos e intemperismo, dando origen a depósitos coluvio-aluviales. Presenta como subpaisaje la cabeza, cuerpo y el pie de monte. Dentro de este grupo se presenta los también los abanicos aluviales.

b) Las terrazas se encuentran en el fondo de los valles, con topografías plana a casi plana, son superficies que revelan antiguos niveles del fondo del valle, las que se originaron por la erosión. De acuerdo a su posición relativa con respecto a nivel de base actual del río, se identificaron las terrazas actuales, subrecientes y recientes.

El Valle de Tomayapo por ser una región netamente productora del frutal de durazno, comercializa el producto en el departamento de Tarija como a los diferentes capitales del País, situación que establece un plan destinado a incrementar la producción de durazno en todo el Valle de Tomayapo, destinado a satisfacer en parte la demanda de los mercados locales y de las capitales de los departamentos del país, debido a la existencia de una mayor demanda insatisfecha de esta fruta, con relación a la oferta de la producción a nivel nacional.

Las bajas precipitaciones registradas en la zona, que fluctúan de 425 a 128 mm., anuales, obteniendo un promedio anual de 237 mm. Generalmente las precipitaciones son de régimen torrencial, no aseguran una buena distribución pluvial, para una producción normal de verano e invierno, actualmente con las lluvias regulares solo alcanzan a cubrir el 29.33 % de los

requerimientos de los cultivos. Por lo general a estas grandes precipitaciones torrenciales le siguen días de intensa sequía que crea la necesidad de un riego complementario en las áreas de cultivos.

Pese a estas condiciones desfavorables, existe una producción de durazno y otros cultivos en el Valle de Tomayapo, debido a la existencia de buenas características edafológicas, climáticas y mercados de comercialización de estos productos agrícolas.

En la actualidad la influencia del Río Tomayapo, permitió proyectar 67 tomas, de las cuales el 80% son mejoradas y aproximadamente 120 Km. de canales, de los cuales entre el 80% - 85% son revestidos con H²C², para la irrigación de áreas coluvio aluviales y aluviales, paisajes fisiográficos donde actualmente se desarrolla una agricultura tradicional, constituyendo el cultivo más importante el durazno.

Las características de relieve que presenta el área de influencia agrícola, nos demuestra un área con topografía heterogénea, lo que permite cierta protección al área agrícola de la zona.

El estudio determinó que existen 285 ha en actual producción, con cultivos anuales (maíz, papa, cebolla, zanahoria, semillas y otros) y cultivos perennes (Durazno, vid, alfalfa y otros frutales), bajo condiciones de riego suplementario y medio riego o riego insuficiente. El análisis socioeconómico permitió determinar: la existencia de un grado de fragmentación de las unidades productivas muy acentuado, minifundio.

Después de una evaluación y verificado las áreas de riego del estudio de los suelos, realizado en la gestión 1989 para el Proyecto Presa El Molino, se determinaron 446 has, y en la actualidad solo existen 410 ha brutas. Esto implica que por procesos erosivos de origen hídrico, por la ampliación del área urbana y otras actividades se redujo un 8,07 % del área total con respecto al área inicial. El presente trabajo determino un área regable de 280 has., o superficie netas para el proceso productivo intensivo y 130 has. que corresponden a la clase 5E que están clasificadas como no aptas para riego.

1.8.6 Clasificación de la Cobertura y Uso del Suelo

El Valle de Tomayapo abarca una superficie de 2610 ha., está tipificado como cabecera de valle con clima templado árido, hallándose entre los pisos altitudinales de 2400 a 3000 m.s.n.m., donde la condición ecológica permite desarrollar una vegetación del tipo matorral Xerofítico con hojas microfilas, formando bosques muy abiertos de especies leñosas que no pasan los 3 m. de altura y un estrato inferior la presencia de gramíneas y plantas rastreras con una baja densidad.

Fertilidad: La fertilidad del suelo se relaciona con el tipo de arcilla, estos suelos poseen arcillas expandibles illíticas del tipo 2:1 combinadas con minerales de caolín del tipo 1:1, esta situación no le permite obtener una buena fertilidad de suelo, su carga variable permanente no le permite a la CIC dificulta la relación suelo agua en la preparación del suelo, la baja capacidad de intercambio catiónico en la capa arable, ocasiona serios problemas debido a la lixiviación de los elemento mayores.

Los macro elementos de fósforo y potasio variado de moderada a bajo, la materia orgánica como el nitrógeno total varía de alta a moderada y decrece en el subsuelo y substrato, el fósforo asimilable es bajo, el Calcio y Magnesio es moderado, el potasio y sodio es bajo en todo el perfil.

La relación catiónico de las bases cambiables permite determinar la fertilidad del suelo para las próximas campañas agrícolas, de acuerdo a la relación $Ca+Mg/K$ es alto, existe una predominancia del calcio y del magnesio con respecto al K, Ca/K determina una alta participación del calcio, Mg/K un valor más alto del magnesio con respecto al K, Ca/Mg establece una predominancia del calcio con respecto al magnesio.

Comparando con el análisis de suelos se establece una baja concentración de potasio y fósforo, a esto se incrementa las relaciones de los cationes intercambiables que se encuentran en desequilibrio catiónico, por lo que se deduce, que existe una baja fertilidad del suelo.

1.8.7 Criterios para la clasificación de tierras

Los criterios empleados en esta clasificación se basan en la presencia o ausencia de limitaciones en la zona radicular y su incidencia en mayor o menor grado, en la producción de la tierra; características edáficas, como el drenaje interno, susceptibilidad a la erosión, etc.

Por esto es necesario agruparlos en unidades de capacidad que tengan igual aptitud para el crecimiento de las plantas y respuestas en el laboratorio en el suelo.

Por sus características morfológicas, físicas, químicas y de sitio se han identificado las siguientes clases y subclase en los suelos del proyecto.

Cuadro N° 1.8.1

Clasificación por Capacidad de Uso

CLASES		SUB CLASE	SUPERFICIE		CONDICIÓN DE MANEJO
SERIE	RANGO		HEC.	%	
MGa	II	sd	18.62	4.54	En condiciones normales son tierras que pueden producir cualquier tipo de cultivos.
Ca	III	sd	22.67	5.53	Bajo condiciones de manejo, son capaces de producir cultivos adaptados a la zona, frutales pastos y árboles.
MGb		s	16.32	3.98	
Ua		d	30.94	7.55	
Ub		t	36.79	8.97	
Oa		std	37.61	9.17	
Ob	IV	t	48.44	11.81	Con un buen sistema de manejo y conservación de tierras, pueden producir cultivos adaptados a la zona
Cb		td	13.44	3.28	
Oc - CHa		s	114.09	27.83	
CHb		sd	22.96	5.60	
Cc	V	t	37.21	9.08	Algunos suelos son capaces de producir cultivos de hortalizas y frutales, bajo prácticas intensivas de manejo.
Uc		s	7.95	1.94	
MGc		sd	2.96	0.72	
TOTAL			410.00	100.00	

1.8.8 Criterios para la Clasificación de la Fertilidad del Suelo

La fertilidad de estos suelos de acuerdo a su capacidad natural para proveer nutrientes a los vegetales, se determinará sobre la base del “VALOR POTENCIAL “. El cual se basa en el efecto combinado de las características químicas del suelo. El cual identifica cinco niveles o clases de fertilidad: Alta, moderadamente alta, moderada, baja y muy baja. Cada una de estas clases se clasifican de acuerdo a puntajes.

1.8.9 Clasificación de las tierras con fines de riego

Consideraciones Generales: La clasificación de tierras con fines de riego, es la interpretación de las características y cualidades físico químicas de los suelos en función de su aptitud para el riego. El presente trabajo adopta el sistema de clasificación del “BUREAU OF RECLAMATION” de los EE.UU. En este estudio se tomarán en cuenta los factores físicos de la tierra; como ser: suelo, topografía, drenaje y el factor climático. El principio de la clasificación, es conocer la aptitud de la tierra para una explotación agrícola a bajo riego.

El procedimiento a seguir es la de comparar el recurso tierra y el factor económico para explotar el suelo.

Análisis de las probables influencias de los factores físicos individuales de las tierras (suelo, topografía y drenaje), sobre la economía de producir (capacidad productiva, costo de producción y costo de desarrollo de la tierra). Además es necesario considerar sobre el desarrollo del proyecto en los siguientes factores: Nivel de manejo en finca, tamaño de unidad agrícola sostenible, abastecimiento de agua en forma oportuna, calidad y cantidad, tipo de abastecimiento de agua, sistemas de distribución y drenaje, consideraciones sociológicas y demográficas, reembolso y beneficios/costo.

Clasificación de las tierras para una agricultura bajo riego: Esta clasificación se basa en la propuesta del “BUREAU OF RECLAMATION” que es una interpretación de las características físicas químicas de las diferentes condiciones de los suelos en función de su

aptitud para el regadío. En forma resumida las clases de suelos y subclases se presenta en el cuadro siguiente

Cuadro N° 1.8.2

Resumen de clases y subclases por su aptitud para el riego

SERIE	CLASE	SUPERFICIE		SUBCLASE	SUPERFICIE	
		Has.	%		Has.	%
MGa	2	18.62	4.54	st	18.62	4.54
Ua, Ub, Ca y Oa	3	128.01	31.22	s	30.94	7.55
				st	36.79	8.97
				t	22.67	5.53
				d	37.61	9.17
Cha, CHb, Cb, Uc, MGb y Ob	4	130.67	31.87	sd	21.56	5.26
				std	22.96	5.60
				st	13.44	3.28
				t	7.95	1.94
				s	64.72	15.29
Cc, Oc y MGc	5	132.70	32.37	sd	37.21	9.08
				t	92.53	22.57
				s	2.96	0.72
TOTAL		410.00	100.00		410.00	100.00

En conclusión, la información de suelos reflejada, es la síntesis de los dos estudios anteriores, fue analizada y verificada en inspecciones de campo, de lo cual se concluye que dicha información es suficiente, reflejando las características de los suelos y se adecuan a las condiciones reales de la zona de riego, por lo que no se considera necesario realizar un nuevo estudio de suelos adicional o complementario para el presente proyecto.

1.9 Sistema de riego actual (Diagnóstico)

Con el propósito de conocer la situación actual del riego en la zona del proyecto y obtener un diagnóstico sobre este tema, se recabó información de los dos estudios anteriores referida a la infraestructura, gestión y áreas de riego de la zona. Luego se realizó una verificación de campo

para complementar y validar la información existente al respecto. De cuyo análisis podemos concluir lo siguiente:

1.9.1 Descripción general de la infraestructura del sistema de riego actual

Según el estudio de factibilidad del Proyecto Presa El Molino (1989), en la zona existen 67 sistemas de microriego, es decir 67 tomas y 67 canales de conducción que totalizan 121,3 km., de los cuales 116,4 km. son de tierra y 4,9 km. corresponde a canales mejorados con H°C°, con dicha infraestructura se hace un riego complementario y/o subriego 285 has. con 300 regantes. Cuyo resumen es el que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.9.1
Relación de la infraestructura de riego

Comunidad	Numero de sistemas (N°)	Canal de tierra (km.)	Canal de H°C° (km.)	Total Canales (km.)	Areas de riego (has.)	Usuarios del riego (N°)
Obispo	10	24,2	0,5	24,7	21,0	40
La Parroquia	8	18,6	0,3	18,9	49,0	53
Loros	7	8,5	1,0	9,5	25,0	22
San Francisco	11	22,1	1,5	23,6	66,0	59
Huancar	7	7,4	0,7	8,1	42,0	33
Pucu Pampa	11	12,0	0,8	12,8	31,0	23
Chinchilla	13	23,6	0,1	23,7	51,0	70
TOTAL	67	116,4	4,9	121,3	285	300

Fuente: Factibilidad Proyecto Múltiple El Molino(1989)

Se adjuntara el detalle de la información de cada uno de los 67 sistemas en anexos.

Según el Estudio de Identificación (EI) del proyecto Presa El Inventario (2007 – 2008), en la zona existen 66 sistemas de microriego, es decir 66 tomas de las cuales 50 son tipo rudimentarias y 16 son mejoradas con H°C° y 66 canales de conducción que totalizan 114,3 Km., de los cuales 90,6 son de tierra y 23,7 corresponde a canales mejorados con H°C°, con dicha infraestructura se riega con riego complementario y/o subriego 1.325 unidades productivas por 1.478 regantes. Cuyo detalle se refleja en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1.9.2

Relación de la infraestructura de riego según el estudio de la presa Inventario

Comunidad	Numero de sistemas (N°)	Total de Canal (Km.)	Unidades Productivas (N°)	Numero de regantes (N°)
Obispo	10	17,0	134	153
La Parroquia	9	25,2	266	267
Loros	6	9,4	73	81
San Francisco	11	18,1	339	366
Huancar	7	10,6	152	187
Pucu Pampa	7	8,6	121	121
Chinchilla	16	25,4	240	303
TOTAL	66	114,3	1.325	1.478

Fuente: Estudio de la Presa El Inventario(2007 – 2008)

Se adjuntara el detalle de la información de cada uno de los 66 sistemas en anexos.

En consecuencia, a través del presente estudio y luego de analizada la información de los dos cuadros anteriores, se verifico en campo la misma y de manera general se pudo establecer lo siguiente:

Al parecer, con el propósito de solucionar el problema de la falta de agua para riego en el Valle de Tomayapo, en los últimos años y en el presente, se realizan varios esfuerzos e inversiones en la construcción de tomas y el revestimiento de canales a través de entidades como el Municipio, Subgobernacion, DRIPAD, CIAP, FDC, FPS, etc.

a) Tomas o captaciones: Evidentemente existen las 67 tomas a lo largo del Río Tomayapo en las siete comunidades, sin embargo actualmente aproximadamente el 80% de las mismas fueron construidas y/o mejoradas en los últimos años a través de diferentes tipos de obras con H°C°, sin que ello signifique necesariamente que el tipo de obras construidas sean las mas apropiadas y se garantice su estabilidad y operación adecuada y permanente.

b) Red de distribución o canales: También se evidencio que existen las 67 canales a lo largo del río Tomayapo en las siete comunidades, sin embargo actualmente aproximadamente el 85% - 90% de los mismos fueron construidos y/o mejorados en los últimos años a través del revestimiento con H°C°, faltando solo algunos tramos para completar el revestimiento de la

totalidad de los canales existentes. Prueba de ello es que en las dos ultimas gestiones se tiene previsto revestir 23,5 km. de canal tarea que se ejecuta a la fecha con normalidad a través de varios frentes de trabajo.

Sin embargo, se pudo observar que los canales que se construyen, están sobredimensionados. Fácilmente se puede observar canales de sección y capacidad de transporte de caudales superiores a 100, 150 o 200 l/seg., cuando el área de riego por los mismos no sobrepasa las 20 hectáreas.

c) Areas de riego: Según el estudio de factibilidad de La Presa El Molino, existen 285 hectáreas para la producción agrícola bajo riego en el Valle de Tomayapo. Mientras el estudio EI de la Presa El Inventario indica que existen 410 hectáreas para uso agrícola bajo riego, pero el estudio de suelos del mismo proyecto también indica que de las 410 hectáreas existentes, solo 280 hectáreas son aptas para uso agrícola bajo riego (clases 2, 3 y 4) y 130 hectáreas no son aptas para uso agrícola bajo riego (clase 5).

Al respecto consideramos que la cifra de 285 hectáreas para la producción agrícola bajo riego es la que se acerca a la realidad y se asume para definir la propuesta y alcances del presente proyecto.

d) Numero de regantes: Según el estudio de factibilidad de La Presa El Molino, existen 300 regantes en el Valle de Tomayapo. Mientras el estudio EI de la Presa El Inventario indica que existen 1.325 regantes, cifra que la consideramos que no es real, y se estima que el número de regantes o familias beneficiarias del presente proyecto se sitúa en el orden de 360 familias.

En síntesis, respecto a la infraestructura de riego existente, se puede concluir que en los últimos años, se realizaron varios esfuerzos e inversiones a través de la construcción y mejoramiento de tomas y canales para solucionar el problema de la falta de agua para riego, pero la situación no cambia ni cambiara, por que el problema de falta de agua en el Río Tomayapo en el estiaje, persiste.

Por lo tanto la única solución a la falta de agua de riego, es la regulación y almacenamiento de caudales de verano a través de embalses para su aprovechamiento en el estiaje. En tal sentido, se aprovechará y justificará la infraestructura de captaciones y redes de conducción que se construyo y se construye en la zona.

1.9.2 Descripción de la gestión actual del riego

En la zona se pudo recabar información respecto a la gestión del riego, por lo que en los puntos siguientes, se describe las características de los componentes de la gestión del riego en zona del proyecto, cuyos aspectos principales, son los siguientes:

1.9.2.1 Organización del riego: Por lo general los sistemas de riego en el Valle de Tomayapo están organizados a través de comités de riego, asociaciones de usuarios de riego y las OTBs., los cuales presentan un tipo de estructura organizativa de administrar el sistema o proyecto de riego casi similar, para la operación y mantenimiento de los sistemas actuales de riego ejecutados o en ejecución. Las características de cada forma de administración son:

a) Comités de Riego: Algunas comunidades realizan la conformación de un comité de riego, el mismo es elegido en un ampliado de la comunidad, el cual es de amplia aceptación por los usuarios, el número de miembros por cada comité de riego estará de acuerdo al tamaño y de la complejidad del sistema de riego.

Por la interdependencia del riego, la conformación de este comité, por lo general es de tres miembros: el presidente, vicepresidente y secretario. Este comité de riego como los usuarios tienen derechos y obligaciones, en la Administración, Manejo, Operación y Mantenimiento del sistema o acequia, las funciones del comité solo se enmarcan en la actividad del riego.

b) Organizaciones Territoriales de Base (OTB): Otra forma de administrar el sistema de riego en el valle de Tomayapo, es por medio de las Organizaciones Territoriales de Base (OTBs.), estos miembros aparte de realizar gestiones de desarrollo de la comunidad, ejecutan las funciones de una junta de usuarios, las cuales participan activamente en la ejecución del proyecto y en la administración, Manejo, Operación y Mantenimiento del sistema o acequia,

las OTBs por lo general se hallan conformado por tres miembros: un presidente, vicepresidente y un secretario.

1.9.2.2 Forma de operación y distribución del agua: De acuerdo a las características hidrológicas y la situación agroecológica de la zona, los usuarios crearon una serie de modalidades de distribución del agua de riego, modalidades que practicaron desde la época colonial al presente.

a) Riego Libre: Esta forma de riego se utiliza cuando existe una oferta mayor de agua que la demanda, se presenta por lo general en el periodo de enero - marzo, este tipo de riego posee pocas reglas y normas sobre el uso del agua, implica que cualquier usuario puede regar cuando quiera y utilizar la cantidad de agua durante el tiempo que estipule, sin necesidad de esperar el turno de riego.

Un mal manejo del riego libre ocasiona las siguientes consecuencias: destrucción de las acequias, inundación de parcelas y afecta a las viviendas ubicadas cerca a las acequias, debido el alto volumen de agua que circula en la acequia y sobre pasan la capacidad de las mismas.

b) Riego por Turnos: La mayoría de los sistemas de riego existentes en el Valle de Tomayapo, realizan esta forma de distribución de agua. El turno se refiere al número de horas que debe utilizar cada regante, utilizando todo el volumen de agua del canal derivado. Los diferentes tipos de turnos existentes en la región varían de un sistema a otro, de una comunidad a otra y a nivel de cada regante.

c) Turno de Tiempo Fijo y Fecha Fija: Esta forma de distribuir el agua, se realiza un calendario de fechas cada campaña agrícola, donde se fija el tiempo en horas de riego a cada sección de riego y las fechas de realizar el riego. En este sistema el riego es continuo durante el día y la noche y todos los días.

d) Turno por Orden: Está de acuerdo al consenso de los usuarios, para acceder o dotar de permiso de asignación de un turno algún usuario.

e) **Turno de Almacenamiento:** Este sistema de turno también se aplica en las largadas de los diferentes atajados, realizados a lo largo del Río Tomayapo. El cual consiste por días de almacenamiento y horas de riego por usuario.

f) **Riego Completo:** El sistema de riego cubre un área muy reducida de producción de la comunidad del Obispo, el cual determina una superficie de riego de 3.0 has., ubicada en la cabecera del inicio del riego.

g) **Medio Riego o Subriego:** El proyecto de riego abarca las 7 comunidades del Valle de Tomayapo con una superficie de 285 ha. de las cuales el área cultivada en el periodo de estiaje es con riego insuficiente o subriego.

h) **Riego Complementario:** Todo el área de riego cultivada en el periodo noviembre – abril es con riego complementario, ello se debe a que el agua de lluvia no permite cubrir la necesidades de agua de los cultivos por la baja precipitación de la zona.

1.9.2.3 Derechos al agua de riego: En el Valle de Tomayapo, los derechos del agua es una parte fundamental en el funcionamiento de los diferentes sistemas de riego, esto se evidencia en el manejo del sistema por los propios usuarios o regantes de cada unidad de riego. Esta acción determina un rol en el funcionamiento autogestionario de las diferentes unidades o sistemas de riego, en la mejora de los sistemas o ampliar las áreas con riego dentro del valle.

Las dimensiones del derecho de agua en la zona van enfocadas en derechos locales o derechos consuetudinarios no establecidos por el derecho jurídico formal, sino por las organizaciones locales que se dedican al aprovechamiento del agua del Río Tomayapo, porque, en el funcionamiento de todos los sistemas de riego solo rige reglas y normas locales. Estos derechos locales permiten a los usuarios una interrelación directa entre el derecho del agua, con las relaciones sociológicas de organización local.

Este tipo de derecho local o consuetudinario determina un acceso libre al recurso agua o de uso común. Esta forma de explotación del recurso hídrico permite una degradación del recurso

agua, debido a su sobre explotación, en razón, de que, el aprovechamiento es al máximo sin lograr una reposición de este recurso, en especial en el periodo de estío.

Dentro del área de acción del proyecto, el derecho de agua expresa una relación social entre personas y familias, los cuales definen: quienes pueden o no pueden hacer uso del agua, cantidades u horas relativas de riego y arreglos sociales de distribución del agua. Este tipo de derecho permite una dinámica entre el derecho al agua y la relación social, el cual establece una estructura y una analogía entre los usuarios.

a) Derechos con relación a la distribución Intercomunitaria del Agua: Las 7 comunidades que hacen uso del agua del Río Tomayapo, construyeron 67 tomas, ubicadas en forma transversal en el curso del río mencionado, que riegan las tierras en ambos márgenes del curso principal, este derecho actual denominado libre, no está exento de conflictos a pesar de la existencia de disputa sobre el uso del agua, con las comunidades ubicadas río arriba (Iscayachi). La disputa actual de las comunidades es por el agua, debido al incremento anual del área productiva, en especial de las comunidades que se encuentran en la cabecera del río.

Es posible que, en el futuro, los conflictos entre comunidades se acentúen más, debido al proceso de incremento de áreas bajo riego en las diferentes comunidades en áreas eriales, donde se viene realizando implantaciones de huertos frutales a través de terrazas o bancas de nivel y la implantación en laderas empinadas; este derecho libre del uso del agua, tiende a ser un problema mayor con la ejecución de infraestructura de riego: donde los tajamares captan los recursos hídricos subsuperficiales y subterráneos, ocasionando la disminución del caudal a las tomas ubicadas aguas abajo de estas obras. Los canales de H°C°, evitan la pérdida por percolación y infiltración, condición que determina un bajo aporte o reposición de agua al río.

b) Derechos con relación a la operación de los sistemas: Los derechos actuales de los usuarios en el Valle de Tomayapo, se enmarcan en dos niveles: Operativo y de Decisión Colectiva.

Nivel operativo: Se refiere al derecho de usufructo de una parte del recurso o uso de una fracción del flujo de agua. El derecho del uso de los canales de conducción de agua de riego.

Nivel de decisión colectiva. Derecho de gestión, o el derecho de participar en las decisiones sobre la gestión. Derecho de exclusión, como un derecho de participar en las decisiones sobre el acceso, define quienes pueden o no utilizar el derecho del agua, si se puede o no transferir este derecho a terceros. Derecho al enajenamiento, o la transferencia total del uso y manejo del recurso agua a otros usuarios.

c) Conflictos actuales sobre el derecho de agua: Por el carácter fragmentado de las tierras agrícolas en la zona y el incremento de áreas de riego, ha ocasionado el aumento de tomas a lo largo del Río Tomayapo. Esta situación estableció una nueva distribución del uso de agua del río, dentro los espacios socioterritoriales del Valle de Tomayapo.

Situación que ocasiona tensiones entre los diferentes grupos de usuarios, debido a la fuerte presión en la demanda del agua, condición que permite una producción agrícola menos rentable y más riesgosa dentro las comunidades.

Otro problema dentro el derecho del agua, es el derecho por sucesión, situación que no permite usar el agua de una u otra fuente existente en un terreno o mediante la concesión de explotación de este recurso. Dentro los sistemas de concesión o repartición del flujo del agua del Río Tomayapo son:

La repartición por turnos fijos de agua, siendo esta forma la más común dentro del área del proyecto, pero no la más efectiva, debido a la deficiente sistema conducción del agua de riego, esto implica que las áreas ubicadas más alejadas a la toma reciben menos caudal que las áreas ubicadas en las cabeceras.

La asignación nueva del turno de agua, determina un proceso que está ligado a la persona y no al territorio, esto implica una ruptura del recurso común natural, situación que permite dotar de mayores horas de riego con respecto a otros usuarios. En razón al favoritismo o compadrerío de algunos jueces de agua con respecto de algunos usuarios.

1.9.2.4 Mantenimiento de la infraestructura de riego: En la zona, generalmente se realiza mantenimiento rutinario y de emergencia , observándose que no se practica el mantenimiento

de tipo preventivo que debiera considerarse, puesto que el mismo es recomendable para evitar mayores problemas de interrupción del riego y altos costos de rehabilitación de la infraestructura.

El trabajo de mantenimiento rutinario consiste en la habilitación y limpieza general de tomas y canales, que generalmente se realiza de 2 o 3 veces por año, por todos los usuarios, para lo cual los mismos aportan con trabajo de acuerdo al tamaño de su propiedad y al turno que posee cada regante. El aporte se realiza por cada regante mediante la modalidad de trabajo en jornales o bajo la modalidad de tareas que se definen previamente.

El mantenimiento de emergencia es realizado en las tomas cuando son destruidas por las crecidas, especialmente en las tomas de tipo rudimentario. Ello ocurre tantas veces como eventos de crecidas se producen especialmente en el periodo de diciembre-febrero. El mantenimiento de emergencia en los canales, se realiza cuando ocurre un deslizamiento, hundimiento o colapso de cierto tramo crítico de canal, situación que por lo general ocurre con frecuencia.

La reparación de los sistemas, se basa, en la fijación de tareas a todos los usuarios respecto al Manejo, Mantenimiento y Operación del sistema de riego. Esta actividad solo cumplen algunos usuarios, en razón de que varios usuarios no permanecen en la zona y solo dejan cuidadores o medieros, los cuales no aceptan la imposición de ciertas actividades respecto al mantenimiento del sistema de riego.

1.9.3 Areas de riego actual

1.9.3.1 Area regable

Cuadro N° 1.9.3

Area física regable de la zona del proyecto

Comunidades	Total áreas (Has.)
Obispo	21
La Parroquia	49
Loros	25
San Francisco	65
Huancar	41
Pucu Pampa	31
Chinchilla	53
Total	285

Fuente: Estudio de Factibilidad.

El cuadro anterior refleja que en el área del proyecto, existen 285 hectáreas físicas de superficie regables o aptas para desarrollar una agricultura bajo riego.

1.9.3.2 Area media regada anualmente: Por las características agroclimáticas particulares de la zona del proyecto y por la escasez de agua en el periodo de estiaje, no se puede establecer un área media regada anualmente, ya que prácticamente no se aplica riego completo o integral en la zona por las razones antes indicadas, es decir solo se practica el subriego y el riego complementario, los mismos que no son parámetros para determinar cierta área media regada a plenitud anualmente. Sin embargo es importante tomar en cuenta, que en el valle (45 km de longitud) dadas sus características morfológicas, se presenta claramente el fenómeno del retorno de caudales hacia el cauce, los que se reutilizan aguas abajo.

1.9.3.3 Area regada en invierno y en verano: De las 285 hectáreas regables disponibles en la zona de influencia del proyecto, no se puede determinar con precisión cual es el área media regada en invierno y en verano, ya que por la falta de agua en el estiaje, solo se aplica el subriego o riego insuficiente a cierto porcentaje del área disponible. Mientras que en el periodo de lluvias, se aplica riego complementario quizá hasta el 90% del área disponible.

1.9.3.4 Limitaciones y problemas actuales del riego

Actualmente existen limitaciones y problemas relacionados al riego y entre los principales se menciona a los siguientes:

Déficit de agua para riego en el periodo de estiaje.

Falta de infraestructura de almacenamiento de agua que permita un mejor aprovechamiento de los caudales disponibles en el periodo de lluvias, para su posterior aprovechamiento en el periodo seco y de escasez de agua.

La falta de riego suficiente, permanente y oportuno en la zona del proyecto, induce a los agricultores a aplicar subriegos y riegos complementarios a los cultivos, situación que incide directamente en la baja producción y productividad de los cultivos.

Poca experiencia en el uso y manejo del riego en forma adecuada y bajo nivel de gestión del riego de los regantes, especialmente en los componentes de organización y manteniendo de los sistemas de riego existentes.

El carácter fragmentado de las tierras agrícolas en la zona, tamaño reducido de las parcelas y de topografía variable de los terrenos, ha obligado un esquema de aprovechamiento con numerosas tomas (67) y 121,3 km de canales a lo largo del Río Tomayapo, para el riego de 285 ha (0,43 km/ha). Situación compleja que dificulta la gestión del riego.

2.- EL PROYECTO

2.1.- Objetivos, componentes y resultados del proyecto

2.1.1.- Objetivo principal

El objetivo principal del proyecto, es coadyuvar al mejoramiento de la calidad de vida de la población de las comunidades beneficiarias del proyecto, mediante el incremento de los ingresos económicos y el nivel alimenticio, provenientes de una mejor y mayor producción y productividad agrícola debido a la implementación del Proyecto de Riego Tomayapo.

2.1.2 Objetivos específicos

a) Asegurar la oferta de agua para el riego de las áreas de cultivo a través de la construcción de obras de almacenamiento del agua en el periodo de lluvias (diciembre – abril), para su aprovechamiento para el riego en el periodo del estiaje mas critico (septiembre – noviembre), dentro del entorno o perímetro del sistema de riego proyectado.

b) Incorporar a la producción agrícola bajo un sistema de riego permanente, oportuno y suficiente a las 285 hectáreas físicas que actualmente se destinan a la producción agrícola bajo un sistema de riego complementario, subriego o medio riego, precisamente por falta de agua.

c) Beneficiar con riego permanente a las 360 familias de las comunidades de El Obispo, La Parroquia, Loros, San Francisco, Huancar, Pucu Pampa y Chinchilla que pertenecen al cantón Tomayapo, de esta manera mejorar sus ingresos económicos como consecuencia de una mayor y mejor producción y productividad agrícola y mejorando el nivel alimenticio a través de la diversificación agrícola para el autoconsumo.

d) Fortalecer a las comunidades beneficiarias del proyecto en la “**Gestión**” del futuro Sistema de Riego Tomayapo, a través de la ejecución de un programa de Asistencia Técnica Integral, que permita definir, establecer y fortalecer los componentes de la Gestión del Sistema de Riego, es decir: La organización de los usuarios en torno al riego, los derechos al agua de riego, la forma de operación del sistema-distribución del agua y un plan de mantenimiento del sistema de riego, de manera que se asegure la autogestión y sostenibilidad del mismo en el tiempo.

2.1.3 Metas del proyecto

A través de la implementación del presente proyecto, se pretende lograr las siguientes metas:

- a) Construcción de una presa y sus componentes (toma, vertedero de excedencias, etc.) sobre la Quebrada Valle Hermoso, para el almacenamiento del agua del Río Tomayapo en el periodo de lluvias a través de un canal de trasvase.
- b) Construcción de una obra de toma, conducción y sus obras de arte para la captación y trasvase de las aguas del Río Tomayapo al Embalse.
- c) Construcción de un túnel de desvío de la quebrada de Valle Hermoso
- d) Ejecución de un programa de Asistencia Técnica Integral sobre la **Gestión del Sistema de Riego y Producción Agrícola Bajo Riego** dirigido a los 360 usuarios del riego.
- e) Dotación de riego permanente, oportuno y seguro a 285 hectáreas físicas, beneficiando a 360 familias de las siete comunidades beneficiarias del proyecto.

Los objetivos, metas y actividades; así como los indicadores, fuentes de verificación y supuestos, para el logro de resultados, se detallaran en el cuadro del Marco Lógico.

2.1.4 Marco lógico

MARCO LÓGICO

Resumen Narrativo	Indicadores Objetivamente verificables		Fuentes de Verificación	Supuestos Importantes
	Sin Proyecto	Con Proyecto		
Objetivo General Elevar el nivel de ingresos y mejorar la calidad de vida de los beneficiarios de las comunidades del Valle del Río Tomayapo desde Obispo del Carmen hasta Chinchilla con el incremento de la producción agrícola que se logrará a través de la implementación de la infraestructura de almac.	Las familias no cuentan con condiciones de vida adecuadas, tienen un ingreso 1342,19 \$us/flia, la producción es reducida por las condiciones de déficit de agua para riego	360 familias mejoraran sus condiciones de vida. El incremento de la producción agrícola, con un ingreso anual de 2.443.24 \$us/flia	Evaluación ex -post Fichas e informes de evaluación de impactos	Se establece una organización de usuarios autogestionaria en torno al riego.
Objetivos Específicos Asegurar la oferta de agua para el riego, a través del almacenamiento en el periodo de lluvias, para su aprovechamiento en riego en el estiaje Incorporar a la producción agrícola bajo un sistema de riego permanente, oportuno y suficiente a las 285 ha pertenecientes a 360 familias Incrementando la producción agrícola Consolidar las Asoc. de regantes, facilitando los instrumentos legales que les permitan ejercer sus funciones de operación y mantenimiento para garant autog y sostenibad	Tienen riego en sus tierras, con déficit en la época seca Se cultivan 285 ha con los siguientes rendimientos Durazno 8 t/ha Maíz gra 1,3t/ha Papa:8 t/ha Zanahoria 12 t/ha Asociaciones de regantes débiles	Superficie de tierra disponible se riegan 285 ha físicas con riego permanente y con los sig rendimientos Maíz grano 1,8 t/ha Papa: 10 t/ha Durazno 12 t/ha Alfa alfa 32 t/ha Zanahoria 15 t/ha Cebolla 11 t/ha Organización de riego con reglamentos y estatutos funcionando con visión autogestionaria	Informe supervisión Informes de la entidad financiera y ejecutora. Inf de evaluación técnica. Informes de los comités de riego. Inf de la entidad de asistencia técnica y acompañamiento. Manuales operación y mantenimiento.	El sistema funciona Los beneficiarios cumplen con los compromisos. La emp contratista cumple según las especificaciones técnicas. Desembolsos oportunos
Metas Construcción de la infraestructura de Almacenamiento Incrementar producción y productividad agrícola Capacitación de regantes en gestión y desarrollo agrícola	Existen 67 sist de microriego con canales revestidos Con uso del agua a régimen natural Producción agrícola actual 3501,5 tn No se tiene una organización de regantes consolida	Presa de enrocado de 38 m de altura, Captación y conduc del agua al embalse túnel de desvío de la Qda de Valle Hemoso Produc. Agrícola de 5583 tn Citados en gestión de riego y desarrollo agrícola	Informes de supervisión de la construcción de las obras Informe de áreas sembradas y rendimientos Organización autogestionaria	Construcción de obras de acuerdo a diseño Los precios de los productos son normales Los beneficiarios operan el embalse eficientemente
Actividades Estudio TESA del proyecto. Consolidación de la Asociación de regantes.		Presupuesto total del estudio a nivel TESA 108.000.00 \$us Tiempo de elaboración 7 meses.	Informes de supervisión estudio a nivel TESA	Se cumple el cronograma del estudio Los pagos se realizan en forma oportuna.

2.1.5 Necesidades y conveniencia del proyecto

Las comunidades beneficiarias del proyecto de todo el Valle de Tomayapo, poseen áreas cuyas características agroclimáticas son favorables para el cultivo de variados productos agrícolas, principalmente del durazno que es el principal rubro productivo de la zona, cuya producción cuenta con mercados seguros por las características de la fruta y la época de cosecha que es posterior a la que se da en otras zonas productoras de durazno del país, lo que permite mejores condiciones y ventajas de precio y mercado para dicha producción, sin embargo la falta de infraestructura de almacenamiento de agua para riego no permite asegurar dicha producción, situación que genera pobreza y un alto índice de migración temporal de la población en busca de fuentes de trabajo.

Con el proyecto se pretende asegurar e incrementar la oferta de agua para riego, especialmente en el periodo de estiaje, mediante la construcción de una presa de almacenamiento, construcción de obra de toma y canal de trasvase, de tal manera que el agua del embalse se largue al Río Tomayapo, en los meses deficitarios (septiembre – noviembre) para que sea captada a través de las 67 tomas y conducida a las áreas de riego a través de los 67 canales de conducción existentes, a lo largo del Río Tomayapo.

Los beneficios esperados del proyecto son, una mayor oferta de agua para riego en el periodo seco para incrementar la producción y la productividad agrícola bajo riego, especialmente de cultivos que son económicamente más rentables como el durazno, uva, semillas, forrajes, etc., cuidando de no afectar de manera significativa el calendario tradicional de los cultivos actuales.

Mejorando la producción agrícola de la zona, se espera disminuir la migración y mejorar los niveles económicos y de calidad de vida de la población, por lo que se justifica plenamente la implementación del proyecto.

Por otra parte, analizando los criterios principales de elegibilidad que se consideran en la implementación de este tipo de proyectos, como ser: Existencia de recursos hídricos y

condiciones naturales para el almacenamiento del agua, áreas potenciales de cultivo y población beneficiaria; el proyecto cumple plenamente con estos criterios, por lo que es posible su implementación sin restricción alguna.

De igual manera, si se analizan otros criterios secundarios, como: Tenencia de la tierra, valoración social de la comunidad, medio ambiente, cobertura comunal, derechos de terceros, equidad, género, etc., también se cumple plenamente con estos criterios.

Finalmente, considerando criterios como la inversión en el proyecto, costo por familia y costo por hectárea de riego, el proyecto también cumple favorablemente con estos criterios, de manera que su implementación tendrá un impacto positivo en la región.

Por lo expuesto, se considera que si realmente se quiere mejorar la situación socioeconómica de la población de la zona, es necesario, conveniente y prioritario, encarar la implementación del presente proyecto de riego, puesto que es una aspiración desde hace muchas décadas atrás, efectuando varios intentos, sin concretar nada hasta el presente.

2.2 Sistema de producción agropecuaria y situación del mercado con proyecto

Para la implementación del Proyecto de Riego Tomayapo y con fines de evaluación del mismo, se presenta el planteamiento de la propuesta de la producción agrícola que se espera obtener en el futuro, para ello principalmente se considera las áreas de cultivo agrícola bajo riego a ser incorporadas, la posibilidad de la diversificación agrícola y la mejora e incremento de la producción y productividad, debido a la implementación del sistema de riego, con el cual se provea de agua a los cultivos en forma suficiente y oportuna.

2.2.1 Tendencias y escenarios de la propuesta productiva y su articulación con el mercado

Respecto a las tendencias futuras y posibles escenarios de la futura producción agrícola y relaciones con el mercado, se visualiza y plantea la propuesta productiva con características

similares a la producción agrícola actual, es decir tres siembras por año en las 285 hectáreas físicas disponibles para la producción agrícola bajo riego en el Valle de Tomayapo.

Una siembra con cultivos perennes como frutales principalmente el durazno, otra siembra de verano con cultivos anuales como papa verano maíz grano, zanahoria, cebolla cabeza y finalmente una tercera siembra de misca caracterizada por cultivos de papa misca, zanahoria semilla, cebolla semilla. Haciendo notar que también se incluye la producción de cultivos asociados, principalmente entre frutales y cultivos anuales como se practica desde hace años.

En consecuencia, la tendencia de la propuesta productiva agrícola con el proyecto, tiene la misma tendencia productiva actual, es decir, el proyecto con el riego plantea mejorar la producción y productividad agrícola, considerando los mismos cultivos ya existentes, contemplando solamente el replanteo de la cédula de cultivos en función a las ventajas de ciertos cultivos frente a otros, sin que esto signifique que en el futuro no se puedan generar o introducir cambios en función a una mayor rentabilidad.

Finalmente, consideramos que las principales justificaciones para mantener la tendencia productiva son las siguientes:

Las condiciones agroclimáticas del Valle de Tomayapo son muy favorables y particulares para los cultivos incluidos en la propuesta, en particular el durazno y sus derivados.

Las condiciones muy favorables y ventajosas de mercado existentes para la producción agrícola y en particular del durazno y sus derivados, garantizan su comercialización, lo cual se constituye en un incentivo y garantía o margen de seguridad para que toda la producción agrícola esperada de la zona con la implementación del proyecto tenga garantizada su comercialización en el mercado nacional.

2.2.2 Cedula de cultivos

Para la definición de la propuesta agrícola con proyecto, se consideró varios factores como: Condiciones agroclimáticas, capacidad y vocación productiva de los agricultores, disponibilidad de mano de obra, tecnología de producción, manejo del riego con relación al suelo y cultivo, condiciones de precio y mercado, etc. En ese sentido se decidió mantener la Cedula de cultivos, introduciendo una nueva redistribución de las superficies cultivadas en cada caso.

Esta Cédula de cultivos planteada, es compatible con la oferta de agua prevista, y está de acuerdo con el potencial hídrico de la cuenca y del sistema de riego proyectado. Asimismo, esta Cédula es compatible con la operación del sistema de riego adoptado, puesto que, en el área del proyecto no se cuenta con cultivos de mayor demanda hídrica relativa, que puedan alterar la indicada operación.

Por otra parte, con la Cedula planteada, el impacto será inmediato o desde el primer año, ya que las plantaciones ya están establecidas o en producción, lo cual es una ventaja adicional respecto al impacto positivo esperado del proyecto.

La Cédula de cultivos se la describe en detalle mas adelante en este mismo capitulo en el desarrollo del cálculo de la demanda de riego para el proyecto (Cuadro 2.3.8).

2.2.3 Calendario de cultivos

De igual manera, el calendario de cultivos propuesto para el proyecto, está basado en el actual calendario agrícola, debido a que se considera principalmente los mismos cultivos y al disponer de riego seguro, solo se puede adelantar o retrasar las épocas de siembra de algunos cultivos con el propósito de obtener una mejor producción.

Este calendario de cultivos se la describe en detalle mas adelante en este mismo capitulo en el desarrollo del cálculo de la demanda de riego para el proyecto (Cuadro 2.3.10).

2.2.4 Areas de cultivo, rendimientos y volúmenes de producción agrícola con proyecto

En base a las áreas de cultivo de la Cedula planteada con proyecto y los rendimientos promedios esperados, se estima los volúmenes de la producción agrícola anual para la propuesta planteada en el proyecto. Relación que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2.2.1

Producción agrícola total con el proyecto

Cultivos	Superficie cultivada (has)	Rendimiento promedio (Tn/ha.)	Volumen total producción (Tn)
Durazno	190	12	2.280,0
Maíz grano	40	1,8	72,0
Papa verano	55	10	550,0
Alfalfa	50	32	1.600,0
Vid	25	9	225,0
Zanahoria	10	15	150,0
Papa misca	50	11	550,0
Cebolla cabeza	10	15	150,0
Zanahoria semilla	10	0,30	3,0
Cebolla semilla	10	0,30	3,0
TOTAL	450		5.583,0

Fuente: Propia, agosto 2013.

Con la propuesta productiva agrícola planteada con el proyecto, se estima alcanzar un volumen anual de producción de **5.583,0 toneladas por año** a nivel de todo el proyecto de riego, volumen de producción que es grande y muy significativo, el mismo que generará un impacto socioeconómico importante para la población beneficiaria.

La producción agrícola total con proyecto, corresponde a la siembra de las 450 hectáreas cultivadas bajo riego al año en las 285 hectáreas físicas disponibles. Sin embargo, estas son

proyecciones propuestas para el proyecto, pero ello no significa que en el futuro necesariamente se cumplan exactamente, por que dependen de muchos aspectos internos y externos (plagas y enfermedades, variación de los costos de producción y precios de mercado de la producción, etc.), los mismos que muchas veces están fuera del alcance de los propios agricultores.

2.2.5 Destino de la producción agrícola con proyecto

La proyección del destino de la producción agrícola futura con proyecto, considera la cantidad de población beneficiaria, previsiones de autoconsumo humano y animal, posibilidades de transformación, procesamiento y condiciones previsibles de mercado en condiciones favorables.

Esta relación, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.2.2

Destino de la producción agrícola con proyecto

Cultivos	Volumen total producción(Tn)	Autoconsumo (Tn.)	Venta (Tn)
Durazno	2.280,0	230,0	2.050,0
Maíz grano	72,0	72,0	0,0
Papa verano	550,0	170,0	380,0
Alfalfa	1.600,0	1.600,0	0,0
Vid	225,0	75,0	150,0
Zanahoria	150,0	10,0	140,0
Papa misca	550,0	170,0	380,0
Cebolla cabeza	150,0	10,0	140,0
Zanahoria semilla	3,0	0,5	2,5
Cebolla semilla	3,0	0,5	2,5
TOTAL	5.583,0	2.338,0	3.245,0

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2013.

En el cuadro se refleja que la mayor parte de la producción agrícola anual, se destina a la venta y esta principalmente referido a la principal producto agrícola que es el durazno, el mismo que se comercializa en fresco y como productos derivados (pelón, manojos,

despepitados, conservas), mientras que los demás productos se destina en parte al mercado y el resto al autoconsumo, finalmente la producción de maíz y alfalfa generalmente autoconsumo, es decir para el consumo de la familia y del ganado o animales domésticos.

2.2.6 Valorización de la producción agrícola con proyecto

La proyección de la producción agrícola futura o con proyecto y en consecuencia el valor de la misma e ingresos netos o utilidades, responde básicamente a los rendimientos esperados, precios de mercado de los productos y los costos de producción estimados para cada cultivo.

En **Anexo**, se presentan las hojas de costos de producción de los cultivos, asimismo, los rendimientos promedios que se proyectan obtener. Por otra parte, en el cuadro que sigue, se presenta el valor de la producción agrícola con proyecto e ingresos netos o utilidades.

Cuadro N° 2.2.3

Valor de la producción agrícola total con proyecto

CULTIVO	Superf. (has)	Ingreso bruto unitario (\$us/ha)	Costo Unitario (\$us/ha)	Ingreso neto unitario (\$us)	Ingreso neto total (\$us)
Durazno	190	4.200,0	1.257,0	2.943,0	559.170,0
Maíz grano	40	792,0	643,0	149,0	5.960,0
Papa verano	55	2.500,0	1.692,0	808,0	44.440,0
Alfalfa	50	1.920,0	934,0	986,0	49.300,0
Vid	25	3.240,0	1.064,5	2.175,5	54.387,5
Zanahoria	10	1.875,0	781,0	1.094,0	10.940,0
Papa misca	50	2.750,0	1.743,0	1.007,0	50.350,0
Cebolla cabeza	10	2.250,0	1.347,5	902,5	9.025,0
Zanahoria semilla	10	6.000,0	931,5	5.068,5	50.685,0
Cebolla semilla	10	6.000,0	1.469,0	4.531,0	45.310,0
TOTAL	450	-	-	-	879.567,5

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2.013.

El valor e ingreso neto de la producción agrícola total con Proyecto, en el área de influencia del mismo se incrementa considerablemente, ello se debe a varios factores, principalmente al incremento de la producción y productividad agrícola como consecuencia del riego.

Este valor o ingreso neto alcanza a **879.567,5 \$us por año** que representa un ingreso neto promedio de **2.443,24 \$us por familia por año** considerando a las 360 familias o usuarios que se beneficiaran con el proyecto.

2.2.7 Incremento del valor neto de la producción agrícola con proyecto

Conociendo los ingresos netos de la producción agrícola de la situación actual o sin proyecto como también así los ingresos netos de la situación proyectada, determinamos el incremento de los ingresos netos de la producción agrícola como consecuencia de la implementación del proyecto. Relación que presentamos en el cuadro siguiente.

Cuadro 2.2.4

Incremento del valor neto de la producción agrícola con el proyecto

Parámetro de evaluación	Valor neto Sin proyecto (\$us/año)	Valor neto Con proyecto (\$us/año)	Incremento del valor neto (\$us/año)
Ingresos netos de la producción Agrícola	483.187,50	879.567,5	396.380,0
Ingreso promedio por familia	1.342,19	2.443,24	1.101,05

Fuente: Elaboración propia, septiembre 2.013.

Estos parámetros de incrementos se plantean alcanzar siempre y cuando los agricultores realicen la programación de siembras agrícolas al año, cultivando 450 hectáreas por año, en las 285 hectáreas físicas disponibles para el riego en la zona del proyecto.

2.2.8 Comercialización, mercados y transformación de la producción agrícola

2.2.8.1 Lugares, mercados y flujos de comercialización

La producción agrícola de la zona del proyecto tiene sus mercados naturales principales en la ciudad de Tarija y en los mercados del interior del país

Tomando en cuenta que los volúmenes más importantes de la producción destinada a la comercialización, corresponden al durazno, cuya producción anual tiene su mercado asegurado en el mercado nacional ya sea como durazno fresco y también como sus productos derivados, principalmente el pelón. En consecuencia, la producción agrícola esperada con el proyecto, cuenta con mercados seguros y en condiciones ventajosas.

2.2.8.2 Formas de comercialización

Las formas de comercialización son, mediante la venta directa del productor al consumidor y la venta a los intermediarios, venta que se realiza principalmente en efectivo y en muy baja escala en forma de trueque o intercambio.

La mayor parte de los productos se comercializan en fresco en el caso de papa, cebolla, zanahoria. Mientras que la producción de durazno en un gran porcentaje se comercializa como producto procesado en pelón y otros derivados. La producción uva, también se comercializa en un alto porcentaje como producto derivado como los vinos y singanis artesanales. Finalmente las semillas de zanahoria y cebolla, en su totalidad se comercializan precisamente como semilla.

2.2.8.3 Transformación y/o procesamiento

Como se indico, las formas de procesamiento y/o transformación se presenta principalmente en los producción de durazno y uva y en menor escala en otros productos como ser:

El durazno, se deshidrata y se obtiene el “pelón”, el que se destina principalmente a la venta.

La uva, se procesa para la obtención de los vinos y singanis artesanales que muy buena aceptación en los mercados locales del departamento.

El maíz, se muele en los molinos comunales, obteniendo las harinas que luego se destina a la venta y a la elaboración de pan, tortillas, chicha, etc.

La alfalfa, se procesa y obtiene el forraje henificado o heno que se destina para el ganado en la época seca o de escasez de forraje.

2.2.9 Supuestos y riesgos para las tendencias y propuesta productiva

El logro y cumplimiento de las tendencias y propuesta productiva con el proyecto, pueden presentar algunas limitantes o supuestos que si no se trabajan en la búsqueda de soluciones, pueden incidir en el no cumplimiento de la propuesta. Entre estos riesgos se identifican las siguientes:

La población no tiene la suficiente experiencia y tradición en gestión de embalses. Esta limitante debe ser superada. Entre las posibles soluciones se tiene para ello, la ejecución de un Programa de Asistencia Técnica Integral.

Otra limitante actual, consiste el poco apoyo institucional hacia los agricultores, con crédito e incentivos a la producción, insumos agrícolas (semillas, abonos, fertilizantes, pesticidas, etc.) y maquinaria. Este tema se tiene que solucionar a través de la organización y autogestión de los agricultores y en el apoyo institucional con programas de apoyo a la producción, aunque últimamente a través del PROSOL se intenta suplir esta deficiencia.

Finalmente, otra posible limitante que se percibe, consiste que la población esta acostumbrada a esperar que las plantaciones de durazneros sigan produciendo en forma indefinida, sin tener en cuenta que las mismas tienen una vida útil donde el frutal es rentable y luego se debe reponer gradualmente con plantaciones nuevas, Por lo tanto para que concrete plenamente en el tiempo la propuesta agrícola o tendencia, los productores deben planificar un proceso de renovación de plantaciones de los frutales en forma gradual para no alterar el ciclo productivo y socioeconómico de la población.

2.3 Sistema de riego proyectado (diseño conceptual del proyecto)

2.3.1 Planteamiento, alcances y descripción del proyecto

2.3.1.1 Componentes del sistema de riego proyectado

a) Planteamiento de los componentes del sistema de riego proyectado

El planteamiento de los componentes, esquemas y alcances del Proyecto de Riego Tomayapo, es bastante simple y la idea desde siempre fue la construcción de una presa para embalsar las aguas del Río Tomayapo, la misma que debe estar ubicada en la cabecera del Valle de Tomayapo o aguas arriba del mismo, de manera que luego de este embalse, se largara el agua al río para su captación y conducción a las áreas de riego a través de las 67 tomas e igual numero de canales existentes a lo largo del Valle de Tomayapo.

Es decir, el Sistema de Riego Tomayapo en su conjunto o visto como un solo sistema para todo el Valle de Tomayapo, comprende una red de 67 captaciones y 67 canales de conducción incluyendo sus obras de arte menor, que permite dotar de riego a las 67 zonas de riego existentes en las 7 comunidades a lo largo y en ambas márgenes del Río Tomayapo.

Esta infraestructura al presente ya fue mejorada aproximadamente en un 80%. Es decir que el Sistema de Riego Tomayapo, ya tiene completamente implementada la red de captaciones y conducción implementada desde muchos años antes, red que responde a las características topográficas y de ubicación de las diferentes zonas de riego y también responde al sistema de operación y distribución del agua a nivel comunal y zonal que ya esta establecido desde tiempos ancestrales.

En consecuencia, ya existe un nivel de Gestión del Sistema de Riego que contempla la organización del riego a nivel comunal e intercomunal, ya están establecidos los derechos sobre el agua a nivel comunal y zonal, existe un forma de operación del sistema en general,

existe una modalidad de distribución del agua a nivel comunal y zonal (67 zonas de riego) y finalmente se tiene establecido un plan de mantenimiento anual de la infraestructura existente.

Por lo tanto, para completar el esquema del Sistema de Riego Tomayapo, simplemente falta la infraestructura que permita almacenar el agua del Río Tomayapo en la época de lluvias, para luego largar y suministrar el agua al río en los meses que falta (septiembre – noviembre) y esta sea captada y conducida a las 67 zonas de riego a través de la infraestructura ya existente.

Por lo tanto, el planteamiento del presente proyecto, comprende la construcción de una presa sobre la Quebrada Valle Hermoso, ubicada aguas arriba de los actuales sistemas de microriego existentes en la zona, esta presa constara además de una toma y canal de trasvase desde el Río Tomayapo y de las obras requeridas para asegurar la operación adecuada de la misma como ser vertedero de excedencias, compuertas, etc.

Esta infraestructura garantizará el riego de las 285 hectáreas actualmente cultivadas bajo medio riego o subriego y riego complementario en las 7 comunidades incluidas en el proyecto, beneficiando con riego a 360 familias de la zona.

b) Subsistemas y zonas de riego del proyecto

Actualmente, los regantes manejan la gestión del riego en base a los 67 sistemas de microriego o zonas de riego existentes, es decir la organización, distribución del agua, sus derechos o turnos de riego y las tareas de mantenimiento están establecidas desde hace muchos años. Lo cual se respetará y se tomará en cuenta para la propuesta de gestión del proyecto.

Una relación de los subsistemas o zonas de riego se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.3.1

Relación de la infraestructura de riego

Comunidad	Numero de sistemas	Canal de tierra (km.)	Canal de H°C° (km.)	Total Canales (km.)	Areas de riego (ha.)	Usuarios del riego (N°)
Obispo	10	24,2	0,5	24,7	21,0	40
La Parroquia	8	18,6	0,3	18,9	49,0	53
Loros	7	8,5	1,0	9,5	25,0	22
San Francisco	11	22,1	1,5	23,6	66,0	59
Huancar	7	7,4	0,7	8,1	42,0	33
Pucu Pampa	11	12,0	0,8	12,8	31,0	23
Chinchilla	13	23,6	0,1	23,7	51,0	70
TOTAL	67	116,4	4,9	121,3	285	300

Fuente: Factibilidad Proyecto Múltiple El Molino(1989), complementada con información propia.

Según el estudio del Proyecto Presa El Molino (1989), en la zona existen 67 sistemas de microriego, es decir 67 tomas y 67 canales de conducción que totalizan 121,3 km., de los cuales 116,4 km. son de tierra y 4,9 km. corresponde a canales mejorados con H°C°, con dicha infraestructura se hace un riego complementario y/o subriego 285 ha, con 300 regantes. Cuyo resumen es el que se presenta en el cuadro siguiente:

En consecuencia, a través del presente estudio y luego de analizada dicha información, se verifico en campo la misma y de manera general se pudo establecer lo siguiente:

Al parecer, con el propósito de solucionar el problema de la falta de agua para riego en el Valle de Tomayapo, en los últimos años y en el presente, se realizan varios esfuerzos e inversiones en la construcción de tomas y el revestimiento de canales a través de entidades como el Municipio, Subgobernacion, DRIPAD, CIAP, FDC, FPS, etc.

Tomas o captaciones: Evidentemente existen las 67 tomas a lo largo del Río Tomayapo en las siete comunidades, sin embargo actualmente aproximadamente el 80% de las mismas

fueron construidas y/o mejoradas en los últimos años a través de diferentes tipos de obras con H°C°, sin que ello signifique necesariamente que el tipo de obras construidas sean las mas apropiadas.

Red de distribución o canales: También se evidencio que existen los 67 canales a lo largo del río Tomayapo en las siete comunidades, sin embargo actualmente aproximadamente el 85% - 90% de los mismos fueron construidos y/o mejorados en los últimos años a través del revestimiento con H°C°, faltando solo algunos tramos para completar el revestimiento de la totalidad de los canales existentes. Prueba de ello es que en las dos ultimas gestiones se tiene previsto revestir 23,5 km. de canal tarea que se ejecuta a la fecha con normalidad a través de varios frentes de trabajo.

Areas de riego: Según el estudio de factibilidad de La Presa El Molino, existen 285 hectáreas para la producción agrícola bajo riego en el Valle de Tomayapo. Mientras el estudio EI de la Presa El Inventario indica que existen 410 hectáreas para uso agrícola bajo riego, pero el estudio de suelos del mismo proyecto también indica que de las 410 hectáreas existentes, solo 280 hectáreas son aptas para uso agrícola bajo riego (clases 2, 3 y 4) y 130 hectáreas no son aptas para uso agrícola bajo riego (clase 5).

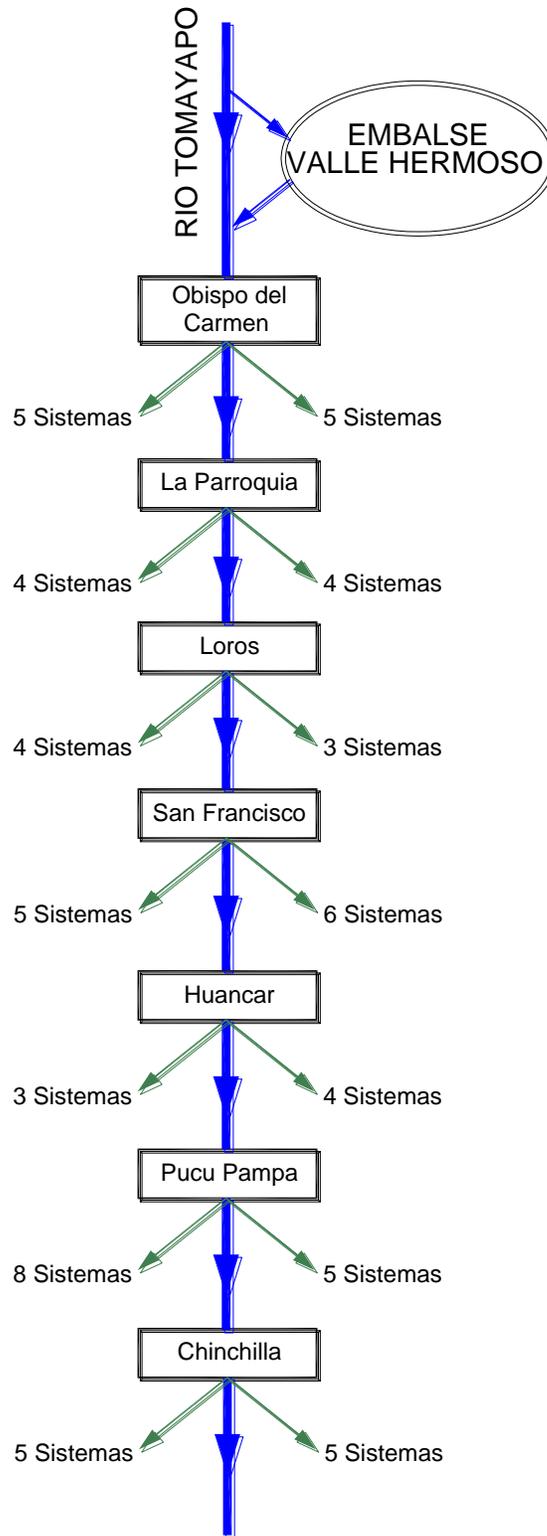
Al respecto verificamos que la cifra de 285 hectáreas para la producción agrícola bajo riego es la que se acerca a la realidad y se asume para definir la propuesta y alcances del presente proyecto.

Numero de regantes: Según el estudio de factibilidad de La Presa El Molino, existen 300 regantes en el Valle de Tomayapo. Mientras el estudio EI de la Presa El Inventario indica una cifra mayor y se pudo establecer que al presente el número de regantes o familias beneficiarias del presente proyecto es de 360 familias.

c) Esquema gráfico del proyecto

Para una mejor ilustración, se incluye un esquema grafico del planteamiento del proyecto, el mismo que se presenta en la siguiente figura.

ESQUEMA GENERAL



2.3.1.2 Gestión del sistema de riego propuesto

El Sistema de Riego Tomayapo ya cuenta con un sistema de Gestión del Riego, es decir ya existe una organización del riego, ya están establecidos los derechos al agua de riego a todo nivel, esta establecida desde años antes la forma de operación y modalidad de distribución del agua y también se practica un plan de mantenimiento anual de la infraestructura de riego. Por lo tanto, con el presente proyecto, solo se reforzara y consolidara la actual gestión del riego a través de un programa de Asistencia Técnica Integral que incluye el mismo.

a) Derechos al agua de riego

Uno de los componentes de la Gestión, está referido a los “Derechos” al agua de riego y estos derechos están definidos a diferentes niveles.

Derechos a nivel de comunidad

Los derechos al agua de cada comunidad, fueron establecidos de acuerdo al número de zonas o subsistemas de riego con que cuenta y la superficie o cantidad de hectáreas a regar. Con la implementación del Embalse, en función a los derechos ya establecidos a este nivel se asignara porcentual mente el agua del embalse que le corresponderá a cada comunidad, precisamente esa tarea se realizara durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral en forma concertada entre usuarios y el apoyo de los técnicos responsables.

Derechos a nivel de zona de riego

En forma similar, los derechos al agua de cada uno de los 67 subsistemas o zonas de riego, fueron establecidos de acuerdo a la superficie o cantidad de hectáreas a regar y numero de regantes. Con la implementación del Embalse, en función a los derechos ya establecidos a este nivel se asignara porcentual mente el cupo de agua del embalse que le corresponderá a cada

zona de riego, también esta tarea se realizara durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral en forma concertada entre usuarios y el apoyo de los técnicos responsables.

Derechos a nivel de usuarios o derechos individuales

Finalmente, los derechos al agua de cada uno de los 360 regantes, fueron establecidos. Con la implementación del embalse, en función a los derechos ya establecidos, que le corresponderá en forma adicional al que ya dispone a cada regante, también esta tarea se realizara durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral en forma concertada entre usuarios y el apoyo de los técnicos responsables.

La adquisición del derecho adicional del agua del Embalse, denotará las siguientes actividades para los regantes:

Para el acceso a los derechos, los usuarios deben participar en la implementación del proyecto, en la organización de la Asociación de Regantes y en la operación y mantenimiento del sistema.

También deben participar, cumpliendo con todas las obligaciones que se estipule para cada socio en los Estatutos y Reglamentos para poder habilitarse como socio.

Luego, si se cumplen las dos condiciones anteriores, las personas con derecho de uso de agua se las denominará socios de la Asociación de Regantes del Sistema de Riego Tomayapo, asumiendo todas las obligaciones y derechos que representa la condición de socio como tal.

b) Operación del sistema de riego

Las principales características en cuanto a la operación del Sistema de Riego, son las siguientes:

El periodo de almacenamiento del agua del Río Tomayapo en el Embalse corresponde al periodo de lluvias (diciembre - abril), pero cada año, antes del llenado del embalse, se debe verificar y realizar las tareas de mantenimiento en la presa y las obras complementarias y también debe realizarse el control del llenado del embalse.

En función a las características agroclimáticas de la zona de riego y necesidades o demanda de riego de la propuesta agrícola planteada, la aplicación de riego complementario corresponde al periodo diciembre – mayo y la aplicación de riego total o completo corresponde al periodo junio – noviembre, en función a ello operara el sistema suministrando el riego en función a las necesidades de los cultivos.

El uso del agua del Río Tomayapo continúa sin alteración bajo el sistema de operación ya definido para las 67 subsistemas o zonas de riego a través de las tomas y canales existentes, y las aguas del embalse serán usadas para cubrir la demanda total de riego, en los meses que los caudales naturales del río no sean suficientes, es decir se usara el agua del embalse en los meses de septiembre, octubre y noviembre, largando la misma del embalse al río para su aprovechamiento a través de los sistemas ya existentes.

Los demás aspectos de la operación del sistema incluyendo el embalse tales como: Control de volúmenes, apertura de válvulas, control de caudales de entrega, cierre de válvulas, etc. Se realizara durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral en forma concertada entre usuarios y el apoyo de los técnicos responsables, con el sistema funcionando, puesto que actualmente no se puede definir en abstracto esta situación.

c) Distribución del agua de riego

Luego de conocer la modalidad de operación de los sistemas de riego, se elabora la propuesta de distribución o entrega de agua a nivel de subsistemas o zonas de riego y usuarios. Que este caso ya existe una modalidad de distribución del agua y a la misma solo resta acoplar la distribución o entrega del agua del embalse.

La entrega y distribución del agua del embalse, se realizara en función a la demanda global establecida para los meses de septiembre, octubre y noviembre, para lo cual simplemente se largara el agua del embalse al Río Tomayapo en dicho periodo para su captación, conducción y aprovechamiento a lo largo del Valle de Tomayapo.

Distribución de agua a nivel de subsistema o zona de riego

Actualmente, en la distribución del agua a cada subsistema o zona de riego le corresponde una cuota parte de la disponibilidad de agua del Río Tomayapo, con el proyecto ello se mantiene y solamente se adiciona la cuota parte del agua del embalse que le corresponderá a cada zona de riego. Aspecto a definir durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral.

Distribución o Entrega de agua a nivel usuario

De forma similar, en la distribución del agua a los usuarios, les corresponde una cuota parte del agua entregada a nivel de zona de riego, con el proyecto ello se mantiene y solamente se adiciona la cuota parte del agua del embalse que le corresponderá a cada usuario. Aspecto a definir durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral.

d) Propuesta de mantenimiento del sistema de riego

El mantenimiento de la infraestructura de riego, es responsabilidad de los regantes. En este caso ya existe una plan de mantenimiento anual de la actual infraestructura de riego, a dicho plan se debe adicionar el mantenimiento del presa y sus demás componentes, por lo tanto se requerirá de cierto control técnico especializado, para lo cual la organización debe gestionar dicho requerimiento.

Consideramos que la Gobernación de Tarija debe asumir el apoyo durante un periodo de 4 años, para asegurar que la infraestructura funcione adecuadamente y se realicen las tareas de mantenimiento necesarias y adecuadas. Con este apoyo se logrará que se garantice la

operación regular del sistema de riego y en particular del Embalse, orientando y guiando para que los regantes luego asuman esta responsabilidad en forma autogestionaria y sostenible.

Inmediatamente después que se concluya con la construcción de la infraestructura de riego que incluye el presente proyecto, se debe complementar al Plan de Mantenimiento ya existente, aspectos importantes como: Inventario de las obras, características en cuanto a capacidades, tipo de material, lista de actividades de mantenimiento, cronogramas de actividades de mantenimiento, costos de mantenimiento, presupuestos, asignación de responsabilidades, definición del financiamiento, etc.

Finalmente, existen requerimientos para la implementación del Plan de Mantenimiento, entre los cuales se mencionan los siguientes:

Debe consolidarse la Asociación de Regantes con tareas y responsabilidades definidas en cuanto al mantenimiento del sistema.

Esta organización debe responder a una estructura de dos niveles, es decir a nivel de embalse y a nivel de subsistema o zonas de riego.

Debe existir apoyo con personal técnico específico.

Deben existir instrumentos y Normas como Manual de Operación y Mantenimiento, Estatutos y Reglamentos.

Se debe definir los aportes de los usuarios para el mantenimiento.

Se puede gestionar acuerdos de la Asociación de Regantes con Instituciones, para el mantenimiento del sistema.

Niveles de mantenimiento

Bajo las consideraciones enunciadas, el mantenimiento del sistema de riego estará dividido en dos niveles:

Primer nivel: Comprende el mantenimiento de la presa y sus componentes.

El Directorio de la Asociación de Regantes, planifica, organiza y ejecuta conjuntamente los involucrados (usuarios, personal técnico requerido) las actividades de mantenimiento de toda la infraestructura disponible a este nivel.

Segundo nivel: Comprende el mantenimiento de captaciones, obras de conducción principal y zonal, como también de las obras de arte existentes en cada una de las zonas de riego, estas actividades serán realizadas por los usuarios que tengan sus parcelas bajo la influencia de dichos canales, cuya organización corresponde al segundo nivel y es independiente en cada zona de riego.

Tipos de mantenimiento

Por las características de la infraestructura será necesario incorporar los siguientes tipos o modalidades de mantenimiento a nivel de todo el sistema de riego:

Mantenimiento rutinario: Se realizará todos los años a todo nivel del sistema de riego, en forma normal y preestablecida. Consiste en las tareas de mantenimiento que establezcan en el ámbito de la presa, tomas y limpieza de canales y tuberías de conducción y obras de arte. Estas tareas se realizarán antes de inicio de la época de riego y durante la época de riego si fuera necesario bajo un cronograma previamente planificado y establecido en forma concertada y que debe ser del conocimiento de todos los usuarios.

Mantenimiento preventivo: Son tareas anticipadas a presentación de problemas en la infraestructura de riego. Consiste en diferentes tareas dependiendo del tipo de infraestructura.

Mantenimiento de emergencia: Son problemas de la infraestructura que generalmente se presentan en forma imprevista, puede presentarse principalmente a nivel tomas, embalse y red de conducción principal como por ejemplo: Destrucción parcial o total de la toma por una riada, Daño de válvulas en el embalse, rotura de tubería o canal de conducción principal, por un derrumbe en algún tramo crítico, etc.

f) Organización para la gestión del sistema de riego

Organización del riego: Por lo general los sistemas de riego en el Valle de Tomayapo están organizados a través de comités de riego, asociaciones de usuarios de riego y las OTBs., los cuales presentan un tipo de estructura organizativa de administrar el sistema o proyecto de riego casi similar, para la operación y mantenimiento de los sistemas actuales de riego ejecutados o en ejecución. Las características de cada forma de administración son:

Comités de Riego: Algunas comunidades realizan la conformación de un comité de riego, el mismo es elegido en un ampliado de la comunidad, el cual es de amplia aceptación por los usuarios, el número de miembros por cada comité de riego estará de acuerdo al tamaño y de la complejidad del sistema de riego.

Por la interdependencia del riego, la conformación de este comité, por lo general es de tres miembros: el presidente, vicepresidente y secretario. Este comité de riego como los usuarios tiene derechos y obligaciones, en la Administración, Manejo, Operación y Mantenimiento del sistema o acequia, las funciones del comité solo se enmarcan en la actividad del riego.

Organizaciones Territoriales de Base (OTB): Otra forma de administrar el sistema de riego en el valle de Tomayapo, es por medio de las Organizaciones Territoriales de Base (OTBs.), estos miembros aparte de realizar gestiones de desarrollo de la comunidad, ejecutan las funciones de una junta de usuarios, las cuales participan activamente en la ejecución del

proyecto y en la administración, Manejo, Operación y Mantenimiento del sistema o acequia, las OTBs por lo general se hallan conformado por tres miembros: un presidente, vicepresidente y un secretario.

Sobre esta base, con la implementación del presente proyecto, se debe fortalecer y consolidar la organización del riego, actividad que se tiene prevista realizar durante la ejecución del programa de Asistencia Técnica Integral a ejecutarse con el proyecto.

2.3.2 Determinación del área de riego incremental (balance hídrico)

La determinación del Balance Hídrico entre la oferta de agua de la fuente disponible y la demanda de agua para el riego de las áreas incluidas en el presente proyecto, se realizó en base a la información que a continuación se describe en forma secuencial.

2.3.2.1 Datos climáticos

En el área del proyecto y zonas aledañas, se cuenta con poca información climática, por lo que luego de un análisis detallado al respecto, se optó por asumir la información utilizada en el Estudio de la Presa El Inventario, donde se realizó un análisis al respecto.

a) Precipitación pluvial

La precipitación pluvial, se asumió la información de la estación pluviométrica de Tomayapo por ser la única ubicada dentro del área de riego del proyecto y en consecuencia es la más representativa.

La precipitación se caracteriza por un periodo seco de mayo-octubre con escasa o muy baja precipitación y un periodo más húmedo de noviembre-abril, en el que se concentra la baja precipitación anual que caracteriza a esta zona. La precipitación media anual es de 237 mm.

b) Temperaturas

Los registros de la estación de temperaturas de la estación de Tomayapo, tienen un periodo de registros todavía corto y al parecer no reflejan a cabalidad estos parámetros, en consecuencia se asumió los datos de temperaturas determinados en el estudio de la Presa El Inventario en base a la gradiente térmica para una altura de 2.720 msnm empleando para este análisis los datos de temperaturas de Iscayachi (3.500 msnm) y de El Puente (2.500 msnm).

Los datos de temperaturas de la zona se caracterizan por un periodo frío de invierno y otro periodo templado-caluroso de verano. La temperatura media anual es de 16,97°C, la temperatura máxima media es de 24,35°C y la temperatura mínima media es de 9,60°C.

Otros datos climáticos como: Humedad relativa, horas sol y velocidad del viento, que son necesarias para el cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) no existen en la zona del proyecto ni en zonas cercanas, por lo que se optó por determinar la ETP solo en base a temperaturas.

c) Fenómenos naturales adversos

En la zona del proyecto, se presentan algunos fenómenos naturales adversos, como las heladas, que se presentan en el periodo junio-agosto, pero también una característica que se presenta en forma recurrente son las heladas tardías en algunos años, presentándose incluso hasta octubre, situación que causa pérdidas en la producción de durazno principalmente.

Las granizadas que se registran en algunos años en el periodo noviembre-diciembre y finalmente las sequías que ocurren por la baja precipitación de la zona, el retraso de las lluvias en algunos años o cuando se suspenden temporalmente las lluvias en pleno periodo de lluvias, causando pérdidas en la producción agrícola.

Las sequías, se constituyen en el fenómeno natural adverso el más perjudicial en la actualidad para la producción agrícola del proyecto, situación que genera una fuerte migración temporal y pobreza en la población de la zona.

Un resumen de la información climática utilizada en el Balance Hídrico para el proyecto, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.3.2

Resumen de información climática para el proyecto

Parámetros Climáticos	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	TOTAL MEDIA
Temp. Media (°C)	12,93	12,60	14,40	15,70	19,22	19,53	20,33	19,10	18,72	19,58	17,56	14,02	16,97
Temp. Máx. Media(°C)	21,99	21,65	23,21	24,49	26,31	26,18	26,09	24,67	24,68	25,60	24,44	22,90	24,35
Temp. Mín. Media (°C)	3,83	3,54	5,58	6,91	12,13	12,87	14,57	13,54	12,75	13,56	10,67	5,15	9,60
Precipitación Anual (mm)	0,22	0,00	1,42	4,50	17,08	22,14	40,75	61,85	47,35	35,00	5,70	1,00	237,00

Fuente: SENAMHI, Estación climatológica de: Tomayapo pueblo, estudio Presa El Inventario.

2.3.2.2 Demanda o requerimiento de agua de riego para el proyecto

El cálculo del Requerimiento de Riego o Demanda de Agua y Área de Riego Incremental, se realizó aplicando el programa de Calculo del Área Bajo Riego Optimo (ABRO 02 versión 3,1), del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, Servicio Nacional de Riego, a través de la Guía para la Elaboración de Proyectos de Riego Mayores en su última versión de marzo de 2010 (actualmente vigente), cuyos componentes arrojan directamente los resultados en función a los datos introducidos.

El cálculo que se efectúa a través de este programa, requiere de una serie de datos e información agroclimática que se introduce con cierta secuencia y son los que a continuación se describen y los resultados de la demanda o requerimiento de agua para riego y área de riego incremental son generados por el programa y son presentados en el **Anexo 3**.

a) Identificación del proyecto

Se introducen los datos que identifican al proyecto en función a su ubicación política, geográfica, altitud y zona agroecológica, lo que determina que el programa brinde una lista

opcional cerrada de cultivos y sus coeficientes de cultivo (Kc), en función a la ubicación agroclimática del proyecto, que para nuestro caso, el mismo se ubica en la zona agroclimática de valles.

b) Evapotranspiración potencial (ETp)

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial (ETp), el programa aplica el método de Penman Monteith que contempla cuatro opciones de cálculo en función a la información climática que se dispone, en nuestro caso, optamos por la opción 3 solo empleando los datos de temperaturas (temperatura mínima media y temperatura máxima media). También se introduce los datos de Latitud y altitud de la zona de riego.

Los resultados del cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP) para el proyecto se presentan en el cuadro siguiente.

**Cuadro N° 2.3.3
Evapotranspiración Potencial ETP (mm) (Método Penman Monteith)**

Meses	ETP (mm)
Junio	99,59
Julio	94,92
Agosto	112,22
Septiembre	131,82
Octubre	148,99
Noviembre	152,12
Diciembre	153,11
Enero	145,56
Febrero	127,76
Marzo	132,63
Abril	114,79
Mayo	106,26
Anual	1.510,78

Fuente: Elaboración propia, programa ABRO 02 versión 3.1

c) Área regable existente en la zona e incluida en el proyecto

De acuerdo a la cuantificación de áreas y oferta de agua de las fuentes consideradas, realizado en la zona de influencia del presente proyecto, se tomó en cuenta en principio todas las áreas potenciales existentes en las 7 comunidades beneficiarias del proyecto, las mismas alcanzan a

285 hectáreas físicas cultivables para riego con el proyecto. La relación de las áreas de riego actual y áreas potenciales para el proyecto, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2.3.4

Áreas físicas regables del proyecto

Comunidades	Total áreas existentes en la zona del proyecto (has.)	Áreas incluidas en el proyecto (has.)
Obispo	21	21
La Parroquia	49	49
Loros	25	25
San Francisco	65	65
Huancar	41	41
Pucu Pampa	31	31
Chinchilla	53	53
Total	285	285

Fuente: Estudio de Factibilidad Presa El Molino.

Actualmente se cultiva aproximadamente el 90% de las 285 hectáreas físicas disponibles bajo un régimen de producción principalmente con cultivos perennes como duraznero, alfalfa, vid y otros anuales como maíz, papa, zanahoria semilla, cebolla semilla, zanahoria, cebolla cabeza, etc. Donde es frecuente la práctica de cultivos asociados entre frutales y cultivos anuales por la poca disponibilidad de tierras de cultivo.

En el periodo diciembre – mayo, donde se dispone de agua en el Río Tomayapo, se practica el riego complementario para culminar la cosecha de la época, mientras que en periodo junio – noviembre se practica una agricultura bajo un régimen de subriego o medio riego por que no existe agua suficiente y solo aplican dos riegos a los frutales en todo el periodo hasta que llegan las lluvias.

Finalmente, el cuadro refleja que las 285 hectáreas existentes en la zona de influencia que son incluidas en el proyecto, es decir que en este caso, el proyecto tiene una cobertura del 100% del área de cultivo disponible en las 7 comunidades.

d) Capacidad máxima

La capacidad máxima de la infraestructura de riego en la situación sin proyecto, corresponde a 67 captaciones y similar número de canales de conducción principal de tipo mejorado y precario, infraestructura que es subutilizada en el periodo de estiaje por la falta de agua.

En el presente proyecto, no se incluirá la construcción y/o mejoramiento de tomas y canales por que ya existe esta infraestructura e incluso se verifico que varios de los canales están sobredimensionados en su capacidad de conducción con relación a las áreas de riego que corresponde a cada canal, es decir existe esta infraestructura pero lo que no existe es agua en el estiaje, siendo este el problema principal que se pretende resolver con el almacenamiento de agua en el periodo de lluvias para su aprovechamiento en el periodo de estiaje.

e) Eficiencias del sistema de riego

La eficiencia se determina en base a la siguiente expresión: $Eft = Efp * Efc * Efd * Efa$;

Donde:

Eft = Eficiencia de riego total.

Efc = Eficiencia de conducción.

Efd = Eficiencia de distribución.

Efa = Eficiencia de aplicación.

Los valores de las eficiencias parciales y totales, se estiman en base al tipo de infraestructura principal y secundaria adoptada para el sistema de riego, operación y mantenimiento, métodos de riego, experiencia y destreza de los agricultores para su manejo, topografía del entorno, tipo de suelos, etc.

En consecuencia, en base a los aspectos mencionados, se asume para el proyecto las eficiencias de riego reflejadas en el cuadro siguiente:

Cuadro N°2.3.5

Eficiencias del sistema de Riego

Eficiencias	Sin proyecto (%)	Con proyecto (%)
Captación	90	95
Conducción	85	93
Distribución	80	92
Aplicación	60	65
EFICIENCIA TOTAL	36,72	52,83

Fuente: Elaboración propia

El cuadro refleja que con el proyecto, se plantea mejorar en algo las eficiencias de captación, conducción y aplicación, situación que resultaría contradictoria con relación a que el proyecto no contempla obras de captación y conducción, sin embargo los incrementos planteados se puede lograr con una fase de apoyo, acompañamiento y asistencia técnica en la Gestión del Sistema de Riego que es imprescindible ejecutar, de lo contrario será difícil lograr los objetivos, metas, autogestión y sostenibilidad del proyecto.

f) Precipitación efectiva

La precipitación efectiva se determinó aplicando la metodología que proporciona el programa ABRO, la misma que se estima en base a los datos de la precipitación media y empleando la ecuación establecida para la zona agroclimática de Valles siguiente:

$$Pe = (Pm - 15) * 0.75$$

Donde:

Pe = Precipitación efectiva

Pm = Precipitación media mensual

0.75= Coeficiente para zona de valles

Cuyos resultados se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.3.6
Precipitación efectiva Pe (mm)

REF.	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	TOTAL
Pm (mm)	0,22	0,00	1,42	4,50	17,08	22,14	40,75	61,85	47,35	35,00	5,70	1,00	237,00
Pe (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,56	5,36	19,31	35,14	24,26	15,00	0,00	0,00	100,62

Fuente: Elaboración propia.

g) Cédula de cultivos

Se obtuvo la cédula de cultivos sin proyecto o situación actual y se definió la cédula de cultivos a implementarse con el proyecto, Ambas cédulas se introducen al programa de cálculo, las mismas que se presentan en los cuadros siguientes.

Cuadro N°2.3.7
Cédula y superficies de cultivos sin proyecto

Cultivos	Area de cultivo perennes y cultivos anuales (en limpio) (ha.)	Areas de cultivos asociados (ha.)	Total áreas de cultivo por año (ha.)
Durazno	180	0	180
Maíz grano	15	15	30
Papa ver.(interm.)	15	35	50
Alfalfa	10	30	40
Vid	10	0	10
Zanahoria	0	5	5
Papa misca(precoz)	20	20	40
Cebolla cabeza	0	5	5
Zanahoria semilla	5	0	5
Cebolla semilla	5	0	5
TOTAL	260	110	370

Fuente: Elaboración propia y Estudio EI Presa El Inventario

Actualmente, en el área de influencia del proyecto, existen 285 hectáreas físicas cultivables, donde se realizan tres siembras por año, totalizando 260 hectáreas de cultivos perennes y cultivos anuales (en limpio) y también se cultivan 110 hectáreas con cultivos anuales asociados con los frutales, totalizando 370 cultivadas por año, es decir se tiene un Índice de Ocupación del Suelo de 1:1,30, es decir del 130%.

La siembra de invierno-primavera (misca), con cultivos anuales como papa misca, zanahoria semilla y cebolla semilla que se cultivan bajo subriego o medio riego. La siembra de verano con cultivos anuales como maíz grano, papa verano, cebolla cabeza y zanahoria que se cultivan bajo un régimen de riego complementario. Finalmente se tiene la siembra o cultivos perennes principalmente representados por la producción de durazno y en menor escala vid y alfalfa que se producen bajo un régimen de subriego y riego complementario.

Una característica muy importante que se presenta en el sistema productivo de la zona, es la practica de cultivos asociados entre frutales (durazneros) y cultivos anuales, esta practica se realiza con el propósito de optimizar el uso del suelo debido a la excesiva parcelación y minifundio que caracteriza a la zona, por ello resulta un poco difícil cuantificar las áreas de cada cultivo y su demanda de riego por cultivo en forma individual.

Se aclara que en la zona del proyecto, al margen de los cultivos mencionados en la cédula de cultivos, existen otros más que se cultivan en menor escala, como arveja, hortalizas para el autoconsumo y algunos frutales como nogales, higueras. Sin embargo para el presente análisis no se toman en cuenta, puesto que se trata, de asumir un patrón ó cedula de cultivos representativos y no necesariamente se debe incluir a todos los cultivos.

Cuadro N°2.3.8

Cédula y superficies de cultivos con proyecto

Cultivos	Area de cultivos perennes y cultivos anuales en limpio (ha)	Areas de cultivos asociados (ha.)	Total áreas de cultivo por año (ha.)
Durazno	190	0	190
Maíz grano	15	25	40
Papa ver.(interm.)	10	45	55
Alfalfa	10	40	50
Vid	25	0	25
Zanahoria	0	10	10
Papa misca(precoz)	40	10	50
Cebolla cabeza	0	10	10
Zanahoria semilla	10	0	10
Cebolla semilla	10	0	10
TOTAL	310	140	450

Fuente: Elaboración propia y Estudio EI Presa El Inventario

Para la situación planteada en la propuesta con proyecto se tiene 285 hectáreas físicas cultivables, donde se realizan tres siembras por año, totalizando 310 hectáreas de cultivos perennes y cultivos anuales (en limpio) y también se cultivan 140 hectáreas con cultivos anuales asociados con los frutales, totalizando 450 cultivadas por año, es decir se tiene un Índice de Ocupación del Suelo de 1:1,58, es decir del 158%.

La siembra de invierno-primavera (misca), con cultivos anuales en limpio y asociados como papa misca, zanahoria semilla y cebolla semilla que se cultivan bajo subriego o medio riego. La siembra de verano con cultivos anuales en limpio y asociados como maíz grano, papa verano, cebolla cabeza y zanahoria que se cultivan bajo un régimen de riego complementario. Finalmente se tiene la siembra o cultivos perennes principalmente representados por la producción de durazno y en menor escala vid y alfalfa que se producen bajo un régimen de subriego y riego complementario.

Por otra parte, en la propuesta con proyecto, se plantean las tres situaciones siguientes:

La primera situación, para el cálculo de la demanda de riego, solo se toma en cuenta las 310 hectáreas de cultivos perennes y cultivos anuales en limpio. Mientras que las 140 hectáreas de cultivos asociados no se toma en cuenta para el cálculo de la demanda de riego por que se considera que con el suministro de riego a los cultivos de frutales principalmente, simultáneamente se cubre la demanda de los cultivos asociados que ocupan la misma área de cultivo al mismo tiempo.

La segunda situación planteada, considera el calculo de la demanda de riego para todo el área disponible (100%), es decir para las 285 hectáreas físicas disponibles, donde se cultivaran 310 hectáreas por año con cultivos perennes y cultivos anuales (en limpio), es decir sin tomar en cuenta para el calculo de la demanda a las 140 hectáreas de cultivos asociados, pero las mismas si son tomados en cuenta para fines de evaluación del proyecto.

Finalmente, la tercera situación considera, se refiere al cálculo de la demanda de riego, solo considerando el 75% de la demanda total calculada anteriormente. En este caso, el restante 25% de la demanda total, se considera que se cubre con la restitución del agua al cauce que es

una característica muy particular y notoria que se presenta en la zona y a lo largo del curso del río.

h) Restitución de caudales aguas abajo y su aprovechamiento para el riego

La zona del proyecto, tiene características particulares que permiten considerar el tema de restitución de caudales para nuevamente ser aprovechados para riego a lo largo del cauce del Río Tomayapo, esta consideración la planteamos en base a los siguientes criterios:

- El área de riego, esta constituida por pequeñas parcelas de forma y topografía variable ubicadas en ambas márgenes del Río Tomayapo a lo largo de la 7 comunidades que representa una distancia de 45 km.
- A lo largo del curso principal del Río Tomayapo y áreas de riego, existen 67 tomas y similar numero de canales, lo que permite a las tomas de aguas abajo captar el agua remanente o de restitución que generan los sistemas de riego ubicados aguas arriba.
- Considerando los dos aspectos anteriores y otros aspectos como ser: La destreza en el manejo del riego a nivel parcela por los agricultores, las perdidas naturales por infiltración, percolación, escorrentía, perdidas en las captaciones e incluso algún pequeño aporte del curso principal y/o quebradas laterales a lo largo del valle, siempre existirá un caudal de restitución del agua de riego de las parcelas ubicadas en la parte superior hacia las parcelas ubicadas aguas abajo del río.
- También se puede indicar que actualmente con el pequeño caudal existente en el río en el periodo de estiaje (10 l/s agosto), se percibe claramente este fenómeno de restitución del parte del caudal al cauce del río, con la implementación del proyecto que tiene previsto el manejo de caudales entre 100 l/s y 150 l/s, este fenómeno se registrara en mayor proporción por los aspectos antes mencionados.
- En consecuencia, se asume que este caudal de restitución al cauce principal para su aprovechamiento en el riego aguas abajo a través de las diferentes tomas, permitirá cubrir la demanda de riego del 25% del área de riego.

- En ese sentido, para el dimensionamiento del embalse, se considera este aspecto, por lo tanto se puede dimensionar la capacidad del embalse considerando solo la demanda de riego del 75% de de la demanda total calculada para la propuesta agrícola planteada con el proyecto, sin que ello signifique que para fines de evaluación y justificación del proyecto se deja al margen al 25% del área considerada inicialmente o que se considere como un proyecto de alcance parcial.

i) Calendario de cultivos

Para el cálculo del balance hídrico, se considera el calendario agrícola sin proyecto y la propuesta del calendario agrícola con proyecto, donde no se introducen cambios significativos en el calendario de cultivos por tratarse de un mismo patrón de cultivos que tiene bien definidas las épocas de siembra y de los mismos.

El calendario agrícola actual, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.3.9
Calendario de cultivos actual o sin proyecto

CULTIVOS	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Durazno				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC	xxC	
Maíz grano							Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxC
Papa ver.(interm.)								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC
Alfalfa	xxxx	xxxx	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxC	xxxx	xxxx	xxC	xxx	xxx	xxC
Vid				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC	xxC	xC
Zanahoria								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Papa misca(precoz)				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxC					
Cebolla cabeza								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC
Zanahoria semilla	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC							
Cebolla semilla	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC							

Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en campo

S = Siembra, C = Cosecha P = Plantación

El calendario agrícola propuesto para el proyecto, se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2.3.10
Calendario de cultivos actual o sin proyecto

CULTIVOS	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Durazno				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC	xxC	
Maíz grano							Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxxC
Papa ver.(interm.)								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC
Alfalfa	xxxx	xxxx	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxC	xxxx	xxxx	xxC	xxx	xxx	xxC
Vid				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxC	xxC	xC
Zanahoria								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Papa misca(precoz)				Sxxx	xxxx	xxxx	xxxC					
Cebolla cabeza								Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC
Zanahoria semilla	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC							
Cebolla semilla	Sxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxC							

Fuente: Elaboración propia en base a información recabada en campo

S = Siembra, C = Cosecha P = Plantación

j) Coeficientes de cultivo

Para la zona del proyecto se asumen los coeficientes de cultivo (Kc) para zona de Valles, determinados experimentalmente por el PRONAR, a través de un programa de investigación aplicada específica para diferentes zonas agroclimáticas de Bolivia.

Sin embargo para el caso del durazno, se realizó un análisis amplio de sistema de producción de este cultivo y se considero que los coeficientes de cultivo determinados por el PRONAR son muy elevados para este cultivo, por lo que se decidió asumir los Kc determinados para este cultivo por Cal. U. S. A. y ajustados en México por S. R. M. y en Argentina por U. N. S.

En el cuadro que sigue se presentan los coeficientes de cultivo (Kc) para los cultivos seleccionados para la propuesta. Es decir sin considerar los cultivos que se cultivan íntegramente como cultivos asociados como la zanahoria y cebolla cabeza.

Cuadro N° 2.3.11

Coefficientes de cultivo con proyecto

CULTIVOS	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Durazno				0,39	0,62	0,87	0,95	0,94	0,81	0,57	0,32	
Maíz grano							0,24	0,41	0,80	1,08	1,03	0,80
Papa ver.(interm.)								0,24	0,74	1,02	0,75	0,48
Alfalfa	0,82	0,67	0,71	1,09	1,13	0,70	1,14	1,15	0,66	0,83	1,07	0,66
Vid				0,45	0,60	0,70	0,70	0,70	0,65	0,62	0,50	0,30
Papa misca(precoz)				0,24	0,74	1,02	0,48					
Zanahoria semilla	0,68	0,82	0,97	0,68	0,41							
Cebolla semilla	0,78	0,91	1,05	1,01	1,00							

Fuente: PRONAR.

k) Demanda total y unitaria de agua para riego

La demanda total o requerimiento de agua para riego del proyecto se define considerando, la cédula de cultivos (sin considerar los cultivos asociados), precipitación efectiva, calendarios de cultivo, coeficientes de cultivo, eficiencias, etc. El calculo del requerimiento de riego, fue realizado en aplicación del programa ABRO 02 versión 3.1.

Cuadro N°2.3.12

Demanda total y unitaria de agua para riego del proyecto

Meses	Demanda Total del proyecto (m3/mes)	Area físicas de riego con proyecto (has.)	Demanda unitaria (m3/mes)
Junio	39.095,04	285	137,18
Julio	43.119,92	285	151,30
Agosto	57.986,56	285	203,46
Septiembre	306.260,39	285	1.074,60
Octubre	521.177,59	285	1.828,69
Noviembre	637.094,40	285	2.235,42
Diciembre	570.566,75	285	2.001,99
Enero	429.275,65	285	1.506,23
Febrero	359.553,66	285	1.261,59
Marzo	326.899,87	285	1.147,02
Abril	232.377,09	285	815,36
Mayo	62.148,48	285	218,06
Total(m3/año)	3.585.555,41		12.580,90

Fuente: Elaboración propia

La demanda total de agua para riego para las 285 hectáreas, físicas, donde se cultivan 310 hectáreas por año agrícola (sin tomar en cuenta las 140 hectáreas con cultivos asociados), es de **3.585.555,41 m³/año agrícola**. Mientras que la demanda unitaria de riego, es de **12.580,90 m³/ha/año agrícola** como refleja el cuadro anterior.

2.3.2.3 Oferta de agua

Para determinar la oferta de agua para riego, planteamos las consideraciones siguientes:

- El régimen hídrico en la zona está caracterizado por un periodo de estiaje (mayo-octubre) donde la fuente actual (Río Tomayapo) dispone de caudales mínimos y un periodo húmedo (noviembre-abril) donde la fuente tiene caudales mayores que no son aprovechados.
- En ese sentido, se plantea regular los caudales, para que el agua de verano o periodo de lluvias pueda ser almacenada en el Embalse Valle Hermoso y luego ser aprovechado para el riego en el estiaje o periodo seco.
- El sistema de riego actual constituido por 67 tomas y similar número de canales tiene como fuente el Río Tomayapo y con el proyecto esta infraestructura es tomada en cuenta por que aproximadamente el 80% de la misma ya fue construida y/o mejorada.
- Por lo tanto, la oferta de agua para riego del Embalse Valle Hermoso es para cubrir la demanda de los meses donde se presenta déficit (septiembre – noviembre), ya que en los restantes meses el Río Tomayapo cubre la demanda de riego de todo el área disponible.
- Es decir, que el Embalse Valle Hermoso, esta ubicado en la quebrada del mismo nombre (fuera de cauce del Río Tomayapo), en consecuencia se tiene previsto trasvasar las aguas del Río Tomayapo a través de una toma y un canal al embalse en el periodo diciembre – abril, para ello se prevé llevar un caudal de 100 l/s durante 150 días

considerando el total del área (285 has.) representando un volumen de 1.296.000 M3 que permite cubrir dicha demanda y las pérdidas.

En el capítulo correspondiente al **estudio hidrológico**, se presenta la información detallada referida a la oferta de agua del Río Tomayapo para el proyecto.

En el cuadro siguiente se presenta la oferta en forma mensual y total considerando la oferta total, la oferta restando el trasvase de 100 l/s (promedio) durante 150 días.

**Cuadro N°2.3.13
Oferta mensual de agua Río Tomayapo**

Meses	Oferta total del Río Tomayapo (m3/mes)	Oferta Río Tomayapo Menos trasvase 100 l/s (m3/mes)
Junio	474.336,00	474.336,00
Julio	345.513,60	345.513,60
Agosto	133.920,00	133.920,00
Septiembre	28.512,00	28.512,00
Octubre	45.532,80	45.532,80
Noviembre	406.944,00	406.944,00
Diciembre	1.534.723,20	1.266.883,20
Enero	7.001.337,60	6.733.497,60
Febrero	4.932.748,80	4.690.828,80
Marzo	6.144.249,60	5.876.409,60
Abril	2.680.128,00	2.420.928,00
Mayo	886.550,40	886.550,40
Total(m3/año)	24.614.496,00	23.309.856,00

Fuente: Estudio hidrológico.

2.3.2.4 Balance Demanda-Oferta-Déficit

En base a la demanda y oferta disponible, se procedió a determinar el balance entre demanda - oferta y de esta manera conocer el déficit y/o excedente de agua para el análisis del volumen útil que debe almacenar el Embalse Valle Hermoso para cubrir la demanda total de agua para riego de las áreas propuestas para el proyecto, cuyos resultados se presentan en los cuadros siguientes.

Cuadro N° 2.3.14
Balance entre Demanda Total del Area-Oferta-Déficit

Meses	Demanda total para riego (m3/mes)	Oferta Río Tomayapo Menos trasvase 100 l/s (m3/mes)	Déficit (m3/mes)	Volumen útil req. (a embalsar) (m3/mes)
Junio	39.095,04	474.336,00	0	0
Julio	43.119,92	345.513,60	0	0
Agosto	57.986,56	133.920,00	0	0
Septiembre	306.260,39	28.512,00	277.748,39	277.800,00
Octubre	521.177,59	45.532,80	475.644,79	475.700,00
Noviembre	637.094,40	406.944,00	230.150,40	230.200,0
Diciembre	570.566,75	1.266.883,20	0	0
Enero	429.275,65	6.733.497,60	0	0
Febrero	359.553,66	4.690.828,80	0	0
Marzo	326.899,87	5.876.409,60	0	0
Abril	232.377,09	2.420.928,00	0	0
Mayo	62.148,48	886.550,40	0	0
Total(m3/año)	3.585.555,41	23.309.856,00	983.543,58	983.700,00

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro anterior, refleja que si consideramos el total del área de riego que corresponde a 285 hectáreas físicas, donde se cultivan 310 hectáreas por año, el déficit de agua para riego es de **983.543,58 m3/año**. Por lo tanto, si consideramos que el 25% de la demanda será cubierta por el caudal de restitución, en ese sentido el volumen útil a almacenar en el Embalse Valle Hermoso corresponde al 75% del volumen útil anterior, es decir se debe **almacenar un volumen útil de 737.685 m3/año** para cubrir la demanda de riego de la propuesta agrícola con proyecto.

2.3.2.5 Área de riego incremental

Con la finalidad de establecer el impacto del proyecto, se determinó el área bajo riego óptimo (sin déficit hídrico), en las situaciones “Sin” y “Con” proyecto, determinándose luego por diferencia, el área incremental para el proyecto. Situación que es la siguiente:

Cuadro N° 2.3.15
Area Incremental

Alternativa	Area bajo riego optimo sin proyecto (ha.)	Area bajo riego optimo con proyecto (ha.)	Area Incremental (ha.)
Considerando el total de área (285 ha.)	19,67	310,00	290,33

Fuente: Elaboración propia

2.3.2.6 Caudal unitario

El programa ABRO 02 versión 3.1, También nos genera la información de caudales unitarios máximos, los mismos que nos permiten dimensionar las obras de conducción. En nuestro caso, el caudal unitario máximo es de 0,93 l/s/ha. en el mes de noviembre.

2.3.2.7 Jornadas de riego consideradas para el diseño y operación del sistema.

De igual manera y con el propósito de dimensionar las obras de conducción y operación del sistema de riego, se define las jornadas de riego a adoptarse para el sistema de riego, en este caso ya esta definida la misma y en consecuencia se respeta la misma que es de las 24 horas del día.

3.- PREDISEÑO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA

3.1.- Planteamiento y análisis de alternativas

3.1.1- Identificación de alternativas

La mayor limitante para el desarrollo agrícola en la zona, es la escasez de agua en la época seca, que es coincidente con el periodo de mayor demanda de agua de los cultivos. Escasez que se presenta fundamentalmente por la distribución temporal y la alta variabilidad de las lluvias, que determinan la disponibilidad de agua o la magnitud y distribución de los caudales.

La solución de ese problema se logra con la regulación de los caudales, mediante presas de almacenamiento. Estructuras que por su magnitud se constituyen en la obra principales del proyecto, y por tanto necesariamente, su viabilidad, debe ser analizada detalladamente.

En este sentido, de principio, se estudian las posibilidades de su implementación con el análisis de las características topográficas y geológicas, así como las características hidrológicas de los ríos de la zona, planteando alternativas de solución, referidas a la ubicación, tamaño y tipo de presa, que se podría ejecutar, bajo condiciones técnica y económicamente factibles.

Las alternativas de ubicación de la presa fueron seleccionadas considerando fundamentalmente las condiciones: Hidrológicas, topográficas y geológicas del sitio de presa y del vaso de almacenamiento.

El curso del Río Tomayapo, entre El Molino y Obispo del Carmen (punto de inicio del área de cultivos bajo riego), se ubica en un estrecho valle, donde el río atraviesa la serranía, conformando cerradas rocosas de características adecuadas para la localización de presas, pero son sitios donde no se dispone de vasos de almacenamiento adecuados, por su reducida capacidad.

En éste tramo del río, a pesar de las limitaciones, se planteo y se estudió el proyecto El Inventario (año 2007), presa que se considera en el presente análisis, como una alternativa.

Prácticamente en el mismo sitio del Inventario, pero bajo otro esquema de aprovechamiento, la Gobernación identificó y está analizando otra posibilidad con desvío del río, solución que también es considerada como alternativa.

Por otra parte, se dispone del estudio a nivel de perfil, del proyecto El Cajón, consistente en una presa lateral, situada en el curso de la quebrada del mismo nombre, que es afluente del Río Tomayapo. Donde se dispone de un vaso de dimensiones adecuadas para el almacenamiento suficiente, el cual se alcanzaría con el trasvase de las aguas del Río Tomayapo a través de un canal. Esta presa se considera otra alternativa del proyecto.

Observando las posibilidades de almacenamiento en toda la cuenca, se identificó un sitio de presa en la quebrada de Agua Rica, situada en la margen derecha del Río Tomayapo, cuya confluencia se encuentra frente al pueblo de La Parroquia, y otro en la quebrada de Valle Hermoso, próximo al curso principal del río Tomayapo aguas arriba del sitio de presa del Inventario.

Tomando en cuenta esas posibilidades, las alternativas de almacenamiento para la solución del déficit de agua del valle de Tomayapo, que serán analizadas, son las siguientes:

Alternativa N° 1. Se la identifica con el nombre de “**Presa Cajón**”. La presa se ubicaría en el curso de la quebrada Cajón, a 900 m aguas arriba de la confluencia de esta quebrada con el Río Tomayapo, en la sección cuyo punto central tiene las siguientes coordenadas: Latitud sur 21°21`44 y longitud oeste 64°57`20”

Alternativa N° 2. Presa “**El Inventario**” Esta se ubica en el curso principal del Río Tomayapo, a 1,6 km aguas arriba de El Obispo, cuyas coordenadas del punto central son: Latitud sur 21°18`44” y longitud oeste 65°01`19”

Alternativa N° 3. Corresponde al sitio identificado con el nombre de **Agua Rica** La presa se ubicaría en el curso principal de la quebrada Agua Rica -Lluskhayo, a un km de La Parroquia, en la sección cuyo punto central tiene las siguientes coordenadas: Latitud sur 21°15`43” y longitud oeste 65°02`17”

Alternativa N° 4. Se identifica con el nombre de **Valle Hermoso** y se ubica en el curso de la quebrada del mismo nombre, a 150 m del curso principal del Río Tomayapo, en la sección cuyas coordenadas del punto central son: Latitud 21°19`02” y longitud oeste 65°00`39”

Alternativa N° 5. Presa “**El Inventario II**” Esta se ubica en el curso principal del Río Tomayapo, a 400 m aguas arriba del sitio de presa de la alternativa 2, cuyas coordenadas del punto central son: Latitud sur 21°18`41” y longitud oeste 65°01`14”

Estas alternativas son analizadas y evaluadas considerando aspectos técnicos, económicos y sociales, recomendando, luego de su comparación, aquella factible de realización, para que pueda ser estudiada en detalle.

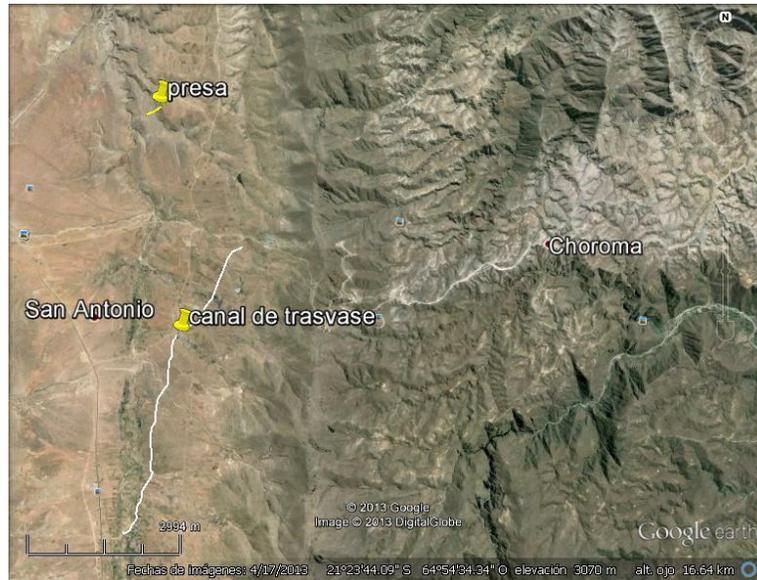
3.1.2.- Alternativa N° 1.- (Presa El CAJON)

3.1.2.1.- Esquema general

La presa se ubicaría en el curso de la quebrada Cajón, bajo el esquema de una presa lateral, con un embalse que permite la regulación de los caudales de la quebrada y el almacenamiento de aguas del Río Tomayapo, transportadas mediante un canal de trasvase, que funcionará durante los 6 meses de la época de lluvias.

En la presa se dispondría de una toma, para restituir el agua al cauce, para alimentar a los canales existentes, que cubren las áreas de riego de todas las comunidades del valle de Tomayapo.

Ubicación



3.1.2.2.- Características del sitio de presa

El sitio seleccionado se ubica en un sector del valle, en V uniforme en ambas laderas, geomorfológicamente es un estrechamiento, en el cual se presentan afloramientos de rocas pertenecientes al Ordovícico (areniscas y limolitas), en toda su extensión.

Las coordenadas del punto central son: Latitud sur 21°21'44 y longitud oeste 64°57'20''

3.1.2.3.- Parámetros para definir el tamaño de la presa

Características del vaso

El vaso de almacenamiento esta constituido por un amplio Valle. El área de inundación cubre aproximadamente 20 ha de suelo rocoso, donde se tiene una escasa vegetación con predominio de gramíneas, usadas para el pastoreo del ganado.

Los datos de las áreas y volúmenes, fueron obtenidos en planos elaborados en base a la cartografía escala 1:50.000 del IGM e imágenes satelitales, ello por la dificultad de realizar la topografía por oposición de los comunarios.

Sedimentos

La cantidad de sedimentos estimada alcanza a una **tasa** de 306 m³/km²/año (anexo 2).

Considerando una vida útil de 50 años, la eficiencia de atrape y el área de la cuenca, el volumen de sedimentos alcanzaría a 82.290 m³

Demanda de agua.-

La demanda de agua para el riego, fue estimada en base a un plan y calendario de cultivos, las condiciones climáticas del área del proyecto y las características del riego. Las estimaciones correspondientes a las demandas unitarias se incluyen en el anexo 6.1.

Areas de riego.-

Las áreas cultivadas y las áreas que se pueden incorporar al cultivo, con el proyecto, se localizan en todo el valle de Tomayapo desde Obispo hasta Chinchilla, con una extensión total de 285 ha, de las cuales, el 75 % se cubrirán en forma directa (214 ha).

La consideración anterior se basa en el esquema de aprovechamiento actual, que comprende el funcionamiento de 67 canales localizados en las laderas de ambas márgenes del río, a lo largo de los 45 km del valle. Son canales que cubren áreas de riego desde las 0,5 hasta las 20 ha. En una sección del valle se encuentran de 4 hasta 6 canales a diferentes niveles, con longitudes muy variables. Las tomas se encuentran escalonadas y ubicadas generalmente en los sitios donde se presentan caudales de restitución.

Este esquema permite aprovechar las recargas que se tienen en el trayecto del río, los caudales de perdidas y las aguas de retorno al cauce. Situación que es la que mantiene el área de cultivo actual. La cantidad de agua aprovechada bajo este sistema, no está cuantificada, pero una estimación conservadora indica que ésta puede ser del orden del 25 % del requerimiento total.

Disponibilidad de agua

Las fuentes de agua para satisfacer las necesidades de riego, son: La quebrada Cajón y el Río Tomayapo, con caudales regulados mediante un embalse.

En el anexo 6.1 se anota la información correspondiente a los caudales naturales de la quebrada de El Cajón en el sitio de presa o caudales aprovechables en el proyecto, obtenidas en base a la aplicación de modelos de transformación de la lluvia en escurrimiento.

La disponibilidad de agua del Río Tomayapo se observa a través de los datos de la estación de El Molino (anexo 6.1), que se encuentra 3 km aguas abajo del sitio de derivación.

El caudal medio de captación es de 60 l/s durante el periodo de 6 meses, desde el mes de diciembre a marzo.

Volumen de almacenamiento útil

El cálculo del volumen útil necesario para satisfacer las demandas de riego del proyecto, se efectuó aplicando los coeficientes de distribución mensual de la oferta y la demanda.

Estimación que se hace con los caudales del Río Tomayapo, obteniéndose un almacenamiento útil de un Hm³

Volumen que no puede ser alcanzado, considerando la disponibilidad solo en la Quebrada del Cajón, por lo cual, necesariamente se debe tener el apoyo de caudales transportados desde el curso del Río Tomayapo.

La regulación de la quebrada del Cajón en forma independiente solamente alcanzaría cubrir alrededor de 40 ha y por otra parte la restricción de nivel máximo, para no afectar a los comunarios del lugar, limita el almacenamiento útil en el vaso a 0,7 Hm³, que es menor al necesario para cubrir la demanda.

3.1.2.4.- Altura de presa

Tomando en cuenta la restricción de nivel, la altura de presa es la siguiente:

Altura para el embalse muerto de 82.290 m ³	7,80 m	7,80 m
Altura para el almacenamiento útil 0,715 Hm ³	6,70 m	14,50 m
Altura de pérdidas	1,00 m	15,50 m
Altura de lamina en vertedero (Q=56 m ³ /s) y		
Atura de olas y resguardo	1,50 m	17,00 m

La altura total de la presa sobre lecho del río se fija en 17,00 m

3.1.2.5.- Características de la presa

El tipo de presa que se adecua al sitio es la de tierra. La altura es de 17,00 m y la longitud de coronamiento de 140 m. El vertedero será frontal semicircular, localizado en la margen derecha, y se dispondrá de una toma, localizada a 5 m del fondo, con la cual se restituirá el agua al cauce.

El cuerpo de la presa estará constituido por material homogéneo compactado. El paramento aguas arriba tendrá un talud 1.0V: 3,0H y aguas abajo 1.0V: 2,5 H.

3.1.2.6.- Costos

Los costos que se consignan son aquellos que permiten una comparación con las otras alternativas del proyecto, son aquellos que no son comunes.

Costo presa	\$us	1.232.573
Costo obras conexas	\$us	324.953
Costo camino de acceso	\$us	10.000
Imprevistos	\$us	470.258
Total	\$us	2.037.784

3.1.3.- Alternativa N° 2 (presa El INVENTARIO)

3.1.3.1.- Esquema general

La presa se ubicaría en el curso principal del Río Tomayapo, aproximadamente a 3 km aguas arriba del núcleo del Obispo del Carmen. El embalse (1 Hm³) permitiría el riego de todo el valle de Tomayapo. En la presa se dispondría de una toma, para restituir el agua al cauce, alimentando de esa manera a los canales existentes.

El proyecto presenta una variante en la cual se dispondría de dos compuertas de gran tamaño, para el paso de las crecientes y en general de los caudales de la época de lluvias, cerrando estas compuertas, al principio del estiaje para el almacenamiento del volumen necesario para cubrir la demanda de la época seca.

3.1.3.2.- Características del Proyecto

Los datos que se indican corresponden al estudio a Diseño Final “Construcción Sistema de Riego con Embalse El Invetario”, CCC S.r.l., diciembre 2007

Sitio de presa

“El sitio escogido para el emplazamiento tiene una forma de una cañada de pocos metros de ancho, la ubicación del sitio de la presa corresponde a uno de los lugares angostos del lecho del río Tomayapo, presenta cortes con pendientes subverticales en ambos lados.

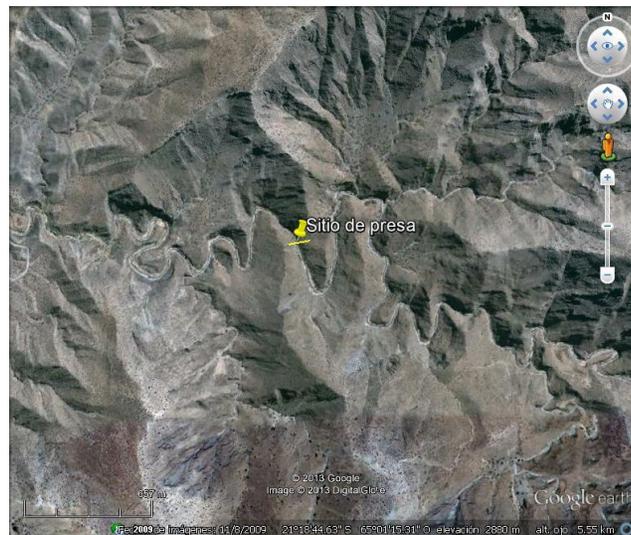
El eje de la presa se encuentra sobre afloramientos de rocas del Ordovícico, este tipo de roca tiene un alto grado de cohesión, compuesto por intercalación de lutitas pizarrosas y bancos de areniscas de color gris oscuro.

Sobre el lecho existe material aluvial compuesto por rodados de cuarcitas, areniscas grava y arena que tienen poco espesor.

El lecho está compuesto por roca “in situ”, tiene un ancho de cauce de 14,00 m. aproximadamente, debajo del aluvial se disponen en forma discordante afloramientos de cuarcitas de color gris claro intercaladas con bancos de areniscas de diferente espesor color pardo amarillento, diaclasados en disposición concordante con la estratificación general de la zona.

Las rocas se encuentran cuarteadas y alteradas, la acción de la meteorización produce diaclasamiento, la estratificación de los estratos en la zona es perpendicular a la dirección de la corriente”.

Ubicación



Características del vaso

El vaso se localiza en un estrecho valle del Río Tomayapo, en su paso por la serranía de San Roque, esta constituido por laderas empinadas de formaciones de lutitas grises, en toda su extensión. La pendiente del cauce es del orden del 1 %, Los datos de las áreas y volúmenes se incluyen en el anexo 6.1.

Sedimentos

En el estudio antes citado, se indica que se tiene una tasa de sedimentos del orden de 600 m³/km²/año, valor que es un promedio de los resultados de la aplicación de 4 modelos. Se fija el volumen muerto de 0,299 Hm³/año

Por esta situación en el estudio citado, se planteó en un documento complementario la modificación de la presa, colocando dos grandes compuertas, para que esta sea autolimpiante, donde se indica un volumen muerto de de 10.000 m³.

Volumen de almacenamiento útil

El Volumen de almacenamiento útil, fijado en el estudio antes mencionado, es de un Hm³

Altura de presa

La altura total de la presa es de 32,50 m sobre el nivel del lecho.

Características de la presa

El tipo de presa propuesto es de hormigón gravedad, tanto en el proyecto original como en la variante o modificación. En la variante se incluyen dos grandes compuertas de fondo para el paso de una crecida de 552 m³/s.

Camino de acceso

La construcción del camino de acceso se tiene que realizar desde la comunidad de Obispo, con una longitud de 2,5 km hasta el sitio de presa. Será un camino localizado en ladera sobre terreno rocoso, con un ancho mínimo de plataforma de 4,5 m. (no incluido en el costo)

Costos

Los costos de las obras de regulación que se consideran son los comparables o aquellos que presentan diferencias con los costos de las otras alternativas, son:

Costo presa	\$us	2.751.100
Costo obras conexas	\$us	1.350.600
Costo camino de acceso	\$us	108.000
Total	\$us	4.209.700*

*No incluye las dos grandes compuertas (4,50*2,80 m cada una, con un espesor de 16 cm)

3.1.3.3.- Demanda de agua

Para la verificación del almacenamiento útil se asume que las áreas de riego y la demanda unitaria de agua para el riego, son las mismas que las anotadas en la descripción de la alternativa 1.

3.1.3.4.- Disponibilidad de agua

En los anexos 2 y 6.1, se anota la información correspondiente a los caudales naturales en el sitio de presa o caudales aprovechables en el proyecto.

El caudal medio es de 0,894 m³/s y el caudal a una probabilidad del 75% (N=10 años y riesgo del 95%) es de 0,786 m³/s

3.1.4.- Alternativa N° 3 (presa AGUA RICA)

3.1.4.1.- Esquema general

La presa se ubicaría sobre el cauce de la quebrada Agua Rica- Lluskhayo, a 1,0 km de la Parroquia. El embalse cubriría el meandro existente, el cual permite ejecutar un By Pass para hacer pasar las crecidas del río sin que entren al embalse. Aguas arriba de esta obra se tendrá

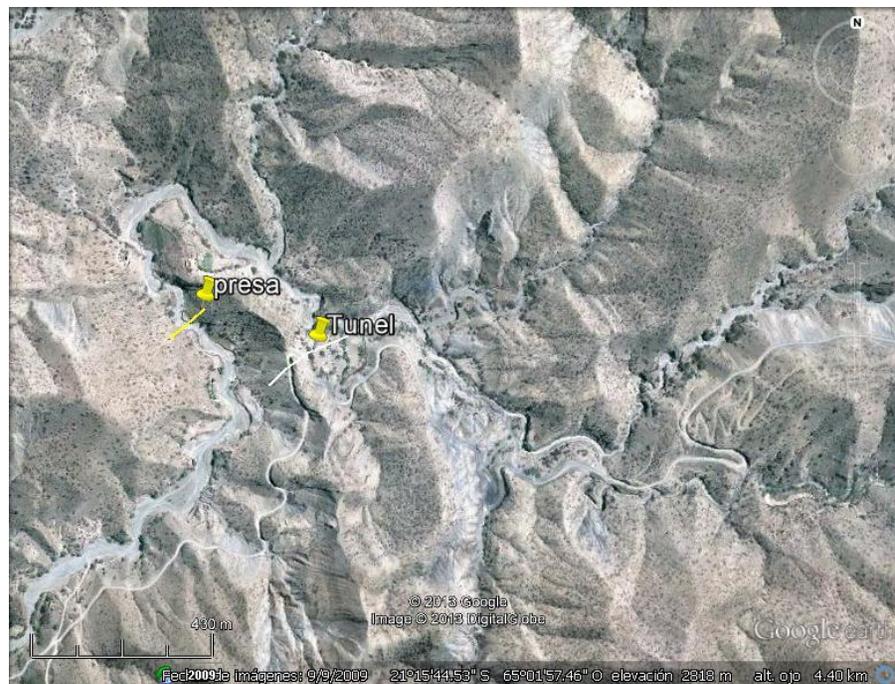
la toma y los dispositivos de desarenado, para captar el agua para el embalse en forma controlada, sin o con muy reducida cantidad de sedimentos.

El By Pass se realizará mediante un canal de aproximación y un túnel de 140 m de longitud para el paso de una crecida de un periodo de retorno de 500 años.

El agua del Río Tomayapo para el almacenamiento complementario se transportaría mediante una tubería de 6,5 km.

En la presa se dispondría de una toma, para restituir el agua al cauce, alimentando de esa manera los canales existentes aguas abajo y otra, para la entrega de agua por tubería, a los terrenos que se ubican aguas arriba de La Parroquia, en una longitud de aproximadamente 2 Km.

Ubicación



3.1.4.2.- Características del sitio de presa

La presa se ubicaría en un profundo valle en V con laderas rocosas empinadas, uniformes, conformadas por afloramientos de lutitas meteorizadas en la superficie.

El cauce se encuentra cubierto con material aluvial compuesto por gravas y arenas, el fondo se encuentra en la cota 2765 y el punto central tiene las siguientes coordenadas: Latitud sur 21°15'43" y longitud oeste 65°02'17"

3.1.4.3.- Parámetros para definir el tamaño de la presa

Características del vaso

El vaso de almacenamiento esta constituido por el valle de la quebrada de Agua Rica, cubriendo todo un meandro ubicado a un km de la confluencia con el Río Tomayapo. Valle relativamente estrecho con laderas empinadas.

Los datos de las áreas y volúmenes, fueron obtenidos del plano elaborado en base a un levantamiento topográfico de detalle, datos que se muestran en el anexo 6.1.

Sedimentos

La cantidad de sedimentos estimada en esta cuenca alcanza a una **tasa** de 893 m³/km²/año (anexo 2). Pero dadas las características del aprovechamiento, se estima que el 30% de la carga de sedimento de los caudales captados ingresa al embalse, por tanto la cantidad de sedimentos que se toman en cuenta para el embalse muerto, para una vida útil de 50 años es:

$$Vs1 = 0,3 * 8997 * 50 = 134.955 \text{ m}^3$$

$$Vs2 = 893 * 1,8 * 50 = 80.370 \text{ m}^3 \text{ (cuenca directa hacia el embalse)}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad 215.325 \text{ m}^3$$

Demanda de agua

La demanda unitaria de agua para el riego, es la misma que la anotada en la descripción de la alternativa 1.

Las áreas de riego desde el embalse son 270 ha, de las cuales se consideran de riego directo 200 ha. La diferencia que se tiene con el área de la alternativa 1 se debe a la disminución del sector de riego de la Comunidad del Obispo que no sería cubierta con el embalse.

Disponibilidad de agua

En los anexos 2 y 6.1, se anota la información correspondiente a los caudales de la Qda Agua Rica, en la sección correspondiente al sitio de presa, así como los coeficientes de distribución mensual de los mismos. El caudal medio y los caudales a las probabilidades de 75, 80 y 90 % de excedencia, se anotan en el siguiente cuadro.

Pérdidas

Se consideran las pérdidas de agua en el embalse, por evaporación e infiltración, las que se estiman como una altura de agua, cuya estimación es la siguiente.

La evaporación diaria es del orden de 4 mm/día y el periodo de cálculo es de 183 días (de abril a septiembre), o sea se tiene 0,73 m de altura de agua.

La infiltración es difícil de determinar, sin embargo se hace una estimación adoptando una altura de agua de 0,27 m, que equivale a un caudal de 13 l/s

Volumen de almacenamiento útil

El volumen de almacenamiento útil necesario, es de 1.00 Hm³, el cual fue obtenido en base a los caudales del Río Tomayapo (ver acápite 3.1.7).

3.1.4.4.- Altura de presa

En base a la curva altura volumen del vaso, se obtiene la altura de la presa, considerando todos los volúmenes y alturas necesarias para el conjunto presa- embalse que son:

Altura para el embalse muerto de 0,22 Hm ³	10,00 m	10,00 m
Altura para el almacenamiento útil 1,00 Hm ³	29,00 m	39,00 m
Altura de pérdidas	1,00 m	40,00 m
Altura de lamina en vertedero (Q=14 m ³ /s) y		
Altura de olas y resguardo	1,00 m	41,00 m

La altura total de la presa sobre lecho del río se fija en 41,00 m, correspondiendo el coronamiento a la cota de 2806,00 msnm y el nivel normal a 2,805 msnm.

3.1.4.5.- Características de la presa

El tipo de presa que se adecua al sitio es de enrocado con pantalla de hormigón. La altura es de 41,00 m y la longitud de coronamiento de 130 m. El vertedero será frontal, localizado en la margen derecha, el cual es de dimensiones reducidas por el By Pas que se implementara.

El paramento aguas arriba de la presa, tendrá un talud 1.0V: 1,8 H y el paramento aguas abajo 1.0V: 1,6 H.

3.1.4.6.- Costos

Los costos que se consignan son aquellos que permiten una comparación con las otras alternativas del proyecto, son aquellos que no son comunes.

Costo presa	\$us	2.652.246
Túnel de desvío	\$us	585.415
Costo obras conexas	\$us	345.864
Total	\$us	3.583.525

3.1.5.- Alternativa N° 4 (presa VALLE HERMOSO)

3.1.5.1.- Esquema general

La presa se ubicaría sobre el cauce de la quebrada de Valle Hermoso, a 150 m de su confluencia con el Río Tomayapo. El almacenamiento necesario se logra con el trasvase de las aguas del Río Tomayapo, mediante una toma lateral, desarenadores y un canal de aproximadamente 1,1 km de longitud.

En la presa se dispondría de una toma, para restituir el agua al cauce, alimentando de esa manera los canales existentes aguas abajo, en todo el valle de Tomayapo.

Para evitar la entrada de sedimentos al embalse, se prevé el desvío de la quebrada hacia otro curso de agua, mediante un túnel de 240 m de longitud, situado aguas arriba del embalse, aprovechando las condiciones favorables que ofrece la parte externa de un meandro. La capacidad del desvío se calcula con una crecida de un periodo de retorno de 500 años (130 m³/s)

Ubicación



3.1.5.2.- Características del sitio de presa

La presa se ubicaría en un valle en V con laderas rocosas uniformes, conformadas por afloramientos de lutitas y limolitas.

El cauce esta conformado por afloramientos rocosos en toda su sección, el fondo se encuentra en la cota 2895 msnm y el punto central tiene las siguientes coordenadas: Latitud sur 21°19`02” y longitud oeste 65°00`39”

3.1.5.3.- Parámetros para definir el tamaño de la presa

Características del vaso

El vaso de almacenamiento esta constituido por el valle de la quebrada de Valle Hermoso, cubriendo el sector más bajo próximo a la confluencia con el Río Tomayapo. Valle estrecho con laderas rocosas y empinadas.

Los datos de las áreas y volúmenes, fueron obtenidos del plano elaborado en base a un levantamiento topográfico de detalle, datos que se muestran en el anexo 6.1

Sedimentos

La cantidad de sedimentos estimada en la cuenca de la quebrada de Valle Hermoso alcanza a una **tasa** de 534 m³/km²/año (anexo 2), lo que significa 9.024 m³/año y un volumen de sedimentos en el periodo de 50 alcanzaría a 451.230 m³. Cantidad grande que afectaría la factibilidad del proyecto y lo que es más, en un proyecto de riego se recomienda un periodo de vida útil mayor, situación que ya no es posible encarar en un embalse pequeño.

Por esta razón se ha planteado el desvío de la quebrada, con lo cual, los sedimentos que ingresarían al embalse estarían constituidos por los sedimentos que se generan en la cuenca directa al embalse que es de 0,9 km², más una fracción de los sedimentos que transporta el Río Tomayapo y que no son eliminados con las obras de control (considerando el caudal de derivación medio de 80 l/s con una concentración de 0,006 m³/m³). Por tanto la cantidad de

sedimentos que se toman en cuenta para la determinación del embalse muerto, en el periodo de 50 años es:

$$Vs1 = 0,10 * 6220 * 50 = 31.100 \text{ m}^3$$

$$Vs2 = 534 * 0,9 * 50 = 24.030 \text{ m}^3 \text{ (cuenca directa hacia el embalse)}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad .55.130 \text{ m}^3$$

Demanda de agua

La demanda unitaria de agua para el riego, es la misma que la anotada en la descripción de la alternativa 1.

Las áreas de riego desde el embalse son 285 ha, de las cuales se consideran de riego directo 214 ha (ver alternativa 1).

Disponibilidad de agua

En los anexos 2 y 6.1, se anota la información correspondiente a los caudales de la Qda Valle Hermoso, información es solo indicativa, puesto que el agua que se aprovecha en el proyecto es íntegramente extractada del Río Tomayapo mediante un canal de trasvase, que funcionaría los 5 meses de la época lluviosa cuando los caudales del río son grandes. El caudal de derivación medio es 100 l/s y el máximo definido de 150 l/s.

Los caudales del Río Tomayapo son los indicados en el anexo 2.

Pérdidas

Se consideran las pérdidas de agua en el embalse, por evaporación e infiltración, las que se estiman como una altura de agua, cuya estimación es la siguiente:

La evaporación diaria es del orden de 4 mm/día y el periodo de cálculo es de 183 días (de abril a septiembre), o sea se tiene 0,73 m de altura de agua.

La infiltración es difícil de determinar, sin embargo se hace una estimación adoptando una altura de agua de 0,27 m, que equivale a un caudal de 1 l/s

Volumen de almacenamiento útil

El volumen de almacenamiento útil necesario, es de 1.00 Hm³, el cual fue obtenido en base a los caudales del Río Tomayapo (ver acápite 3.1.6).

3.1.5.4.- Altura de presa

Altura para el embalse muerto de 0,05 Hm ³	15,00 m	15,00 m
Altura para el almacenamiento útil 1,00 Hm ³	26,00 m	41,00 m
Altura de pérdidas	1,00 m	42,00 m
Altura de lamina en vertedero y		
Altura de olas y resguardo (parapeto)	1,00 m	43,00 m

La altura de la presa sobre lecho del río se fija en 42,00 m, correspondiendo el coronamiento a la cota de 2937,00 msnm

3.1.5.5.- Características de la presa

El tipo de presa que se adecua al sitio es de enrocado. El paramento aguas arriba tendrá un talud 1.0V: 1,8 H y aguas abajo 1.0V: 1,6 H. La altura es de 42,00 m y la longitud de coronamiento de 105 m. El vertedero será frontal, localizado en la margen izquierda y la toma en la derecha.

3.1.5.6.- Túnel

Tendrá una longitud de 240 m, será semicircular de 5,00 m de diámetro. El canal será revestido de 4,60 *0,80 m y la capacidad para la evacuación de una crecida milenaria, 147 m³/s

3.1.5.7.- Azud y canal de trasvase

El azud será de 37m de largo y 4 m de alto. El canal de trasvase tendrá una longitud de 1.100 m, (con un sifón de 160 m) con una capacidad de 150 l/s y sección de 0,45*0,40 m. Localizado en un primer tramo, prácticamente sobre la traza de un canal existente.

3.1.5.8.- Camino de acceso

El camino de acceso parte de la carretera Tarija- Potosí (km 55 de Tarija) con un primer tramo de mejoramiento de 3,0 km y la apertura 3,8 km, hasta el sitio de presa. El ancho de la plataforma previsto es de 4,5 m

3.1.5.9.- Costos

Los costos que se consignan son aquellos que permiten una comparación con las otras alternativas del proyecto:

Costo presa	\$us	2.364.842
Tunel de derivación	\$us	445.667
Costo obras conexas	\$us	88.380
Camino de acceso	\$us	282.000
Total	\$us	3.180.889

3.1.6.- Alternativa N° 5 (EL INVENTARIO II)

3.1.6.1.- Esquema general

Comprende la ejecución de un túnel de desvío, que corta un medro del Río Tomayapo, para crear un embalse que ocuparía el curso del río en todo el meandro.

La presa se ubicaría en el curso principal del Río Tomayapo, aproximadamente a 400 m aguas arriba del sitio de presa de la alternativa 2 (presa El Inventario).

El embalse ocuparía parte del embalse del Inventario, cubriendo todo el meandro, hasta el acceso al túnel de desvío, donde se ubicaría otra presa (ataguía), con la doble finalidad de asegurar el desvío y conformar el embalse en el sector de aguas arriba, para lograr disponer del volumen necesario para cubrir las necesidades de agua del valle de Tomayapo.

En la presa se dispondría de una toma, para restituir el agua al cauce, alimentando de esa manera a los canales existentes y se dispondría también de un pequeño vertedero para evacuar las crecidas de los cursos de agua de la cuenca directa al embalse.

Ubicación



3.1.6.2.- Características del sitio de presa

La presa se ubicaría en un valle en V con laderas rocosas uniformes, conformadas por afloramientos de lutitas y limolitas.

El cauce esta conformado por afloramientos rocosos y material aluvial poco espesor, compuesto por rodados de cuarcitas y areniscas, grava y arena

Las rocas en superficie se encuentran meteorizadas, la estratificación es perpendicular a la dirección de la corriente.

3.1.6.3.- Parámetros para definir el tamaño de la presa

Características del vaso

El vaso de almacenamiento esta constituido por el valle del Río Tomayapo, en un meandro del río en el área del Inventario. Valle estrecho con laderas rocosas de fuerte pendiente.

Los datos de las áreas y volúmenes, fueron obtenidos del plano elaborado en el estudio de la presa El Inventario, datos que se muestran en el anexo 6.1

Sedimentos

Considerando el desvío total de las aguas del Río Tomayapo, la cantidad de sedimentos que entran al embalse corresponde a aquellos que se generan en la cuenca directa que tiene un área de 4,5 km² y una **tasa** de 728 m³/km²/año.

Por otra parte, la cantidad de sedimentos que entrarían al embalse a través de la derivación y que no son eliminados en las obras de control (considerando el volumen de un Hm³ con una concentración de 0,006 m³/m³).

Por tanto la cantidad de sedimentos que se toma en cuenta para la determinación del embalse muerto, en el periodo de 50 años es:

$$Vs1 = 0,10 * 6000 * 50 = 30.000 \text{ m}^3$$

$$Vs2 = 728 * 4,50 * 50 = 163.800 \text{ m}^3 \text{ (cuenca directa hacia el embalse)}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad 193.800 \text{ m}^3$$

Demanda de agua

La demanda unitaria de agua para el riego, es la misma que la anotada en la descripción de la alternativa 1.

Las áreas de riego desde el embalse son 285 ha físicas, de las cuales se consideran de riego directo 214 ha (ver alternativa 1).

Disponibilidad de agua

En el anexo 2 se anota la información correspondiente a los caudales naturales en el sitio de presa o caudales aprovechables en el proyecto.

El caudal medio es de 0,894 m³/s y el caudal a una probabilidad del 75% (N=10 años y riesgo del 95%) es de 0,786 m³/s (anexo 6.1)

El agua que se aprovecha en el proyecto es íntegramente extractada del Río Tomayapo mediante un canal de trasvase, que funcionaría los 5 meses de la época lluviosa cuando los caudales del río son grandes. El caudal de derivación medio es 90 l/s y el máximo definido de 150 l/s.

Pérdidas

Se consideran las pérdidas de agua en el embalse, por evaporación e infiltración, las que se estiman como una altura de agua.

La evaporación diaria es del orden de 4 mm/día y el periodo de cálculo es de 183 días (de abril a septiembre), o sea se tiene 0,73 m de altura de agua.

La infiltración es difícil de determinar, sin embargo se hace una estimación adoptando una altura de agua de 0,27 m, que equivale a un caudal de 1 l/s

Volumen de almacenamiento útil

El volumen de almacenamiento útil necesario, es de 1.00 Hm³, el cual fue obtenido en base a los caudales del Río Tomayapo (ver acápite 3.1.7).

3.1.6.4.- Altura de presa

En base a la curva altura volumen del vaso, se obtiene la altura de la presa, considerando todos los volúmenes y alturas necesarias para el conjunto presa- embalse que son:

Altura para el embalse muerto de 0,19 Hm ³	13,50 m	13,50 m
Altura para el almacenamiento útil 1,00 Hm ³	19,30 m	32,80 m
Altura de pérdidas	1,00 m	33,80 m
Altura de lamina en vertedero y		
Altura de olas y resguardo	1,20 m	35,00 m

La altura total de la presa sobre lecho del río se fija en 35,00 m, correspondiendo el coronamiento a la cota de 2896,00 msnm

3.1.6.5.- Características de la presa

El tipo de presa que se adecua al sitio es de enrocado. El paramento aguas arriba tendrá un talud 1.0V: 1,8 H y aguas abajo 1.0V: 1,6 H. La altura es de 35,00 m y la longitud de coronamiento de 94 m. El vertedero será frontal, localizado en la margen derecha y la toma en la izquierda.

3.1.6.6- Túnel

El túnel de desvío de Río Tomayapo, tendrá una longitud de 200 m, será de sección semicircular con un diámetro de 10 m. el canal será revestido con una sección de 9,40*1,70 m (Para un $Q=350$ m³/s) y la capacidad total será de 785 m³/s correspondiente a una crecida milenaria

3.1.6.7.- Trasvase

Comprende la derivación, el desarenador y la conducción de 1100 m de longitud y una capacidad de 150 l/s. La conducción era mediante tubería, con protección, por las condiciones difíciles de las laderas donde ésta se ubicará

3.1.6.8.- Camino de acceso

La construcción del camino partirá desde la comunidad de Obispo, con una longitud de 4,0 km hasta el sitio de las obras. Será un camino localizado en ladera sobre terreno rocoso, con un ancho mínimo de plataforma de 4,5 m.

3.1.6.9.- Costos

Los costos que se consignan son aquellos que permiten una comparación con las otras alternativas del proyecto, o sea, que no son comunes.

Costo presas (Enrocado y hormigón)	\$us	2.283.205
Tunel de derivación	\$us	1.238.434
Costo obras conexas	\$us	213.785
Camino de acceso	\$us	200.000
Total	\$us	3.935.424

3.1.7.- Comparación de alternativas

Las alternativas propuestas tienen el propósito del riego del valle de Tomayapo. Por esta razón, para la comparación de las alternativas solo se consideran los aspectos relacionadas al conjunto presa- embalse, los cuales fundamentalmente son:

Volúmenes de almacenamiento

Alturas de presa para el almacenamiento.

Costos de construcción, que son comparables.

Relaciones de volúmenes y costos, o parámetros de comparación.

Aspectos relacionados a la operación y mantenimiento

Afectaciones con la formación del embalse

Obras complementarias necesarias que son comparables

Ventajas adicionales

3.1.7.1.- Volumen de almacenamiento útil

El volumen útil de almacenamiento fue estimado en función de la demanda y de la disponibilidad de agua del Río Tomayapo, en el sitio de la presa del proyecto Inventario, que se ubica en el curso principal del Río Tomayapo y aguas arriba del inicio de las áreas de riego, las cuales se localizan a lo largo de los 45 km de longitud del valle.

En ese sitio se analiza la regulación de los caudales del río Tomayapo, definiendo el almacenamiento necesario para cubrir la demanda. Almacenamiento que se debe lograr también en los embalses laterales, puesto que se usarán los caudales naturales del Río

Tomayapo y los almacenados. Uso que se da a lo largo del valle, con la restitución de los caudales al curso principal del río.

La regulación fue analizada considerando la disponibilidad de agua generada en la cuenca neta, desde la presa existente hasta el sitio del embalse en El Inventario y también considerando los excedentes que se dan en la presa del Molino. Este análisis se indica en el anexo 6.1.

Considerando la demanda de 10.890 m³/ha/año y las 214 ha de cultivos se tiene un almacenamiento necesario de 1,00 Hm³.

El almacenamiento útil de la alternativa 1, por las limitaciones sociales, es de 0,7 Hm³ En la alternativa 2 (El Inventario) con la variante de compuertas el volumen útil necesario se alcanza con el cierre de las compuertas a partir de abril.

El almacenamiento calculado de 1 Hm³ se alcanza en la alternativas 3 con la captación de los caudales de la quebrada de Agua Rica y del Río Tomayapo y por último en la alternativa 4 y 5, los volúmenes de almacenamiento se logran con el trasvase de las aguas del Río Tomayapo.

3.1.7.2.- Volumen muerto - Vida útil

La cantidad de sedimentos que se depositan en el embalse determinan la vida útil del mismo. Generalmente se prevé un volumen, denominado “muerto”, que es igual al producto de la cantidad de sedimentos por un periodo de tiempo en años.

En los embalses frontales o que se ubican en el curso principal del río (caso del embalse en el Inventario) la cantidad de sedimentos que llegan al embalse es el total que transporta el río. En este caso se pueden presentar dos tipos de embalses, aquel que necesita un volumen adicional para almacenar prácticamente el total de los sedimentos y aquel otro, cuando existen las condiciones favorables para eliminar, en parte los sedimentos o cuando las condiciones hidrológicas lo permiten (la variante propuesta en el Inventario, con compuertas grandes para

el paso de las crecientes, puede ser catalogada en este último tipo, aunque con grandes limitaciones)

La cantidad de sedimentos estimada en el presente análisis, en el sitio de presa del Inventario (anexo 2) alcanza una **tasa** de 728 m³/km²/año. Considerando una vida útil de 50 años, la eficiencia de atrape y el área de la cuenca, el volumen de sedimentos en el embalse alcanzaría a:

$$V_s = 728 * 247,90 * 0,7 * 50 = 6,32 \text{ Hm}^3$$

Para la variante, del proyecto mencionado, por el remanso que se produce al paso de las crecidas por el vano de las compuertas y por la incertidumbre hidrológica que los caudales de crecida superen a los de diseño, se considera el azolvamiento lateral y en la cola del embalse, volúmenes de sedimento retenido que se estiman pueden alcanzar un 10% o 20 % del total que se produce en el periodo, o sea 0,63 o 1,26 Hm³.

Por tanto, en el embalse del Inventario, en el caso de retención total, el embalse necesario para el almacenamiento de sedimentos supera en aproximadamente 6 veces el embalse útil definido.

En el caso de la variante con grandes compuertas (autolimpiante) el embalse útil se vería significativamente afectado en el periodo considerado.

En los embalses laterales respecto al río, como el que se plantea en El Cajón, el embalse “muerto” se define con la cantidad de sedimento que se produce en la cuenca directa, que es muy reducido por el tamaño de la cuenca del Cajón y además por la tasa de sedimentos estimada de 306 m³/km²/año. La cantidad de sedimentos retenido, en el periodo considerado de 50 años, alcanza a:

$$V_s = 306 * 5,37 * 50 = 0,082 \text{ Hm}^3$$

Esta cantidad de sedimentos que se retienen, no afectan al embalse y representan un embalse muerto muy reducido.

En la alternativa 3, en la cual se plantea una presa lateral, localizada en una quebrada afluyente del Río Tomayapo, con la particularidad que la presa se encuentra en el curso principal de ésta, ocupando el embalse un meandro, donde los caudales de crecida de la quebrada pasarían por un “By Pass” sin ingresar al embalse, el volumen “muerto” se estima con los sedimentos producidos en la cuenca directa al embalse (1,8 km²) y un porcentaje de la carga total de sedimentos de la quebrada, que ingresarían al embalse por la captación.

La tasa de sedimentos es de 893 m³/km²/año y la cantidad de sedimentos que ingresarían con los caudales captados se estima en un 30% de la carga total, por tanto la cantidad de sedimentos que se toman en cuenta para el embalse muerto, para una vida útil de 50 años, en Agua Rica es:

$$Vs1 = 0,3 * 8997 * 50 = 134.955 \text{ m}^3$$

$$Vs2 = 893 * 1,8 * 50 = 80.370 \text{ m}^3 \text{ (cuenca directa hacia el embalse)}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad 215.325 \text{ m}^3$$

En la alternativa 4, la presa también es lateral, localizada en una quebrada de Valle Hermoso, afluyente del Río Tomayapo. En éste caso el volumen “muerto” se estima con los sedimentos producidos en la cuenca directa al embalse (0,90 km²) y un porcentaje de la carga total de sedimentos del río Tomayapo, que ingresarían en los caudales de trasvase.

La tasa de sedimentos es de 534 m³/km²/año y la cantidad de sedimentos que ingresarían por la captación se estiman en el 15% del total, por tanto, para el periodo de 50 años, en Valle Hermoso, se tiene:

$$Vs1 = 0,10 * 6000 * 50 = 30.000 \text{ m}^3$$

$$Vs2 = 534 * 0,9 * 50 = 24.030 \text{ m}^3 \text{ (cuenca directa hacia el embalse)}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad 54.030 \text{ m}^3$$

En la alternativa 5, considerando el desvío total de las aguas del Río Tomayapo, la cantidad de sedimentos que entran al embalse corresponde a aquellos que se generan en la cuenca directa que tiene un área de 4,5 km² y una **tasa** de 728 m³/km²/año.

Por otra parte, la cantidad de sedimentos que entrarían al embalse a través de la derivación y que no son eliminados en las obras de control (considerando el volumen de un Hm3, con una concentración de 0,006 m3/m3).

Por tanto la cantidad de sedimentos que se toma en cuenta para la determinación del embalse muerto, en el periodo de 50 años es:

$$Vs1 = 0,10 * 6000 * 50 = 30.000 \text{ m}^3$$

$$Vs2 = 728 * 4,50 * 50 = 163.800 \text{ m}^3 \text{ (cuenca directa hacia el embalse)}$$

$$\text{Total} \quad \quad \quad 193.800 \text{ m}^3$$

Cuadro N° 3.1

Volúmenes y alturas de presa

Descripción	Unidad	Alt 1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
		Cajón	Inventario	Agua Rica	Valle	Invent II
Volumen muerto	Hm3	0,082	(6,9)	0,229	0,054	0,193
Altura de Vol muerto	m	7,80	---	10,00	15,00	13,50
Volumen útil	Hm3	0,715	1,00	1,00	1,00	1,00
Altura de volumen útil	m	6,70	30,00	29,00	26,00	19,30
Volumen de perdidas	Hm3	0,276	---	0,085	0,105	0,070
Altura total de presa	m	17,00	32,5	41,00	42,00	35,00
Vol total de embalse	Hm3	1,073	1,010	1,314	1.160	1,259

3.1.7.3- Operación y mantenimiento

La explotación de un embalse desde el punto de vista hidráulico, comprende dos aspectos diferentes, el de la conservación de las estructuras y el aprovechamiento de las aguas embalsadas. Por una parte, la vigilancia y en general la auscultación, es fundamental para garantizar la seguridad y el buen funcionamiento, tanto en condiciones normales como en las extraordinarias previsibles y por otra la operación adecuada de los sistemas de desagüe y tomas.

Para cada una de las alternativas se efectuó una estimación de los costos anuales, así como la identificación del grado de dificultad de la operación y los costos de las obras complementarias necesarias que faciliten la explotación.

Alternativa 1 (El Cajón)

La operación se reduce al accionamiento de las válvulas de toma. El control se reduce a la observación de los instrumentos de auscultación y el mantenimiento del canal de aducción desde el Río Tomayapo a la presa. No son necesarias obras complementarias.

El costo anual estimado es de 6.000 \$us/año

Alternativa 2 (El Inventario)

El esquema propuesto en la variante del proyecto, consiste en la implementación de una presa con dos compuertas de gran tamaño (4,50*2,80 m) en el fondo, diseñadas para el paso de una crecida de 532,80 m³/s (periodo de retorno T= 50 años) Compuertas que se mantendrán abiertas durante el periodo lluvioso.

Este esquema denota una operación costosa de las compuertas, no solo por su tamaño sino por la observación y el cuidado necesario par efectuar el cierre sin riesgo que se produzcan crecidas después de dicha operación y de la misma manera y con dificultades mayores, la determinación del momento en el cual se debe realizar la apertura antes que se produzcan las primeras crecidas.

Para la instalación de las compuertas se necesita disponer de un camino de acceso adecuado a camiones de de alto tonelaje así como la instalación de una línea eléctrica, obras no previstas en el proyecto

El accionamiento de grandes compuertas denota disponer de sistemas que dependen de la red de energía eléctrica o de motores instalados en el sitio, pero denota también disponer del personal especializado.

No se dispone, en el Proyecto, de la cuantificación de estos costos, por lo que se hizo una estimación, que en resumen es la siguiente:

Costo de la infraestructura complementaria \$us 250 000

Operación anual:

Vigilancia	\$us 6000
Operación de compuertas	\$us 2500
Mantenimiento	\$us 2000
Total	\$us 10500

Alternativa 3 (Agua Rica)

La operación se reduce al accionamiento de las válvulas de toma. El control se reduce a la observación de los instrumentos de auscultación y el mantenimiento de las tomas y la conducción. No son necesarias obras complementarias.

El costo anual estimado es de 7.000 \$us/año

Alternativa 4 (Valle Hermoso)

La operación se reduce al accionamiento de las válvulas de toma. El control se reduce a la observación de los instrumentos de auscultación y el mantenimiento de la toma y conducción del trasvase. No son necesarias obras complementarias.

El costo anual estimado es de 6.000 \$us/año

Alternativa 5 (Inventario II)

La operación se reduce al accionamiento de las válvulas de toma. El control se reduce a la observación de los instrumentos de auscultación y el mantenimiento de la toma y conducción del trasvase. No son necesarias obras complementarias.

El costo anual estimado es de 6.000 \$us/año

3.1.7.4.- Indemnizaciones y aspectos sociales

Para la estimación de los costos de las indemnizaciones, se consideran las tierras que se inundarían con la formación de los embalses, así como los costos de la infraestructura que se daña, tomando en cuenta los siguientes ítems:

	Alt N°1	Alt N°2	Alt N°3	Alt N°4	Alt N°5
Area total de indemnización	22,10 ha	10,40 ha	9,40 ha	8,50 ha	10,00
Area de tierras cultivables	1,90	---	2,00 ha	0,40 ha	0,00
Area de tierras de pastoreo	20,20 ha	10,40 ha	7,40 ha	8,10 ha	10,00
Viviendas	2 und	---	2 und	---	
Costo total estimado \$us	40.000	20.000	40.000	18.000	20,000

En el sitio de la alternativa 1 (El Cajón) la oposición no es solamente de los afectados por la formación del embalse, sino de toda la comunidad, que no desea que se tenga en el área un embalse que vaya a beneficiar a las comunidades del valle de Tomayapo. Por ésta razón no permitieron se realice la topografía, ni del sector aguas abajo del cruce del camino, donde las afectaciones son mínimas; y es el área que se tomo en cuenta para el análisis de la alternativa.

3.1.7.5.- Costos e índices

Con las alturas de presa definidas en las alternativas uno y tres, se obtienen los volúmenes de obra y sus respectivos costos, los que se muestran en el cuadro siguiente, donde se incluye el costo de la presa Inventario, extractado del estudio citado:

Cuadro N° 3.2

Comparación de costos

Alternativa	Costo construcción	Indemnizaciones	Total
	\$us	\$us	\$us
1 (CAJON)	2.037.784	40.000	2.077.784
2 (INVENTARIO)	4.209.700	20.000	4.229.700
3 (AGUA RICA)	3.583.525	40.000	3.623.525
4 (VALLE HERMOSO)	3.180.889	18.000	3.198.889
5 (INVENTARIO II)	3.935.424	20,000	3.955.424

En base a los datos obtenidos se calculan los índices o relaciones para la comparación de las alternativas. Las relaciones de volúmenes, alturas y los costos unitarios, se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 3.3
Relaciones de comparación de las alternativas

Descripción	Alt1	Alt 2	Alt 3	Alt 4	Alt 5
Relación Vol muerto /Vol útil	0,11	(?)	0,23	0,06	0,19
Relación Vol muerto/Vol total	0,21	(?)	0,15	0,05	0,15
Relación alt para sediment/ Alt total	0,46	(?)	0,25	0,35	0,38
Costo por m3 de embalse útil en \$us	2,85	4,21	3,58	3,18	3,96
Incidencia de la regulación \$us/ ha	7.290	14.841	12.714	11.224	13,88
Costos de explotación \$us ha/año	21	37	25	21	21

3.1.8.- Conclusiones y recomendaciones

Observando las relaciones dadas en el cuadro N° 3.22, se aprecian las diferencias que se presentan en las alternativas analizadas, siendo determinantes aquellas relacionadas a los costos

El costo del m3 de embalse útil presenta diferencias muy significativas. Se observa que la alternativa 1 se sitúa como la más favorable con un costo de 2,85 \$us/m3 frente a 4,21 \$us/m3 de la alternativa 2.

La incidencia del costo de la regulación por hectárea regada, presenta también grandes diferencias, siendo la alternativa 1 la de menor costo, seguida por la alternativa 4, la cual tiene un costo que le supera en un 50%.

Los costos de explotación más bajos se dan en las alternativas 1 y 4.

Las relaciones del Volumen muerto a volumen útil y a volumen total del embalse, son más bajas en la alternativa 4.

En general, el aspecto de la vida útil de los embalses laterales, no tiene comparación con la de un embalse frontal, como el inventario, donde la cantidad estimada de sedimentos del Río Tomayapo, la invalidan (6,9 Hm³ en 50 años).

El volumen de almacenamiento necesario para el riego del valle de Tomayapo es de un Hm³, que es relativamente pequeño, por lo que no es adecuado plantear una presa en el curso principal del Río Tomayapo, que tiene una cuenca extensa, y la cantidad de sedimentos superará varias veces el volumen útil, en un corto periodo, situación que es inevitable

De las 4 alternativas con embalse lateral, la vida útil es más favorable en la alternativa 4, en la cual, la quebrada donde se ubica el embalse, es desviada en su totalidad y la cuenca directa es de solamente 0,9 km².

Tomando en cuenta las características de los conjuntos presa-embalse, de cada una de las alternativas y los costos, la alternativa N° 1 se presenta como la más conveniente para el desarrollo del proyecto; pero la oposición de los **comunarios de la zona**, a la construcción de la presa, invalida la misma.

Considerando un aspecto como el relacionado a la afectación de tierras de cultivo y viviendas, con la formación del embalse, las alternativas N° 2 y 5 son las más favorables y la alternativa N° 1 y 3 las menos favorables, aunque las diferencias no son muy significativas.

Observando, por una parte, el azolvamiento del embalse y en general la problemática de los sedimento, que invalidan la alternativa 2 (presa El Inventario) y por otra, el problema social, con la oposición a la construcción de la presa, por parte no solo de los afectados sino de toda la comunidad, que invalidan la alternativa 1 (presa El Cajón), resta la selección entre las alternativas 3, 4 y 5.

Las alternativas (3 y 4) se sitúan en cursos de quebradas afluentes del Río Tomayapo, que serán desviadas, dejando los embalses, con muy poca o ninguna influencia del flujo de dichos

cursos. La alternativa 5 se sitúa en el curso principal del Río Tomayapo, pero con desvío total del río. Por tanto la selección se basa en la comparación de los siguientes aspectos:

En la alternativa 3, presa Agua Rica, el embalse se llena con los caudales de la quebrada y el apoyo de los caudales del Río Tomayapo, que serán transportados de una distancia grande (6,5 km). En las alternativas 4 y 5, el embalse depende solamente del trasvase de los caudales del Río Tomayapo, que se realiza mediante una conducción de corta longitud (1,1 km).

En la alternativa 3, los sedimentos en el agua captada de la quebrada se controlan con una toma y desarenado que implica un manejo cuidadoso. En la alternativa 4 esta situación no se da, porque no se usan las aguas de la quebrada, que serán desviadas en forma total.

En las alternativas 4 y 5 el trasvase para el llenado del embalse se hace desde el Río Tomayapo con un caudal reducido e igual y con obras de eliminación de sedimentos similares. La diferencia se presenta en la conducción, la cual, en la alternativa 5 atraviesa un terreno de laderas de fuerte pendiente inestables y en la alternativa 4 esta atraviesa terrenos menos accidentados y sigue la traza de un canal existente.

El túnel en la alternativa 4 desvía caudales de crecida que se generan en una cuenca de **16,9 km²** y en la alternativa 5, el túnel desvía caudales que se generan en una cuenca de **362,1 km²**, lo que implica una obra de grandes dimensiones, con costos elevados y las consiguientes precauciones del manejo de caudales de crecidas.

Y por último, los costos de la alternativa 4 son menores a los de la alternativa 3 y 5.

Por tanto, considerando todo lo anteriormente anotado, se recomienda la ejecución de la alternativa 4, la misma que presenta las menores dificultades de explotación y la mayor vida útil del embalse, garantizando una dotación de agua para el riego del valle de Tomayapo, con muy reducidos riesgos de falla.

3.2.- Alternativa seleccionada

La alternativa de ubicación de la presa que fue seleccionada y aprobada por la Oficina Técnica Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo, es la alternativa N° 4, que corresponde a la creación de un embalse en la quebrada de Valle Hermoso.

El proyecto fue concebido para solucionar el déficit de agua en las áreas actualmente cultivadas del valle de Tomayapo, donde se dispone de canales de riego, infraestructura de apoyo a la producción y servicios.

El embalse lateral ubicado en el curso de la quebrada de Valle Hermoso, en la parte próxima a la confluencia con el Río Tomayapo, permitirá dotar del agua suficiente en la época seca, con un embalse cuyo almacenamiento es seguro porque no depende de las variaciones de los caudales anuales, los cuales siempre son mayores a los caudales de derivación, y la capacidad del embalse, no será afectada por los sedimentos, puesto que se tiene la doble seguridad, de embalse lateral y el desvío de las aguas de la quebrada, cuyo cauce se ocupa.

Es importante anotar también, la gran ventaja de la localización de la presa, que se encontraría aguas arriba y muy próxima, de donde se inician los primeros canales de riego, lo que facilita la operación.

3.3.- Prediseño de la infraestructura de la alternativa seleccionada

El proyecto definido (luego de la selección de la ubicación de la presa) comprende las siguientes obras principales:

- 1) Presa de almacenamiento, sobre el curso principal de la Quebrada de Valle Hermoso
- 2) Azud derivador en el curso del Río Tomayapo y la Conducción hasta el embalse
- 3) Túnel de desvío de las aguas de la Qda de Valle Hermoso

3.3.1.- Diseño de la presa

3.3.1.1.- Aspectos generales

Ubicación

La presa se ubicaría en el curso de la quebrada de Valle Hermoso, a 150 m del cauce principal del Río Tomayapo, en la sección cuyas coordenadas del punto central son:

Latitud Sur 21°19'02"

Longitud oeste 65°00'39"

Sitio de presa y Características del vaso

La elección del sitio de la presa fue realizada tomando en cuenta la posibilidad de formación de un embalse con el trasvase de las aguas del Río Tomayapo. El eje de la presa es perpendicular al curso de la Qda, que corre en el fondo de un valle en V, cuyas laderas son uniformes y constituidas por macizos rocosos de lutitas y areniscas sin presencia de material cuaternario.

El fondo del valle tiene un ancho de aproximadamente 6 m. El cauce en el sitio de presa es rocoso y tiene una pendiente del 4,0 %.

El vaso es alargado y estrecho, de aproximadamente 1.2 km de longitud, ocupa el sector de un meandro donde se encuentra solamente una pequeña área de cultivo de 0,40 ha

Los terrenos del vaso están constituidos por material rocoso con reducidos encapes de material coluvio aluvial. Las laderas son estables con estratos de, lutitas y areniscas. En general no se observan sectores con problemas de inestabilidad o con posibilidades de derrumbes o deslizamientos.

El fondo del cauce es rocoso a lo largo de todo el vaso de almacenamiento.

La vegetación es muy escasa, está constituida por arbustos y pasturas.

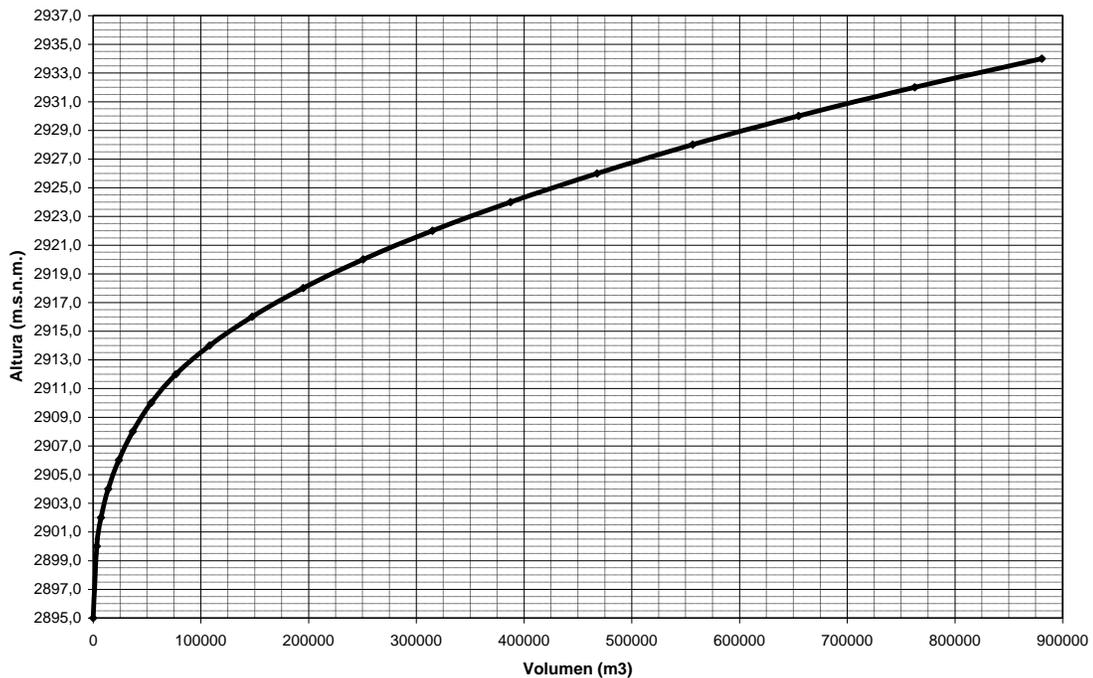
Los datos de las áreas y volúmenes del vaso, se obtuvieron en base a un levantamiento topográfico de detalle, datos que se muestran en el cuadro y la curva altura - volumen, siguientes.

Cuadro N° 3.4

Alturas-áreas y volúmenes de embalse de Valle Hermoso

Altura Presa	Altura (m.s.n.m.)	Area (m2)	Volumen (m3)	Vol. Acum. (m3)
0	2895,0	0		0
5,0	2900,0	1345,346	3363,37	3363,37
7,0	2902,0	2587,969	3933,32	7296,68
9,0	2904,0	4042,312	6630,28	13926,96
11,0	2906,0	5759,393	9801,71	23728,67
13,0	2908,0	7367,364	13126,76	36855,42
15,0	2910,0	9668,729	17036,09	53891,52
17,0	2912,0	13380,345	23049,07	76940,59
19,0	2914,0	17803,216	31183,56	108124,15
21,0	2916,0	21793,093	39596,31	147720,46
23,0	2918,0	25566,494	47359,59	195080,05
25,0	2920,0	30024,160	55590,65	250670,71
27,0	2922,0	34230,201	64254,36	314925,07
29,0	2924,0	38200,867	72431,07	387356,14
31,0	2926,0	42270,707	80471,57	467827,71
33,0	2928,0	46591,076	88861,78	556689,49
35,0	2930,0	51580,564	98171,64	654861,13
37,0	2932,0	56342,042	107922,61	762783,74
39,0	2934,0	61505,450	117847,49	880631,23

CURVA ALTURA - VOLUMEN



Geología y geotécnia

La geología del sitio de la presa y el vaso se presenta en el Mapa Geológico Presa (G/02) e incluye los dos sistemas, Ordovícico y Cuaternario, que se tienen en el área y es como sigue:

Era Paleozoica - Sistema Ordovícico: Formación Cieneguillas

El Sistema Ordovícico, cubre toda el área del sitio de la presa y el Vaso, se encuentra representado por una litología conformada por lutitas gris azuladas y areniscas blanquecinas de poco espesor, muy alteradas y con erosión activa.

Dichas rocas se encuentran muy alteradas en superficie, presentando una tonalidad blanquecina, además de fracturadas, presentan algunas un relleno de oxido de hierro.

Las lutitas en superficie son blandas y se espera a profundidad, rocas más compactas y más duras. En la foto se muestra la secuencia de rocas que se encuentran en el estribo derecho aguas abajo del Cierre y que constituirán la base de las fundaciones



Rocas del sistema ordovícico (estribo derecho)

Era Cenozoica - Sistema Cuaternario:

El sistema cuaternario esta constituido por material suelto mal clasificado conformado por depósitos coluvio-aluviales que se presentan mayormente en el flanco izquierdo en el sector del río y desembocadura de las quebradas que también transportan dicho material.

Asimismo se tiene material suelto de tipo aluvial en el curso mismo del río aguas arriba del sitio de la presa, en forma incipiente, conformado por grava, arena y bloques de diferente tamaño.

Geología Estructural.-

En el área, en el sector del vaso, flanco oeste, se presentan fallas de tipo gravitacional local, donde los bloques han sufrido un descenso, respecto de los bloques del flanco este.

En el sector del sitio de la presa no se observa ninguna falla, es más se ha realizado un análisis de las rocas base y verificado que tienen correspondencia a ambos lados de los flancos y la base, por tanto no se presenta ningún problema del tipo de geología estructural

Las fracturas presentes en el área, que se observan en las rocas del Sistema Ordovícico, en las lutitas y especialmente en las rocas areniscas son de poca abertura.

Estas fracturas son también el producto de los esfuerzos de tipo compresional que actuaron en el área, fracturando las rocas en dos y hasta tres direcciones que son observadas en el campo. Las fracturas verificadas en el Sistema Ordovícico se encuentran sin relleno; y en algunos casos rellenos de óxido de hierro.

Se tiene un primer juego de fracturas, dirección E-W; Inclinación 89° NE, abertura 2mm a 4mm., sin relleno, frecuencia 2 a 3/m. Un Segundo juego de fracturas, dirección $N19^\circ$ E; Inclinación 87° SW, abertura 2 a 3mm. sin relleno, frecuencia 3 a 4/m. y un tercer juego se presenta en concordancia con la estratificación o las juntas con frecuencia de 6/m.

Estas fracturas son las que más se observan, sin embargo se considera que a profundidad mejorará y las rocas serán más compactas.

El cierre o lugar de emplazamiento de la presa, constituye un valle joven, con un perfil estrecho en V, formado por la erosión diferencial de las rocas que conforman como las lutitas y areniscas cuarcíticas.



Vista del lugar de emplazamiento de la presa

Litológicamente el sector del cierre presenta una secuencia de rocas que inicia con lutitas gris azuladas de gran espesor, continúan las areniscas blanquecinas de poco espesor 0,47 m. de espesor promedio, nuevamente las lutitas y otra vez las areniscas.

La estratificación que presentan los estratos es paralela al curso del río, buzamiento muy bajo casi horizontal.

Los indicados paquetes se encuentran fracturados y estas fracturas tendrán gran influencia en la permeabilidad de tipo secundario.

Geotecnia

La interpretación de las imágenes de satélite, las observaciones de campo realizadas en el área de la presa y la medición de fracturas permiten anotar las siguientes consideraciones desde el punto de vista geotécnico:

Las rocas del basamento se encuentran constituidas por rocas lutitas blandas, de un espesor grande y areniscas duras, que considerando sus propiedades físicas no presentan problemas geotécnicos para el emplazamiento de la presa en el lugar previsto.

El rumbo de estos estratos es paralelo al curso del río, en el lugar del emplazamiento de la presa.

Los buzamientos de los estratos presentes se encuentran en forma casi horizontal, a la implementación de la presa, desde el punto de vista de la permeabilidad, las juntas posiblemente presenten filtraciones.

En el perfil geológico (plano), se muestra el comportamiento interior de las rocas proyectado hasta el nivel de coronamiento de la presa.

La meteorización química en las rocas es mínima, al igual que la meteorización mecánica.

Para la cimentación de la presa es necesario tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- a) De acuerdo a las observaciones realizadas en el campo, sobre el eje mismo de la presa que presenta el afloramiento de las rocas en el estribo izquierdo y derecho, será necesario la excavación para la fundación del plinto, entre 2 y 3 metros hasta llegar a roca fresca y más compacta.
- b) En la base, la excavación debe ser realizada hasta la profundidad de 1 metro, a fin de llegar a la roca más compacta para una adecuada fundación del plinto de la presa.
- c) Es necesario remover y retirar los bloques sueltos tanto en los estribos como en la base, de manera que la fundación se realice sobre roca firme y fresca, no sobre bloques sueltos.
- d) Los estratos en el sector del cierre, tienen un buzamiento bajo casi horizontal con las juntas abiertas que es de cuidado por la permeabilidad que puedan presentar.
- e) Las rocas base en el cierre de la presa, como las lutitas, son prácticamente impermeables por tanto favorable a la implementación de la presa.

El área de inundación o vaso, se encuentra conformada por un basamento de rocas del Sistema Ordovícico conformadas por lutitas que afloran prácticamente en toda la base, siendo el material cuaternario de cobertura incipiente, observándose las lutitas azuladas prácticamente en todo el vaso.

Geomorfológicamente el vaso corresponde a un valle angosto, con buenas características. El área de inundación, se encuentra conformada por lutitas, sin cobertura de material cuaternario. El drenaje presente en el área corresponde a un tipo de avenamiento dendrítico de alta densidad. La erosión hídrica es la que más afecta al área y es de intensidad alta, debido a la incipiente vegetación existente y las rocas presentes que son muy friables, la erosión eólica es media.



Vista general del cauce en el sector del vaso

Tomando en cuenta sus características geológicas, el vaso es adecuado para el almacenamiento de agua, por la muy baja permeabilidad de las rocas de base.

Con el objeto de tener información sobre la existencia de materiales de préstamo en el área, se procedió a la prospección de dichos materiales, como ser arcilla, arena, grava y roca.

Material arcilloso, no se encuentra en cantidades importantes, se presentan en forma esporádica, sin embargo para los usos del proyecto serán suficientes.

El material de roca requerido para la presa, como las areniscas duras, se dispone en diferentes afloramientos de rocas areniscas en el vaso, en cantidad suficiente para la construcción de la presa.

El material de grava y arena se tiene en el Río Tomayapo, en lugares cercanos a Izcayachi, en cantidades que cubren los requerimientos del proyecto.

Almacenamiento

Los datos para la definición de los volúmenes de almacenamiento necesarios, para el riego de las áreas de cultivo del valle de Tomayapo, son aquellos referidos a la disponibilidad y a la

demanda o necesidad de agua. En el caso de la disponibilidad de agua, se consignan los caudales del Río Tomayapo, (para el uso en forma directa y la derivación para el almacenamiento). Y en el caso de la demanda de agua para riego, se asumen los resultados obtenidos, que se indican seguidamente.

Demanda de agua

La demanda de agua para el riego, fue estimada en base a un plan y calendario de cultivos, las condiciones climáticas del área del proyecto y las características del riego, estimaciones que se describen en el capítulo 2, de donde se extracta el resultado correspondiente a la demanda unitaria, que es 12.583 m³/ha.

Cuadro N° 3.6
Demanda de riego unitaria (m³/ha.)

REFER.	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	TOTAL
Demanda bruta m ³ /ha	137	151	203	1075	1829	2235	2002	1506	1262	1147	815	218	12.581
Coficiente mensual Ei	0,13	0,14	0,19	1,03	1,74	2,13	1,92	1,44	1,20	1,09	0,78	0,21	

Fuente: Elaboración propia

Las áreas de riego del proyecto son 285 ha físicas. Localizadas desde Obispo del Carmen hasta Chinchilla.

Disponibilidad de agua

La fuente de agua esta constituida por los caudales naturales del Río Tomayapo, cuya cuenca hasta la sección considerada es de 247,9 km², En el cuadro siguiente se anotan los caudales medios y los correspondientes a una probabilidad de 75% (riesgo del 95% y periodo de 10 años), y probabilidades del 80 y 85%, que los valores sean iguales o mayores. Caudales estos que corresponden a una sección al inicio del valle de Tomayapo, y son los que se adoptan para el análisis de la disponibilidad de agua en el proyecto (anexo 2).

Cuadro N° 3.7

Caudales mensuales Río Tomayapo

En el inventario con influencia de la presa del Molino

Mes	Caudal medio m3/s	Coef. Cj	Caudal Φ 75 % m3/s	Caudal Φ =80 % m3/s	Caudal Φ 85 % m3/s
Octubre	0,019	0,02	0,016	0,014	0,012
Noviembre	0,179	0,20	0,157	0,138	0,118
Diciembre	0,651	0,73	0,574	0,503	0,431
Enero	2,971	3,33	2,617	2,294	1,968
Febrero	2,318	2,59	2,036	1,785	1,531
Marzo	2,607	2,92	2,295	2,012	1,726
Abril	1,175	1,32	1,038	0,909	0,780
Mayo	0,377	0,42	0,330	0,289	0,248
Junio	0,208	0,23	0,181	0,158	0,136
Julio	0,147	0,16	0,126	0,110	0,095
Agosto	0,057	0,06	0,047	0,041	0,035
Septiembre	0,013	0,01	0,008	0,007	0,006
Anual	0,894	12,00	0,786	0,689	0,591

3.3.1.2.- Determinación de la altura de la presa

Sedimentos

Con el desvío de la quebrada de Valle Hermoso, los sedimentos que ingresarían al embalse estarían constituidos por los que se generan en la cuenca directa al embalse 0,9 km², más una fracción de los sedimentos que transporta el caudal de derivación del Río Tomayapo, que no son eliminados con las obras de control

Por tanto la cantidad de sedimentos que se toman en cuenta para la determinación del embalse muerto, en el periodo de 50 años es:

$V_{s1} = 0,10 * 5000 * 50 = 25.000 \text{ m}^3$ (considerando el volumen derivado de 1 Hm³ con una concentración de 0,005 m³/m³).

$V_{s2} = 534 * 0,9 * 50 = 24.030 \text{ m}^3$ (cuenca directa hacia el embalse con 534 m³/km²/año)

Total 49.030 m³

Volumen útil

Se analiza la regulación de los caudales del río Tomayapo, definiendo el almacenamiento necesario para cubrir la demanda del proyecto. Almacenamiento que se debe lograr también en el embalse lateral de Valle Hermoso, puesto que se usarán los caudales naturales del Río Tomayapo y los almacenados. Uso que se da a lo largo del valle, (45 km) donde, por las características del valle, se produce el retorno al cauce de una fracción de los caudales de riego, existiendo además en el trayecto, una recarga. Ambos fenómenos, se estima que pueden alcanzar en un 25 % del caudal usado para el riego.

La regulación fue analizada además, considerando la disponibilidad de agua generada en la cuenca directa del Río Tomayapo, más los excedentes que se dan en la presa del Molino.

El volumen de almacenamiento, fue calculado con la aplicación del programa ABRO 02 versión 3.1 (Capítulo 2) que es de 0,737 Hm³. Volumen de almacenamiento que se obtiene con una altura de 23,40 m sobre el nivel definido para el embalse muerto.

Pérdidas

Se consideran las pérdidas de agua en el embalse, por evaporación e infiltración, las que se asumen como una altura de agua, cuya estimación es la siguiente:

La evaporación diaria es del orden de 3 mm/día y el periodo de cálculo es de 123 días (de julio a octubre), o sea se tiene 0,39 m de altura de agua.

La infiltración es difícil de determinar, sin embargo se hace una estimación adoptando una altura de agua de 0,21 m, que equivale a un caudal de 1 l/s

En resumen la altura de pérdidas de agua del embalse (evaporación e infiltración) alcanzaría a 0,60 m, altura con la cual se define el nivel de vertedero, o nivel normal del embalse. Por tanto los niveles, las alturas y los volúmenes de embalse, son los siguientes:

	Cota (msnm)	Altura (en m)
Cota de fondo del embalse	2.895,00	0,00
Embalse muerto	2.909,40	14,00
Embalse útil	2.932,40	37,40
Pérdidas 0,60 m	2.933,00	38,00

Y los volúmenes son:

Volumen muerto	0,049 Hm ³
Volumen útil	0,737 Hm ³
Volumen de pérdidas	0,030 Hm ³
Volumen total	0,816 Hm³

Resguardo

Para la determinación de la altura del resguardo, se toma en cuenta: La altura de la lámina de agua de una crecida milenaria, la altura de olas y una altura de seguridad.

La altura correspondiente al paso de una crecida milenaria, se estima con la fijación del tamaño del vertedero y la laminación que se produce en el embalse, siendo ésta calculada en $h_c = 0,14$ m (anexo 6.4)

La altura de olas producidas por el viento, se calcula aplicando la formula de Stevenson, siendo el fetch del embalse igual a 1,0 km

$$H_{ov} = 0,76 + 0,34(f)^{1/2} - 0,26(f)^{1/4} = 0,86\text{m}$$

Para efectos de dimensionamiento se considera la altura neta que es igual a 2/3 de H_{ov} , lo que es igual a 0,56 m y la altura de seguridad se fija en 0,30 m.

En función a estos datos se define la altura del resguardo de la presa, que es:

Altura de lamina en crecida	$T= 1000 \text{ años } h_c = 0,14 \text{ m}$
Altura de olas	$h_{ov} = 0,56 \text{ m}$
Altura de seguridad	$h_s = 0,30 \text{ m}$
Total	$1,00 \text{ m}$

Tomando en cuenta las alturas anteriores se define la altura del parapeto de la presa.

Por tanto, la altura de la presa es de 38,00 m. más el parapeto de 1,00 m

3.3.1.3.- Características de la presa

Tipo de presa

Se plantea la construcción de una presa de enrocado con pantalla de hormigón, se seleccionó este tipo de presa en consideración a las características topográficas del sitio, a las condiciones geológicas de la cimentación y a la disponibilidad de materiales para su construcción.

Las formaciones rocosas del fondo del valle y las laderas, son apropiadas para la fundación de la presa y especialmente para la cimentación de la pantalla de hormigón.

Y la disposición de materiales en cantidad y calidad en áreas próximas (dentro del vaso), hacen que éste tipo de presa sea comparativamente la más económica.

Dimensiones de la presa

La presa tendrá una altura de 38 m más un parapeto de un metro, el ancho de la coronación 5 m y el largo 94 m

Cuerpo de presa

El cuerpo de la presa esta compuesto por escollera compactada dispuesta por zonas, cuyas características están dadas en función a su importancia en el soporte de la pantalla de hormigón y las presiones hidrostáticas, con la mínima deformación.

De acuerdo a las recomendaciones. El paramento aguas arriba tendrá un talud 1 V: 1,8H y aguas abajo 1 V: 1,6 H. Por debajo de la pantalla de hormigón, se tiene la zona 2, luego las zonas 3A, 3B y 3C, (ver gráfico)

Las máximas deformaciones se producen en el tercio inferior de la presa, próximo al paramento aguas arriba y disminuyen paulatinamente hacia aguas abajo. La mitad aguas arriba de la presa, sólo tiene movimientos significativos debido a la presión hidrostática. Por lo que, para minimizar las deformaciones que se producen por debajo de la pantalla, el material más incompresible debe ser el de la zona 2 y el espaldón de aguas arriba, zonas 3A y 3B que transfieren la carga del agua a la cimentación.

Zona 2

Es la zona donde se apoya la pantalla de hormigón, tendrá un ancho 4,70 m en horizontal y estará compuesta por material granular y finos, con una granulometría que garantice la no segregación al momento de la puesta en obra y que se obtenga una baja permeabilidad. La granulometría que se recomienda, tiene un tamaño máximo entre 75 mm y 38mm, y un 35 % a 55 % de tamaño inferior a 4,76 mm (tamiz N° 4), con el fin de asegurar que tenga, como media, al menos un 40 % de partículas de arena y un 5 % a un 15 %, de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm. Esta es la granulometría más trabajable. La ventaja de tener un mínimo de 10 % y del 5 % del material de tamaño inferior a 0,59 mm y 0,074, tamiz N° 30 y N° 200, respectivamente, es que el material compactado tenga al final una permeabilidad del orden de 1×10^{-4} cm/sg, o menor. Por otra parte, esta granulometría también asegura que el material será estable interiormente bajo gradientes hidráulicos muy altos, y compatible con la escollera subyacente.

Es muy importante mantener el contenido de los finos (menor que 0,074mm, tamiz N° 200) como máximo por debajo del 15 % del peso total y preferiblemente por debajo del 10 % ó 12 %.

El material en esta zona se lo coloca en tongadas de espesores de 40 – 50 cm. y se compacta según el plano horizontal y según su talud. La compactación horizontal se realiza mediante 4 pasadas de rodillo vibratorio de 10 t. y la compactación del talud puede ser realizada con una placa vibrante (1,4x 0,9) montada sobre una excavadora, en longitudes del talud de 3,5 m

Algunas ventajas de la colocación de la zona de apoyo de la pantalla (zona 2) son:

La zona actúa como barrera semipermeable (en el límite inferior del rango semipermeable) asegurando que las fugas totales a través de la presa no sean excesivas aunque se produzcan en la pantalla grandes fisuras. Además, proporciona una seguridad a la presa, aún en el caso que no existiera la pantalla de hormigón (en etapa de construcción), puesto que la cantidad de agua que puede filtrarse a través de esta zona, es muy inferior a la capacidad de de la escollera para evacuar sin riesgo el agua filtrada. La colocación del material con un perfil determinado es fácil, lo que se traduce en evitar excesos de hormigón y en proporcionar un soporte más uniforme a las losas de la pantalla.

Zona 3 A

La zona 3A, es de transferencia de la carga del agua a la cimentación, es de transición entre la zona 2 y 3B, y debe cumplir la condición de filtro, tendrá un ancho de 4m en horizontal. La zona 3A consiste en un todo clasificado de granulometría pequeña, compactada en tongadas de 40-50 cm de espesor manteniendo en la construcción el mismo nivel que el de la zona 2, pero una tongada más alta en ambas, que en la zona 3B adyacente aguas abajo; esta disposición asegura una mejor transición, agiliza la construcción y mejora el comportamiento de la obra. Como la transición entre las zonas 2 y 3A es la más importante, debe cumplirse aproximadamente las condiciones de filtro entre ellas, para evitar pérdidas del material de apoyo de la pantalla en el caso de producirse filtraciones a través de la misma. Esta zona, es de pura transición a la escollera de la zona 3B, de elementos gruesos, debe ser la zona drenante o sea lo contrario de la zona 2.

Zona 3B

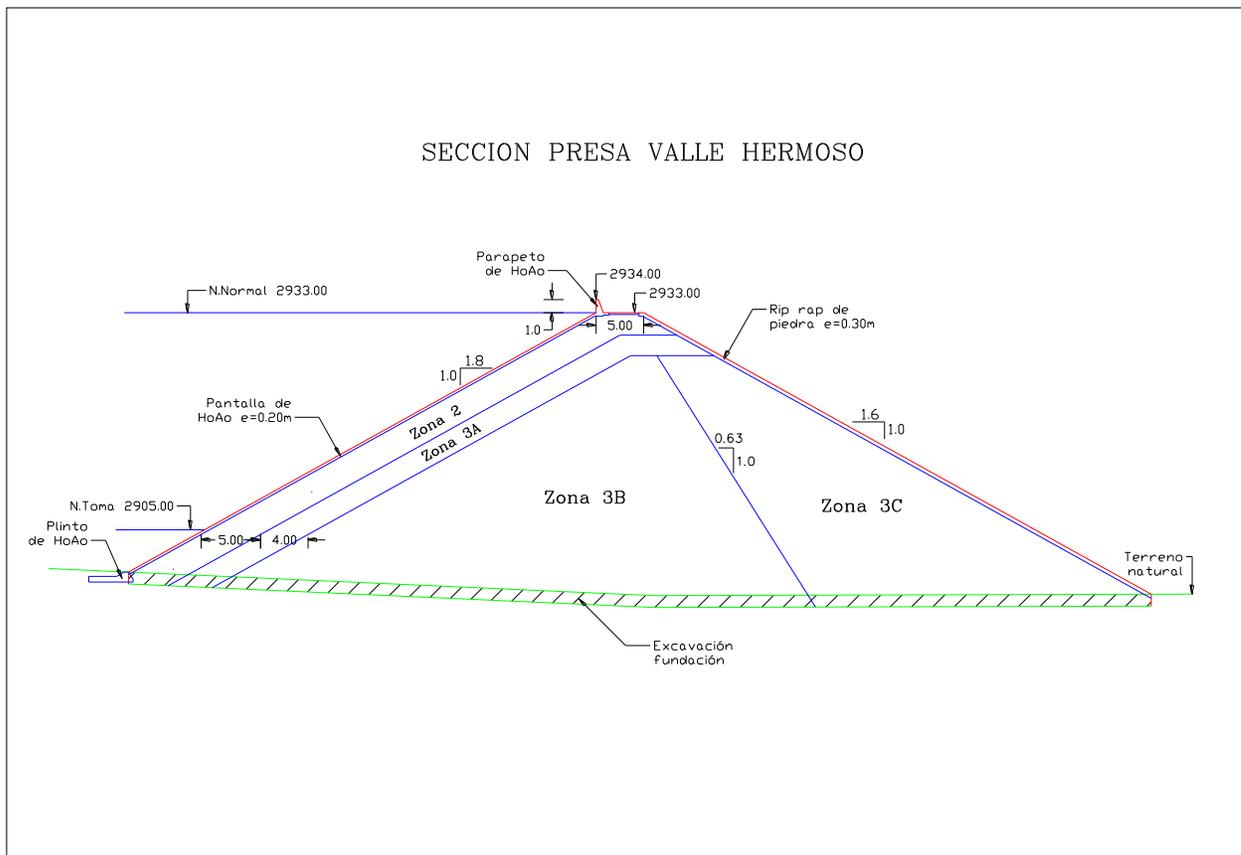
Esta zona también es de transferencia de la carga a la cimentación, se localiza aguas debajo de la zona 3A y ocupa toda la parte central del cuerpo de la presa y esta constituida por elementos gruesos (escollera). Para esta zona el Comité Español de Grandes Presas recomienda un espesor de tongada de 0,8 – 1,0 m con una compactación equivalente a cuatro pasadas de rodillo vibratorio de 10 t, y a veces con adición de agua (15 %-20 % del volumen de la roca) durante la puesta en obra.

Zona 3C

Esta zona completa la sección de la presa; su comportamiento, en términos de asientos, es menos crítico, desde el punto de vista del comportamiento de la pantalla. En esta zona se pueden adoptar tongadas de mayor espesor, de 1,5 a 2,0 m y granulometría mucho más abierta.

El talud aguas abajo, se debe proteger con una capa de roca o escollera gruesa acomodada, tipo rip rap.

SECCIÓN PRESA



Pantalla de hormigón

El conjunto estructural de la pantalla está compuesto por la pantalla propiamente dicha, el zócalo o plinto, y una junta perimetral entre el zócalo y la pantalla, para permitir un cierto juego entre ellos, sin deterioro de la impermeabilidad. Como complemento, en el apoyo se efectúa un tratamiento con inyecciones para mejorar su resistencia y su impermeabilidad.

La pantalla esta formada por losas inclinadas continuadas de arriba debajo de 6.00 m de ancho, apoyadas sobre el talud aguas arriba del cuerpo de la presa. Entre las losas hay juntas situadas en planos verticales, que permiten el movimiento relativo entre ellas, producidos por los asientos diferenciales y por las variaciones térmicas.

El espesor de la pantalla hormigón es de 20 cm uniforme en toda la altura, espesor adoptado en base a las recomendaciones que se dan en publicaciones de ICOLD. para pantallas de presas con alturas menores a 50m

Las losas de la pantalla se contraen bajo la carga de agua. Las deformaciones en el plano de paramento también se producen por cambios de temperatura. Durante el llenado la mayor parte de la pantalla se pone en compresión, pero hay algunas zonas próximas al perímetro donde se producen deformaciones de tracción. Estas deformaciones en el plano son independientes de su espesor y de su impermeabilidad, por lo que la consideración principal es la durabilidad a largo plazo.

La armadura consiste en una malla rectangular de cuantía de 0,4 % de la sección, en cada dirección, con un total de 66 kg/m³, colocada en el plano medio de la losa.

Zócalo o plinto

Es un elemento perimetral que sirve de apoyo a las losas, para transmitir y repartir mejor las cargas al cimiento, así como de cabeza para realizar las inyecciones a éste.

La sección es rectangular, con un ancho de 3,00 m, que es un mínimo recomendado. El espesor o altura será de 30 cm sobre las puntas de las salientes de la roca de excavación.

La excavación para el plinto debe ser realizada con cuidado para no dañar la roca y para minimizar el sobreespesor de hormigón. La armadura será igual al 0,3% de la sección, en cada dirección y será anclado a la roca, con barras de 25 mm a una profundidad de 3,00 m, en dos filas y espaciados a 1,50 m. La forma del plinto se adapta al terreno.

Juntas

Se colocarán dos tipos, las juntas verticales entre losas de la pantalla y la junta perimetral.

Las juntas verticales serán de 3 cm de ancho y para su impermeabilización se usará cinta water stop de PVC.

La junta perimetral, que tiene la función de un enlace flexible e impermeable entre la pantalla y el plinto, de forma que los movimientos de la pantalla sean posibles sin perjuicio de la impermeabilidad. Para la impermeabilidad se usaran dos elementos water stop. Uno se colocará en la parte central de la losa (cinta de PVC) y el otro en la parte superior, en contacto con el agua, que será un mastic asfáltico.

La junta perimetral es uno de los elementos fundamentales de la pantalla y por tanto su ejecución debe ser muy cuidadosa.

Inyecciones

Estas tienen por objeto la conformación de una pantalla de impermeabilización en la roca de cimentación del plinto, así como la consolidación de esta. Se realizará con una lechada de cemento y agua, colocada a altas presiones, para lograr la penetración en las grietas. Se dispondrá de dos filas de perforaciones, a dos metros de distancia y con profundidades variables.

3.3.1.4.- Vertedero de excedencias

Caudales

Analizada la laminación de los caudales de crecida correspondientes a periodos de retorno de 100 y 500 años, 10,2 y 13 m³/s respectivamente, (anexo2), se obtuvo los caudales de salida de 2,48 y 3,45 m³/s.

El vertedero se diseña para el caudal de 10,2 m³/s, correspondiente a un periodo de retorno de 100 años.

Tipo de vertedero

El vertedero seleccionado, es superficial, sin control, con estructura fija (labio fijo) lateral. Se selecciono este tipo de vertedero, por las características del sitio y fundamentalmente porque se adapta a la topografía y al reducido caudal

Dimensionamiento

Los vertederos laterales están constituidos por las siguientes partes:

Acceso, cimacio, colchón, sección de control y rápida

Los datos para el cálculo del vertedero son:

Caudal	$Q = 10,2 \text{ m}^3/\text{s}$
Lamina	$H_o = 0,14 \text{ m}$
Longitud	$L = 13,00 \text{ m}$

Rápida

La rápida es el elemento de evacuación del agua, salvando la diferencia de cota entre cuenco del vertedero y el cauce del río.

Está constituida por un canal de 0,70 m de ancho con un trazo recto, con pendiente del 23%

Trampolín

Al final de la rápida se colocará un trampolín con fondo horizontal y con deflectores, como elemento disipador de energía del flujo, el que se localiza en la ladera rocosa, próxima al cauce.

3.3.1.5.- Toma

Se dispondrá de una toma que se ubicará en la cota 2900 m.s.n.m. La toma, servirá también de desagüe de fondo, puesto que las aguas se echarán directamente al cauce, por lo que se dispondrá de dos tuberías de 200 mm de diámetro, habiéndose fijado el diámetro, para que una tubería satisfaga la demanda máxima de 200 l/s

Por tanto, para la toma se tendrá 2 tuberías de PVC de 200 mm de diámetro y 100 m de longitud,

Las tuberías estarán dispuestas en forma rectilínea, sobre terreno natural y protegidas con una estructura de hormigón armado. En el extremo aguas arriba se tendrá una obra de entrada abocinada, de hormigón armado

Las válvulas se ubicarán en el extremo aguas abajo, donde se dispondrá de una cámara y un dissipador de energía del tipo de impacto, y se tendrán 2 válvulas por tubería, del tipo mariposa

3.3.2.- Azud derivador en el Río Tomayapo y la Conducción hasta el embalse

3.3.2.1.- Introducción

El sistema de derivación y trasvase de las aguas del Río Tomayapo hacia el embalse de Valle Hermoso, comprende la ejecución de una toma con azud derivador, y la conducción hasta el embalse.

Estas obras se planifican para un funcionamiento con el mínimo de control, o sea con una operación simple, para el manejo de los caudales que son reducidos, frente a los existentes en el Río Tomayapo

El caudal necesario de captación está definido por el volumen de almacenamiento útil más las pérdidas de agua en el embalse, y el tiempo de llenado.

Se considera que el sistema funcionará 5 meses al año, de diciembre hasta abril, con un caudal medio de 90 l/s y un máximo de 150 l/s. Caudales éstos que son más reducidos que los caudales medios del Río Tomayapo en el sitio de toma.



3.3.2.2.- Azud derivador

Este se localiza a 1250 m aguas arriba de la confluencia de la quebrada de Valle Hermoso con el Río Tomayapo, en un tramo recto del cauce buscando no solo la roca de fundación, sino el ancho mayor.

La longitud será de 37 m y la altura 4,00 m, con muros laterales sobre la cresta del vertedero.

Carga hidráulica sobre el Azud

$$Q = CL\left(H + \frac{v^2}{2g}\right)^{3/2} \text{ fórmula de vertederos}$$

- Donde:
- Q = Caudal en m³/s
 - C = Coeficiente
 - L = Longitud del vertedero en m
 - H = Carga de agua en m
 - v = Velocidad de aproximación en m/s
 - g = Gravedad (9.81 m/s²)

Tirante de aproximación al vertedero (dc), para un caudal de 450 m³/s (T=50 años) y una longitud de vertedero de 37 m, es:

$$q = 450/37 = 12,16 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{por metro de vertedero}$$

$$dc = (q^2/g)^{1/3} = (12,16^2/9,81)^{1/3} = 2,47 \text{ m}$$

Carga equivalente de velocidad (h_v)

$$v = Q/A = 450 / 37 * 2,47 = 4,92 \text{ m/s}$$

$$H_v = v^2/2g = 1,23 \text{ m}$$

Aplicando la fórmula para vertederos con $C=2.16$ y una $H=2.0\text{m}$ se tiene:

$$Q = 2,16 * 37 (2+1,23)^{1.5} = 463,94 > 450 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{OK})$$

Parábola para la sección del Azud

a) Radio de curva en el coronamiento del azud

$$R = \frac{5}{16} H = 1.00 \text{ m, donde } R = \text{radio en metros}$$

$$H = \text{carga total de agua } (2+1,23=3.23 \text{ m})$$

b) Radio de curva al pie del azud

$$R = 0.15 h, \text{ donde } h = \text{altura del azud } (3.00 \text{ m})$$

$$R = 0.45 \text{ m}$$

c) Perfil del azud

$$\text{Fórmula de la parábola } x^2 = 2Hy, \text{ de donde } y = \frac{x^2}{2H}$$

x = coordenada horizontal

y = coordenada vertical

Aplicando la fórmula se tiene:

x	y
0.00	0.000
0.50	0.037
1.00	0.154
1.50	0.348
2.00	0.619
2.50	0,967
3.00	1.393
3.50	1.896
4.00	2.477
4.50	3.135

d) Velocidad al pie del azud (v_1)

$$v_1 = \sqrt{2gh}, \text{ donde } h = \text{altura de agua (menos 10\% por fricción)}$$

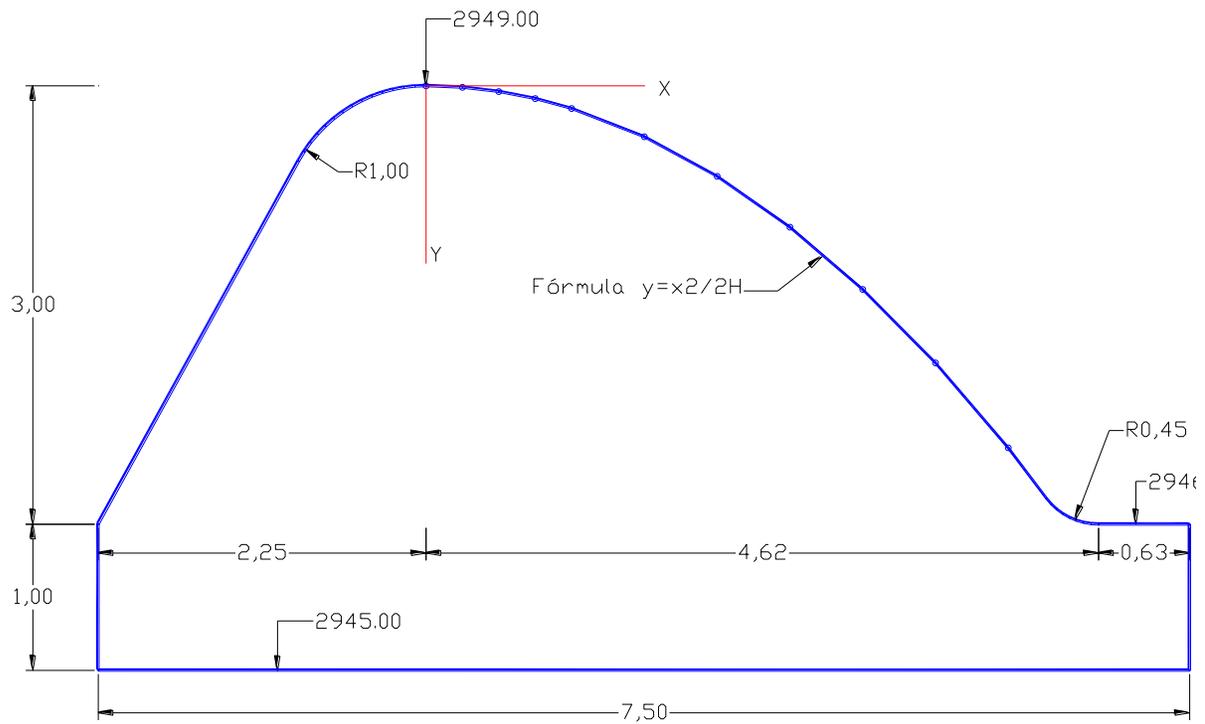
$$h = 3.00 + 3.23 = 6.23 - 0.62 = 5.61 \text{ m}$$

$$v_1 = 10.49 \text{ m/s}$$

e) Tirante al pie del azud (d_1)

$$d_1 = q/v_1 = 12.16/10.49 = 1.16 \text{ m}$$

Perfil de la estructura del azud



Calculo estructural

Cargas verticales (ver anexo 6.6)

a) Hormigón	47,17 ton
b) Agua s/azud	17.79 ton
c) Sedimentos	4,11 ton
Total cargas verticales	69,07 ton

Empuje del agua, de aguas arriba

$$E = 18,00 \text{ ton}$$

Empuje de sedimentos

$$E = 2,45 \text{ ton}$$

Empuje del agua, aguas abajo

$$E2 = 2,33 \text{ ton}$$

Sub presión del agua (50%)

$$S = 15.30 \text{ ton}$$

Se adopta el 50% de la subpresión porque se prevé la instalación de un sistema de drenaje en la base

Coefficientes de seguridad del azud**Seguridad contra deslizamiento**Cargas verticales:

Hormigón	47.17 ton
Agua en azud	17.79 ton
Sedimento	4,11 ton
Subpresión	(-) <u>15.30 ton</u>
Resultante	53.77 ton

Cargas horizontales:

Aguas arriba	18,00 ton
Sedimentos	2,45 ton
Aguas abajo	(-) <u>1.43 ton</u>
Resultante	18,12 ton

$$C = \frac{53,77 \times 0.6}{18.12} = 1.78 \text{ (OK)}$$

Seguridad contra vuelco

Momentos resistentes

Total momentos resistentes = 272.54 ton

Momentos actuantes

Total momentos resistentes = 103,93 ton

$$C = \frac{272.54}{103.93} = 2.62 \text{ (OK)}$$

Con las dimensiones adoptadas se cumple con las condiciones de estabilidad.

3.3.2.3.- Diseño de la toma

La toma esta constituida por: El orificio de entrada, el canal de acceso con compuerta para el desagüe y los vertederos de superficie, para la entrada de agua al canal y para evacuar los excesos.

Se asume un orificio de 0.40m de ancho y un alto de 0.30m,

El caudal de demanda es de 0,150 m³/s (máximo), se capta bajo las condiciones de carga mínima en el azud, con el agua a nivel de cresta. El agua pasa al canal de acceso de 0,50 m de base y 0,60 m de alto, luego el caudal de derivación ingresa al canal principal por un vertedero de superficie de 3,5 m con una lamina de 0,10 m

Con las dimensiones del orificio y la carga de 2,00 m, correspondiente a la crecida de diseño, el caudal máximo de entrada es de 0,750 m³/s.

Para evacuar el caudal excedente, se hace apertura de la compuerta y además después del orificio se coloca un vertedero de 4,0 m de longitud.

3.3.2.4.- Desarenador

A cuatro metros aguas abajo del extremo del vertedero de excedencias del canal en su tramo inicial, se localiza el acceso al desarenador, que estará constituido por, la transición de entrada,

la cubeta de desarenado, el vertedero de excedencias, el vertedero de entrada al sistema y el desagüe de fondo.

Cálculo de la longitud de transición en la entrada al desarenador

Las variaciones debidas a interferencias externas como las transiciones, se analizan a través del número de Froude (Fr). La experiencia indica que el ángulo recomendado es:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{3Fr} \quad \text{En la sección de entrada } Fr = 0.62 \text{ para } v = 1.08 \text{ m/s}$$

La entrada al desarenador tiene un ancho de 1.25 m y por tanto el ensanchamiento es de 0.80 m, entonces la longitud necesaria es:

$$L = 0,80 / \operatorname{tg} \alpha = 1,488 \text{ m, se asume } L = 1.5 \text{ m}$$

Cálculo del desarenador

La velocidad de sedimentación de acuerdo a la ley de Stokes es:

$$V_s = (S - 1) * g d^2 / 18 \nu = 0,37 \text{ cm/seg}$$

Donde:

$$S = \text{Gravedad específica} = 2,4 \text{ gr/cm}^3$$

$$g = 981 \text{ cm/seg}^2$$

$$d = 0,008 \text{ cm}$$

$$\nu = 0,01308 \text{ cm}^2/\text{seg}$$

La velocidad de arrastre es:

$$V_a = 125 * (S - 1)^{1/2} * d^{1/2} = 13,23 \text{ cm/seg}$$

Y la velocidad horizontal es:

$$V_h = 0,150 / 2,00 = 0,075 \text{ m/s}$$

El área transversa asumida es de $2 \text{ m}^2 = 1,25 * 1,60$

Por tanto el área superficial será:

$$A_s = (V_h / V_s) * A_t = (0,075 / 0,0037) * 2 = 40,5 \text{ m}^2$$

$$A_s = L * a = 40,5 \text{ m}^2 \text{ de donde } L = 25,3 \text{ m para } a = 1,60 \text{ m}$$

3.3.2.5.- Prediseño de la conducción

La conducción desde el azud hasta el embalse presenta 3 tramos diferenciados por su localización y el tipo de conducción, con el siguiente detalle:

Cuadro N° 3.8
Sistema de conducción para el trasvase

Tramo	Caudal m³/s	Longitud total (m)	Observaciones
1 canal	0,200	415	Inicio en desarenad Sigue canal existente
2 Sifón	0,200	165	Sifón
3 Canal	0,200	520	
Total		1100	

El primer tramo constituido por un canal de sección rectangular, se inicia al final del desarenador y sigue la traza de la acequia existente, el cual tiene las siguientes características:

Caudal	$Q = 0,150 \text{ m}^3/\text{s}$
Ancho	$b = 0,45 \text{ m}$
Altura	$d = 0,45 \text{ m}$
Pendiente	$i = 0,003 \text{ m/m}$

El segundo tramo comprende un sifón que cruza un meandro y por tanto cruza dos veces el cauce. La longitud total del sifón es de 160 m y sus características son:

Cámara de entrada, con doble cubeta, la de desarenado con desagüe y vertedero de superficie hacia la cámara de entrada propiamente dicha.

Tubería de PVC clase 6 de 12" de diámetro, con puentes de H°A° sobre los dos pasos del cauce.

Cámara de salida con una cubeta simple, con un desnivel respecto a la entrada de 3 m.

El tercer tramo, canal en ladera con las mismas características del primer tramo.

3.3.3.- Túnel de desvío de la Qda de Valle Hermoso

El desvío de la quebrada de Valle Hermoso se logra mediante un túnel que atraviesa la serranía localizada en la margen derecha del cauce de la quebrada, echando las aguas a una quebrada también afluente del Río Tomayapo.

La longitud del túnel será de 240 m, con excavación antes y después para la formación de los frentes de acceso.

El caudal de diseño corresponde a una crecida de un periodo de retorno de 100 años que es de 107 m³/s.

La sección del túnel será semicircular con un radio de 5m. El canal será revestido con hormigón, con las siguientes características:

Caudal de diseño $Q= 107 \text{ m}^3/\text{s}$

Ancho $B= 4,60 \text{ m}$

Atura $D= 0,80 \text{ m}$

Pendiente $i = 4\%$

Longitud $L = 240 \text{ m}$

Al final del canal se tendrá un salto de ski con fondo plano de 5m.

3.3.4.- Camino de acceso

El camino de acceso parte de la carretera Tarija- Potosí (km 55 de Tarija) con un primer tramo de mejoramiento de 3,0 km y la apertura 4,0 km, hasta el sitio de presa. El ancho de la plataforma previsto es de 4,5 m

3.3.5.- Materiales de construcción

Se han identificado los posibles bancos de materiales para la construcción de la presa de enrocado, considerando los volúmenes necesarios, características del material y distancia al sitio de presa.

Se han identificado áreas de explotación o bancos, en sitios dentro del vaso de almacenamiento.

3.3.6 Indemnizaciones

Los terrenos objeto de indemnizaciones, son aquellos sujetos a inundaciones debidas a la formación del embalse

El área de inundación alcanza a 7 ha, de las cuales 0,4 ha son cultivadas. No se tienen viviendas y ninguna otra infraestructura en el área.

El área de inundación esta definida por el nivel máximo del agua (lo que coincide con la curva de nivel de la altura máxima del agua en una crecida), considerando además una franja de servidumbre de paso, de aproximadamente 10 metros de ancho y cuya altura depende de la pendiente del terreno en cada sector.

No se tienen dificultades, existe una sola familia en la zona y en la fase de diseño final del presente proyecto se definirán los montos de la indemnización.

3.3.7 Estrategia de ejecución

3.3.7.1 Modalidades para la construcción

Por la magnitud del proyecto, la construcción deberá ser realizada por una empresa constructora con experiencia en éste tipo de obras, empresa que será seleccionada con una licitación pública.

Este procedimiento, es obligatorio y está estipulado en las leyes que rigen la administración en el sector público.

El proceso de licitación deberá ser iniciado, cuando se hayan concluido con los siguientes requisitos:

Concedida la Licencia Ambiental.

Canceladas las indemnizaciones de los terrenos de afectación y en general contar con el saneamiento y los permisos particulares de las tierras donde se ejecutarán obras.

3.3.7.2.- Esquema general de ejecución

La planificación de la ejecución o construcción propiamente dicha del proyecto, denota plasmar las soluciones en sistemas de construcción, que permitan concretar los trabajos.

Por las características y localización de las obras constitutivas del proyecto, se prevén 3 frentes de trabajo relativamente próximos, por lo que el plan de ejecución se puede definir de la siguiente manera:

Frente de trabajo nº 1 para la ejecución de la presa de enrocado.

Frente nº 2, para la construcción del azud, y la conducción para el trasvase de las aguas del Río Tomayapo al embalse.

Frente nº3, para la construcción del túnel de desvío de la quebrada de Valle Hermoso.

Se supone que los frentes de trabajo serán encarados simultáneamente y con un solo campamento de trabajo, dada su proximidad, puesto que las tres obras se encuentran dentro de un radio de un km.

Tomando en cuenta las actividades de la construcción, estas se pueden agrupar, en las instalaciones de la obra y las unidades de la obra

A) Las instalaciones de la obra, localizadas en un campamento y áreas próximas a la obra, pueden ser:

1) Instalaciones Generales. Las cuales comprenden:

Accesos y telecomunicaciones

Camino de acceso a la obra y a los sitios de las instalaciones

Conexión a la red telefónica nacional

Red telefónica y de radio al interior de la obra y las instalaciones.

Instalaciones de la red eléctrica y de agua

Línea de alta tensión del suministro general

Línea de baja tensión, en los sitios de obra y las instalaciones

Instalación de agua: toma, conducción y depósitos

Red de agua industrial (distribución y almacenamiento secundario).

Red de agua potable (Tratamiento y distribución)

Talleres

Taller mecánico (Maquinaria pesada y vehículos)

Taller eléctrico y talleres varios, y auxiliares de obra.

Oficinas y almacenes

Oficinas principales de obra o de dirección.

Almacén de materiales y suministros

Almacén de combustibles y lubricantes

Almacenes o parque de maquinaria

Viviendas en obra

Viviendas familiares y residencias de dirección

Dormitorios de obreros

Cocina, comedores de dirección y de personal

Servicios auxiliares (almacén víveres, lavandería, etc)

Instalaciones sociales y deportivas.

B) Instalaciones específicas. Estas se refieren a la:

1.- Preparación del material

2.- Transporte del material

3.- Planta de hormigón

4.- Instalaciones secundarias para la ejecución de cada actividad o ítem de obra

2) Las unidades principales de obra son:

Excavaciones

Excavación subterránea o excavación del túnel

Excavación a cielo abierto, se refiere a la excavación para la presa, la excavación para la cimentación del azud y la para la conducción, y la excavación para los accesos del túnel.

Los objetivos principales que se deben tomar en cuenta, son los de no variar la geometría y dañar lo menos posible el terreno de la cimentación.

Encofrado

Consistente en tableros de madera u otro material, colocados por partes, cuyos tamaños están definidos por el constructor, para la construcción de todos los elementos de Hormigón.

Puesta en obra del enrocado

El enrocado en sus diferentes tipos, se colocará en capas extendidas con topadora y compactadas con rodillo. Después de compactada una capa debe colocarse otra encima, conformando el terraplén en sus diferentes zonas.

Ejecución del revestimiento de hormigón

Ejecutado el plinto y la junta perimetral, se procede a la colocación de las losas del revestimiento dispuestas en franjas con juntas longitudinales.

Ejecución del azud

El hormigón ciclópeo se ejecutará por sectores, con juntas de construcción transversales al eje, colocando el hormigón hasta la terminación de cada sector. Esta obra se ejecutará necesariamente en el periodo seco de junio a septiembre, cuando los caudales del río son reducidos.

Toma y Vertedero

Cimentado en el estribo del cuerpo de la presa, se implementara el ducto y los elementos de control, de la toma, la cual restituirá el agua al cauce, desde donde, aguas abajo, será captada a través de las tomas existentes. La capacidad de la toma corresponde al caudal de demanda máxima, con una altura de agua hasta el nivel mínimo de operación.

El vertedero, será lateral, fijo y sin control. Se localizara en la margen izquierda, para la evacuación de una crecida de la cuenca directa al embalse (0,9 km²), correspondiente a un periodo de retorno de 100 años.

3.3.7.3.- Programa general de la obra

Las actividades principales de la construcción, en el frente de trabajo n° 1, se las agrupa de la siguiente manera:

Movilización e instalaciones generales

Instalaciones específicas y preparación de materiales

Replanteo de la obra

Excavaciones

Construcción del cuerpo de la presa

Construcción de la toma y el vertedero.

Para el frente de trabajo n° 2, se tiene:

Movilización e instalaciones complementarias

Replanteo de las obras

Excavaciones y preparación de materiales

Construcción del azud y la conducción

Construcción de las obras complementarias.

Y para la ejecución del frente de trabajo n°3 se tiene:

Movilización e instalaciones complementarias

Replanteo

Excavaciones de preparación de las acometidas.

Excavación del tunel

Ejecución del revestimiento.

La construcción se iniciará en forma simultánea en los 3 frentes. Se prevé que la construcción propiamente de las obras, se inicie en el mes de abril, para disponer en el mes de octubre con el azud concluido y concluida también la excavación del túnel, para no tener problemas con las crecidas, que de otra manera pueden causar daños significativos.

Si se logra lo anteriormente mencionado, la construcción de la presa puede ser continua y la ejecución del proyecto podrá desarrollarse en 30 meses, considerando en ellos la holgura necesaria.

3.3.7.4 Disponibilidad de mano de obra y aporte comunal

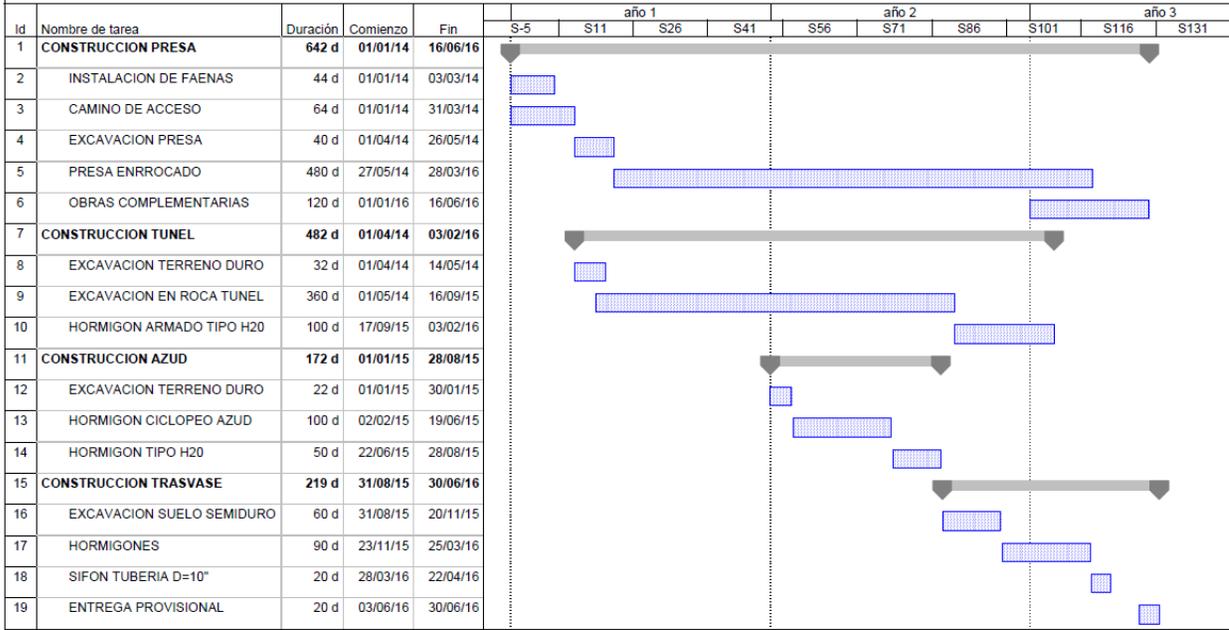
La disponibilidad de mano de obra, dada la proximidad de la obra a la zona de Tomayapo y particularmente a la zona de Iscayachi, será muy significativa. En consecuencia, para la ejecución del proyecto, la empresa contratista tendrá la suficiente disponibilidad de mano de obra, calificada y no calificada.

No se contempla aporte comunal en la ejecución de las obras principales del proyecto, es decir en las obras mayores que incluye el mismo. Sin embargo, se prevé que los beneficiarios del proyecto aporten con las inversiones a nivel de parcela.

3.3.7.5 Cronograma de ejecución del proyecto

En el cronograma resumido adjunto, se plasma la secuencia y los tiempos de las diferentes actividades de las obras más importantes.

CRONOGRAMA GANTT ESTUDIO DE IDENTIFICACION
"COSTRUCCION PRESA EL CAJON MUNICIPIO DE EL PUENTE"



Proyecto: El Cajón Empresa: COTA s.r.l.	Tarea	[Barra azul con puntos]	Resumen	[Barra gris con triángulos]	Progreso resumido	[Barra gris]
	División	[Barra azul con puntos]	Tarea resumida	[Barra azul con puntos]	Tareas externas	[Barra gris]
	Progreso	[Barra azul con puntos]	División resumida	[Barra azul con puntos]	Resumen del proyecto	[Barra gris]
	Hito	[Triángulo negro]	Hito resumido	[Triángulo blanco]		

PROYECTO CONCLUIDO EN 30 MESES

4. ASISTENCIA TÉCNICA INTEGRAL, CAPACITACION Y ACOMPAÑAMIENTO

4.1 Aspectos generales, objetivos y metas

4.1.1 Aspectos generales

El agua es un elemento vital que afecta significativamente todos los aspectos de la vida. En exceso, el agua produce inundaciones y su escasez es causa de hambre en las poblaciones, es decir que el agua es de suma importancia no sólo para alcanzar las cosechas esperadas, sino para garantizar la subsistencia de la población. Por ello en las regiones donde este recurso natural es reducido o tiene limitaciones de uso, la situación se refleja directamente, en pobreza y altos índices de migración de la población.

El uso inadecuado del agua provoca salinización, encharcamiento y erosión de suelos agrícolas y en ciertos casos la contaminación del agua para uso agrícola. Por otra parte, cuando no se realiza el uso del agua por la población en forma organizada, concertada y en base a cuerdos y normas, se originan conflictos sociales internos entre comunidades, entre sectores e incluso entre vecinos y familias involucradas en el uso o aprovechamiento de determinada fuente de agua.

Por otra parte, el uso del agua del embalse proyectado, será realizado por una población de 360 familias de 7 comunidades, en consecuencia es de vital importancia apoyar, orientar y capacitar a la población usuaria respecto al aprovechamiento en forma ordenada, concertada y en base a acuerdos, de manera que se eviten los conflictos entre comunidades, zonas de riego y las familias beneficiarias.

Considerando la complejidad del presente proyecto y que los futuros beneficiarios no tienen mucha experiencia y tradición en gestión de riego, más aún que el proyecto incluye el embalse, se hace necesario garantizar la adecuada operación y mantenimiento del sistema de riego en forma autogestionaria y sostenible por los propios regantes y el manejo del riego a nivel parcelario, mediante un programa de asistencia técnica integral y capacitación dirigido a los usuarios beneficiarios del proyecto.

En ese sentido, para dar una respuesta a la situación antes mencionada y buscar la sostenibilidad y autogestión de los sistemas de riego existentes, se presenta la propuesta de asistencia técnica integral y capacitación como parte del proyecto.

Este programa, debe ejecutarse en dos fases: Una fase de dos años durante la ejecución de obras y otra fase de dos años como mínimo durante la etapa de operación o funcionamiento del sistema de riego construido. Para ello, se prevé la participación activa de una Entidad o Consultores que prestara los servicios, que tendrá el rol de brindar asistencia técnica integral y capacitación a la población usuaria del sistema de riego proyectado, durante la etapa de construcción de la infraestructura de riego, como también durante la operación del sistema, es decir en la primera etapa del uso del agua regulada en las actividades agropecuarias bajo riego.

La Asistencia Técnica Integral contribuirá a la eficacia del proyecto de riego, porque contribuye a desarrollar las capacidades existentes a nivel organizativo como también en las actividades agro productivas en las comunidades beneficiarias.

La entidad o técnicos encargados de prestar los servicios de asistencia técnica integral y capacitación, deberá trabajar intensamente con los usuarios, respetando usos y costumbres existentes relacionadas al uso del agua de riego, organización, sistemas de producción agropecuaria, etc., insertando otras nuevas (si es el caso) principalmente relacionadas al riego parcelario (riego por surcos, inundación y melgas) y proponiendo prácticas innovadoras durante el ciclo de la producción agropecuaria.

4.1.2 Objetivo general

Coadyuvar al fortalecimiento de las comunidades campesinas beneficiarias del proyecto, apoyando a la generación de capacidades, reconociendo y respetando sus formas propias organizativas respecto al uso adecuado del agua y de la infraestructura de riego, destinados a mejorar la producción y productividad agropecuaria bajo riego de la zona.

4.1.3 Objetivos específicos

Apoyar a las comunidades beneficiarias en el relacionamiento con todas las instituciones involucradas en el proyecto.

Brindar asistencia técnica integral y capacitación, relacionado con el manejo integral del agua para riego y a la producción agropecuaria bajo riego a las familias beneficiarias del proyecto de riego.

Fortalecer las capacidades existentes de gestión del agua en las comunidades beneficiarias.

Normar el manejo del agua a través de documentos tales como Estatutos y Reglamentos.

Elaborar en forma concertada con la población, instrumentos como Manuales de operación y mantenimiento.

Apoyar al desarrollo agrícola sostenible, contribuyendo a las familias beneficiarias a mejorar el nivel de vida.

4.1.4 Metas

Ejecutar un programa de asistencia técnica integral y capacitación durante 4 años, beneficiando a 360 familias del Valle de Tomayapo.

Lograr capacidades en los beneficiarios respecto a la gestión del riego, producción agropecuaria, transformación – comercialización y manejo integral de la cuenca de la fuente de agua.

4.2 Tipo y magnitud de los cambios a introducirse con el proyecto, fundamentalmente los requerimientos de asistencia técnica integral y capacitación diferenciados por género.

Considerando los alcances y características del proyecto y la situación actual del Valle de Tomayapo respecto al tema gestión del riego y la producción agrícola, no existirán cambios traumáticos y mas bien los cambios están orientados a una mayor disponibilidad de agua de riego para una mejora de la producción y productividad agrícola sobre la misma base productiva actual. En este sentido los principales cambios identificados son los siguientes:

Se debe pasar de una gestión del riego caracterizada por 67 sistemas de microriego a una gestión del riego que incluye a los 67 sistemas de microriego que además incluye un embalse

Se debe pasar de un sistema productivo agropecuario inseguro y deficiente precisamente por falta de agua para riego, que genera pobreza y elevado índice de migración temporal, a

un sistema productivo agropecuario mas seguro, rentable que genera mejores condiciones de vida de la población.

4.3 Asistencia técnica integral y capacitación para la ejecución, puesta en marcha, gestión, producción, comercialización y manejo integral de la cuenca de la fuente de agua.

4.3.1 Necesidades de asistencia técnica integral y capacitación para la ejecución del proyecto

4.3.1.1 Modalidad de coordinación con los beneficiarios para la valoración y organización del trabajo comunitario

Se hace notar que, no está previsto el aporte comunal en la ejecución de las obras mayores, sin embargo los regantes beneficiarios aportaran al proyecto en el mejoramiento de los canales terciarios o parcelarios de riego, ejecución de obras complementarias al sistema de riego, ejecución de obras conservacionistas a las obras, etc.

Por lo tanto, si bien no existirá un aporte directo de contraparte de la comunidad, esta debe involucrarse en el proyecto, por ello con esta actividad, por su naturaleza de acción, se circunscribe a promover la participación e involucramiento de los usuarios en la implementación del proyecto, entre las subactividades principales comprende:

Apoyo a los usuarios en la recopilación y sistematización de la información existente sobre los aportes de los mismos en la ejecución del sistema de riego ya existente y la participación en el presente proyecto. Esta participación en la ejecución y mantenimiento del sistema de riego, define los derechos individuales sobre el agua de riego.

Apoyo a los usuarios en la elaboración y definición de los calendarios de intervención de los usuarios en el proceso constructivo, operativo y de mantenimiento compatibles con sus calendarios agrícolas y actividades socioculturales de la comunidad.

Realización de eventos técnicos y sociales sobre derechos de agua en relación a la definición de participación en el proyecto.

4.3.1.2 Coordinación con los beneficiarios y demás involucrados en la ejecución del proyecto

Antes del inicio de las obras se harán reuniones explicativas de la concepción del proyecto entre todos los involucrados en el mismo y los roles que deben cumplir cada una de ellas.

De todas las reuniones realizadas se levantarán actas, donde estén insertos los compromisos adquiridos por cada una de estas instituciones y el plazo para su cumplimiento.

La entidad ATI, también organizara un archivo de los contratos y convenios entre la CB y la EP; EP con el EF y EP con la EC, los cuales sirvan para socializar y clarificar los compromisos de cada una de las entidades que participan en el proyecto.

Las reuniones ATI, EP, EC y EF se llevarán a cabo los primeros días de cada mes, en el que se evaluará las diferentes actividades realizadas y se programaran las actividades por realizar; al mismo tiempo se programara inspecciones de campo en el transcurso de la ejecución de las obras para verificar in situ los avances y por otro lado conocer los problemas y coadyuvar con la solución de los mismos.

Por su importancia, esta actividad se ejecutará desde el principio del servicio hasta la finalización del mismo, por lo que las acciones contempladas tendrán un desarrollo continuo durante todo el proceso. Las subactividades más importantes, sin ser limitativas en su dimensión, duración y calidad del servicio son:

Apoyo a los usuarios en el establecimiento de acuerdos, en la elaboración de Actas y en todas las gestiones y emprendimientos que la Asociación de Regantes estime convenientes.

Apoyo a los usuarios en la interrelación con otros actores involucrados en el proyecto como: Supervisor, Empresa Contratista, Entidad Financiera, Entidad Promotora, Entidad de Asistencia Técnica Integral, dirigentes, autoridades, usuarios; para generar espacios de discusión, análisis y llegar a acuerdos.

Reuniones explicativas con los usuarios sobre la concepción, alcances, ejecución y operación del proyecto.

Reuniones de los usuarios con técnicos y demás involucrados y visitas a las obras y componentes del proyecto para interiorizarse de los componentes y operación del sistema de riego.

Tratamiento de temas transversales relacionados al proyecto como: Género, juventud, medio ambiente, etc.

Estas actividades se realizarán a través de reuniones, visitas e inspecciones, tareas de coordinación, gestiones de todo tipo, etc.

4.3.2 Actividades de asistencia técnica integral y capacitación para la puesta en marcha

Están referidas a todas las actividades orientadas al inicio de operación del sistema de riego, para lo cual se deben realizar las principales actividades siguientes:

- Organización para el inicio de la operación del sistema
- Pruebas y demostración de operación del nuevo sistema
- Planificación concertada de la operación del sistema
- Inicio de la operación del sistema

Estas actividades se realizarán a través de reuniones, visitas e inspecciones, tareas de coordinación, gestiones de todo tipo y más que todo demostraciones prácticas.

4.3.3 Actividades de asistencia técnica y capacitación en la gestión del riego.

La importancia de esta actividad radica, en ser la base para generar capacidades en los usuarios del riego en cuanto a la gestión del sistema de riego. Para el logro de estos propósitos, se tiene previstos desarrollar las siguientes actividades:

Apoyo a los usuarios en el fortalecimiento y consolidación de la organización del riego (niveles, responsabilidades, etc.) a través de la conformación y fortalecimiento de la Asociación de Regantes del Proyecto de Riego “Tomayapo”.

Tratamiento, definición y consolidación de los Derechos al agua de riego a nivel de sistema, subsistema o zona de riego y de cada agricultor o nivel individual.

Tratamiento, definición y consolidación de las formas y modalidades de operación del sistema y distribución o entrega del agua a nivel de sistema, subsistema o zona de riego e individual.

Apoyo a los usuarios en el desarrollo de capacidades y establecimiento de del plan y cronogramas de mantenimiento rutinario, preventivo y de emergencia del sistema de riego a todo nivel.

Estas actividades, se realizarán a través de charlas, cursos, talleres, entrevistas, viaje de intercambio de experiencias, prácticas demostrativas, etc.

4.3.4 Actividades de asistencia técnica integral y capacitación en producción, comercialización y manejo de la cuenca de la fuente de agua del sistema de riego

La Entidad encargada de la Asistencia Técnica Integral en coordinación con los usuarios deberá identificar los problemas o debilidades existentes en el manejo del agua de riego, manejo de los suelos agrícolas, ciclo agrícola productivo, comercialización y medio ambiente, especificando los temas que se deben abordar. De manera general las actividades principales o referenciales son las siguientes:

a) Producción agrícola bajo riego y comercialización

Está orientada a apoyar y/o reforzar las labores durante la campaña agrícola después que el proyecto de riego ha sido construido, básicamente en todo el ciclo agrícola; que comprende: Preparación de suelos, siembra, labores culturales, control de plagas y enfermedades, cosecha, post cosecha, selección, almacenamiento, comercialización y revisión de aspectos tecnológicos de la producción y otros de interés de los agricultores.

Previamente a la realización de estas actividades, se debe identificar y priorizar en forma

concertada con los usuarios, los temas a desarrollar y contenidos, para luego elaborar los cronogramas de ejecución de las mismas.

b) Uso y manejo del agua de riego y suelos agrícolas a nivel parcela

Consiste en el desarrollo y acciones orientadas a generar capacidades locales para el uso racional de los recursos naturales y su conservación, en especial el uso y manejo adecuado y racional de los recursos agua y suelo a nivel parcela en relación al riego y crear una conciencia y mecanismos de control respecto a las incidencias negativas que puede generar un manejo irracional del agua de riego y suelos agrícolas sobre el entorno, medio ambiente, capacidad productiva de la zona, etc.

Referente al manejo del agua a nivel parcela: Se tiene previsto crear capacidades y destrezas en los regantes en base a los conocimientos propios y experiencias locales sobre el manejo del agua a nivel parcela en la aplicación del riego, para ello se realizaran practicas demostrativas, donde se aborde la aplicación adecuada de los parámetros del riego como: Frecuencias de riego, tiempos de aplicación del riego, dosis de riego, módulos de riego, caudales de aplicación del riego, etc.

Referente al manejo de suelos: Para el mejoramiento de aquellos suelos deteriorados, la mejor manera para desarrollar un suelo de alta calidad es manejar el suelo y cultivos, para incentivar la estructura y manutención de los niveles de materia orgánica, incluyendo la manutención de una cantidad activa de materia orgánica. En el componente se ha previsto algunas técnicas que pudieran aplicarse en la zona como:

Rotaciones de cultivos

Una rotación de cultivos es la plantación sucesiva de diferentes cultivos en el mismo terreno, las rotaciones ayudan a mantener la diversidad biológica, por lo que es importante planificarla en base a los análisis de suelos.

Asociaciones de cultivos

Las asociaciones de cultivos proporcionan muchos beneficios, como es la de mantener la diversidad biológica, existe una simbiosis de nutrientes entre los cultivos.

Surcos en contorno

Esta práctica se realiza al contorno de los predios agrícolas, con el objeto de proteger al suelo de pérdidas por erosión hídrica y eólica.

Labranza cero

Consisten en sistemas de labranza directa sin existir labranza previa alguna. Este sistema se puede usar en algunos cultivos como: Papa y otros tubérculos.

Incorporación de abonos verdes

Los Árboles, arbustos, cultivos de cobertura, leguminosos de grano, gramíneos, malezas, etc. proporcionan abono verde, una fuente barata de fertilizante orgánico para conservar la materia orgánica y la fertilidad del suelo.

Aplicación de Materia orgánica y Guanos

La materia orgánica es todo resto de animales o de vegetales, donde se encuentran presentes los nutrientes que las plantas necesitan para crecer. Por tanto, el estiércol de los animales es materia orgánica que debe ser incorporado en el suelo en cantidades importantes. La materia orgánica es considerada como la sangre del suelo, sin ella las plantas y otros organismos vivos no podrían vivir en el suelo. La materia orgánica le da a los suelos una coloración negra.

c) Temas ambientales con enfoque de manejo de la cuenca de la fuente:

Consiste en el desarrollo y acciones orientadas a generar capacidades locales para el tratamiento y realización de actividades orientadas a la manejo racional de la cuenca y conservación de la fuente de agua y crear una conciencia y mecanismos de control respecto a las incidencias negativas que puede generar un manejo irracional de los recursos naturales con que cuenta la cuenca.

Estas actividades de Asistencia Técnica, se realizaran a través de charlas, cursos, talleres, entrevistas, prácticas demostrativas, etc.

4.4 Estrategia de ejecución del servicio de asistencia técnica integral y capacitación

El concepto de asistencia técnica integral y capacitación, a implementarse con la ejecución del proyecto de riego, a través de la ejecución de sus actividades, tiene por objetivo lograr una buena gestión de los sistemas de riego y el cambio de actitud en los usuarios, para que mediante los instrumentos generados en forma conjunta y consensuada, el manejo y la administración del sistema de riego a futuro sea autogestionario y sostenible.

Respecto a la estrategia de ejecución del servicio de asistencia técnica integral y capacitación, se plantea los aspectos siguientes:

4.4.1 Periodo-duración

El alcance del servicio de asistencia técnica integral y capacitación en concordancia con el criterio expresado por los beneficiarios, su financiamiento no sólo debe contemplar la fase de ejecución del proyecto, sino principalmente la fase de operación, donde los usuarios empiezan verdaderamente a conocer y apropiarse del proyecto y empiezan los verdaderos desafíos para lograr la autogestión y sostenibilidad del sistema de riego.

El periodo de duración del servicio de asistencia técnica integral es fundamental en el entendido de pretender rescatar las capacidades y conocimientos locales y en base a ello, introducir cambios en la estructura organizativa de la comunidad y cambios en la conducta y

actitud de los usuarios para que asimilen mediante los procesos de enseñanza – aprendizaje las bases sólidas, para consolidar el proceso de transición de un sistema de producción a medio riego, a un sistema de producción bajo riego, como son los embalses, poco conocido hasta ahora por los usuarios.

Ello implica, un desafío no solo en la administración y manejo del sistema, sino también en la adecuación a los esquemas y alcances del proyecto, viabilizar y validar el proceso productivo propuesto y la visión de proyectar a la comunidad productiva hacia una transformación integral que asegure un cambio en la forma de vida del habitante local.

En este sentido, se plantea que la duración del periodo del servicio de asistencia técnica integral sea como de **cuatro años**; dos años en la fase de ejecución de obras, y dos años agrícolas en el periodo de operación y mantenimiento del sistema de riego.

Si bien se puede cuestionar la ejecución de este servicio en los dos primeros años (durante la ejecución de las obras), no olvidemos que en la zona ya existe riego, entonces se trata de aprovechar ese periodo para rescatar esa experiencia, para luego ir acoplando en el tercer año a la gestión del nuevo sistema con inclusión del embalse y al nuevo enfoque productivo agropecuario.

4.4.2 Modalidad de ejecución del servicio de Asistencia Técnica Integral

La modalidad de ejecución del servicio de asistencia técnica integral y capacitación, será con dedicación exclusiva y tiempo completo de los profesionales responsables, el mismo que debe realizar trabajo de campo y gabinete, para lo cual debe presentar planes de trabajo, cronogramas de actividades y elaborar los respectivos informes de avance. Asimismo, este trabajo debe ser supervisado y evaluado en forma sistemática por la entidad pertinente.

Mientras que el trabajo de los profesionales de apoyo en temas puntuales y específicos, debe ser discontinuo y de acuerdo a los requerimientos definidos en el programa de asistencia técnica integral y capacitación, donde se incluyen todas las actividades del programa y en función a ello se definen los responsables y participantes en cada una de ellas.

4.5 Servicios profesionales necesarios y organización del trabajo

Al respecto se propone que el servicio de asistencia técnica integral y capacitación sea ejecutado por técnicos profesionales con amplia experiencia en Gestión del Riego, y el apoyo de técnicos con experiencia en temas específicos como: Manejo y conservación de suelos, operación y mantenimiento de obras hidráulicas de riego, producción de frutales(durazno), comercialización, organización y liderazgo, etc. Los mismos que, además de la experiencia específica, deben tener compromiso social, interés y vocación de trabajo en esta temática.

La selección y contratación de los profesionales encargados de este Servicio, debe ser en base a un proceso de selección del personal idóneo y bajo términos de referencia previamente elaborados para el efecto.

Estos profesionales deben contar con el respectivo equipo operativo necesario como: Vehículo, computadoras, equipos audiovisuales, materiales didáctico y de escritorio, personal de apoyo, etc.

La organización del trabajo estará en función a un cronograma de actividades a elaborarse para este servicio en forma anual en concordancia al cronograma de ejecución de obras y calendario agrícola, festivo y costumbrista de la comunidad.

4.6 Costos de los servicios de asistencia técnica integral y capacitación

En base a las necesidades de asistencia técnica integral y capacitación que identificaron y posterior definición de los alcances de este servicio, en el presupuesto de este servicio es de **80.740 \$us** para los cuatro años, el mismo que es parte integrante del presupuesto global del proyecto y se canaliza por la misma entidad financiera de la infraestructura y supervisión. En el Capítulo 6 (Presupuesto y estructura financiera) se incluye este costo y Anexos se adjunta este presupuesto de asistencia técnica integral y capacitación en detalle en base a formulario específico para este propósito.

El desafío que plantea la organización a los profesionales que prestarán el servicio de asistencia técnica integral y capacitación, es complejo y demanda la aplicación de conceptos novedosos y viables para el encauzamiento de los problemas y necesidades planteadas.

Sin embargo es necesario revisar periódicamente las necesidades y problemas que se vayan presentando durante todo el proceso, por otro lado, el actual concepto que se pretende implementar es mucho más amplio y complejo que un servicio de asistencia técnica tradicionalmente concebido.

Por esta razón, el periodo de ejecución del servicio y recursos necesarios deben ser los adecuados, como se ha planteado anteriormente, la duración prevista para el desarrollo del servicio, requerirá un **periodo de cuatro años y el presupuesto de 80.740 \$us**, si es que se pretende realmente introducir cambios significativos en la actitud de los beneficiarios para lograr la sostenibilidad y la autogestión del sistema de riego. De lo contrario no se garantiza resultados positivos del proyecto, aún así se construya una buena infraestructura de riego.

4.7 Elaboración de productos del servicio de asistencia técnica integral y capacitación

Esta actividad, tiene su relación directa con la culminación del proceso de reflexión y análisis de las actividades y subactividades desarrolladas y tiene como fin el de capitalizar y centralizar todos los criterios concertados y consensuados en documentos que sirvan como instrumentos y herramientas valiosas para coadyuvar en el manejo y administración racional del sistema de riego.

En este sentido, se espera que esta actividad genere el mayor volumen de documentos durante el proceso de asistencia técnica integral y capacitación. Los principales productos o documentos a producirse son:

Estatutos y Reglamentos internos de la Asociación de Regantes del Sistema de Tomayapo, orientados a una adecuada gestión del mismo.

Manual técnico y del Usuario para la Operación y Mantenimiento de la infraestructura de riego construida.

Manuales y Cartillas de las distintas actividades a desarrolladas.

Informe de sistematización de experiencias y lecciones aprendidas en el proceso

Informe final de todo el proceso de asistencia técnica integral y capacitación, el mismo que incluye resultados, fortalezas, debilidades, conclusiones y recomendaciones.

Estas actividades, se realizarán a través de conferencias, cursos, talleres, entrevistas, acuerdos, procesamiento de la información en gabinete, diagramación e impresión de los productos, etc.

Los resultados y productos finales de este componente, se logran al final de todo el proceso de y los mismos deben ser aprobados por la Asociación de Regantes, Entidad Promotora y Entidad Financiera.



5.- FICHA AMBIENTAL.-

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUAS
VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, BIODIVERSIDAD Y CAMBIOS CLIMÁTICOS
DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE Y CAMBIOS CLIMÁTICOS

FORMULARIO: FICHA AMBIENTAL N° 10 /2013

1. INFORMACION GENERAL

FECHA DE LLENADO: 03/10/2013 **LUGAR:** Tarija
PROMOTOR: Oficina Técnica Nacional de los ríos Pilcomayo y Bermejo
RESPONSABLE DEL LLENADO DE FICHA:
Nombre y Apellidos: Rose Mary Benítez Ponce **Profesión:** Ingeniera Ambiental
Cargo: Consultor **N° Reg. Consultor:** 171394
Departamento: Tarija **Ciudad:** Tarija
Domicilio: Calle Colón #656 **Tel. Dom.** 6644551 **Casilla:** -----

2. DATOS DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

EMPRESA O INSTITUCIÓN: Oficina Técnica Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo
PERSONERO(S) LEGAL(S): Ing. Alejandro Romero Saravia
ACTIVIDAD PRINCIPAL: Instituciones Públicas descentralizadas sin fines empresariales
CÁMARA O ASOCIACIÓN A LA QUE PERTENECE: _____
N° DE REGISTRO: _____ **FECHA/INGRESO:** _____ **N° NIT:** 121885024
DOMICILIO PRINCIPAL: **Ciudad y/o Localidad:** Tarija **Cantón:** _____
Provincia: Cercado **Depto.:** Tarija **Calle:** Av. Jaime Paz Zamora N° E - 2750
Zona: Aeropuerto **Teléfono:** 4 66 42610 -4 66 48900 **Fax:** 4 66 62627 **Casilla:** _____

3. IDENTIFICACION Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO: Estudio de Identificación "Construcción Presa Cajón"
UBICACIÓN FISICA DEL PROYECTO Ciudad y/o Localidad: Comunidad de Tomayapo.
Cantón: Tomayapo **Provincia:** Méndez **Depto.:** Tarija
Latitud: 21°19'02" S **Longitud:** 65°00'39" **Altitud:** 2895m.s.n.m.
Código Catastral del Predio: No corresponde **N° Reg. Cat.** No Corresponde
Registro en Derechos Reales: No corresponde
Partida: No corresponde **Fojas:** No corresponde **Libro:** No corresponde **Año:** No corresponde
Depto.: No corresponde

COLINDANTES DEL PREDIO Y ACTIVIDADES QUE DESARROLLAN:

Norte: . Comunidad Paicho Sud Actividad Agrícola y pecuaria
Sur: . Comunidad de Cieneguillas Actividad Agrícola y pecuaria
Este: Comunidad Tres Cruces Actividad agrícola y pecuaria
Oeste: . Comunidad Obispo El Carmen Actividad Agrícola y pecuaria

USO DE SUELO: Uso Actual: Agrícola y pecuario
Uso potencial: Agrícola y pecuario

Certificado de Uso de suelo: No corresponde **N°:** ----- **Expedido por:** ----- **En fecha:** -----



4. DESCRIPCIÓN DEL SITIO DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

SUPERFICIE A OCUPAR: Total del predio: 150 ha Ocupada por el proyecto: 15 ha

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Topografía, pendientes: Cuencas con topografía ondulada, pendiente media del orden de 25-30 %.

Profund. Napa freática: En las áreas de riego el nivel freático está a una profundidad de 10 a 15 m.

Calidad del agua: Aguas Excelentes Buenas para irrigación sin restricciones. Aguas aptas para irrigación sin restricciones.

Vegetación predomina: Xerofítica. Arbustos y pastura.

Red de drenaje natural :El drenaje natural se compone por ríos y quebradas de alta montaña, de pendientes moderadas y altas por lo que la evacuación del agua en crecidas es rápida y la retención de la cuenca es baja. El afluente aprovechado corresponde al río Tomayapo mediante un almacenamiento de un caudal derivado durante la época de lluvias en un embalse a travase ubicado sobre la quebrada Valle Hermoso a 150 m del curso principal del río Tomayapo.

Medio humano: Actividad agrícola.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ACTIVIDAD, SECTOR: Recursos Hídricos **SUBSECTOR:** Aprovechamiento de Recursos Hídricos

ACTIVIDAD ESPECÍFICA: Aprovechamiento para riego [CIU]: 12101

NATURALEZA DEL PROYECTO: Nuevo [X] Ampliatorio [] Otros: []

ETAPA(S) DEL PROYECTO.

Exploración []	Ejecución [X]	Operación [X]
Mantenimiento [X]	Futuro Inducido [X]	Abandono [X]

AMBITO DE ACCION DEL PROYECTO: Urbano [] Rural [X]

OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO:

El objetivo principal del proyecto, es coadyuvar al mejoramiento de la calidad de vida de la población de las comunidades beneficiarias del proyecto, mediante el incremento de los ingresos económicos y el nivel alimenticio, provenientes de una mejor y mayor producción y productividad agrícola debido a la implementación del Proyecto de Riego Tomayapo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO:

a) Asegurar la oferta de agua para el riego de las áreas de cultivo a través de la construcción de obras de almacenamiento del agua en el periodo de lluvias (diciembre – abril), para su aprovechamiento para el riego en el periodo del estiaje más crítico (septiembre – noviembre), dentro del entorno o perímetro del sistema de riego proyectado.

b) Incorporar a la producción agrícola bajo un sistema de riego permanente, oportuno y suficiente a las 285 hectáreas físicas que actualmente se destinan a la producción agrícola bajo un sistema de riego



complementario, subriego o medio riego, precisamente por falta de agua.

c) Beneficiar con riego permanente a las 360 familias de las comunidades de El Obispo, La Parroquia, Loros, San Francisco, Huancar, Pucu Pampa y Chinchilla que pertenecen al cantón Tomayapo, de esta manera mejorar sus ingresos económicos como consecuencia de una mayor y mejor producción y productividad agrícola y mejorando el nivel alimenticio a través de la diversificación agrícola para el autoconsumo.

d) Fortalecer a las comunidades beneficiarias del proyecto en la “Gestión” del futuro Sistema de Riego Tomayapo, a través de la ejecución de un programa de Asistencia Técnica Integral, que permita definir, establecer y fortalecer los componentes de la Gestión del Sistema de Riego, es decir: La organización de los usuarios en torno al riego, los derechos al agua de riego, la forma de operación del sistema-distribución del agua y un plan de mantenimiento del sistema de riego, de manera que se asegure la autogestión y sostenibilidad del mismo en el tiempo.

RELACION CON OTROS PROYECTOS:

Forma parte de: Un Plan [X] Programa [] Proyecto aislado []

Descripción del plan o programa: Plan Departamental de Riego

VIDA UTIL ESTIMADA DEL PROYECTO. TIEMPO: 40 – 50 años *Meses:* -----

6. ALTERNATIVAS Y TECNOLOGIAS

Se consideró o están consideradas alternativas de localización?: Si [X] No []

Si la respuesta es afirmativa, indique cuales y porque fueron desestimadas las otras alternativas:

El curso del Río Tomayapo, entre El Molino y Obispo del Carmen (punto de inicio del área de cultivos bajo riego), se ubica en un estrecho valle, donde el río atraviesa la serranía, conformando cerradas rocosas de características adecuadas para la localización de presas, pero son sitios donde no se dispone de vasos de almacenamiento adecuados, por su reducida capacidad

Durante la elaboración del Estudio de Identificación pudieron realizarse análisis técnicos, económicos y sociales de los beneficios y limitaciones de cinco alternativas de ubicación de presa, teniendo como resultado final una alternativa que es viable y ventajosa por una sinergia de factores y no solo por un orden económico.

Tomando en cuenta esas posibilidades, las alternativas de almacenamiento para la solución del déficit de agua del valle de Tomayapo, que serán analizadas, fueron las siguientes:

Alternativa N° 1. Se la identifica con el nombre de “Presa Cajón”. La presa se ubicaría en el curso de la quebrada Cajón, a 900 m aguas arriba de la confluencia de esta quebrada con el Río Tomayapo, en la sección cuyo punto central tiene las siguientes coordenadas: Latitud sur 21°21'44 y longitud oeste 64°57'20”. Alternativa desestimada por los problemas sociales que ocasiona en la comunidad, sumado al importante aporte de sedimentos de una presa sobre el curso del río Tomayapo.



Alternativa N° 2. Presa “El Inventario” Esta se ubica en el curso principal del Río Tomayapo, a 1,6 km aguas arriba de El Obispo, cuyas coordenadas del punto central son: Latitud sur 21°18'44” y longitud oeste 65°01'19””. Esta alternativa también considera una presa sobre el curso principal con el mismo problema de sedimentos por lo que su operación tiene un mayor costo además de contar con oposición de la comunidad a la alternativa ya que no les beneficia.

Alternativa N° 3. Corresponde al sitio identificado con el nombre de Agua Rica La presa se ubicaría en el curso principal de la quebrada Agua Rica -Lluskhayo, a un km de La Parroquia, en la sección cuyo punto central tiene las siguientes coordenadas: Latitud sur 21°15'43” y longitud oeste 65°02'17””. Las alternativas N°3 consideran un trasvase de agua del río Tomayapo y el aprovechamiento de la quebrada Agua Rica, no resulta conveniente ya que económicamente es un poco más cara que la alternativa N° 4.

Alternativa N° 4. Se identifica con el nombre de Valle Hermoso y se ubica en el curso de la quebrada del mismo nombre, a 150 m del curso principal del Río Tomayapo, en la sección cuyas coordenadas del punto central son: Latitud 21°19'02” y longitud oeste 65°00'39””.

Alternativa N° 5. Presa “El Inventario II” Esta se ubica en el curso principal del Río Tomayapo, a 400 m aguas arriba del sitio de presa de la alternativa 2, cuyas coordenadas del punto central son: Latitud sur 21°18'41” y longitud oeste 65°01'14””.

La alternativa de ubicación de la presa que fue seleccionada y aprobada por la Oficina Técnica Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo, es la alternativa N° 4, que corresponde a la creación de un embalse en la Qda de Valle Hermoso.

Dicha aprobación de la alternativa N° 4, fue dada considerando además la sugerencia de la empresa, en cuanto a la seguridad que tendrá el almacenamiento, sin riesgo del azolvamiento (por el desvío de la quebrada) y sin riesgo del suministro de agua, porque el trasvase es de un caudal reducido, en la época de lluvias, desde un río con una cuenca grande, como lo es Tomayapo.

Debido a la longitud del cierre de la presa se considera que existe una menor cantidad de alternativas técnicas para la tipología de presa, descartando las de hormigón compactado con rodillo o presas de hormigón con contrafuertes por el ancho del cierre y su elevado costo. También se descarta la posibilidad de presa de arcilla compactada por la poca disponibilidad de material adecuado, siendo la mejor alternativa la de presa de enrocado por la amplia disponibilidad de agregados de propiedades mecánicas adecuadas para este tipo de presa.



Describir las tecnologías (maquinaria, equipo, etc.) y los procesos que se aplicaran en cada etapa del proyecto

Etapa de Ejecución

Construcción de la presa.

Instalación de faenas. Para esta etapa se prevé la movilización de equipos y personal a las cercanías de la obra como la construcción de infraestructura para la habitación del personal de obra durante la ejecución del proyecto. Por lo que los métodos constructivos y las maquinarias utilizadas son las que corresponden a la construcción de infraestructura común: mezcladoras, vibradoras, retroexcavadoras y si se requiere la conformación de explanadas: bulldozers y palas cargadoras.

Presa de enrocado con pantalla de hormigón. Las Presas denominadas internacionalmente como CFRD (Concrete Face Rockfill Dam) se construyen con materiales incoherentes producto de voladuras en canteras de roca competente o con aluviones gruesos o gravas arenosas provenientes de préstamos cercanos del mismo cauce del río. Los materiales se colocan en capas bien compactadas empleando equipos pesados vibrantes, con el resultado de un terraplén con propiedades globales mecánicas e hidráulicas ortotrópicas, con módulos de deformación y permeabilidad horizontales mayores a los verticales. El cuerpo de la presa se apoya sobre roca de suficiente resistencia o sobre los aluviones del río si éstos tienen la aptitud mecánica e hidráulica adecuada. En el primer caso la pantalla externa de H°A° que se apoya sobre el talud agua arriba se continúa con un plinto fijado a la roca de base; en el segundo caso se construye un muro colado empotrado en la roca profunda que se conecta en la parte superior con un plinto “flotante” apoyado en los aluviones cuyo conjunto completa los requerimientos de estanqueidad del cierre.

Inyecciones. Estas tienen por objeto la conformación de una pantalla de impermeabilización en la roca de cimentación, así como la consolidación de esta. Se realizará con una lechada de cemento y agua, colocada a altas presiones mediante bombas de inyección, para lograr la penetración en las grietas. Se dispondrá de dos filas de perforaciones, la distancia entre perforaciones será de 2,5 metros y con profundidades variables, del orden 15 m, a lo largo de toda la fundación.

Caminos de acceso. El proyecto contempla el mejoramiento de la ruta principal al cerramiento para acceder de mejor manera a la base de la presa y hacia los bancos de materiales que se utilizarán. La maquinaria a utilizarse es la típica para este tipo de infraestructura, bulldozers, palas cargadoras, volquetas, motoniveladoras.

Obras complementarias. Muchos de los elementos de auscultación y seguridad de la presa se ejecutan en hormigón armado por lo que se debe instalar una planta hormigonera en las proximidades de la presa. Para el transporte y colocado del hormigón en cada una de las partes de la presa se utiliza mixers, bombas y vibradores de capacidades adecuadas.

Construcción del túnel.

Excavación terreno duro. Para esta actividad se utilizará retroexcavadora y volquetas de capacidades adecuadas. De requerirse voladuras de bolones se hace el uso de drill o martillos hidráulicos para la perforación de huecos de profundidad suficiente para el colocado de explosivos (dinamita y ANFO) para su posterior voladura.

Excavación en roca túnel. Para esta actividad se contará con personal capacitado y maquinaria especial para la



perforación de túneles ya que por la complejidad de su ejecución se debe tomar las mayores precauciones para garantizar la seguridad en la ejecución y la perdurabilidad en el tiempo. Las principales maquinarias de esta etapa del proyecto son las destinadas a la perforación de roca y la del traslado del material excavado. Las primeras son martillos hidráulicos que perforarán huecos para el colocado de explosivos para su posterior detonación, y los segundos pueden ser equipos eléctricos o de combustión colocados sobre rieles para realizar el transporte de material suelto desde dos frentes de trabajo para reducir las distancias de acarreo.

Cuando la roca en el frente resulta de tipo incompetente mecánicamente, inicialmente se ejecutan actividades de pre consolidación y protección del techo y frente de excavación con el uso de hormigones proyectados sobre mallas electro soldadas o mediante el uso de anclajes con el uso de resinas especiales.

Las labores de excavación del túnel consistirán en la construcciones de la zona del túnel y sus vías de acceso, ello comprenden las zonas industriales donde se instalaran equipos para el suministro de aire comprimido, generadores de corriente eléctrica, suministro de agua a presión, suministro de aire para ventilación, talleres de mantenimiento mecánico y eléctrico, oficinas del contratista e inspección, enfermería, camerinos y baños para el personal.

Hormigón armado tipo H-20. El hormigón del canal que se emplaza en el túnel se realiza de manera similar a cualquier hormigonado convencional, con equipos propios para la elaboración del hormigón y los equipos para su transporte, colocado, vibrado y fraguado descritos con anterioridad en las obras complementarias.

Construcción del azud y trasvase.

Excavación terreno duro. Esta actividad se refiere a la excavación sobre el aluvión de la quebrada con el fin de llegar a una profundidad de fundación del azud que asegure su estabilidad estructural. Para ello se requiere de los siguientes equipos: excavadora y volquetas.

Hormigón ciclópeo azud. Al considerarse hormigón en esta actividad se utiliza todos los equipos y metodologías propias del hormigón sumándole el uso de mayor cantidad de mano de obra para el colocado de piedras y hormigón en capas que aseguren su adecuada adherencia entre los materiales heterogéneos en tongadas de alturas no mayores a 80 centímetros con juntas de dilatación a distancias que el supervisor vea convenientes.

Sifón tubería D=10”. Para el trasvase del agua captada sobre el río Tomayapo para su almacenamiento en el vaso de la quebrada Valle Hermoso se realiza una conducción con tramos en su mayoría de canal revestido de hormigón además de que se tiene previsto la construcción de dos sifones que se colocarán sobre puentes de hormigón armado de sección U de dimensiones adecuadas para el colocado y mantenimiento de las tuberías. Para ello solo se requieren los equipos propios del manipuleo de tuberías y herramientas como son camión de estacas y vehículos de transporte de personal.

A continuación el detalle de horas de cada uno de los equipos utilizados para la ejecución del proyecto:

Resúmen Insumos: EQUIPO (PRESA ENRROCADO VALLE HERMOSO)

Descripción	Und.	Cantidad
-------------	------	----------



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



BOMBA INYECTORA	hr	332.81
CARGADOR FRONTAL 930 C=1.50 M3	hr	2479.76
CARGADOR FRONTAL 966 C=2.90 M3	hr	0.39
CARRO CISTERNA 10000 LT	hr	0.72
CARRO CISTERNA 6000 LT	hr	2553.09
COMPRESORA DE 250 PCM	hr	235.09
EQUIPOS (VARIOS)	glb	2.40
HORMIGONERA	hr	301.42
LABORATORIO DE OBRA	glb	1.00
MOTONIVELADORA C=10.7 M3	hr	55.11
PERFORADOR A DIAMANTINA D=3"	hr	1733.40
RODILLO LISO TANDEM 12 TON	hr	0.28
RODILLO VIBRATORIO LISO	hr	820.48
TRACTOR A ORUGA D7	hr	2388.81
VIBRADORA	hr	602.84
VOLQUETA DE 12 M3	hr	7.17
VOLQUETA DE 5 M3	hr	18242.84

Resúmen Insumos: EQUIPO (TUNEL DESVIO VALLE HERMOSO)

Descripción	Und.	Cantidad
COMPRESORA DE 250 PCM	hr	2889.93
HORMIGONERA	hr	111.55
TRACTOR A ORUGA D7	hr	236.40
VIBRADORA	hr	223.10

Resúmen Insumos: EQUIPO (AZUD DERIVADOR VALLE HERMOSO)

Descripción	Und.	Cantidad
COMPRESORA DE 250 PCM	hr	25.86
HORMIGONERA	hr	222.45
SIERRA CIRCULAR KS-12K	hr	0.30
VIBRADORA	hr	4.28

Resúmen Insumos: EQUIPO (CANAL TRASVASE VALLE HERMOSO)

Descripción	Und.	Cantidad
HORMIGONERA	hr	104.82
VIBRADORA	hr	209.63

Etapa de Operación

Para la etapa de operación no se requiere ninguna maquinaria ni equipo especial para poner en funcionamiento



el sistema, sólo herramientas menores como palas y picos.

Etapa de Mantenimiento

El mantenimiento de obras consiste en la reparación y/o sustitución de partes que se encuentren funcionando de manera deficiente. En caso de reparación de alguno de los componentes se requiere el mismo equipo que se utilizó en la ejecución de la obra (por ejemplo excavadora, vibrocompactador, hormigonera, etc).

Etapa de Futuro Inducido

Se han incluido esta etapa con la finalidad de pronosticar una ampliación para el sistema de riego, ya que en futuros años se podría extender la actividad agrícola.

Etapa de Abandono

Simplemente se ha incluido esta etapa, para establecer las actividades que se realizarán en caso de un abandono no considerado y este se puede dar por: imprevistos en la etapa de operación del proyecto y cuando se tenga que retirar la empresa constructora no habiéndose concluido las obras de la etapa de ejecución.

Abandono por imprevisto. La presente actividad, obra o proyecto, no existe indicios que muestren intenciones de abandonar sus actividades, pero en caso que por algún motivo se tenga que recurrir al abandono del lugar; se lo hará de manera de que no queden pasivos ambientales que puedan significar peligro para un futuro, por ejemplo: obstrucciones a los cursos de agua, abandono de sustancias peligrosas, etc.

Se realizará un análisis y se tramitará la Ficha Ambiental de abandono, y que estará bajo responsabilidad del Representante Legal durante las operaciones.

7. INVERSIÓN TOTAL

FASE DEL PROYECTO: Prefactibilidad [] Factibilidad [x] Diseño Final []

INVERSIÓN DEL PROYECTO: Costo total: 20,864,188.64 Bs ; \$US2,997,728.25
Tasa de Cambio de Bs. a \$us.: 6.96

FUENTES DE FINANCIAMIENTO: Recursos del IDH administrados por la Gobernación de Tarija

8. ACTIVIDADES

En este sector se debe señalar las actividades previstas en cada etapa del proyecto

ETAPA DE EJECUCION:

Nº	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	DURACION	
			Cantidad	Unidad
1	Replanteo	Replanteo de las obras, investigaciones complementarias de materiales.	2	Meses



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



2	Movilizaciones e instalaciones	Referido a movilización general, campamentos para todo el Proyecto, maestranzas, depósitos de materiales, polvorines, etc.	2	Meses
3	Desbroce y limpieza	Esta actividad está referida a los trabajos que se deben realizar para la eliminación de la cobertura vegetal y el suelo orgánico, en todos los lugares necesarios para la construcción, caminos de acceso, bancos de préstamo, áreas destinadas para la instalación de campamentos y plantas industriales.	1	Meses
4	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Se refiere a la operación y mantenimiento de cualquier maquinaria y equipo estático o móvil empleado en la obra. Incluye el traslado de materiales a los frentes de trabajo, movimiento de la maquinaria durante su operación. En tanto que el mantenimiento de la maquinaria incluye cambios de aceite, lubricado, limpieza, etc.	30	Meses
5	Apertura y adecuación de accesos	Caminos y accesos necesarios para ingresar a bancos de préstamo, buzones, campamentos, áreas industriales y otras áreas de trabajo.	3	Meses
6	Desvío y control de aguas	Actividades encaminadas al desvío y control de aguas en la zona del proyecto, de manera que su presencia no afecte o perjudique las actividades del proyecto.	1	Meses
7	Explotación de bancos de préstamo	Se refiere a la explotación de bancos de préstamo en canteras y ríos, ubicados en las proximidades del proyecto, para las obras del proyecto.	3	Meses
8	Instalación y funcionamiento de áreas industriales	Actividades relacionadas a la construcción de las áreas destinadas para la producción de agregados para la escollera y hormigón.	18	Meses
9	Excavación y preparación de materiales	Excavaciones en roca y tierra para la presa, Habilitación de buzones, preparación de yacimiento de materiales para el enrocado.	8	Meses
10	Transporte y disposición de materiales excedentes a buzones	Esta actividad está referida a la limpieza de los escombros y a la disposición final que se le dará al material proveniente del desbroce, destronque y limpieza del terreno.	12	Meses
11	Construcción de enrocados	Conformación de la presa, obras de auscultación y construcción de vertedero de excedencias.	20	Meses
12	Construcción de pantalla de hormigón	Ejecución del plinto, las inyecciones y la construcción de la pantalla de hormigón.	6	Meses
13	Construcción del túnel de desvío de la Qda de Valle Hermoso	El segundo frente de trabajo lleva adelante la excavación del túnel en roca, tanto en el área exterior como en el interior del túnel además de la construcción de obras para control del caudal y su vertido sobre el curso de trasvase.	10	Meses
14	Construcción del azud y conducciones de	De inicio se encara la construcción del azud de derivación, el canal y sifón para el trasvase de las	10	Meses



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



	trasvase Tomayapo – Valle Hermoso (almacenamiento de agua para riego)	aguas del Río Tomayapo al embalse, el que servirán para la puesta en marcha de la obra para almacenar el agua para su uso en época de estiaje.		
15	Construcción de obras complementarias	Construcción de obras complementarias del proyecto y desmontaje o retirada de obra y habilitación de áreas de disposición final de material sobrante (buzones).	2	Meses
16	Retiro de campamentos y áreas industriales	Actividades relacionadas con el retiro de campamentos y áreas industriales, las mismas están relacionadas con la limpieza, retiro de estructuras implementadas para el funcionamiento y restitución a las condiciones iniciales.	1	Meses

ETAPA DE OPERACIÓN:

Nº	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	DURACION	
			Cantidad	Unidad
17	Operación del embalse y sistema de trasvase	Puesta en marca y operación de la captación de agua en las presas construidas y provisión de agua a los sistemas de riego. Apertura y cierre de compuertas, suministro y control de caudales.	Permanente	
18	Suministro y control de caudales	Actividades relacionadas al control de volumen de agua del embalse.	Permanente	
19	Generación de lodos	Producción de lodos provenientes de la sedimentación de materiales durante el funcionamiento del embalse.	Permanente	
20	Producción agrícola por valor agregado	Promover la producción agrícola con valor agregado mediante la producción de frutales, garantizando mercado estable con valor agregado y retorno estable y oportuno.	Permanente	
21	Mejora sistema de riego existentes	Mejoramiento y ampliación de los sistemas de riego existentes con la puesta en marcha de los sistemas de riego.	Permanente	
22	Capacitación y gestión de riego	Capacitación y acompañamiento en gestión del riego y desarrollo agrícola bajo riego, abordando Temas: operativos (operación, distribución y mantenimiento) y organizativos (funciones, procedimientos, aportes, sanciones, roles).	Permanente	
23	Organización de sistemas de riego	Organización e implementación de sistemas de gestión para el sistema de riego, mediante procesos colectivos de participación de las comunidades beneficiarias, usuarios y técnicos, buscando un sistema de riego autogestionario de los usuarios.	Permanente	
24	Prácticas agrícolas sostenibles	Comunarios beneficiarios directos del proyecto en producción agrícola bajo riego con criterios de sostenibilidad técnica, económica y ambiental.	Permanente	

**ETAPA DE MANTENIMIENTO:**

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCION	DURACION	
			Cantidad	Unidad
25	Formulación del plan de mantenimiento	Formulación del plan de mantenimiento de los sistemas de riego y de la presa, que comprende: i) presa y sistema de trasvase, ii) canales principales, secundarios y parcelarios de las zonas de riego.	3	Meses
26	Mantenimiento de canales	Actividades relacionadas al mantenimiento y buen funcionamiento de los canales de los sistemas.	2	Meses
27	Mantenimiento de compuertas	Actividades relacionadas al mantenimiento y buen funcionamiento de las compuertas de los sistemas.	1	Meses
28	Limpieza de lodos	Actividades relacionadas a la limpieza de los lodos producidos por el sistema	1	Meses
29	Implementación de mantenimiento preventivo	Infraestructura. Consiste en el pintado y engrasado de las válvulas de la toma, limpieza de obras de arte, etc para evitar problemas como filtraciones, abrasión, rotura y otros.	2	Meses

ETADA DE FUTURO INDUCIDO

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACION	
			Cantidad	Unidad
30	Aumento de productividad	Dotación de riego en la época seca, al área beneficiada aumentando la producción y la productividad agrícola del área bajo riego.	Permanente	
31	Diversificación de producción	Diversificación de productos agrícolas debido a la disponibilidad de agua en los periodos de estiaje, con la consecuente intensificación de la actividad agrícola.	Permanente	
32	Mejoramiento de cobertura vegetal	Aumento de la cobertura vegetal de los pastizales y vegetación arbustiva por efecto de la, regulación y almacenamiento de agua.	Permanente	
33	Valorización de propiedades rurales	Aumento del valor de las propiedades rurales en el área del proyecto, beneficiadas por la presa construida y por la disponibilidad de de agua para riego.	Permanente	
34	Control de degradación de suelos	Disminución de las áreas erosionadas y control de las áreas bajo riesgo de erosión por efecto de la implementación de las obras hidráulicas, intensificación de cultivos y prácticas biológicas.	Permanente	

ETAPA DE ABANDONO:

N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACION	
			Cantidad	Unidad

**FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN**

35	Desmantelamiento	Consiste en el desmontaje de materiales estructuras, equipos, tuberías, etc. Además del retiro del material que fue utilizado para la construcción. Este material será dispuesto en lugares autorizados y acondicionados para este fin.	2	Meses
36	Rehabilitación de la zona del proyecto	Una vez retirados equipos y materiales, se recuperará la zona tomando en cuenta las condiciones iniciales.	2	Meses

9. RECURSOS HUMANOS (mano de obra)

<i>Calificada</i>	<i>Permanente</i>	<i>No permanente</i>
	12	6

<i>No calificada</i>	<i>Permanente</i>	<i>No permanente</i>
	30	40

10. RECURSOS NATURALES DEL AREA, QUE SERAN APROVECHADOS

Descripción	Und.	Cantidad
AGUA	m ³	2000.00
ARENA	m ³	936.66
ARENA FINA	m ³	38.83
GRAVA	m ³	1280.18
PIEDRA	m ³	1493.63
SUELOS BAJO RIEGO	ha	285.00

Todos los recursos naturales aprovechados por el proyecto deben ser extraídos en cercanías a la localización de las obras civiles correspondientes; éstos deben cumplir los requisitos descritos en las especificaciones técnicas.

11. MATERIA PRIMA, INSUMOS*a) Materia prima e insumos*

No.	Descripción	Und.	Cantidad	Grupo
1	ACERO CORRUGADO	kg	70501.08	IMPORTADO
2	ALAMBRE DE AMARRE NEGRO	kg	1060.83	IMPORTADO
3	BARRA P/MARTILLO DE PERFORACION	kg	260.95	IMPORTADO
4	BARRENOS	kg	260.95	IMPORTADO
5	BENTONITA	kg	23296.56	NACIONAL
6	BROCAS	kg	260.95	IMPORTADO
7	CEMENTO PORTLAND	kg	625555.80	NACIONAL

**FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN**

8	CINTA PVC 320 MM (WATER STOP)	m	576.50	IMPORTADO
9	CLAVOS	kg	2340.95	NACIONAL
10	DINAMITA	kg	1304.76	IMPORTADO
11	EXTREMIDAD FF J/ELASTICA PN10 DN 200	pza	4.00	IMPORTADO
12	EXTREMIDAD FF PUNTA BRIDA PN10 DN 200 MM	pza	4.00	IMPORTADO
13	FULMINANTES P/DINAMITA	pza	5219.00	IMPORTADO
14	GUIA PARA DINAMITA	m	2609.50	IMPORTADO
15	JUNTA ELASTICA DE FF C-C PN10 DN 200	pza	2.00	IMPORTADO
16	JUNTA GIBAULT 8"	pza	2.00	IMPORTADO
17	LIMPIADOR PARA PVC	lt	14.85	NACIONAL
18	LLAVE DE PASO T/CORTINA D=3" BR.	pza	3.00	IMPORTADO
19	LLAVE DE PASO T/CORTINA D=4" BR.	pza	1.00	IMPORTADO
20	MADERA DE CONSTRUCCION	pie ²	42700.58	NACIONAL
21	MADERA DURA (QUINA)	pie ²	4.00	NACIONAL
22	PEGAMENTO PARA PVC	lt	14.85	NACIONAL
23	REJILLA DE PRFV E=8MM ORIFICIOS DE 3"	pza	2.20	IMPORTADO
24	TAPAS DE FF D=600 MM	pza	1.00	IMPORTADO
25	TEE PVC 250-100 C-6	pza	1.00	NACIONAL
26	TUBERIA PRFV DN 200J/ELASTICA CLASE 3	m	200.00	IMPORTADO
27	TUBO CAMPANA PVC D=10" C-9	m	168.30	NACIONAL
28	TUBO CAMPANA PVC D=3" C-9	m	18.00	NACIONAL
29	TUBO CAMPANA PVC D=4" C-9	m	6.00	NACIONAL
30	UNION UNIVERSAL GALVANIZADA D=3"	pza	3.00	IMPORTADO
31	UNION UNIVERSAL GALVANIZADA D=4"	pza	1.00	IMPORTADO
32	VALVULA T/CORTINA B-B PN10 DN 200 MM	pza	4.00	IMPORTADO

Nota: Si se requiere mayor espacio en algunos puntos, anexar hoja de acuerdo a formato

b) ENERGÍA	
Diesel	10000 lt/mes
Gasolina	500 lt/mes
GLP	40 kg/mes



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



<p>c) PRODUCCIÓN ESTIMADA - PRODUCTO FINAL</p>	<p>285 hectáreas físicas bajo riego</p> <p>1.00 hectómetros cúbicos de agua regulada</p> <p>Maíz grano 1,8 t/ha Papa: 10 t/ha Durazno 12 t/ha Alfa alfa 32 t/ha Zanahoria 15 t/ha Cebolla 11 t/ha</p>
---	--

12. **PRODUCCIÓN DE DESECHOS**

<i>ETAPA:</i> Ejecución				
TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICIÓN FINAL O RECEPTOR
<i>Sólidos</i> a)	Residuos domésticos	Personal del proyecto	0.2 Kg/día/homb (aprox.)	Relleno Sanitario
b)	Tierras, rastrojos y escombros, materiales sobrantes de la excavación y perforaciones	Excavación y sobrantes de la preparación del terreno. Excavación del túnel de trasvase	Excavación terreno duro 6800 m ³ . Excavación en roca túnel 2360 m ³ .	Fosas de enterramiento habilitadas cerca del sitio de emplazamiento de la AOP.
c)	Residuos sólidos	Restos de hormigón y material del drenaje.	No cuantificado	Fosas de enterramiento habilitadas cerca del sitio de emplazamiento de la AOP.
<i>Líquidos</i> a)	Aguas servidas	Personal del proyecto	No cuantificado	Letrinas dispuestas cerca de la AOP por el/la contratista.
b)	Derrame de aceites y/o combustibles	Vehículos y equipos motorizados	No relevante	EMAT traslada los residuos hasta su relleno sanitario en base a contrato a firmarse con la empresa constructora.
<i>Gaseosos</i> a)	Gas de combustión (CO ₂ , CO)	Vehículos utilizados para la realización de la obra.	Despreciable	Medio Ambiente – Aire (Atmósfera)
b)	Material particulado	Preparación del terreno y	Despreciable	Medio Ambiente

**FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN**

		excavación.		- Aire (Atmósfera)
ETAPA: Operación				
TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICIÓN FINAL O RECEPTOR
<i>Sólidos a)</i>	Lodos de arrastre	Arrastre de material en tuberías	2 kg/día	Fosas de enterramiento habilitadas cerca de la AOP.
<i>b)</i>	Residuos sólidos biodegradables	Actividad agrícola y pecuaria generada gracias al riego proveniente del agua del sistema de riego de la presa.	No relevante	Medio Ambiente
<i>Líquidos a)</i>	No corresponde	No corresponde	No corresponde	No corresponde
<i>Gaseosos a)</i>	No corresponde	No corresponde	No corresponde	No corresponde
ETAPA: Mantenimiento				
TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICIÓN FINAL O RECEPTOR
<i>Sólidos a)</i>	Escombros	Mantenimiento de tuberías y cámaras de válvulas.	No relevante	Fosas de enterramiento habilitadas cerca de la AOP.
<i>b)</i>	Lodos de arrastre	Arrastre de material en el canal	2kg/día	Fosas de enterramiento habilitadas cerca de la AOP
<i>c)</i>	Material vegetal	Desbroce y limpieza	No cuantificado	Trituración y almacenamiento en terrenos agrícolas
<i>Líquidos a)</i>	Aguas servidas	Personal del proyecto	No cuantificado	Letrinas dispuestas por el contratista en la AOP.
<i>Gaseosos b)</i>	Gas de combustión (CO ₂ , CO)	Vehículos utilizados para el transporte de material y equipo requerido para el mantenimiento de la obra.	Despreciable	Medio Ambiente – Aire (Atmósfera)
ETAPA: Futuro inducido				
TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICIÓN FINAL O RECEPTOR

**FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN**

				RECEPTOR
<i>Sólidos a)</i>	Lodos de arrastre	Arrastre de material en tuberías	2 kg/día	Fosas de enterramiento habilitadas cerca de la AOP.
<i>Líquidos b)</i>	No corresponde	No corresponde	No corresponde	No corresponde
<i>Gaseosos c)</i>	No corresponde	No corresponde	No corresponde	No corresponde

ETAPA: Abandono

TIPO	DESCRIPCIÓN	FUENTE	CANTIDAD	DISPOSICIÓN FINAL O RECEPTOR
<i>Sólidos a)</i>	Escombros y chatarra	Restos del desmontaje de la presa	No cuantificado	Fosas de enterramiento habilitadas en el relleno sanitario de EMAT Tarija
<i>b)</i>	Tierra común, piedra, etc	Restos del desmontaje de la presa	No cuantificado	Sitios dispuestos autorizados

13. PRODUCCIÓN DE RUIDO (Indicar fuente y niveles)

Fuente	Maquinaria y equipo	
Nivel Min.: 45db.	Nivel Max.: 80db.	

14. INDICAR COMO Y DONDE SE ALMACENAN LOS INSUMOS

Durante la **etapa de ejecución** del proyecto en lo posible se adquirirá la materia prima e insumos de acuerdo a requerimiento y el avance de la obra, por lo que para su almacenamiento se habilitará un espacio para su resguardo respectivo (campamento de obra), la materia prima e insumos estará bajo la responsabilidad de un encargado que mantendrá un registro durante la ejecución de la obra.

Los insumos como: combustible, lubricantes, cemento, tuberías de PVC, etc., se adquirirán de acuerdo a los requerimientos y necesidades del proyecto. El combustible se lo adquirirá de las respectivas estaciones de servicio, los lubricantes serán adquiridos y cambiados en la maquinaria en recintos especializados del campamento, mientras que el cemento será transportado a granel desde la planta cementera de seleccionada y las tuberías serán adquiridas



por importación o en el mercado nacional bajo responsabilidad del contratista. Todo material será transportado y almacenado de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto en sus acápite referidos a la forma de almacenamiento y recomendaciones de manipuleo respectivas.

Los agregados se almacenarán en sitios cercanos a la AOP, junto a las obras de construcción.

En el caso de la dinamita y fulminantes requeridos para voladuras en el lecho del río y para la construcción del túnel de trasvase como para la obtención de determinadas granulometrías se tiene un trato especial, en estricto cumplimiento al Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP). El trabajo debe ser realizado por personal de acreditada experiencia en el uso de explosivos en orden de cumplir con lo establecido por la reglamentación ambiental correspondiente en las siguientes etapas: Generación, Optimización, Reciclaje, Recolección, Transporte, Almacenamiento, Tratamiento y Confinamiento de acuerdo a al título IV del RASP.

En la **etapa de operación** no se necesita ningún tipo de almacenamiento ya que la única actividad a llevarse a cabo es el riego.

La **etapa de mantenimiento** requiere la reparación o en su defecto sustitución de algún componente u obra que esté afectando el normal funcionamiento del sistema de riego. Se distinguen dos tipos de mantenimiento que deben realizarse: el preventivo y el correctivo. Para ello se hace necesario tuberías, hormigones, pinturas anticorrosivas, lubricantes y grasas para la operación de válvulas; todos estos materiales tienen un stock limitado y se deben comprar en cantidad adecuada y en tiempo oportuno ya que muchas veces existe vencimiento con estos materiales. Serán almacenados en las instalaciones que se encuentren en proximidad a la casa del sereno sobre pisos revestidos que eviten el derrame y contaminación del suelo.

En **etapa de futuro inducido**, se seguirá un procedimiento similar a la etapa de mantenimiento.

En la **etapa de abandono**, los insumos sobrantes de materiales y equipo que no han sido utilizados, y que todavía estén de dentro de la fecha estipulada para su uso, podrán utilizarse en otros materiales y equipos que correspondan a otro proyecto similar. En caso de que los insumos estén fuera de fecha para su uso, o que estén contaminados con algún tipo de material, se verá de realizar un plan de gestión de residuos dependiendo de su naturaleza.

Los insumos sobrantes de construcción, específicamente hablando de escombros, se verá de almacenarlos en lugares dispuestos para este fin por la AAC. Esta actividad se verá regulada mediante la Ficha Ambiental de Abandono, si corresponde.

15. INDICAR LOS PROCESOS DE TRANSPORTE Y MANIPULACIÓN DE INSUMOS



Etapa de Ejecución

Las materias primas e insumos se los trasladará en vehículos pequeños de transporte, específicos para este fin, desde los diferentes mercados regionales hasta los almacenes de la obra.

El material local como ser: piedra y áridos, serán transportados en volquetas de alto tonelaje, desde los bancos de áridos hasta el lugar de la construcción.

Para este tipo de proyectos y en especial por el tipo de presa es indispensable la utilización de una planta dosificadora de hormigón, por lo que el transporte de la mezcla preparada debe realizarse con el uso de mixers que en el menor tiempo posible pueda descargar su contenido en el cuerpo de la presa de acuerdo a los requerimientos propios de la especificación técnica en sus acápites de transporte y colocado de hormigón.

El combustible se adquirirá cuando sea necesario de las respectivas estaciones de servicio, manteniéndose en obra una reserva de volumen reducido.

La manipulación de los materiales será realizado bajo la supervisión del personal capacitado y autorizado por la empresa contratista y la organización ejecutora.

El personal encargado de la manipulación de los insumos y materiales contará con todo el equipo de protección personal exigido por las normas de seguridad e higiene, como cascos, botas, guantes, overoles y audífonos protectores cuando se haga uso de maquinaria pesada que pueda poner en riesgo la audición del personal.

En el caso de la dinamita y fulminantes requeridos para voladuras en el lecho del río y para la obtención de determinadas granulometrías se tiene un trato especial, en estricto cumplimiento al Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP). El trabajo debe ser realizado por personal de acreditada experiencia en el uso de explosivos en orden de cumplir con lo establecido por la reglamentación ambiental correspondiente en las siguientes etapas: Generación, Optimización, Reciclaje, Recolección, Transporte, Almacenamiento, Tratamiento y Confinamiento de acuerdo a al título V del RASP.

Etapa de Operación

En esta etapa no se realizará ninguna manipulación ni transporte de materia prima e insumos ya que la única actividad en esta etapa es la operación del embalse y el riego de las áreas agrícolas.

Etapa de Mantenimiento

Las materias primas e insumos se los trasladará en vehículos pequeños de transporte, específicos para este fin, desde los diferentes mercados regionales hasta los almacenes de la obra, según lo requerido en el mantenimiento de la AOP.



En cuanto al equipo de protección, se utilizará el mismo que en la etapa de ejecución, según las actividades que se realicen para el mantenimiento de la AOP.

Etapa de Futuro inducido

Similar a las etapas de mantenimiento y operación

Etapa de Abandono

Los materiales sobrantes de construcción (Escombros), se transportarán en volquetas previstas para este tipo de actividades. Los materiales sobrantes de insumos, por ser en poca cantidad (gasolina, diesel, pintura, disolvente de pintura), se transportarán en vehículos previstos para este fin, con el propósito de evitar algún derrame en el traslado.

Los materiales sobrantes de tuberías y material plástico, se transportarán en camiones, ya que no representan ningún riesgo durante su traslado debido a su naturaleza. Esta actividad se verá regulada mediante la Ficha Ambiental de Abandono, si corresponde.

16. POSIBLES ACCIDENTES Y CONTINGENCIAS

Etapa de Ejecución

Toda obra civil puede presentar riesgo de accidentes. Para reducir al mínimo tal posibilidad, el contratista estará obligado a respetar la legislación pertinente y deberá implementar todas las medidas de seguridad.

Entre los posibles accidentes y contingencias mínimas se identifican:

- Accidentes y lesiones menores por negligencia en la operación de los equipos, estos daños podrían ser cortaduras, golpes y otros.
- Lesiones durante el manipuleo de los insumos.
- Contagio de enfermedades de origen humano, posibles caídas y golpes por falta de orden y limpieza de las áreas de operación.
- Alguna probabilidad de colisiones en los caminos rurales, donde no existe señalización vial o en los tramos que no reciben mantenimiento.
- Accidentes en el transporte de materiales.
- Accidentes en el manejo de sustancias peligrosas



Entre las Medidas de prevención:

- Se debe trabajar bajo una política de prevención, por lo que el personal deberá ser capacitado para el tipo de trabajo a realizar, los riesgos que implica y cómo prevenirlos, así como la manera de actuar en caso de producirse un accidente. En este caso, el contratista debe contar con un manual de primeros auxilios.
- El personal debe estar capacitado para mantener ordenada y limpia su área de trabajo para evitar posibles accidentes.
- Para atender estos posibles casos, se prevé contar con el equipo médico necesario (botiquín de primeros auxilios, manual de primeros auxilios), personal capacitado en el área de salud (medico, enfermera).
- Se debe disponer de señalización en todos los sectores determinados de riesgo
- El personal encargado de la limpieza y mantenimiento debe contar con su respectiva ropa de trabajo (guantes, overoles y/o mandiles, etc.)
- El personal encargado de la manipulación de los insumos contara con todo el equipo exigido por las normas de seguridad, como: cascos, lentes, máscaras, guantes, botas, overoles y audífonos de protección.
- El contratista debe cerciorarse de que el personal de trabajo este lo suficientemente descansado para poder realizar un trabajo óptimo y así evitar accidentes por agotamiento; o caso contrario realizar un programa de relevos o turnos para el personal de la AOP. El personal de la AOP, no debe trabajar más de 8 horas de trabajo para poder rendir óptimamente.
- Se recomienda que, dentro del Programa de Higiene y Seguridad, sean instalados extintores de incendio en el área de abastecimiento de diesel y la instalación de un extintor de incendio en cada vehículo.
- Ante la posibilidad de accidentes en el transporte de materiales se adoptarán las siguientes medidas:
 - Conducir y hacer conciencia en todo el personal (chóferes) sin excepción, sobre la importancia de conducir respetando las normas de tránsito, además de otras normas concernientes a la seguridad vial y transporte de materiales.
 - Asegurar debidamente los materiales de acuerdo a normas de transporte pesado.
 - La velocidad no debe exceder los 80 km/h en carreteras asfaltadas y 30-40 km/h en caminos secundarios de ripio o tierra y rutas urbanas.
 - Se contará con esponjas y recipientes para recuperar derrames eventuales.

Etapas de operación

No se presentan posibles accidentes riesgo para la salud humana, ya que las únicas actividades son la operación del embalse y las actividades agrícolas.



Etapa de Mantenimiento

En esta etapa, las medidas de contingencia para los posibles accidentes, son similares a las medidas de contingencia de la etapa de Ejecución.

Etapa de Futuro inducido

Los posibles accidentes y/o contingencias son mínimos; pero se recomienda tomar en cuenta los accidentes y/o contingencias así como sus medidas preventivas y correctivas, en la etapa de ejecución.

Etapa de Abandono

Similar a la etapa de ejecución.

17. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES “CLAVE” (IMPORTANTES)

Considerar impactos negativos y/o positivos; acumulativos; a corto y largo plazo, temporales y permanentes; directos e indirectos.

ETAPA	
	IMPACTO
	MITIGACIÓN
	CLASIFICACIÓN
<u>Ejecución</u>	
	(-) Suelo: Cambios geomorfológicos
	Estabilización de suelos, control de drenaje.
	Impacto directo, permanente, localizado, irreversible.
	(-) Suelo: Producción de residuos sólidos
	Recolección en contenedores, selección y transporte a relleno sanitario.
	Impacto temporal
	(-) Suelo: Producción de desechos de madera, de residuos metálicos no degradables.
	Reciclaje y reutilización de la madera por los comunarios de la zona. Desechos no



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



	reutilizables, transportados al relleno sanitario.
	Impacto temporal, directo
	(-) Suelo: Incremento de procesos erosivos.
	Estabilización de suelos. Regeneración natural de áreas desbrozadas.
	Impacto temporal.
	(-) Suelo: Desestructuración y compactación.
	Estabilización de suelos, riego sobre zonas afectadas.
	Impacto temporal, reversible.
	(+) Suelo: Cambio de uso.
	En las áreas del proyecto, se pasará de una agricultura a secano a una agricultura bajo riego, mejorando la producción y el uso del suelo.
	Impacto directo.
	(-) Suelo: Pérdida de suelos productivos.
	Se perderán los suelos que serán inundados por los volúmenes de agua acumulados en la presa.
	Impacto localizado.
	(-) Suelo: Residuos provenientes de los explosivos
	Se utilizarán los explosivos a baja escala, por lo tanto el manejo de sus residuos podrán realizarse dentro del relleno sanitario
	Impacto directo, temporal a corto plazo
	(-) Aire: Descarga de gases de combustión.
	Regulación del sistema de inyección y combustión en vehículos y maquinaria. Dispersión natural rápida de gases en la atmósfera.
	Impacto temporal, reversible.
	(-) Aire: Emisión de ruidos por los motorizados y maquinaria pesada.
	Regular el uso de la bocina en lugares y establecer horarios de trabajo.
	Impacto directo, temporal, bajo.
	(-) Agua: Generación de aguas residuales domésticas.
	Construcción de letrinas en campamentos.
	Impacto temporal y directo.
	(-) Agua: Modificación del régimen hídrico.



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



	Regulación de caudales en función de atender la demanda de riego evitando crecidas y los consiguientes procesos de erosión, sin alterar la fauna y flora silvestres.
	Impacto positivo, directo.
	(-) Agua: Incremento de sólidos en suspensión.
	Riego de caminos de acceso y sitios donde se efectúan las excavaciones.
	Impacto temporal.
	(-) Agua: Modificación de cauces de los ríos.
	Regulación de caudales en ríos que en época de estiaje, no tienen caudales, por lo que habrá disponibilidad de agua para diversos usos en época seca.
	Impacto directo.
	(+) Socioeconómico: Generación de empleo.
	Generación de fuentes de trabajo en las movilizaciones generales.
	Impacto temporal directo.
	(-) Fauna: Afectación a la fauna.
	Concientización del personal sobre la necesidad de preservar las especies endémicas, prohibición de la caza furtiva.
	Impacto temporal bajo.
	(-) Fauna: Alteración de los procesos migratorios.
	Concientización del personal sobre el manejo adecuado de maquinaria y equipo, en las zonas estrictamente necesarias.
	Impacto temporal, localizado, bajo, directo, reversible.
	(-) Fauna: Destrucción de hábitats.
	Revegetación de áreas afectadas y concientización del personal sobre importancia de los hábitats del área del proyecto.
	Impacto temporal, localizado, directo, reversible.
	(-) Flora: Modificación de la composición florística.
	Revegetación de todas las áreas y tratamiento especial de las áreas de los campamentos luego del abandono de estos para alcanzar las condiciones naturales antes de su uso.
	Impacto directo, temporal.
	(-) Paisaje Intrusión visual
	Revegetación de áreas circundantes al vaso de la presa.
	Impacto localizado, permanente, directo, irreversible.
Operación	
	(+) Agua: Disponibilidad de agua para diversos usos en época de estiaje.



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



	No corresponde
	Impacto positivo.
(+) Agua:	Regulación de caudales de los principales cuerpos de aguas superficiales.
	No corresponde
	Impacto positivo
(+) Agua:	Mejor uso del recurso agua en las comunidades rurales.
	No corresponde
	Impacto permanente
(-) Agua:	Acumulación de sedimentos.
	Los vasos de almacenamiento de la presa, recibirán los sedimentos que son arrastrados por los ríos que alimentan los mismos. Reforestar las áreas aguas arriba de los embalses.
	Impacto directo
(-) Agua:	Uso inadecuado del recurso agua en el sistema de riego.
	Capacitación en temas operativos (operación, distribución y mantenimiento) y organizativos.
	Impacto temporal.
(+) Suelo:	Mejora en el uso de suelos agrícolas.
	No corresponde
	Impacto positivo.
(+) Suelo:	Mejora y ampliación de los sistemas de riego existentes.
	No corresponde
	Impacto positivo
(-) Suelo:	Tratamiento en la generación de lodos.
	Los lodos serán extraídos periódicamente, secados en área dispuestas para este fin y posteriormente trasladados a lugares autorizados por la Supervisión.
	Impacto localizado, temporal, reversible.
(-) Suelo:	Residuos biodegradables provenientes de la actividad pecuaria y agrícola (residuos de cultivos, heces de animales, etc).
	Estos materiales podrán ser utilizados para realizar un compostaje, o bien dejarlos que se biodegraden en el medio ambiente.
	Impacto localizado, temporal, reversible.
(-) Fauna:	Efecto barrera
	Revegetación de áreas intervenidas para creación de nuevos hábitats.



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



	Impacto directo, permanente, localizado, irreversible.
(+) Socioeconómico : Aumento de las actividades productivas en las comunidades beneficiarias.	
	No corresponde
	Impacto positivo
(+) Socioeconómico : Mejora en las relaciones comunales y en la organización comunal para la operación y mantenimiento.	
	No corresponde
	Impacto positivo
(+) Socioeconómico : Mejora en la captación y transferencia de tecnología agropecuaria y actividad de operación y mantenimiento.	
	No corresponde
	Impacto positivo
(+) Socioeconómico : Capacitación en conservación de suelos agrícolas bajo riego.	
	No corresponde
	Impacto positivo
(+) Socioeconómico : Mejora en los niveles de empleo y calidad de vida de los beneficiarios de los sistemas de riego.	
	No corresponde
	Impacto positivo
(-) Socioeconómico : Riesgo de accidentes.	
	Capacitación y acompañamiento de gestión del riego y desarrollo agrícola bajo riego, abordando temas operativos (operación, distribución y mantenimiento).
	Impacto directo
Mantenimiento	
(-) Suelo : Tratamiento en la generación de lodos.	
	Los lodos generados en la etapa de mantenimiento, al igual que en la etapa de operación, serán extraídos, secados en área dispuestas para este fin y posteriormente trasladados a lugares autorizados por la Supervisión.
	Impacto localizado, temporal, reversible.
(-) Suelo : Producción de material residual producto del mantenimiento de canales y compuertas	
	Recolección y transporte a escombreras.
	Impacto localizado, temporal, reversible.
(-) Aire : Emisión de ruidos por maquinaria y equipo.	
	Regular actividades y horarios de trabajo. Concientización del personal sobre la utilización de los mismos.



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



	Impacto directo, temporal, bajo.
<u>Futuro Inducido</u>	
	(-) Agua: Acumulación de sedimentos.
	Los vasos de almacenamiento de la presa, recibirán los sedimentos que son arrastrados por los ríos que alimentan los mismos. Reforestar las áreas aguasarriba de los embalses.
	Impacto directo
	(-) Socioeconómico: Posibles conflictos sociales, desacuerdos de los comunarios con respecto al funcionamiento o ampliación del sistema de riego y la presa.
	Realizar estudios para analizar el estado del sistema de riego, socializar el estudio en consultas públicas a los comunarios, para que ellos decidan si les es conveniente aceptar o rechazar las conclusiones de dicho estudio.
	Impacto temporal
	(+) Socioeconómico: Aumento de las actividades productivas en las comunidades rurales beneficiarias.
	No corresponde
	Impacto permanente
	(+) Socioeconómico: Diversificación de las actividades productivas agrícolas
	No corresponde
	Impacto permanente
	(+) Socioeconómico: Aumento del valor de las propiedades rurales privadas.
	No corresponde
	Impacto permanente
	(+) Socioeconómico: Ampliación de las áreas cultivables bajo riego.
	No corresponde
	Impacto permanente
<u>Abandono</u>	
	(-) Socioeconómico: Conflictos sociales con los comunarios por el abandono de la obra
	Realizar estudios para la provisión de agua para riego de otra manera y/o de otra fuente.
	Impacto directo, temporal.

18. DECLARACIÓN JURADA



FICHA AMBIENTAL E.I. CONSTRUCCIÓN PRESA CAJÓN



Los suscritos: **Sr. Ing. Alejandro Romero Saravia**, en calidad de promotor, y la **Ing. Rose Mary Benítez Ponce** en calidad de responsable técnico de la elaboración de la ficha ambiental del proyecto: E. I. “Construcción Presa Cajón”, damos fe, de la veracidad de la información detallada en el presente documento y asumimos la responsabilidad en caso de no ser evidente el tenor de esta declaración que tiene calidad de Confesión Voluntaria.

FIRMAS:

PROMOTOR
Ing. Alejandro Romero Saravia
CI 1137864 Chq

RESPOSABLE TECNICO
Ing. Rose Mary Benítez Ponce
Consultor Ambiental
CI 5783578Tja

6.- PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA

6.1.- Introducción

En este capítulo se presentan, los cálculos métricos o volúmenes de obra de los diferentes ítems constitutivos de las obras, agrupados en los componentes, presa, túnel y sistemas de trasvase, así como los presupuestos de las obras, los presupuestos de la asistencia técnica integral y la supervisión.

6.2.- Cálculos métricos

Los cálculos métricos se ordenan considerando:

La presa de almacenamiento y sus componentes.

Túnel de desvío

Sistema de trasvase

El sistema de trasvase comprende las siguientes obras:

Azud derivador en el Río Tomayapo

Conducción hasta el embalse

Los cálculos se presentan en los siguientes cuadros:

**COMPUTOS METRICOS
CONSTRUCCION PRESA VALLE HERMOSO**

hoja 1 de 4

No Item	DESCRIPCION	Unid.	No de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Total Parcial	Total Acumul.	OBSERVACIONES
	PRESA DE ENROCADO								
1	Instalación de faenas	glb	1					1,00	
2	Excavación en roca	m ³						4701,74	
	Fundación aguas arriba	m ³	1	2957,97		0,60	1774,78		Area fund=2957.97
	Fundación aguas abajo y sector cent.	m ³	1	3697,02		0,60	2218,21		Area fund=3697.02
	Plinto zona 1	m ³	1	63,00	3,00	1,50	283,50		
	Plinto zona 2	m ³	2	31,50	2,50	1,50	236,25		
	Plinto zona 3	m ³	2	31,50	2,00	1,50	189,00		
3	Material granular Zona 2	m ³	1	10296,40				10296,40	
4	Material de transición Zona 3 A	m ³	1	8036,80				8036,80	
5	Conformación de enrocado 3 B	m ³	1	48031,00				48031,00	
6	Conformación de enrocado 3 C	m ³	1	26683,30				26683,30	
7	Material granular con CBR > 30%	m ³	1	105,00	3,50	0,15		55,13	
8	Losa de Hormigón Armado	m ³						701,88	
	Losa 1	m ³	1	7,42	10,00	0,20	14,83		
	Losa 2	m ³	1	24,23	10,00	0,20	48,45		
	Losa 3	m ³	1	40,31	10,00	0,20	80,62		
	Losa 4	m ³	1	58,53	10,00	0,20	117,05		
	Losa 5	m ³	1	70,05	10,00	0,20	140,10		
	Losa 6	m ³	1	68,46	10,00	0,20	136,91		
	Losa 7	m ³	1	51,47	10,00	0,20	102,94		
	Losa 8	m ³	1	24,27	10,00	0,20	48,53		
	Losa 9	m ³	1	6,23	10,00	0,20	12,45		
9	Plinto de HoAo	m ³						223,02	
	Plinto zona 1 L=3.0 m	m ³	1	63,00		1,38	86,94		A1=1.38 m3/m
	Plinto zona 2 L=2.5 m	m ³	2	31,50		1,18	74,34		A2=1.18 m3/m
	Plinto zona 3 L=2.0 m	m ³	2	31,50		0,98	61,74		A3=0.98 m3/m
10	Vertedero y rapida de HoAo	m ³						32,76	
	Losa de fondo vertedero	m ³	1	12,25	1,00	0,15	1,84		
	Paredes laterales vertedero	m ³	2	12,25	0,15	1,41	5,18		
	Losa de fondo transición	m ³	1	9,65	1,00	0,15	1,45		
	Paredes laterales transición	m ³	2	9,65	0,15	1,36	3,94		
	Losa de fondo rápida	m ³	1	40,80	1,00	0,15	6,12		
	Paredes laterales rápida	m ³	2	40,80	0,15	1,00	12,24		
	Losa tapa	m ³	1	20,00	1,00	0,10	2,00		

**COMPUTOS METRICOS
CONSTRUCCION TUNEL Y AZUD**

hoja 3 de 4

No Item	DESCRIPCION	Unid.	No de veces	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Total Parcial	Total Acumul.	OBSERVACIONES
TUNEL DE DESVIO VALLE HERMOSO									
1	Excavación terreno duro	m ³	1	1062,62				1062,62	Ver Vol Roadcalc
2	Excavación en roca para tunel	m ³	1	240,00	9,85			2364,00	A=9.85 m3/m
3	Canal de hormigón armado	m ³						371,84	Ver Vol Roadcalc
	Fondo canal	m ³	1	280,00	5,00	0,20	280,00		
	Paredes canal	m ³	2	280,00	0,20	0,82	91,84		
AZUD DE DERIVACION									
1	Excavación en roca	m ³						517,26	
	Azud de derivación (cuerpo 39 m)	m ³	1	39,00	7,50	1,40	409,50		
	Muro de encauce M. derecha	m ³	1	1,50	1,70	5,50	14,03		
	Muro de encauce M. izquierda	m ³	1	1,50	1,70	5,50	14,03		
	Muro de protección M. derecha	m ³	1	4,50	0,90	2,20	8,91		
	Muro de protección M. izquierda	m ³	1	13,00	1,20	3,00	46,80		
	Canal de toma	m ³	1	20,00	0,80	1,50	24,00		
2	Hormigón ciclópeo	m ³						881,25	
	Azud de derivación (cuerpo L= 39 m)	m ³	1	39,00	20,50		799,50		A=20.5 m3/m
	Muro de encauce sobre coronamiento	m ³	2	6,00	0,70	2,50	21,00		
	Muro de encauce bajo coronamiento	m ³	2	12,78	1,00		25,56		A=12.78 m2
	Muro de protección M. derecha	m ³	1	4,50	0,60	2,20	5,94		
	Muro de protección M. izquierda	m ³	1	13,00	0,75	3,00	29,25		
3	Hormigón simple H 20	m ³						7,14	
	Solera canal de toma	m ³	1	20,00	0,80	0,15	2,40		
	Paredes canal de toma	m ³	2	20,00	0,15	0,60	3,60		
	Solera canal de excedencia	m ³	1	4,00	1,00	0,15	0,60		
	Paredes canal de excedencia	m ³	2	3,00	0,15	0,60	0,54		
4	Compuerta ancho 0.60	pza	1					1,00	

6.3.- Presupuesto de obras

Para conocer el costo de construcción del Proyecto, se ha realizado el análisis de los precios unitarios de los ítemes necesarios para la ejecución del mismo (anexo 8).

Los métodos utilizados para definir los precios unitarios, se basan en una serie de análisis y consideraciones de las metodologías, utilizadas por las entidades que agrupan a las empresas constructoras, (Cámara de la Construcción de Bolivia). Adoptándose para la elaboración de los precios unitarios del proyecto, factores de mayoración (cargas sociales, gastos generales, utilidades, IVA, IT), factores debidamente justificados, que permiten contar con precios de referencia racionales.

Seguidamente se presentan en cuadros resumen los presupuestos por obras, por componentes y el presupuesto general del proyecto.

PRESUPUESTO CONSTRUCCION PRESA VALLE HERMOSO

Nº	DESCRIPCION ITEM	UND.	CANTIDAD	P.UNIT.	PARCIAL
1	INSTALACION DE FAENAS	glb	1,00	719856,88	719856,88
2	EXCAVACION TERRENO DURO	m³	4701,74	57,08	268375,32
3	ENROCADO ZONAS 3B Y 3C	m³	74714,30	97,01	7248034,24
4	MATERIAL DE TRANSICION ZONAS 2 Y 3A	m³	18333,20	65,07	1192941,32
5	MATERIAL GRANULAR CON CBR>30%	m³	55,13	68,54	3778,61
6	PANTALLA DE HORMIGON ARMADO	m³	701,88	2041,83	1433119,64
7	PLINTO DE HORMIGON ARMADO	m³	223,02	1600,77	357003,73
8	PARAPETO DE HORMIGON ARMADO	m³	72,27	1921,72	138882,70
9	HORMIGON ARMADO TIPO H20	m³	106,00	2031,95	215386,70
10	PERFORACIONES	m	2889,00	846,35	2445105,15
11	INYECCIONES	t	277,34	1463,11	405778,93
12	JUNTA WATER STOP, L=32 CM	m	565,20	473,91	267853,93
13	RIP RAP PARAMENTO AGUAS ABAJO	m²	3510,00	75,54	265145,40
14	VALVULAS Y ACCESORIOS TOMA	glb	1,00	223970,17	223970,17
TOTAL (Bs)					15185232,72

PRESUPUESTO CONSTRUCCION TUNEL

Nº	DESCRIPCION ITEM	UND.	CANTIDAD	P.UNIT.	PARCIAL
1	EXCAVACION TERRENO DURO	m³	1062,62	57,08	60654,35
2	EXCAVACION EN ROCA TUNEL	m³	2364,00	729,17	1723757,88
3	HORMIGON ARMADO TIPO H20	m³	371,84	2031,95	755560,29
TOTAL (Bs)					2539972,52

PRESUPUESTO CONSTRUCCION AZUD DE DERIVACION

Nº	DESCRIPCION ITEM	UND.	CANTIDAD	P.UNIT.	PARCIAL
1	EXCAVACION TERRENO DURO	m³	517,26	57,08	29525,20
2	HORMIGON CICLOPEO AZUD	m³	881,25	660,87	582391,69
3	HORMIGON TIPO H20	m³	7,14	1263,42	9020,82
4	COMPUERTA	m²	1,00	160,67	160,67
TOTAL (Bs)					621098,38

PRESUPUESTO CONSTRUCCION CANAL DE TRASVASE

Nº	DESCRIPCION ITEM	UND.	CANTIDAD	P.UNIT.	PARCIAL
1	EXCAVACION EN SUELO SEMIDURO	m³	547,39	42,68	23362,61
2	HORMIGON SIMPLE TIPO H20	m³	331,25	1263,42	418507,88
3	HORMIGON ARMADO TIPO H20	m³	18,14	2031,95	36859,57
4	SIFON TUBERIA PVC C-9 D=10"	m	165,00	423,28	69841,20
5	ACCESORIOS SIFON-DESARENADOR	glb	1,00	6593,76	6593,76
TOTAL (Bs)					555165,02

RESUMEN DE COSTOS DE INVERSION

(Tipo de cambio 1\$us = 6.96 Bs)

Nº	DESCRIPCION DE OBRA	COSTO Bs
1	PRESA DE ENROCADO	15.185.232,72
2	TUNEL DE DESVIO	2.539.972,52
3	AZUD DERIVADOR	621.098,38
4	CANAL DE TRASVASE	555.165,02
5	CAMINO DE ACCESO	1.962.720,00
TOTAL COSTO INVERSION Bs		20.864.188,64
\$us		2.997.728,25

6.4.- Presupuesto de supervisión de obras

La supervisión de la ejecución del proyecto, se supone será realizada por una empresa consultora con experiencia en este tipo de proyectos, por lo que en el presupuesto se contempla un grupo de profesionales, constituido por un Ing. Civil Gerente del proyecto, 2 ingenieros civiles residentes, uno por componente del proyecto y se prevé un tiempo que podrá estar cubierto por especialista que puedan estar en obra durante cortos periodos.

El presupuesto comprende además los costos de transporte, costos de alojamiento y alimentación, considerando el uso de las instalaciones del campamento de obra y por último se estiman los costos de servicios de laboratorio, equipo y materiales, los que se indican en el siguiente cuadro.

**SUPERVISION DE LA CONSTRUCCION
PRESUPUESTO GENERAL**

Nº	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$us	COSTO TOTAL \$us
1	PERSONAL				123000,00
1,1	Ing. Civil Gerente de Supervisión	mes	30,00	1800,00	54000,00
1,2	Ing. Civil (Presa)	mes	28,00	1500,00	42000,00
1,3	Ing. Civil (túnel y trasvase)	mes	12,00	1500,00	18000,00
1,4	Ingenieros especialistas	mes	5,00	1800,00	9000,00
2	EQUIPOS Y MATERIALES				4500,00
2,1	Papelería e informes	global	1,00	1500,00	1500,00
2,2	Material de escritorio	global	1,00	1500,00	1500,00
2,3	Computadora	global	1,00	500,00	500,00
2,4	Impresora	global	1,00	500,00	500,00
2,5	Fotografías	global	1,00	500,00	500,00
3	LOGISTICA Y SERVICIOS				56000,00
3,1	Transporte	mes	30,00	1000,00	30000,00
3,2	Alojamiento y alimentación	mes	50,00	400,00	20000,00
3,3	Servicio telefónico	mes	30,00	100,00	3000,00
3,5	Laboratorio	global	1,00	3000,00	3000,00
TOTAL SUPERVISION \$us					183500,00
1\$us = 6.96 Bs				Bs	1277160,00

Tiempo de ejecución del servicio de Supervisión	30	meses
Tiempo de construcción de obras	30	meses
Costo de la inversión	8166620,87	\$us
Porcentaje de la Supervisión respecto a la inversión	6,12	%

6.5.- Presupuesto de asistencia técnica integral y capacitación/acompañamiento

El presupuesto para el servicio de Asistencia Técnica Integral, fue preparado en base a los requerimientos de servicios profesionales, materiales, equipos, insumos, apoyo logístico, etc, para el periodo de 4 años, previendo 2 años en el periodo de construcción y los 2 años de inicio de operación.

PRESUPUESTO
ASISTENCIA TECNICA INTEGRAL
(Periodo de 4 años)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANTIDAD	P. UNITERI O (\$us)	TOTAL (\$us)
1,0	Diagnóstico de la gestión y planificación concertada del proceso				14.700,00
1,1	Personal técnico	día	300,00	45,00	13.500,00
1,2	Transporte	global	1,00	600,00	600,00
1,3	Oficinas/vivienda	global	1,00	200,00	200,00
1,4	Computadoras/impresoras	global	1,00	200,00	200,00
1,5	Material escritorio	global	1,00	100,00	100,00
1,6	Material didáctico, fotografías, etc.	global	1,00	100,00	100,00
2,0	Acompañ. a la Interacción, Gestión, Capacitación y Asistencia Técnica				17.250,00
2,1	Personal técnico	día	350,00	45,00	15.750,00
2,2	Transporte	global	1,00	600,00	600,00
2,3	Oficinas/vivienda	global	1,00	300,00	300,00
2,4	Computadoras/impresoras	global	1,00	300,00	300,00
2,5	Material escritorio	global	1,00	100,00	100,00
2,6	Material didáctico, fotografías, etc.	global	1,00	200,00	200,00
3,0	Elaboración de Estatutos y Reglamentos				18.550,00
3,1	Personal técnico	día	350,00	45,00	15.750,00
3,2	Transporte	global	1,00	600,00	600,00
3,3	Oficinas/vivienda	global	1,00	300,00	300,00
3,4	Computadoras/impresoras	global	1,00	300,00	300,00
3,5	Material escritorio	global	1,00	100,00	100,00
3,6	Material didáctico, fotografías, etc.	global	1,00	200,00	200,00
3,7	Alimentación (olla común para talleres)	global	1,00	1000,00	1.000,00
3,8	Edición e impresión	global	1,00	300,00	300,00
4,0	Elaboración de Manuales de Operación y Mantenimiento				15.500,00
4,1	Personal técnico	día	300,00	45,00	13.500,00
4,2	Transporte	global	1,00	600,00	600,00
4,3	Oficinas/vivienda	global	1,00	200,00	200,00
4,4	Computadoras/impresoras	global	1,00	300,00	300,00
4,5	Material escritorio	global	1,00	100,00	100,00
4,6	Material didáctico, fotografías, etc.	global	1,00	200,00	200,00
4,7	Alimentación (olla común para talleres)	global	1,00	300,00	300,00
4,8	Edición e impresión	global	1,00	300,00	300,00
5,0	Elaboración de Cartillas Técnicas e Informes				16.000,00
5,1	Personal técnico	día	300,00	45,00	13.500,00
5,2	Transporte	global	1,00	600,00	600,00
5,3	Oficinas/vivienda	global	1,00	200,00	200,00
5,4	Computadoras/impresoras	global	1,00	300,00	300,00
5,5	Material escritorio	global	1,00	100,00	100,00
5,6	Material didáctico, fotografías, etc.	global	1,00	200,00	200,00
5,7	Material, herra., insumos agroforestales	global	1,00	500,00	500,00
5,8	Alimentación (olla común para talleres)	global	1,00	300,00	300,00
5,9	Edición e impresión	global	1,00	300,00	300,00
SUB TOTAL					82.000,00
GASTOS GENERALES (10%)					8.200,00

TOTAL	90.200,00
--------------	------------------

**PRESUPUESTO POR PARTIDAS
ASISTENCIA TECNICA INTEGRAL**

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (\$us)	COSTO (\$us)
10000	Servicios Personales				72.000,00
12000	Empleados no permanentes	día	1600	45,00	72.000,00
12100	Personal eventual	día	0	0,00	0,00
20000	Servicios no Personales		0		6.500,00
22000	Servicios de Transporte y Seguros	global	0	0,00	0,00
22200	Viáticos Técnicos	día	0	0,00	0,00
22200	Viáticos Usuarios	pers./día	0	0,00	0,00
22600	Trasporte del personal	global	1	3.000,00	3.000,00
22600	Transporte a usuarios	personas	0	0,00	0,00
23000	Alquiler vivienda	global	1	1.200,00	1.200,00
23200	Equipos de computación	global	1	1.400,00	1.400,00
23400	Otros Alquileres	global	0	0,00	0,00
25000	Servicios Profesionales y Comerciales				
25500	Publicaciones	global	0	0,00	0,00
25600	Imprenta	Global	1	900,00	900,00
26000	Otros Servicios no Personales	Global	0	0	0
27000	Impuestos Indirectos				
27100	Impuestos al Valor Agregado	Global			
27300	Impuestos a las Transacciones	Global			
30000	Materiales y Suministros				3.500,00
31000	Alimentos y Productos Agroforestales	global	1	500,00	500,00
31100	Alimentos y refrescos para los usuarios	global	1	1.600,00	1.600,00
34000	Productos de papel Cartón e Impresos	global	0	0,00	0,00
34000	Papel de Escritorio	global	1	500,00	500,00
34000	Otros Productos de Papel, Cartón e Impresos	global	1	900,00	900,00
	TOTAL GASTOS DIRECTOS				82.000,00
	GASTOS GENERALES (10 % de los gastos directos)				8.200,00
TOTAL GENERAL					90.200,00

Nota.- El presente presupuesto es para todo el proceso, es decir para los 4 años

6.6.- Presupuesto general del proyecto

En el presupuesto general del proyecto se incluyen las inversiones, que comprenden los costos de las construcciones civiles o construcción de las obras, las indemnizaciones y los costos de supervisión, así como los costos de la asistencia técnica. Información que se muestra en el siguiente cuadro:

PRESUPUESTO GENERAL		
DESCRIPCIÓN	Costo en Bs	Costo en \$us
Construcciones civiles	20.864.188,64	2.997.728,25
Indemnizaciones	125.280,00	18.000,00
Supervisión	1.277.160,00	183.500,00
TOTAL INVERSION	22.266.628,64	3.199.228,25
Asistencia técnica 4 años	627.792,00	90.200,00
TOTAL COSTO DEL PROYECTO	22.894.420,64	3.289.428,25

6.7.- Operación y Mantenimiento

Para la operación del embalse, se prevé un empleado permanente, dependiente de la organización de regantes. Será el encargado de la operación y cuidado de la presa, así como de la operación del trasvase.

El mantenimiento del sistema presa-embalse y trasvase, deberá ser rutinario y bajo un cronograma anual siendo las actividades principales las siguientes:

Mantenimiento de válvulas

Mantenimiento de compuerta

Limpieza de obras de drenaje;

Limpieza en el conjunto presa- embalse

Reparaciones menores

Todos estos trabajos serán organizados para que sean realizados por el empleado permanente, dependiente de la organización de regantes.

El presupuesto previsto es el siguiente:

Remuneración	14* 2.000	Bs	28.000
Materiales varios		Bs	12.000
Total anual		Bs	40.000

7.- EVALUACIÓN SOCIOECONOMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

7.1.- Las inversiones en el proyecto

El estudio y los resultados de la Ingeniería del Proyecto constituyen la materia prima necesaria para configurar la realización de un estudio de las inversiones requeridas para que el proyecto pueda, primero implementarse y luego operar normalmente.

El estudio de Ingeniería del Proyecto ha identificado un conjunto de requerimientos que garantizan la oportunidad y fluidez del proceso de construcción de la Presa El Cajón y que se indican en los capítulos anteriores.

7.2.- Los beneficios o ingresos del proyecto

Dada la naturaleza y la característica social de los servicios ofrecidos y sobre la base de la calidad de los resultados obtenidos en el estudio de ingeniería, consideramos que la fuente principal de beneficios generados por el proyecto se sintetizan en:

Los ingresos generados por la producción agrícola de la zona de influencia del proyecto, y
Los beneficios que reportara la presencia física de la presa, disminuyendo la emigración temporal en la zona de influencia.

Con el propósito de calcular los ingresos financieros y económicos incrementales generados por la presencia del proyecto, se ha empleado información básica referida a precios, rendimientos y costos de cultivos con y sin proyecto la misma que fue proporcionada por los estudios agronómicos realizados, y que pueden observarse en detalle en las hojas de costos de producción por cultivo.

7.3.- Los egresos del proyecto

Los egresos financieros y económicos que corresponden a la fase operativa del proyecto, calculados sobre la base de criterios técnicos establecidos por el estudio de ingeniería, y el marco de los instrumentos normativos, metodológicos establecidos por el SNIP, se reflejan en:

Gastos de operación y mantenimiento

Dadas las características técnicas del proyecto, se estima que recién a partir de M4 se empezara a desembolsar recursos que cubran los gastos de operación y mantenimiento.

Adicionalmente, dada las características y particularidades técnicas del proyecto, después del momento Mo, se seguirán desembolsando recursos para los rubros de:

Supervisión y Asistencia Técnica e Integral

7.4.- La evaluación del proyecto

Sobre la base de la identificación y selección de la alternativa tecnológica recomendada, acompañada por su propia estructura de inversión, costos y beneficios, descritos en los numerales anteriores, se hace necesario juzgar la factibilidad y la rentabilidad de la propuesta central del Proyecto E.I., tanto desde el punto de vista privado como social.

a) Criterios de evaluación y tasa de descuento

En estricto apego al marco de instrumentos normativos, metodologías y técnicas establecidas y recomendadas por el Sistema Nacional de Inversión Pública y el reglamento “Presentación, Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública de la Prefectura (Gobernación) del Departamento de Tarija” y el documento “Reglamento Básico de Pre Inversión” (Resolución Ministerial N° 29, 26 de febrero de 2007) se evalúa en el presente proyecto, desde la perspectiva financiera o privada y la económica o social, empleando las tasas de descuento del 12,81 % para el enfoque privado y del 12,67% para el enfoque económico (Resolución Ministerial N° 159 de 22 de Septiembre de 2006).

Asimismo se calcularon indicadores, congruentes con los criterios de evaluación adoptados, tales como:

Criterio Financiero (F): Criterio Social (S)

TASA DE DESCUENTO:		12,81 %	12,67 %
Valor Actual Neto	(VAN)	VANF	VANS
(IVAN)		IVANF	IVANS
Tasa Interna de Retorno	(TIR)	TIRF	TIRS
Relación: Beneficio / Costo	(B / C)	B / C	B / C
Valor Actual de los Costos	(VAC)	VACF	VACS
Costo Anual Equivalente	(CAE)	CAEF	CAES
Índice: Costo Eficiencia	(CE)	CEF	CES

b) Horizonte de evaluación

Por la naturaleza del proyecto, y las consideraciones normativas previamente citadas, el horizonte de evaluación del proyecto se extenderá desde el Momento 0 hasta el Momento 20, considerado como un horizonte de largo plazo.

Adicionalmente, en el horizonte de evaluación, como parámetros de comparación e información base asumiremos que, de acuerdo a los estudios socioeconómico y agronómico desarrollados para el proyecto:

- El número de familias beneficiarias en el área de influencia del proyecto alcanza a 360 en el Momento 0.
- El número de personas beneficiarias en el área de influencia del proyecto alcanza a 1.800 en el Momento 0.
- El proyecto comprende un área incremental de riego de 290,33 Has.

7.4.1.- Evaluación privada

El criterio de la evaluación privada con una tasa de descuento del 12,81 %, se aplicó sobre el desempeño de las variables Inversión, Ingresos y Costos (Ingreso Neto: Con y Sin Proyecto), en el horizonte de evaluación (M0 – M20), las mismas que fueron valuadas inicialmente a precios de mercado para luego determinar su valor financiero.

Lo anterior significa que, el flujo de caja financiero del proyecto, además de la información base mencionada en el numeral anterior, está constituido por:

- Inversión Financiera: Bs. **21.657.280,57 (M0)**
- Costo Financiero: que varía desde Bs. **667.812,00 (M1)**, hasta Bs.**40.000,00 (M20)**
- Ingresos Financieros: que varían desde Bs. **0 (M1)**, hasta Bs. **4.110.143,77 (M20)**.
- Valor residual de la inversión: Cero.-

Sobre la base de las consideraciones previas, el flujo de caja privado quedo estructurado tal como se presenta en el cuadro a continuación: donde se destaca el hecho, de una primera cifra negativa para el momento M0 y M1, pero luego siguen saldos positivos para el periodo de operación del proyecto

Los resultados de los indicadores de rentabilidad financiera, donde a una tasa de descuento del 12,81 % anual y en un horizonte de planeamiento de 20 años, alcanzan los siguientes valores:

VANF:	Bs. -175.576,58
IVANF:	-0,01
TIRF:	12,70 %
VACF:	Bs. 22.872.104,74
B / C:	0,99
CAEF:	Bs. 3.218.814,21
ICE por Familia beneficiada:	Bs. 8.941,15
ICE por Persona beneficiada:	Bs. 1.788,23
ICE por Ha. Incremental de riego:	Bs. 11.086,74

Como se podrá observar, los indicadores financieros calculados presentan cifras desalentadoras y negativas que ubican al proyecto por debajo aunque cerca del umbral de la rentabilidad financiera, consecuentemente, de primera instancia y desde la perspectiva financiera y privada, no recomiendan la realización del proyecto:

VANF (-)

TIRF (12,70 %) < 12,81 %

B/C = 0,99 < 1,00

7.4.2.- Evaluación económica

El criterio de la evaluación social o económica con una tasa de descuento social de 12,67%, se aplico sobre el desempeño de las variables Inversión, Costos e Ingresos (Ingresos Netos: Con y Sin Proyecto), en el horizonte de evaluación (M0 – M20), las mismas que inicialmente fueron valuadas a precios de mercado para luego determinar sus valores sociales o económicos empleando los criterios de categorización de cuentas y factores de conversión establecidos por el SNIP (Resolución Ministerial N° 159 de 22 de Septiembre de 2006).

Lo anterior significa que, el flujo de caja social o económico del proyecto, además de la información base mencionada en numeral anterior, está constituido por:

Inversión Económica: Bs. **23.733.545,87** (M0)

Costos Económicos: que varían desde Bs. **671.875,25** (M1), hasta
Bs. 18.440,00 (M20)

Ingresos Económicos: que varían desde Bs. **0** (M1) hasta
Bs. 4.640.247,13 (M20)

Valor residual de la inversión: Cero.

Sobre la base de las consideraciones previas, el flujo de caja económico - social quedo estructurado tal como se presenta en el cuadro a continuación donde se destaca el hecho, de una primera cifra negativa para los momentos M0 y M1, posteriormente siguen saldos positivos para el periodo de operación del proyecto

Los resultados de los indicadores de rentabilidad económica, donde a una tasa de descuento del 12,67 % anual y en un horizonte de planeamiento de 20 años, alcanzan los siguientes valores:

VANS:	Bs. 1.022.580,36
IVANS:	0,04
TIRS:	13,25 %
VACS:	Bs. 24.855.576,10
B / C :	1,04
CAES:	Bs. 3.468.319,78
ICES por Familia beneficiada:	Bs. 9.634,22
ICES por Persona beneficiada:	Bs. 1.926,84
ICES por há. Incremental de riego:	Bs. 11.946,13

Como se podrá observar, los indicadores económicos calculados presentan cifras alentadoras y positivas que por su consistencia, de primera instancia y desde la perspectiva económico-social, recomiendan la realización del proyecto

VANS (+)

TIRS (13,25 %) > 12,67 %

B/C = 1,04 > 1,00

7.5.- Análisis de sensibilidad

Es absolutamente necesario realizar un análisis de la sensibilidad del proyecto, dado que los valores de algunas variables que se han utilizado para desarrollar la evaluación del mismo, pueden experimentar desviaciones o modificaciones en los valores asumidos cuyos efectos pueden ser de consideración.

En este escenario de análisis, considerando tanto el criterio privado como social de evaluación, se ha seleccionado como variables estratégicas:

- La Tasa de descuento: financiera y social.
- La variación del Ingreso Neto proveniente de la venta de Producción Agrícola.
- La variación de la Inversión Total.

El conjunto de consideraciones anteriores nos ha permitido establecer los siguientes escenarios de análisis:

Escenario propuesto

El Valor del Ingreso Neto generado por la venta de Producción Agrícola aumenta en:

- 6% en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).

Las Tasas de Descuento varía de un

- 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
- 12,67 % a un 13 %. (Social)

La Inversión Total propuesta en Mo

En las condiciones establecidas, el proyecto es evaluado tanto desde la perspectiva social como financiera, permitiendo de esta manera la variación del criterio de evaluación.

Escenario optimista

El Valor del Ingreso Neto generado por la venta de Producción Agrícola aumenta, por encima de los parámetros propuestos en:

- 2 % en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).

Las Tasas de Descuento varía de un

- 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
- 12,67 % a un 13 %. (Social)

La Inversión Total disminuye por debajo de la inversión propuesta en:

- 3% en Mo

Escenario pesimista

El valor del Ingreso Neto generado por la venta de Producción Agrícola disminuye, por debajo de los parámetros propuestos en:

- 3 % en los momentos M6 (M6-M10), M11 (M11-M15) y M16 (M16- M20).

Las Tasas de Descuento varía de un

- 12,81 % a un 13 %. (Financiera)
- 12,67 % a un 13 %. (Social)

La Inversión Total aumenta por encima de la inversión propuesta en:

- 3% en Mo

El resultado de estas combinaciones y escenarios se presentan a continuación:

SENSIBILIDAD DEL PROYECTO: PRESA SELLA RUMICANCHA
CUADRO No 14

Criterio de Evaluación e Indicadores: Descripción	ESCENARIO 1 PROPUESTA: ▲ Ingreso Neto Agrícola: 5% Inversión propuesta: Mo ▲ Tasas de Descuento	ESCENARIO 2 OPTIMISTA: ▲ Ingreso Neto Agrícola: 3% ▼ Inversión Mo: 3% ▲ Tasas de Descuento	ESCENARIO 3 PESIMISTA: ▼ Ingreso Neto Agrícola: 3 % ▲ Inversión Mo: 3% ▲ Tasas de Descuento
---	---	--	---

CRITERIO FINANCIERO :	T.D. 12,81%	T.D. 13%	T.D. 12,81%	T.D. 13%	T.D. 12,81%	T.D. 13%
1. Valor Actual Neto Financiero: VANF	-68.427.316,63	-71.748.278,93	-51.864.518,13	-55.347.262,38	-84.777.979,46	-87.942.767,08
IVANF	-0,24	-0,25	-0,18	-0,20	-0,28	-0,29
2. Tasa Interna de Retorno Financiera: TIRF	9,59	9,59	10,38	10,38	8,82	8,82
3. Valor Actual de los Costos Financieros: VACF	302.596.845,57	302.520.916,97	293.587.112,63	293.512.309,36	311.606.578,51	311.529.524,58
4. Relación B/C	0,77	0,76	0,82	0,81	0,73	0,72
5. Costo Anual Equivalente Financiero: CAEF	42.584.757,20	43.064.998,61	41.316.808,45	41.782.589,19	43.852.705,94	44.347.408,04
6. Índice Costo Eficiencia Financiero: ICEF						
ICEF por Familia Beneficiada	50.756,56	51.328,96	49.245,30	49.800,46	52.267,83	52.857,46
ICEF por Persona Beneficiada	15.127,80	15.298,40	14.677,37	14.842,84	15.578,23	15.753,96
ICEF por Ha. Incremental de riego	22.543,55	22.797,78	21.872,32	22.118,89	23.214,77	23.476,66

CRITERIO ECONÓMICO:	T.D. 12,67%	T.D. 13%	T.D. 12,67%	T.D. 13%	T.D. 12,67%	T.D. 13%
1. Valor Actual Neto Social: VANS	15.167.825,03	7.219.732,36	34.714.719,56	26.382.189,85	-4.085.262,21	-11.662.286,63
IVANS	0,05	0,02	0,12	0,09	-0,01	-0,04
2. Tasa Interna de Retorno Social: TIRS	13,31	13,31	14,13	14,13	12,50	12,50
3. Valor Actual de los Costos Sociales: VACS	306.263.850,15	306.139.271,10	297.137.378,07	297.014.736,29	315.390.322,22	315.263.805,90
4. Relación B/C	1,05	1,02	1,12	1,09	0,99	0,96
5. Costo Anual Equivalente Social: CAES	42.735.736,64	43.580.085,03	41.462.238,29	42.281.172,93	44.009.234,99	44.878.997,13
6. Índice Costo Eficiencia Social: ICES						
ICES por Regante Beneficiado	50.936,52	51.942,89	49.418,64	50.394,72	52.454,39	53.491,06
ICES por Persona Beneficiada	15.181,43	15.481,38	14.729,04	15.019,95	15.633,83	15.942,81
ICES por Ha. Incremental de riego	22.623,47	23.070,45	21.949,31	22.382,83	23.297,64	23.758,07

Analizando los resultados de los escenarios, en el cuadro anterior, encontramos que:

Escenario 1: Propuesta

En el mundo de la evaluación financiera, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,81% a 13%, los indicadores se tornan sensibles, variando como a continuación se describe:

$VANF(12,81\%) = Bs.175.576,68(-)$ se torna $VANF(13\%) = Bs.470.434,87(-)$

Los valores monetarios del VANF “aumentan” pero presentan signo negativo (-), lo que refleja la alta sensibilidad financiera del proyecto.

$IVANF(12,81\%) = -0,01$ $IVANF(13\%) = -0,02$.

Los valores del IVANF “aumentan” pero presentan signo negativo (-), lo que una vez más refleja la sensibilidad financiera del proyecto.

La TIRF permanece constante en 12,70 %, y aún más $12,70\% < 12,81\%$ y al 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye ligeramente de 0,99 a 0,98, ambos valores siguen siendo menores que 1. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

En el mundo de la EVALUACIÓN ECONÓMICA, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,67 % a 13 %, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

$VANS(12,67\%) = Bs. 1.022.580,36(+)$ se torna $VANS(13\%) = Bs. 436.038,04 (+)$

El valor monetario del VANS se modifica disminuyendo significativamente, aunque, mantiene el signo positivo, situación que muestra la reducida sensibilidad económico-social del proyecto

$IVANS(12,81\%) = 0,04$ $IVANS(13\%) = 0,02$.

El IVANS disminuye, manteniendo el signo positivo, mostrando la poca sensibilidad económico- social del proyecto.

La TIRS permanece constante en 13,25 %, donde:

13,25 % > 12,67 % y 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 1,04 a 1,02, sin embargo mantiene el signo positivo, lo que ratifica la escasa sensibilidad económico- social del proyecto.

En el mundo de la Evaluación Financiera: el proyecto es sensible a los cambios propuestos; mientras que, en el de la Evaluación Económica, es poco sensible.

Para un mejor entendimiento del análisis de los resultados ver el anexo 9 donde se incluyen cuadros.

Escenario 2: Optimista

Si operamos en un escenario optimista y en el mundo de la evaluación financiera, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,81% a 13%, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

$VANF(12,81\%) = Bs.941.972,06(+)$ se torna $VANF(13\%) = Bs.637.893,70 (+)$

El valor monetario del VANF disminuye, manteniendo el signo positivo, lo que refleja la poca sensibilidad financiera del proyecto.

$IVANF(12,81\%) = 0,04$ $IVANF(13\%) = 0,03$.

Los valores del IVANF que son reducidos y positivos disminuyen muy poco, situación que refleja la poca sensibilidad financiera del proyecto.

La TIRF permanece constante en 13,41 %, y aún más 13,41 % > 12,81 % y al 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 1,04 a 1,03, ambos valores son mayores a 1, lo que constituye un atractivo para fortalecer la posición financiera del proyecto, reflejando la sensibilidad financiera del proyecto

En el mundo de la evaluación económica, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,67 % a 13 %, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

VANS(12,67 %)= Bs.2.265.602,69(+) se torna VANS(13 %)= Bs.1.660.836,93 (+)

Si bien el valor monetario del VANS se modifica disminuyendo relativamente, todavía se mantiene positivo, situación que es favorable para las perspectivas económicas y sociales del proyecto.

IVANS (12,81%) = 0,10 IVANS (13%) = 0,07.

Si bien el IVANS reducido disminuye manteniendo valores positivos, expresa la poca sensibilidad económico- social del proyecto.

La TIRS permanece constante en 13,97 %, donde $13,97 \% > 12,67 \%$ y al 13 %, situación esta que fortalece la posición económica y social del proyecto. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas

La Relación B/C disminuye de 1,09 a 1,07 sin embargo, ambos valores son mayores que 1, lo que contribuye a fortalecer la posición económica y social del proyecto. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

Tanto en el mundo de la Evaluación Financiera como en el de la Evaluación Económica, el proyecto es poco sensible a los cambios propuestos.

Escenario 3: Pesimista

Si operamos en un escenario pesimista y en el mundo de la evaluación financiera, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,81% a 13%, los indicadores se tornan poco sensibles, variando como a continuación se describe:

VANF (12,81 %) = Bs. 1.492.556,50 (-) se torna VANF(13 %) = Bs. 1.774.038,65 (-)

Los valores monetarios del VANF “aumentan” presentando signo negativo (-) lo que refleja la sensibilidad financiera del proyecto a las variaciones propuestas.

IVANF (12,81%) = -0,07 IVANF (13%) = -0,08.

Los valores del IVANF que son “poco significativos” muy cercanos a cero “aumentan” presentando signo negativo (-) lo que muestra la sensibilidad financiera del proyecto a las variaciones propuestas.

La TIRF permanece constante en 11,86 %, y aún más 11,86 % < 12,81 % y al 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 0,94 a 0,92, ambos valores siguen siendo menores que 1, lo que muestra la sensibilidad financiera del proyecto a las variaciones propuestas.

En el mundo de la evaluación económica, cuando la Tasa de Descuento se mueve de 12,67 % a 13 %, los indicadores se tornan sensibles, variando como a continuación se describe:

VANS (12,67 %) = Bs.449.028,96(-) se torna VANS(13 %) = Bs.1.009.122,71 (-)

El valor monetario del VANS se modifica aumentado considerablemente, manteniendo su signo negativo, situación que refleja la alta sensibilidad económica-social del proyecto.

IVANS (12,81%) = -0,02 IVANS (13%) = -0,04.

El IVANS aumenta, manteniendo valores negativos reflejando la sensibilidad económica-social del proyecto.

La TIRS permanece constante en 12,41 %, donde 12,41 % < 12,67 % y al 13 %. Este indicador es poco sensible a las variaciones propuestas.

La Relación B/C disminuye de 0,98 a 0,96, ambos valores son menores que 1, mostrando la sensibilidad económica-social del proyecto.

En el mundo de la Evaluación Financiera el proyecto es poco sensible, mientras que en el de la Evaluación Económica es sensible.

El análisis de los resultados de los tres escenarios anteriores nos demuestra que el Proyecto, puede ser considerado:

Como un proyecto sensible a las fluctuaciones de las variables estratégicas analizadas,

Un proyecto no rentable financieramente, estando cerca del umbral de rentabilidad financiera

Un proyecto atractivo y rentable económica y socialmente

Consecuentemente, desde la óptica económica y social, la factibilidad, la rentabilidad y los efectos multiplicadores del mismo que son esperanzadores y reales, es un proyecto económico y social prometedor, sin embargo de lo anterior, mucho depende del manejo técnico y económico racional que se pueda hacer del mismo.

8.- ACTIVIDADES PREPARATORIAS Y FACTORES DE RIESGO DEL PROYECTO

8.1 Actividades preparatorias con los usuarios

Para continuar con las siguientes fases del desarrollo del proyecto, se deberán realizar ciertas actividades preparatorias con los involucrados institucionales y usuarios, estas actividades deben ser orientadas a:

a) Definir los hitos o pasos a seguir y compromisos institucionales para la prosecución del proyecto

El presente estudio es a nivel de Estudio de Identificación (EI) o factibilidad y la siguiente etapa corresponderá al estudio a nivel TESA o diseño final, etapa en la cual se complementaran y profundizaran las actividades preparatorias con otros actores institucionales y usuarios para la ejecución del proyecto.

Sin embargo en esta etapa de Estudio de Identificación, se intentó realizar algunas actividades preparatorias con los usuarios, pero se presentaron ciertas dificultades ajenas a la responsabilidad de la Consultora, originadas principalmente a la poca credibilidad y desconfianza de los agricultores respecto a la concreción del proyecto en el corto o mediano plazo, por las experiencias y antecedentes que ya se experimento en la implementación de proyectos similares, que se encaran en el departamento de Tarija.

En consecuencia, esta situación origina, a este nivel, un ambiente no propicio para encarar ciertas actividades preparatorias con los usuarios y otras entidades a nivel del presente estudio tales como la elaboración de las listas de usuarios, compromisos de participación y contrapartes, preparación de la carpeta de usos y costumbres etc. Aunque se tuvo avances preliminares al respecto.

Sin embargo, ello no quiere decir que las comunidades beneficiarias incluidas en el proyecto no estén muy interesadas en el proyecto, situación que fue planteada y dada a conocer por los

dirigentes y autoridades comunales en los eventos de socialización que se realizaron en cada una de las comunidades.

Por otra parte, se hicieron algunas reuniones con instituciones como el municipio y técnicos de la gobernación de Tarija, de cuyos sondeos se pudo establecer que existen condiciones favorables y predisposición de estas instituciones de participar en este emprendimiento

En consecuencia consideramos que a futuro la OTN que es la entidad que patrocina el presente estudio a nivel EI, debe tomar la decisión institucional respecto a la prosecución del proyecto, para ello consideramos que existen dos caminos o alternativas:

Un camino a seguir por parte de esta entidad, puede ser que asuma por cuenta propia la responsabilidad de continuar con la elaboración del estudio a nivel TESA.

El otro camino que puede tomar la OTN, sería, que el presente estudio a nivel EI, se transfiera a la gobernación para que esta entidad se responsabilice del financiamiento del estudio a nivel TESA y la posterior ejecución del mismo.

A nuestro criterio consideramos que el segundo camino, puede ser la decisión mas apropiada que se adopte considerando el rol que cumple la gobernación respecto al apoyo al desarrollo agropecuario del departamento y a la disponibilidad de recursos financieros, equipo y recursos humanos con los que puede contar, por lo que esta entidad es la indicada para asumir este tipo de emprendimientos, ya que los mismos para la administración, operación y mantenimiento, requieren de ciertas capacidades institucionales, debido a las características y complejidad de la infraestructura.(Al respecto se tiene conocimiento que los tramites del estudio Tesa, por Parte de la gobernación están adelantados)

Mientras que la “Gestión del Riego” a nivel de las comunidades, puede ser asumida en forma autogestionaria por la organización de regantes.

Es decir que el manejo a nivel de todo el sistema de riego, debe responder a un sistema mixto de administración entre la gobernación y los regantes, ya que a nivel de comunidad y zonas de riego cada sistema es distinto y particular, sin embargo a nivel de manejo de la infraestructura

principal como presa, la gobernación debiera asumir esta responsabilidad a través de una instancia técnica idónea y con capacidad para estos propósitos.

Por otra parte, cualquiera que sea la decisión que asuma la OTN o gobernación de Tarija, para continuar con la prosecución del proyecto, se debe coordinar y trabajar en coordinación con el municipio de El Puente, comunidades beneficiarias, organizaciones productivas de la zona, etc.

Seguramente, si el marco institucional involucrado toma la decisión de seguir con el proyecto, se debe notificar a los afectados de Valle Hermoso, indicándoles que se ejecutará el proyecto y que se realizarán las compensaciones e indemnizaciones a los afectados.

Por otra parte, respecto al marco institucional involucrado en el proyecto, en esta fase no se pudo avanzar mucho, puesto que el presente estudio fue financiado por la OTN en respuesta a las gestiones de las organizaciones locales de las comunidades beneficiarias que tienen mucho interés para que el proyecto se concrete lo antes posible.

Situación que fue expresada a través de sus autoridades de cada comunidad beneficiaria, para ello a futuro ellos prepararan toda la documentación respaldatoria que se indica y solicita en el Anexo 10 de la Guía, como ser, la solicitud de la comunidad beneficiaria, lista de usuarios, actas de conocimiento y compromisos, etc.

También se hace notar que el municipio está predispuesto a participar y apoyar al proyecto en la medida de sus posibilidades y en base a lo que la normativa le permita, por lo tanto en el futuro no existirán problemas para obtener la inscripción del proyecto en el PDM, POA y demás documentos referidos a los derechos al uso del sitio de las obras, permiso para utilización o extracción de áridos, derecho de uso al agua para riego de la fuente, etc.

Seguramente en la fase de diseño final se definirá el marco institucional encargado de la implementación del presente proyecto, puesto que, actualmente todavía no está muy claro el escenario institucional que puede asumir la responsabilidad de la ejecución,

operación y mantenimiento del sistema de riego, en base a las normativas sectoriales y subsectoriales que rigen actualmente en el nuevo estado plurinacional.

b) Definición los derechos del uso del agua para riego

Respecto a los derechos al uso del agua para riego de la fuente, en esta fase de estudio se pudo establecer que los beneficiarios incluidos en el proyecto, tienen derechos consuetudinarios y por usos y costumbres sobre el uso de estas aguas para riego a través de los 67 sistemas de microriego existentes dentro del perímetro de riego del proyecto, puesto que usan las aguas para el riego desde hace décadas y el proyecto está orientado a consolidar el uso de las mismas, sin afectar a terceros, al medio ambiente y otros usos.

Las aguas del Río Tomayapo que actualmente no se usan en la época húmeda por no contar con una infraestructura de almacenamiento, serán almacenadas en el embalse d Valle Hermoso, en el periodo de lluvias, para su aprovechamiento en la época de escasez, para lo cual y al igual que el proceso de indemnización por los bienes afectados, se deben realizar las gestiones pertinentes para lograr y consolidar los derechos del uso de estas aguas y la compensación justa por todos los bienes que se afecten principalmente por la inundación del embalse.

Luego estas aguas para riego serán restituidas al cauce del río, para su uso en cada comunidad y cada agricultor beneficiario en función a la demanda, área de riego respectivamente, y su participación e involucramiento en el proyecto, para lo cual de igual manera se asignaran y consolidaran estos derechos.

c) Apoyo a las comunidades beneficiarias en la preparación de la “Carpeta de Usos y Costumbres sobre el Agua” con las solicitantes y con autoridades competentes

En cuanto al apoyo a la comunidad beneficiaria en la preparación de la “Carpeta de Usos y Costumbres sobre el Agua” con los solicitantes y con autoridades competentes, será trabajado durante la elaboración del proyecto a nivel TESA e incluso en la fase de construcción y operación del sistema.

d) Definición de los aportes de contraparte y participación de los beneficiarios en el proyecto

Respecto a los aportes de contraparte de los beneficiarios en la ejecución del proyecto, en el presente estudio se definió que no debe considerarse el aporte de contraparte de los beneficiarios para la ejecución de las obras, como ser: Presa y sus componentes, por ser obras costosas que requieren de una fuerte inversión, equipos, maquinaria y mano de obra calificada y especializada, para su construcción.

Sin embargo se prevé la participación y aporte de los beneficiarios en la implementación del proyecto en otras actividades orientadas a la ejecución de los canales de riego a nivel parcelario, obras complementarias, obras conservacionistas para la infraestructura de riego, actividades que no son parte del presupuesto del presente proyecto a este nivel de estudio, pero será cuantificada y reglamentada cuando se trabajen los Estatutos y Reglamentos para la gestión del futuro sistema de almacenamiento y riego y en función a dicha participación, se asignaran los derechos a nivel de comunidades y en forma individual a cada agricultor.

8.2 Factores de riesgo del proyecto

Durante la realización del presente estudio, se pudo identificar algunos factores de riesgo para la prosecución del proyecto, pero estos riesgos o dificultades pueden ser subsanados en base a gestiones y acciones orientadas a la búsqueda de solución de los mismos, estos riesgos identificados principalmente son:

a) Que no exista el marco institucional que asuma el financiamiento del proyecto, ya que si bien actualmente el municipio tiene interés de participar en el mismo, pero, por el alcance del mismo, dicho emprendimiento se sale del ámbito municipal, correspondiendo el mismo al ámbito de la gobernación de Tarija, pero a la fecha todavía esta institución no garantiza dicho financiamiento, resultando incierto y dificultoso que otra entidad asuma dicho financiamiento por la magnitud y alcance del proyecto. Para ello, los beneficiarios a través de sus

organizaciones, deben comprometer a la gobernación para que incluya en su presupuesto los recursos suficientes para la ejecución del presente proyecto.

b) Que surjan conflictos internos entre las comunidades beneficiarias, de grupos o personas, originados como consecuencia de intereses económicos, políticos o de otra índole. De presentarse tal situación, los beneficiarios en coordinación con las organizaciones locales y entidades involucradas en el proyecto, deben realizar todas las gestiones orientadas a la búsqueda de las soluciones mas apropiadas.

c) En consecuencia, si se presenta alguna de las dificultades antes mencionadas u otra de cualquier índole, se puede perder la única alternativa de cambiar y mejorar la situación socioeconómica y el nivel de vida de esta población, que de otra manera, seguirán en la misma situación de pobreza y estancamiento actual de su desarrollo o incluso con tendencia a empeorar más todavía tal situación, debido al crecimiento demográfico, mayor presión de la población por el acceso al agua y degradación paulatina y sistemática del potencial productivo de la zona, como consecuencia del minifundio acentuado de las tierras de uso agrícola bajo riego, que actualmente se dispone.

El proyecto desde el punto de vista técnico, no tiene riesgos, puesto que:

La disponibilidad de agua en la fuente siempre existirá en cantidad mayor a la necesaria. La derivación, en cantidad, representa un porcentaje reducido de la disponibilidad en años secos.

El embalse tendrá una vida útil muy prolongada, porque la quebrada donde se ubica el mismo, será desviada mediante un túnel, o sea no se tendrá ingreso de caudales con sedimentos.

Estos aspectos, son fundamentales para la seguridad de la explotación de un embalse, creado para satisfacer las necesidades de agua de un proyecto de riego

9.- CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN

9.1.- Conclusiones

El Estudio de Identificación (EI), definido en los Términos de Referencia, del proyecto “Presa Cajón”, fue concebido para mitigar el alto déficit de agua para riego, en época seca, en el valle de Tomayapo.

El Estudio de Identificación (EI) “Presa Cajón” comprende las siguientes obras:

1.- Presa de almacenamiento de agua en Valle Hermoso

2.- Azud derivador y conducción desde el Río Tomayapo hasta el embalse

3.- Túnel de desvío de la quebrada de Valle Hermoso

El área total de riego es de 285 ha físicas (450 con las dos siembras al año)

En el desarrollo de los estudios, se observó que la construcción de una presa y por tanto la formación de un embalse en el curso principal del Río Tomayapo, no es una opción viable para la regulación de caudales para mitigar el déficit de agua de toda el área del Valle del mismo nombre, porque los volúmenes necesarios son relativamente reducidos y por tanto un embalse pequeño en curso de la magnitud del Río Tomayapo, solo tiene problemas fundamentalmente por el azolvamiento.

Así mismo, se ha observado que la formación de un embalse, en el curso de las quebradas afluentes, para satisfacer el requerimiento de riego del valle, presenta problemas, por los bajos rendimientos hídricos, que hacen inviable el proyecto, sin el apoyo con caudales del Río Tomayapo. Presentando además (la formación de embalses) problemas de azolvamiento por las altas tasas de sedimentos

El aprovechamiento del agua del embalse lateral de Valle Hermoso, con alimentación total de agua desde el Río Tomayapo, cubre el déficit de agua de los pequeños sistemas existentes (67), sin alterar los usos y costumbres que se tienen, permitiendo satisfacer plenamente las expectativas en la zona.

El esquema de aprovechamiento, adoptado en el proyecto, en el cual se restituyen las aguas del embalse al cauce del río y de éste, son usadas en forma paulatina, a través de las derivaciones existentes localizadas a lo largo del curso, permiten el mantenimiento de las condiciones ecológicas del río y lo que es más, se mejora la situación actual en la época de estiaje, con el incremento de los caudales.

El impacto socioeconómico con éste emprendimiento sería altamente significativo, con el incremento de la productividad en las áreas existentes, por la seguridad en la dotación del agua, en la cantidad requerida y con la oportunidad debida.

El proyecto se desarrollaría en un área con alta densidad poblacional, donde se cuenta con caminos pavimentados, energía, y todos los servicios básicos, que facilitan su implementación.

Los beneficios esperados con el proyecto se centran en el incremento de la producción y la productividad agrícola bajo riego, que se logra mediante una mayor oferta de agua en el periodo seco del año, en las 285 ha físicas cultivadas actualmente en la zona de influencia del proyecto.

Bajo los planteamientos del presente proyecto, considerando los alcances, la infraestructura planteada y los costos estimados del proyecto, se concluye que los costos de inversión satisfacen, y son inferiores a los fijados (parámetros) para este tipo de proyecto.

El proyecto, con un fuerte componente tecnológico – social, concebido como un eficaz instrumento para mejorar el nivel de vida de la población, es técnica, financiera y económicamente factible y rentable.

9.2.- Recomendaciones

Considerando los antecedentes previamente indicados y respetando las condiciones materiales, tecnológicas, humanas, financieras y sociales, propuestas en el presente documento, se recomienda que el proyecto pase a la siguiente etapa del estudio (TESA), puesto que, desde el punto de vista tecnológico, financiero y económico – social, es un emprendimiento rentable en el que se debe invertir.