



## INDICE

<b>FICHA TECNICA</b>	<b>6</b>
<b>CAPITULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO</b>	<b>9</b>
<b>I.1. UBICACION DEL PROYECTO</b>	<b>9</b>
I.1.2. UBICACION GEOGRAFICA	9
<b>I.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO</b>	<b>10</b>
<b>I.3. OBJETIVOS Y METAS</b>	<b>12</b>
I.3.1. OBJETIVO GENERAL	12
I.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
I.3.3. METAS	13
<b>CAPITULO II DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	<b>15</b>
<b>II.1. ASPECTOS CLIMATICOS</b>	<b>15</b>
II.1.1. BALANCE HIDRICO	16
<b>II.2. DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO</b>	<b>16</b>
II.2.1. CARACTERISTICAS POBLACIONALES	16
II.2.1.1. Población	16
II.2.1.2. División de trabajo	18
II.2.1.3. Organización comunal	19
II.2.1.4. Costumbres	19
II.2.2. Servicios	19
<b>II.3. ACTIVIDADES ECONOMICAS</b>	<b>20</b>
II.3.1. ESTRUCTURA COMERCIAL DE LA ZONA DEL PROYECTO	22
II.3.2. TENENCIA DE LA TIERRA	22
<b>II.4. ANALISIS DERECHO DE SERVIDUMBRE Y EXPROPIACIONES</b>	<b>24</b>
II.4.1. INTRODUCCION	24
II.4.2. OBJETIVOS	24
II.4.3. METODOLOGIA	24
<b>II.5. DISPONIBILIDAD DE AGUA</b>	<b>28</b>
II.5.1. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA HIDROGRAFICA Y/O SUBCUENCA INMEDIATA Y DE LAS FUENTES DE AGUA	28
II.5.1.1. Fuentes de agua superficiales	29
II.5.1.2. Fuentes de aguas subterránea y sub-alvea	31
II.5.1.3. Embalses	31
II.5.2. USO ACTUAL DEL AGUA	31
II.5.3. DERECHOS DE TERCEROS	32
II.5.4. CALIDAD DEL AGUA	33
<b>II.6. SISTEMAS DE RIEGO EXISTENTES</b>	<b>35</b>
II.6.1. INFRAESTRUCTURA	35
II.6.2. INFRAESTRUCTURA VIAL Y OTRAS	36
II.6.3. ACCESIBILIDAD	36
II.6.4. TIEMPOS DE VIAJE	37
II.6.5. GESTION DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE	37
<b>II.7. CARACTERISTICAS DEL SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO</b>	<b>39</b>
II.7.1. ANTECEDENTES	39



II.7.2. OBJETIVOS DE LA EVALUACION DE LOS SUELOS	41
II.7.3. SITUACION ACTUAL DE SUELOS EN LA ZONA DE RIEGO	41
II.7.4. EVALUACION DE SUELOS DEL AREA DE RIEGO A NIVEL DE SEMIDETALLE	42
II.7.4.3. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES FISIOGRAFICAS	46
II.7.4.4. CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS	48
II.7.4.5. EVALUACION DE SUELOS SEGUN SU APTITUD PARA RIEGO	50
II.7.4.6. CLASIFICACION TAXONOMICA	56
II.7.5. EROSION EN LA CUENCA DEL PROYECTO	57
<b>II.8. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES</b>	<b>58</b>
II.8.1. ECOLOGIA	58
II.8.2. VEGETACION	58
II.8.3. FAUNA	62
II.8.3.1. Especies protegidas y/o singulares	64
II.8.3.2. Conservación	64
II.8.3.3. Puntos de paso o rutas migratorias	65
II.8.3.4. Situación actual de la fauna	65
<b>II.9. ASPECTOS PRODUCTIVOS</b>	<b>65</b>
II.9.1. SISTEMA DE PRODUCCION ACTUAL	65
II.9.1.1. Tecnología de producción y nivel tecnológico de la población	66
II.9.1.2. Situación de la producción bajo riego	69
II.9.1.3. Infraestructura productiva y equipamiento	70
II.9.1.4. Servicio de apoyo a la producción, existente	70
II.9.1.5. Cédula actual de cultivos bajo riego	71
II.9.2. SISTEMA DE PRODUCCION CON PROYECTO	71
<b>II.10. VALORACION AGRICOLA CON Y SIN PROYECTO</b>	<b>74</b>
II.10.1. VALORIZACION DE LA PRODUCCION SIN PROYECTO	74
<b>II.11. ZONA DE RIEGO</b>	<b>78</b>
<b>II.12. ORGANIZACION PARA EL RIEGO</b>	<b>79</b>
<b>CAPITULO III DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>80</b>
<b>III.1. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA</b>	<b>80</b>
<b>III.2. GESTION DEL SISTEMA DE RIEGO</b>	<b>81</b>
III.2.1. ORGANIZACION Y DERECHOS DE AGUA	81
III.2.2. OPERACION	85
III.2.2.1. Operación del sistema de riego	85
III.2.2.2. Operación del embalse	86
III.2.3. MANTENIMIENTO	87
<b>III.3. BALANCE HIDRICO</b>	<b>90</b>
III.3.1. OFERTA DE AGUA	90
III.3.1.1. Oferta mensual de agua de la fuente	90
III.3.2. DEMANDA DE AGUA	91
III.3.2.1. Cédula de cultivos bajo riego	91
III.3.2.2. Información básica para cálculo de requerimiento de riego	92
III.3.1.3. Determinación del área incremental	99
III.3.1.4. Distribución de cultivos en las áreas incrementales	100
<b>III.4. DISEÑO PARTICIPATIVO DEL PROYECTO</b>	<b>101</b>
<b>CAPITULO IV DISEÑO FINAL DE LAS OBRAS</b>	<b>107</b>
<b>IV.1. ESTUDIOS BASICOS</b>	<b>107</b>



IV.1.1. Topografía	107
IV.1.2. Geología	107
IV.1.2.1. Geomorfología	107
IV.1.2.2. Geología general	108
IV.1.3. Hidrología aplicada	111
<b>IV.2. DISEÑO DE LA PRESA</b>	<b>115</b>
IV.2.1. Análisis de emplazamientos y tipologías	115
IV.2.3. Características de la presa	119
IV.2.4. Los taludes	119
IV.2.5. Vertedero de excedencias	119
IV.2.6. Obra de toma	121
IV.2.7. Desfogue de fondo	121
IV.2.8. Red de canales de riego	122
IV.2.9. Azud derivador	123
IV.2.10. Canal de trasvase	123
IV.2.11. Obras Complementarias	124
IV.2.12. inyecciones del terreno de fundación	124
IV.2.12.1. Inyecciones de la presa	124
IV.2.13. Sistema de auscultación	125
IV.2.13.1. Medidas de los movimientos absolutos de la presa	126
IV.2.13.2. Nivel freático y filtraciones	126
IV.2.13.3. Aforo de filtraciones	126
IV.2.13.4. Nivel de embalse	127
IV.2.13.5. Climatología	127
<b>CAPITULO V ESTRATEGIA DE EJECUCION DEL PROYECTO</b>	<b>128</b>
V.1. ASPECTOS LOGISTICOS	128
V.2. ESTRATEGIA DE EJECUCION DE OBRAS	128
V.2.1. Modalidad de ejecución de obras	128
V.2.2. Proceso constructivo	129
V.2.3. Requerimiento de campamentos y talleres	129
V.3. SERVICIO DE ACOMPAÑAMIENTO	130
V.3.1. GENERALIDADES	130
V.3.2. EJES TEMATICOS	132
V.3.3. ENTIDAD DE ACOMPAÑAMIENTO	133
V.3.4. PERIODO DE DURACION	134
V.3.5. MODALIDAD DEL CONTRATO	135
V.3.6. ACTIVIDADES DE ACOMPAÑAMIENTO	135
V.3.6.1. Acompañamiento en la etapa de elaboración de estudios	136
V.3.6.2. Acompañamiento en la fase de ejecución del proyecto	136
V.3.6.3. Acompañamiento en la fase de operación del proyecto	139
V.3.6.4. Productos del servicio de Acompañamiento	140
V.4. ASISTENCIA TECNICA	140
V.5. ASESORAMIENTO EN DESARROLLO AGRICOLA	142
<b>CAPITULO VI PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA</b>	<b>146</b>
VI.1. INFORMACION BASICA PARA EL PRESUPUESTO	146
VI.1.1. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	146
VI.1.2. RECARGOS DE GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS	146
VI.1.2.1. Alquileres y depreciaciones	146
VI.1.2.2. Seguros y boletas de garantía	146



VI.1.2.3. Utilidad	147
VI.1.3. IMPUESTOS	147
VI.1.4. DESGASTE DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO	147
VI.1.5. COSTO DE MANO DE OBRA	148
VI.1.5.1. Salario básico mensual	148
VI.1.5.2. Beneficios sociales	148
VI.1.5.3. Otras incidencias	148
VI.1.5.4. Coeficiente de la mano de obra	149
VI.1.5.5. Costos horarios de mano de obra	149
VI.1.6. MATERIALES E INSUMOS	149
VI.1.6.1. Introducción	149
VI.1.6.2. Materiales comerciales	149
VI.1.6.3. Cotizaciones de materiales	150
VI.1.6.4. Lugares de adquisición de materiales y contrataciones de equipo. Precios de compra y alquileres. Transporte. Precios en obra.	150
VI.1.6.5. Canteras de agregados, ubicación, cubicación, calidad, derechos y acceso. Precios en obra (extracción, transporte y acarreo)	150
<b>VI.2. PRESUPUESTO DE OBRAS</b>	<b>151</b>
<b>VI.3. PRESUPUESTO DEL SERVICIOS DE ACOMPAÑAMIENTO</b>	<b>156</b>
<b>VI.4. PRESUPUESTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>158</b>
VI.4.1. Presupuesto de administración, operación y mantenimiento	158
<b>VI.5. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>159</b>
<b>VI.6. ESTRUCTURA FINANCIERA</b>	<b>159</b>
<b>CAPITULO VII ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>	<b>160</b>
<b>VII.1. DISPOSICIONES GENERALES</b>	<b>160</b>
VII.1.1. INTERPRETACIONES	160
VI.1.2. PROGRAMADO DETALLADO DE CONSTRUCCION	160
VI.1.3. TERRENOS Y DERECHOS DE SERVIDUMBRE	160
VI.1.4. SEÑALIZACION ANUNCIANDO EL PROYECTO	160
VI.1.5. SEÑALIZACIONES DE SEGURIDAD	160
VI.1.6. APROVISIONAMIENTO DE AGUA	161
VI.1.7. ENERGIA ELECTRICA	161
VI.1.8. PROTECCION Y REPARACIONES DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES	161
VI.1.9. ELIMINACION DE OBSTRUCCIONES	161
VI.1.10. LIMPIEZA	162
VI.1.11. PLANOS DE LAS OBRAS "TAL COMO FUERON CONSTRUIDAS"	162
VI.1.12. NORMAS PARTICULARES DE MEDICION	162
<b>CAPITULO VIII EVALUACION DEL PROYECTO</b>	<b>163</b>
<b>VIII.1. FACTIBILIDAD PRIVADA Y SOCIECONOMICA</b>	<b>163</b>
VIII.1.1. Análisis Financiero y Económico	163
<b>VIII.2. FACTIBILIDAD SOCIAL</b>	<b>163</b>
VIII.2.1. Criterios Socioeconómicos y Culturales	163
<b>VIII.3. FACTIBILIDAD AMBIENTAL</b>	<b>164</b>
<b>VIII.4. SUPUESTOS Y RIESGOS IMPLICADOS</b>	<b>165</b>
<b>VIII.5. EVALUACION GENERAL DEL PROYECTO – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO</b>	<b>165</b>



## ANEXOS

- Anexo 1:** Estudio de Hidrología
- Anexo 2:** Estudio de Geología
- Anexo 3:** Costos de producción de los principales cultivos
- Anexo 4:** Presupuesto
- Anexo 5:** Evaluación financiera y económica del proyecto
- Anexo 6:** Actas de acuerdo con los beneficiarios
- Anexo 7:** Análisis de suelos y aguas
- Anexo 8:** Pliego de Especificaciones
- Anexo 9:** Memorias de calculo
- Anexo 10:** Balance Hídrico
- Anexo 11:** Planos



## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PROYECTO DE RIEGO "PRESA QUEBRADA GRANDE"

### FICHA TECNICA

<b>Nombre:</b>	Proyecto de Riego Quebrada Grande
<b>Ubicación política</b>	Provincias Cercado y Uriondo, municipios de Tarija y Valle de Concepción, comunidades de Laderas Norte del Municipio de Tarija, Laderas Centro y Laderas Sud del Municipio del Valle de Concepción, todas ellas corresponden al Departamento de Tarija.
<b>Ubicación geográfica:</b>	El sistema de riego y las obras de cabecera se encuentran entre las coordenadas 21°35'6" y 21°40'24" de latitud sur y 64°37'32" a 64°32'36" de longitud oeste, a una altura media de 1900 msnm.
<b>Alcance del proyecto:</b>	El proyecto prevé dotar de agua para riego a las comunidades Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, cuya de área de irrigación será de 584 ha físicas, lográndose agricultura bajo riego de 890 ha en dos campañas agrícolas. Las obras hidráulicas previstas comprenden un azud derivador en el río San Agustín y un canal de trasvase, una presa de regulación en la Quebrada Grande del tipo enrocado con núcleo de arcilla, obra de toma, aliviadero de excedencias, red de canales y obras de arte; 4 depósitos de agua y 3 casetas de bombeo.
<b>Área bajo riego óptimo con proyecto:</b>	890 hectáreas en las dos campañas agrícolas.
<b>Área física bajo riego:</b>	575 hectáreas.
<b>Área bajo riego actual:</b>	2 hectáreas con riego óptimo.
<b>Área incrementada:</b>	888 hectáreas.
<b>Grupo meta:</b>	118 familias campesinas de escasos recursos de las comunidades Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, serán los directos beneficiados con el proyecto de riego y el mejoramiento de su sistema productivo
<b>Fundamentación:</b>	<p>El sistema agrícola actual en las comunidades involucradas se caracteriza por su baja producción debido al gran déficit de agua para los cultivos, presentándose la necesidad de dotar de agua para riego para mejorar el sistema productivo y la economía familiar.</p> <p>Al no existir infraestructura de riego en la zona del proyecto, es necesario construir obras hidráulicas para el almacenamiento, regulación, conducción y distribución de agua para riego.</p>
<b>Objetivo general:</b>	Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiaria del proyecto, mediante el incremento



de sus ingresos económicos, a través del aumento de la producción y productividad agropecuaria, con la dotación de infraestructura para captar, almacenar, regular y distribuir agua para riego.

**Objetivos específicos:**

Incorporar áreas sin aprovechamiento agrícola a un sistema de producción bajo riego.

Asegurar la dotación de agua permanente y en suficiente cantidad, para el riego superficial de 890 ha de cultivos en dos campañas agrícolas por año.

Beneficiar a 118 familias en situación de pobreza.

Optimizar el aprovechamiento de recursos agua y suelo disponibles en el área del proyecto.

Incrementar el área de riego óptimo y lograr la producción de dos cosechas por año.

Mejorar las condiciones de producción y productividad agrícola.

Disminuir los índices de migración a otros centros poblados

Capacitar a los beneficiarios del proyecto en organización y mantenimiento del sistema de riego, el manejo de agua a nivel de parcela y otros procesos productivos.

Diversificar la producción agrícola y disponer de mejores alternativas de precios y mercados.

Incrementar los ingresos de las familias beneficiadas.

Beneficiar a familias campesinas de escasos recursos de la zona de influencia del proyecto.

Dotar a una zona deprimida económicamente de riego con la que se incrementará la producción agropecuaria y producción piscícola en la laguna artificial.

**Marco institucional:**

Organización local de regantes para el manejo y administración del Proyecto de Riego Presa Quebrada Grande.

**Modalidad de ejecución:**

Empresa contratista para la construcción del de las obras y empresa supervisora para el control de calidad.

**Entidad promotora:**

Oficina Técnica Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo (OTNPB) y los municipios de Cercado y Uriondo del Departamento de Tarija.

**Entidad de asistencia técnica:**

Recomendado de contratarse.

**Periodo de implementación:**

Veinticuatro (24) meses.

**Costo de inversión en construcción:** 3.939.884,00 \$us.

Costo Servicio de Acompañamiento: 105,700.00 \$us.

Costo Supervisión: 529,544.69 \$us.

**Costo total:** 11,226.138.47 \$us.

Costo inv. por familia beneficiaria: 89,753.34 \$us/familia.

Costo inv. por hectarea incremental: 11,899.88 \$us/ha.

**Tasa Interna de Retorno Privado:** 15.6 %

**Tasa Interna de Retorno Social:** 14.8 %

**Valor Actual Neto (12.81%) Privado:** 1,869,361.24 \$us.

**Valor Actual Neto (12.67%) Social:** 1,640,807.70 \$us.



**Marco Lógico**

Objetivos	Indicadores Sin proyecto	Verificables Con proyecto	Fuentes de verificación	Supuestos importantes
<p><b>GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiaria del proyecto, mediante el incremento de sus ingresos económicos, a través del aumento de la producción y productividad agropecuaria, con la dotación de infraestructura para captar, almacenar, regular y distribuir agua para riego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 118 familias campesinas pobres tienen limitaciones para mejorar su nivel de vida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 118 familias disponen de mayor producción y han aliviado sus condiciones de pobreza</li> <li>- Poblaciones importantes con solución a mediano plazo de dotación de riego y opciones de mejorar la calidad de vida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encuestas a los beneficiarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los precios en los mercados y los costos de los insumos se mantienen en los márgenes previstos.</li> <li>- Los cambios climáticos son normales.</li> </ul>
<p><b>ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar áreas sin aprovechamiento agrícola a un sistema de producción bajo riego.</li> <li>- Asegurar la dotación de agua permanente y en suficiente cantidad, para el riego superficial de 890 ha de cultivos en dos campañas agrícolas por año.</li> <li>- Beneficiar a 198 familias campesinas en situación de pobreza.</li> <li>- Optimizar el aprovechamiento de recursos agua y suelo disponibles en el área del proyecto.</li> <li>- Incrementar el área de riego óptimo y lograr la producción de dos cosechas por año.</li> <li>- Mejorar las condiciones de producción y productividad agrícola.</li> <li>- Disminuir los índices de migración a otros centros poblados</li> <li>- Capacitar a los beneficiarios del proyecto en organización y mantenimiento del sistema de riego, el manejo de agua a nivel de parcela y otros procesos productivos.</li> <li>- Diversificar la producción agrícola y disponer de mejores alternativas de precios y mercados.</li> <li>- Incrementar los ingresos de las familias beneficiadas.</li> <li>- Beneficiar a familias campesinas de escasos recursos de la zona de influencia del proyecto.</li> <li>- Dotar a una zona deprimida económicamente de riego con lo que se incrementará la producción agropecuaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesitan nuevas formas de producción para mejorar la economía de la zona</li> <li>- El déficit de agua es importante para poder implementar un sistema de riego por lo que es necesario regular el agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con la laguna se permitirá la producción piscícola a las familias cercanas a la laguna artificial</li> <li>- Con la presa de regulación a implementarse se espera dotar de 500 l/s en invierno y el riego necesario en verano y utilizar efectivamente para el riego.</li> <li>- El área bajo riego óptimo es de 890 hectáreas en las dos campañas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición de caudales a la salida de la obra de toma.</li> <li>- Medición de dimensiones y de la capacidad de agua de los canales.</li> <li>- Monitoreo de riego parcelario y balance hídrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La presa de regulación se ha construido satisfactoriamente.</li> <li>- La producción piscícola es la esperada</li> <li>- El sistema de riego se incrementa y opera de acuerdo al diseño.</li> <li>- El régimen de lluvias no sufre variaciones importantes y los caudales medios y de crecida se mantienen en los márgenes previstos.</li> </ul>
<p><b>METAS O RESULTADOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de una presa de regulación de 48.30 m de altura con su obra de toma y vertedero de excedencias. Capacidad de volumen de almacenamiento útil de 5,68 Hm<sup>3</sup>.</li> <li>- Construcción de una obra derivadora en el río San Agustín.</li> <li>- Construcción de un canal de trasvase para una capacidad de 2 m<sup>3</sup> y longitud de 6.5 km.</li> <li>- Construcción del sistema de riego y su sistema de distribución, mediante canales en una longitud aproximada de 14,00 km.</li> <li>- Construcción de 4 depósitos de agua y 3 casetas de bombeo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déficit de agua importante, para poder implementar un sistema de riego</li> <li>- La ampliación del perímetro de producción agrícola y el mejoramiento productivo es imposible por la falta de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se ha construido la presa de regulación y las obras complementarias como la obra de toma y el vertedero.</li> <li>- Se ha construido la obra derivadora y el canal de trasvase.</li> <li>- Se ha construido los canales de distribución de riego.</li> <li>- Se han construido las obras de arte respectivas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguimiento y supervisión de obras durante la ejecución de las mismas.</li> <li>- Entrega oficial de las obras a la comunidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los beneficiarios hacen efectivo el aporte comprometido.</li> <li>- La entidad financiera desembolsa los recursos oportunamente.</li> <li>- La empresa contratista cumple con su cronograma, ejecuta la obra en el tiempo previsto y de acuerdo a las especificaciones técnicas.</li> </ul>



## CAPITULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### I.1. UBICACION DEL PROYECTO

#### I.1.1. UBICACION POLITICA

Municipios: Municipios ciudad de Tarija y Uriondo, comunidades Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud. Provincias de Cercado y Avilés del Departamento de Tarija.  
Las obras de captación (derivación), se encuentran sobre el río San Agustín, comunidad San Agustín Sud. Las obras de almacenamiento se encuentran en la Quebrada Grande (Comunidad de Laderas Norte) y las áreas de riego están ubicadas en las comunidades antes mencionadas. La población beneficiaria corresponde a los municipios de Cercado y Uriondo.

Provincia: Provincia Cercado y Primera Sección de la Provincia Avilés.  
Departamento: Tarija

#### I.1.2. UBICACION GEOGRAFICA

El proyecto, por sus características técnicas, presenta cuatro ubicaciones geográficas específicas, la primera que corresponde a la ubicación de las obras de cabecera o captación en el río San Agustín. La segunda a la ubicación del canal de trasvase incluyendo el túnel. La tercera que corresponde a la presa en la Quebrada Grande y finalmente el área de riego.

La altura media de ubicación del proyecto es de 1900 msnm. La distancia de ubicación con respecto a la ciudad de Tarija es de aproximadamente 30 km, cuyo acceso es mediante la carretera Tarija – Yacuiba a la altura de la Puerta al Chaco. En el cuadro: I.1, de detalla la ubicación geográfica de los cuatro puntos de ubicación de los componentes del proyecto en coordenadas geográficas y puntos UTM. Asimismo, en la figura: I.1, se presenta la ubicación geográfica del proyecto.

**Cuadro: I.1**  
**Ubicación del proyecto**

Ubicación componente	Coordenadas UTM		Coordenadas geográficas	
	Este (X)	Norte (Y)	Longitud	Latitud
Obras de captación	331,700	7,612,200	21°35'6"	64°37'32"
Canal de trasvase	336,400	7,601,500	21°40'55"	64°34'52"
Presa	339,700	7,603,800	21°39'42"	63°32'57"
Áreas de riego	340,300	7,602,500	21°40'24"	64°32'36"

Fuente: Levantamientos topográficos y cartas IGM.

El proyecto no guarda ninguna relación directa o indirecta con Áreas Protegidas o Territorios Comunitarios de Origen (TCOs), lo que vale a decir que dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto no se encuentran este tipo de territorios ambientalmente sensibles.

El primer espacio de ocupación corresponde a la obra de captación o derivación en las inmediaciones de la comunidad de San Agustín Sud, la obra de captación (azud derivador) estará ubicada sobre el río San Agustín en su cuenca media. La obra de captación constará



de una azud derivador que conducirá las aguas a la toma y luego al canal de trasvase, en la época de caudales excedentes. El segundo espacio de ocupación, también corresponde a la cuenca del río San Agustín donde se implementará el canal de trasvase de 6.5 km de longitud para cruzar la divisoria de aguas.

El tercer espacio de ubicación, se encuentra en la parte alta de la Quebrada Grande, donde se implementará la presa de enrocado con núcleo de arcilla para el almacenamiento de 6.26 Hm<sup>3</sup>. El embalse ocupará aproximadamente unas 35 ha brutas afectando a seis familias con la inundación de sus terrenos de pastoreo y siembra a temporal. De acuerdo a la zonificación agrícola, esta área corresponde al uso agropecuario intensivo y extensivo.

El cuarto espacio de ocupación del proyecto corresponde al área de riego que estará ubicada en las comunidades de Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, en una superficie aproximada de 584 ha físicas regables, esta área de acuerdo a la planificación de cultivos para las dos campañas agrícolas llegará a una superficie bajo riego óptimo de 890 ha por año.

## **I.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

Uno de los aspectos más importantes sobre los cuales se fundamenta el proyecto, es la necesidad de riego para la producción agrícola y agua para la producción pecuaria de la zona.

Las comunidades del área del proyecto cuentan con una población asentada en la zona de alrededor de 2.251 habitantes que corresponden a 118 familias. Estas comunidades a pesar de tener una importante cantidad de tierras aptas para el riego y la producción agropecuaria, sólo realizan la explotación de pequeñas áreas a secano con un índice de aprovechamiento de tierras menor a una hectárea por familia. La mayor parte de los agricultores realizan cultivos a secano y en la mayoría de las veces solo logran recuperar la inversión y tener pequeños márgenes de ganancia.

En la zona existe un pequeño sistema de riego que se encuentra en la comunidad de Laderas Norte, el cual permite regar una superficie de 2 ha bajo riego deficitario, proveído por una galería filtrante y que pertenece a una sola familia.

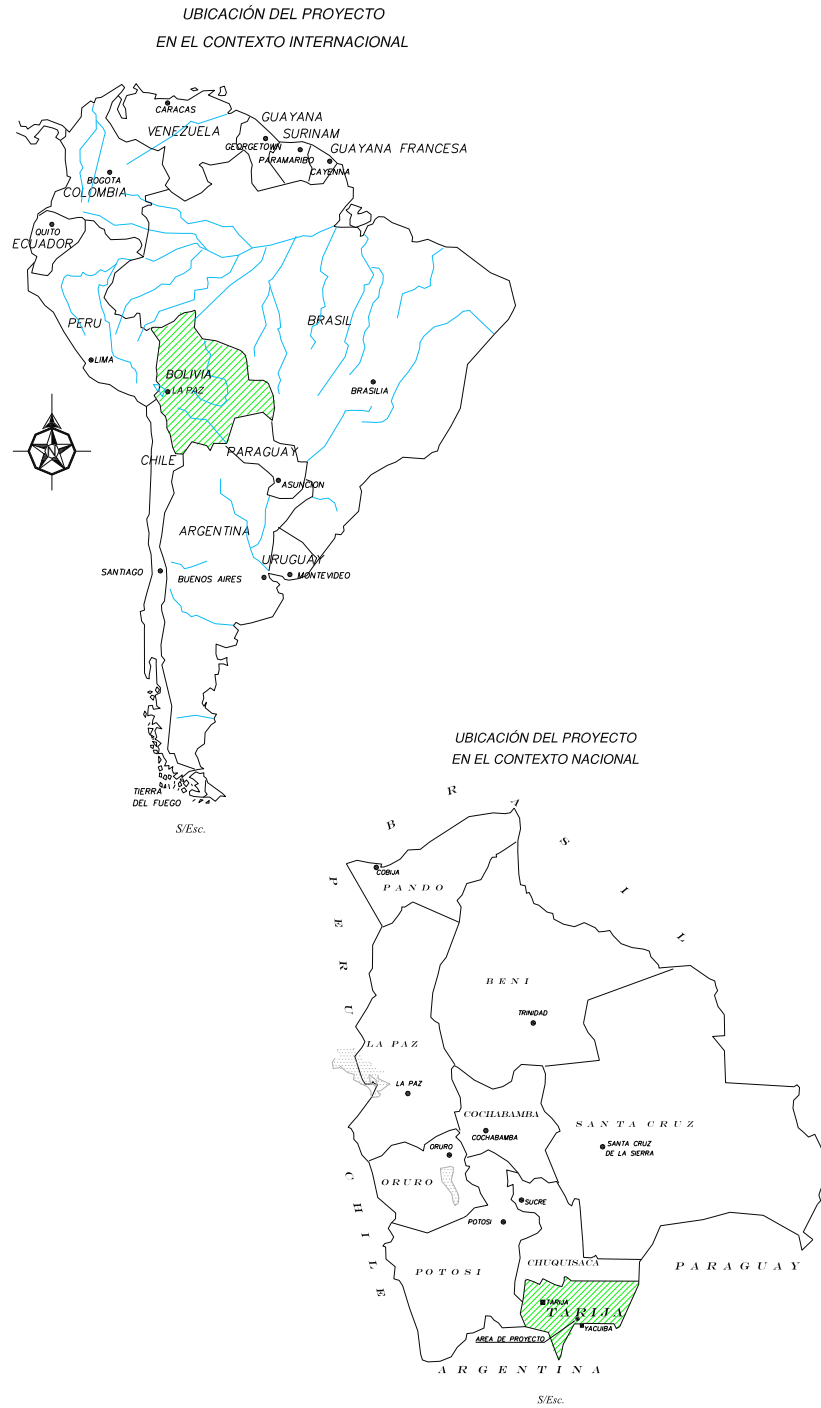
La escasez de agua en la zona es la limitante principal para el desarrollo de los sistemas de producción agrícola y ganadera, es por esta razón la urgente necesidad de contar con un sistema de riego seguro y eficiente. Actualmente el potencial productivo de los suelos es subutilizados ante la falta de obras de infraestructura que permitan regular el agua excedente que se tiene en verano en el río San Agustín.

Los caudales excedentes de verano producto de las crecidas del río San Agustín, actualmente no son utilizados, por ello surge la alternativa de almacenar y regular estos caudales mediante una presa, con lo que se daría solución al déficit de agua en las comunidades beneficiarias.

La regulación de los recursos hídricos de la cuenca del río San Agustín, permitirá que 118 familias de las comunidades de Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, tengan la oportunidad de aprovechar racionalmente los recursos de agua y suelo existentes, realizando actividades agrícolas, pecuarias y piscícolas.



Figura 1. Mapa Ubicación del Proyecto





Con la construcción de la presa el sistema productivo actual tendrá mayores opciones de asegurar las cosechas tanto cuantitativa como cualitativamente, haciendo de la zona una región competitiva con otros centros productivos de similares características.

### **I.3. OBJETIVOS Y METAS**

#### **I.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiaria del proyecto, mediante el incremento de sus ingresos económicos, a través del aumento de la producción y productividad agropecuaria, con la dotación de infraestructura para captar, almacenar, regular y distribuir agua para riego.

#### **I.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Incorporar áreas sin aprovechamiento agrícola a un sistema de producción bajo riego.
- Optimizar el aprovechamiento de recursos agua y suelo disponibles en el área del proyecto.
- Incrementar el área de riego óptimo y lograr la producción de dos cosechas por año.
- Mejorar las condiciones de producción y productividad agrícola.
- Dar la posibilidad de desarrollar la producción piscícola en la laguna artificial para los habitantes cercanos a la presa.
- Disminuir los índices de migración a otros centros poblados
- Capacitar a los beneficiarios del proyecto en organización y mantenimiento del sistema de riego, el manejo de agua a nivel de parcela y otros procesos productivos.
- Diversificar la producción agrícola y disponer de mejores alternativas de precios y mercados.
- Incrementar los ingresos de las familias beneficiadas.
- Beneficiar a familias campesinas de escasos recursos de la zona de influencia del proyecto.
- Dotar a una zona deprimida económicamente de riego con la que se incrementará la producción agropecuaria y producción piscícola en la laguna artificial.
- Implementar un modelo productivo con cultivos económicamente rentables en invierno como en verano ajustado a las condiciones climáticas del área.

Además, se plantean los siguientes objetivos secundarios que coadyuven a conseguir el objetivo superior propuesto:

- Incrementar la disponibilidad de agua en los meses críticos de estiaje mediante la regulación del recurso hídrico con la construcción de una presa (junio - noviembre).
- Propender al uso racional del agua en época de excedencias, en verano y otoño, a fin de lograr una adecuada utilización de recursos hídricos para una población de 118 familias.
- Promover la sostenibilidad del sistema de riego, mediante la participación activa y comprometida de todas las familias beneficiarias durante la implementación y operación del proyecto, a través de su organización matriz.



### I.3.3. METAS

#### GENERALES

- Dotar de agua regulada para riego a 118 usuarios campesinos de escasos recursos en forma segura y permanente.
- Implementar un área de riego en 890 ha en dos campañas agrícolas por año.
- Asegurar la dotación de agua permanente y en suficiente cantidad, para el riego superficial de 890 ha de cultivos en dos campañas agrícolas por año.
- Dotar de riego permanente y suficiente a 890 ha en dos campañas por año.

#### OBRAS HIDRAULICAS:

- Conformación de un embalse artificial con las siguientes características:
  - Nivel del coronamiento: 1891.40 msnm
  - Nivel de crecida (NAME) 1:1000 años: 1890.15 msnm.
  - Nivel normal de operación (NANO): 1889.00 msnm.
  - Nivel mínimo de operación (Volumen muerto): 1865.00 msnm.
  - Volumen de embalse para (NANO): 6.2620 Hm<sup>3</sup>.
  - Volumen muerto: 0,5847 Hm<sup>3</sup>.
  - Volumen aprovechable ó útil: 5,6773 Hm<sup>3</sup>.
- Construcción de una Presa de Regulación con las siguientes características:
  - Tipo: Enrocado con núcleo de arcilla.
  - Longitud de coronamiento: 151.60 m.
  - Ancho de coronamiento: 10.85 m.
  - Nivel de aguas máximas sobre vertedero: 0.79 m.
  - Bordo libre: 1.36 m.
  - Talud parámetro aguas arriba: 1V : 1.8 H.
  - Talud parámetro aguas abajo: 1V : 1.8 H.
  - Altura máxima de la presa: 48.33 m.
- Construcción de una Obra de Toma con las siguientes características:
  - Tipo: Cámara de ingreso y control aguas abajo.
  - Ubicación: Cuerpo de la presa.
  - Nivel de ingreso: 1865.00 msnm.
  - Control: Cámara válvulas aguas abajo.
  - Caudal de diseño: 700 l/s.
  - Rejillas: En cámara de ingreso de la toma.
  - Tubería: Hierro fundido, diámetro 800 mm.
  - Válvulas de operación y de emergencia: Tipo mariposa.
- Construcción de un Aliviadero de Excedencias:
  - Tipo: Lateral a superficie libre.
  - Ancho del vertedero: 10,0 m.



- Nivel del umbral: 1889.00 msnm.
- Longitud total: 160.15 m.
- Nivel de agua crecida de 1:1000 años: 1889.79 msnm;  $Q_{max} = 51.40 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Rápida: Tipo canal.  $B = 8.0 \text{ m}$ .
- Muros laterales de la rápida: 1.0 m de altura en promedio.
- Disipador de energía: Tipo trampolin.
  
- Construcción de un Azud Derivador en el río San Agustín:
  - Tipo de obra: Azud – Frontal.
  - Longitud de coronamiento: 27.70 m.
  - Altura total de la obra: 4,60 m.
  - Altura del cimacio sobre el fondo del colchón: 4,1 m.
  - Longitud del colchón amortiguador: 20 m.
  - Caudal de avenida centenaria: 318,51  $\text{m}^3/\text{s}$ .
  - Caudal derivado: 2  $\text{m}^3/\text{s}$ .
  
- Construcción de un Desarenador y Vertedero Lateral:
  - Longitud: 23,50 m.
  - Ancho: 3,0 m.
  - Altura del desarenador sobre el fondo: 3,5 m.
  - Caudal máximo a evacuar: 3,20  $\text{m}^3/\text{s}$ .
  
- Construcción de un Canal de Traslase:
  - Longitud del canal: 6.5 km.
  - Sección rectangular dimensiones interiores:  $B = 1.8 \text{ m} \times H = 1,50 \text{ m}$ .
  - Pendiente longitudinal:  $i = 0,001$ .
  - Capacidad de conducción: 2  $\text{m}^3/\text{s}$ .
  
- Construcción de una red de canales:
  - Numero canales principales: 2 (P1 y P2)
  - Numero de canales secundarios: 3
  - Pendiente longitudinal:  $i = 0,001$ .
  - Caudal de diseño: P1: 0.500  $\text{m}^3/\text{s}$ .  
P2: 0.200  $\text{m}^3/\text{s}$ .
  - Longitud total red de canales:  $L = 14.0 \text{ km}$ .
  - Obras de arte: Pasos de quebrada,  
Acueductos, rápidas,  
Cámaras de distribución.
  
- Construcción de infraestructura complementaria:
  - Construcción de 4 atajados: 1 de 20x20 m y 3 de 30x30 m
  - Construcción de 3 casetas de bombeo: Potencia Bombas: 7.5 HP



## CAPITULO II DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

### II.1. ASPECTOS CLIMATICOS

El área del proyecto se caracteriza por tener un clima seco semiárido, caracterizado por veranos lluviosos y húmedos e inviernos secos y fríos, debido a la cercanía de la Cordillera de Laderas y El Cóndor, cuyos picos más altos alcanzan los 3600 msnm. En la actualidad no se cuenta con una estación climatológica cercana al área de emplazamiento de la presa, las estaciones más cercanas son la de San Agustín, Laderas Centro y Santa Ana que solamente registran precipitaciones y la de Yesera Norte que es más completa. Para el caso del proyecto, se tomará como base de información climática los datos de las estaciones de Laderas Centro y Yesera Norte, más la información complementaria de la estación climatológica del Tejar que se encuentra en la ciudad de Tarija. (Datos facilitados por la oficina regional de SENAMHI - Tarija)

En concordancia con los registros de los últimos diez años la precipitación media anual es de 661 mm, los meses más lluviosos son de noviembre hasta abril y los más secos de mayo a octubre, la mayor concentración de las lluvias se encuentran en los meses de noviembre a marzo.

La temperatura media anual registrada en la estación termopluviométrica de Yesera Norte es de 15°C, el comportamiento de la temperatura en todo el Valle Central de Tarija no tiene variaciones muy acentuadas por lo que la información existente puede ser utilizada para fines de información y cálculos. Los cambios de temperatura comienzan en el mes de septiembre donde las temperaturas empiezan a subir hasta el mes de abril con un promedio de 21°C a 22°C, en el mes de mayo empiezan a descender hasta el mes de agosto. Los meses más calurosos son diciembre y enero, mientras que los meses más fríos son junio y julio. La temperatura máxima registrada es de 36 °C en el mes de diciembre, mientras que la mínima extrema fue de -8,5 °C en el mes de julio. Las heladas más frecuentes se registran en los meses de junio y julio, sin embargo se han registrado también heladas tardías en los meses de agosto y septiembre.

La evapotranspiración registrada en la zona de Yesera Norte es de 2124 mm, mientras que la estación del Tejar de la ciudad de Tarija registra 1605 mm, con la diferencia de que los datos de Yesera Norte corresponden al periodo de 1990 al 2007 y la del Tejar corresponde al periodo 1985 - 2007.

En relación a la incidencia de los vientos, estos tienen un dirección predominante del sureste a noroeste, la mayor incidencia se presenta en los meses de agosto y septiembre; en los meses de junio y julio se presentan vientos húmedos y fríos denominados surazos que pueden durar varios días y hasta semanas. La velocidad promedio de los vientos es aproximadamente 9,6 km/h, los vientos más fuertes desarrollan velocidades de hasta cerca de 11,6 km/h en los meses de julio y agosto.

En cuanto a la presencia de granizadas, estas son muy frecuentes en la zona del proyecto, a menudo ocasionan pérdidas de las cosechas. Este fenómeno se presenta generalmente en



los meses calurosos y lluviosos, y normalmente vienen como consecuencia de un día muy caluroso. Es una de las limitaciones para la producción agrícola en la zona.

Finalmente la humedad relativa promedio en la zona del proyecto es de 67%, pudiendo existir variaciones entre una mínima de 56 a una máxima de 78%.

### II.1.1. BALANCE HIDRICO

Como resultado de la información existente, se ha realizado un análisis del comportamiento hídrico de la zona del proyecto mediante un balance hídrico, lo que ha verificado la existencia de marcadas diferencias entre periodos anuales y periodos estacionales. Según la clasificación climática de Thornthwaite y Kopen; tomando en cuenta las zonas de vida propuestas por Holdridge que son los que más se ajustan al medio estudiado y finalmente; de acuerdo al análisis de los datos obtenidos en los balances hídricos y distribución de las lluvias y temperaturas, se ha llegado a la conclusión de que la zona de estudio pertenece a la siguiente clasificación climática:

Thornthwaite (1996): Mesotermal templado – semiárido  
Kopen (1986): Estepa, invierno seco frío  
FAO (1980): Semiárido templado

De acuerdo a la información obtenida, toda el área del proyecto presenta un marcado déficit de agua respecto a la evapotranspiración potencial y el grado de aridez va aumentando de suroeste a noreste. La condición establecida por Holdridge, el área del proyecto corresponde a bosque seco semiárido templado (bs - TE) y se caracteriza por presentar un clima seco semiárido mesotermal en el pie de monte variando a semiárido árido templado en contacto con el valle central de Tarija.

## II.2. DIAGNOSTICO SOCIOECONOMICO

### II.2.1. CARACTERISTICAS POBLACIONALES

#### II.2.1.1. Población

La población de la Provincia Cercado del Departamento de Tarija, de acuerdo a los datos del INE del censo de población del año 2001, era de 153,457 habitantes con una tasa anual de crecimiento de 3,18%. Asimismo, el área del proyecto, se ubica en los municipios de Uriondo y Cercado, que presentan las siguientes características demográficas.

**Cuadro: II.1**  
**Demografía de la zona de la zona del proyecto**

Municipio	Población			Indice de pobreza
	Nº Hombres	Nº Mujeres	Total	
<b>Municipio de Cercado</b>				Pobreza: 84,6 % Extrema pobreza: 23,4 %
Población total	73.954	79.503	153.457	
Población urbana	65.189	70.594	135.783	
Area rural	8.765	8.909	17.674	
<b>Municipio de Uriondo</b>				Pobreza: 78,6 % Extrema pobreza: 22,7 %
Población total (1)	6.155	6.176	12.331	

(1) = La totalidad de la población del Municipio de Uriondo está clasificada como rural.

Fuente: INE 2001 y Diagnósticos municipales.



La población total que habita en las tres comunidades directamente involucradas en el proyecto (Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sur) es cerca de 601 personas, 154 corresponden al Municipio de Cercado y 447 al Municipio de Uriondo.

Los beneficiarios directos del Proyecto son 118 familias. La distribución de las familias y beneficiarios por comunidad se presentan en los cuadros: II.2 y II.3.

**Cuadro: II.2**  
**Distribución de familias por comunidades beneficiarias**

Municipio/comunidad	Nº Familias beneficiadas	Nº Familias existentes
<b>Municipio de Cercado</b>	<b>31</b>	<b>44</b>
Laderas Norte	31	44
<b>Municipio de Uriondo</b>	<b>87</b>	<b>128</b>
Laderas Centro	47	82
Laderas Sud	40	46
<b>Total familias beneficiadas</b>	<b>118</b>	<b>172</b>

Fuente: INE 2001 y Diagnósticos municipales.

**Cuadro: II.3**  
**Población directamente beneficiada de la zona del proyecto**

Comunidad	Población por áreas y sexo				Total
	Urbana		Rural		
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
<b>Provincia Cercado (Primera Sección)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>69.00</b>	<b>85.00</b>	<b>154.00</b>
Laderas Norte	0.00	0.00	69.00	85.00	120.00
<b>Provincia Avilés (Primera Sección)</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>217.00</b>	<b>230.00</b>	<b>447.00</b>
Laderas Centro	0.00	0.00	84.00	76.00	160.00
Laderas Sud	0.00	0.00	133.00	154.00	357.00
<b>Total población directamente beneficiada</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>286.00</b>	<b>315.00</b>	<b>601.00</b>

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV-2001).

El promedio de natalidad en el lapso de un año es 38 nacimientos por cada mil habitantes, por tanto el incremento poblacional es aproximadamente del 3,8 % por año. El promedio de mortalidad es de 18 muertes por año por cada mil habitantes y la esperanza de vida de la población alcanza a los 47 años.

La población que habita la parte agrícola del proyecto es originaria del lugar en su gran mayoría, corresponden al grupo de los habitantes procedentes de los asentamientos ancestrales, descendientes de los españoles mezclados con habitantes originarios de la región.

En el caso de la ciudad de Tarija existe una población cercana al 30% que viene principalmente de los Departamentos de Potosí y Chuquisaca.

Existe una importante población joven, cerca del 35%, que migra a otros países principalmente a la Argentina y España en busca de empleo y mejores condiciones de vida, sin embargo esta migración es temporal y se produce desde los meses de menor actividad productiva que generalmente empieza en el mes de septiembre hasta febrero.

Durante los meses de marzo a agosto los trabajos agrícolas aumentan considerablemente. En esta época se produce la llegada de varias familias que retornan para trabajar en la comunidad, este fenómeno se repite cada año en este periodo, las familias recién llegadas, son de la comunidad y son conocidos por los comunarios.



Se considera que la totalidad de los habitantes de la zona agrícola beneficiaría son rurales, ya que el área no presenta ninguna población que albergue a más de 2000 habitantes.

El índice de masculinidad es 1,01%, o sea que existen 101 hombres por cada 100 mujeres.

En cuanto a la población económicamente activa (PEA), que compone la familia, en el área rural de la Provincia Cercado del Departamento de Tarija alcanza el 26,53 % y está compuesta por los trabajadores agrícolas, forestales, artesanos y otros. Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2001, la región presenta una ocupación del 98,46 %.

La misma que es mayor a la provincial (91,24 %) y departamental (92,43 %). De acuerdo a las costumbres y formas de vida de la zona, se considera como fuerza de trabajo de la población en edad de trabajar a las comprendidas entre 7 a 85 e incluso más años.

### **II.2.1.2. División de trabajo**

El varón es quien trabaja habitualmente en la agricultura y la comercialización de los productos. La mujer y los hijos trabajan ayudando en algunas tareas agrícolas como las siembras, recolección y cosecha de frutos, selección y acondicionados de frutos y cosechas, así como el cuidado del ganado menor familiar, una ocupación muy importante es el control de los hormigueros, recolección de frutas, artesanías, control de malezas y otros trabajos más livianos.

Normalmente la mujer es la directa responsable de la reproducción familiar, cumpliendo de alguna manera con la doble jornada de trabajo. Muchas mujeres no saben leer, escribir, ni hacer cuentas.

Los hombres, a parte de los trabajos agrícolas y pecuarios, desarrollan también actividades de albañilería, caza y artesanía. La asignación de responsabilidades de trabajo a nivel del núcleo familiar, el hombre es el que se dedica mayormente a los trabajos que requieren la agricultura y la comercialización, entre las que se pueden mencionar:

- Preparación de la tierra.
- Fertilización con abonos de origen orgánico y químicos.
- Poda cuidados y plantación.
- Siembra de cultivos y algunas hortalizas.
- Labores culturales de los cultivos.
- Tratamiento fitosanitario.
- Cosecha y poscosecha.
- Comercialización de los excedentes productivos.

Tanto la mujer como los niños colaboran en algunas labores específicas como ser la limpieza de los restos de las podas de los frutales, cuidado de las plantas, así como en el arreglo de los cercos de protección, espantar las aves dañinas, recolección y selección de los frutos y en algunas ocasiones ayudan a la comercialización, también destina una parte importante de su tiempo al cuidado del ganado familiar. Al margen de estas actividades la mujer se dedica principalmente a la realización de labores domésticas.



### II.2.1.3. Organización comunal

La comunidad está organizada en torno a la Organización Territorial de Base (OTB) y el Sindicato Agrario, además del Secretario General, un Corregidor, Junta de Auxilio Escolar, Club de Madres y otros de menor importancia. La elección de autoridades se la realiza mediante asambleas comunales, convocadas de acuerdo a las necesidades y las funciones que desempeñan son las siguientes:

**Secretario General:** Es considerado la autoridad máxima de la comunidad, representa al sindicato agrario y agrupa a todas las familias afiliadas al Sindicato Agrario y por lo tanto el secretario general representa los intereses y aspiraciones de los miembros de la comunidad, esta autoridad es nombrada en asamblea General de los comunarios por un periodo de un año calendario, al cabo del cual se renueva su funciones o se ratifica según la evaluación de la gestiones desarrolladas. Ultimamente está adquiriendo más autoridad que el mismo Corregidor y es la principal impulsora del proyecto de Sistema de Riego Quebrada Grande.

**Corregidor:** Que tiene las funciones de resolver conflictos entre los comunarios y determinar algunos trabajos comunales principalmente referidos al mantenimiento de caminos y los proyectos de desarrollo comunal.

Esta autoridad es nombrada por el Prefecto del Departamento mediante memorando de asignación de funciones a título honorífico, sus actividades y gestiones es estrechamente coordinada con el secretario general. El periodo de sus funciones es también por un periodo de un año calendario.

**Organización Territorial de Base (OTB):** Que está compuesta por un representante de cada comunidad y tiene representación dentro de los Gobiernos Municipales.

**Club de Madres:** Son mujeres de la comunidad organizadas para trabajos de tejido, bordado, costura, manejo de huertos familiares y capacitación en distintos temas de género y participación en la vida institucional y social de la comunidad.

### II.2.1.4. Costumbres

En cuanto a las fiestas y costumbres que se celebran, está la celebración del carnaval, otras celebraciones importantes son el 6 de agosto día de patria donde se realizan rifas y kermeses para recaudación de fondos para la escuela, matrimonios y cumpleaños de los comunarios, así como otras celebraciones de las comunidades vecinas

## II.2.2. Servicios

En cuanto a los servicios existentes en la zona se pueden mencionar los siguientes:

- Existen escuelas a nivel primario en todas las comunidades involucradas, incluyendo San Agustín. Las tres comunidades beneficiarias cuentan con infraestructura educativa que cubre el ciclo primario con uno a dos profesores de aula permanentes.
- Algunas comunidades tienen pocos alumnos y pocos profesores. Los estudiantes que concluyen sus estudios en estas comunidades y desean continuar estudiando se trasladan a la ciudad de Tarija para concluir el ciclo medio.
- Dos comunidades beneficiadas con el proyecto, cuentan con el servicio de agua potable



por cañería, aunque la mayor parte de las instalaciones son de tipo pileta pública, existiendo pocas instalaciones domiciliarias.

- La cobertura del servicio es de aproximadamente 70 % de las familias.
- Energía eléctrica beneficia a un 60 % de la población, este servicio proviene de la ciudad de Tarija y cubre las tres comunidades, aunque todavía la instalación domiciliaria no se ha efectuado por situaciones meramente administrativas. Algunas áreas dispersas o asentamientos alejados, no cuentan con este servicio. Estas viviendas tienen como base de iluminación mecheros a diesel, kerosen y artefactos a gas.
- La base de la cocción de alimentos y energía para calentamiento de los hogares casi en la totalidad de las comunidades continúa siendo la leña y es la causa principal de la deforestación y tala indiscriminada de los bosques con el consecuente deterioro ambiental de la cuenca y el avance de la erosión.
- Las viviendas de la población del área del proyecto en su mayoría están construidas de adobe, ladrillo y tapias de barro, casi todas revocadas y pintadas de color blanco, los techos son generalmente de teja y calamina.
- Entre las enfermedades que más afectan a la población se encuentran las infecciones gastrointestinales y respiratorias así como el mal de chagas.
- La dieta alimenticia de los pobladores consiste en elaboración de comidas donde la base de los alimentos está compuesta por el maíz, papa, tomate, arveja, cebolla y hortalizas.
- La zona de riego cuenta con un acceso vial asfaltado hasta el sector de Puerta al Chaco en el caso del acceso por San Agustín.
- Acceso por el cruce Santa Ana carretera Tarija – Bermejo, esta vía luego del cruce es empedrada hasta el acceso vecinal pasando por el río Santa Ana y luego la subida hasta el sitio la presa, este acceso es de tierra en época de lluvias es poco transitable.
- Otro acceso es por la entrada cerca del cruce al valle, acceso comunal ripiado que se dirige a la comunidad de Laderas Norte. En su primer tramo es empedrada luego del cruce con la carretera asfalta, posteriormente hasta la comunidad de Laderas Norte es ripiada y en algunos sectores es de tierra. La distancia promedio por cualquiera de los accesos entre el sitio de la presa y la ciudad de Tarija es de aproximadamente 30 km.
- Independientemente de los accesos antes mencionados cada comunidad tiene su propio acceso. La comunidad de Laderas Norte tiene su ingreso cercano del cruce al Valle, la comunidad de Laderas Centro tiene su acceso por la entrada a Sunchu Huayco y Laderas Sud, cuenta con su acceso por la Ventolera cerca de la Angostura.

### II.3. ACTIVIDADES ECONOMICAS

La actividad principal de los pobladores es la agricultura, consistente en la explotación de cultivos tales como, maíz grano, maíz choclo, arveja, papa, tomate, cebolla y vid, además de la comercialización de los productos cosechados. El cultivo de frutales como la vid, es de todo el año, la brotación se produce en agosto y septiembre y la recolección de los frutos se efectúa en el mes de marzo y abril.

Los cultivos de papa y tomate corresponden a siembras de invierno y verano, las siembras de invierno se realizan en forma escalonada desde julio hasta inclusive septiembre, la siembra de verano empieza en diciembre y concluye en febrero, la preparación de los terrenos se efectúan con las últimas lluvias de verano y lloviznas de otoño, y las cosechas empiezan en el mes de diciembre para las siembras de invierno y mayo y junio para las siembras de verano.



Actualmente estas siembras son reducidas por falta de agua ya que no existen sistemas de riego en la zona en el área específica del proyecto y el los sistemas que se encuentra fuera del área del proyecto, la cantidad de agua disponible no abastece para una cantidad considerable de cultivos que precisan riego integral.

Los cultivos de maíz grano, se siembran exclusivamente en verano, estas empiezan con la preparación de suelos en los meses de noviembre y diciembre, las siembras son en diciembre y enero y las cosechas normalmente se efectúan en los meses de abril y mayo.

Los cultivos de tomate, papa, arveja y cebolla son de verano aunque también se puede sembrar en invierno, pero por falta de agua las siembras de invierno normalmente no se efectúan, para siembras de verano la preparación de suelos empieza con las primeras lluvias, mientras que para siembras de invierno la preparación de suelos empieza luego de la cosecha de los cultivos de verano, las siembras se realizan después de la preparación de suelos y las cosechas se efectúan en el mes de noviembre e incluso diciembre.

Como cultivos complementarios tanto a la dieta familiar de los agricultores y algunas excedencias que se destina a los mercados más próximos se tiene a las hortalizas menores que se cultivan en pequeñas parcelas contiguas a los cultivos principales y su producción no implica una dedicación exclusiva, sino que el agricultor toma a las hortalizas menores como parte de la finca y las labores agrícolas que realiza para el cultivo principal, también repercute en las parcelas de las hortalizas menores. Por su naturaleza delicada sobre todo en la conservación y durabilidad, no es posible su transporte a grandes distancias más aún considerando las condiciones climáticas que no permite una conservación prolongada de productos perecederos, es por esta razón que las hortalizas menores se destinan más al autoconsumo y algunos excedentes al mercado de la ciudad de Tarija.

De acuerdo a las observaciones de campo y la información brindada por los usuarios, existen algunas siembras en los meses de agosto, septiembre y octubre, principalmente maíz con destino a la producción de choclo, la producción sale justo para la navidad y fin de año y los precios que se logran son muy buenos, sin embargo la falta de agua y poca durabilidad del producto tanto en campo como ya cosechado, no permite sembrar grandes extensiones.

En lo que se refiere a la productividad de los distintos cultivos, la falta de riego permanente se constituye en el principal aspecto que limita la producción, ya que en algunas oportunidades se pierde la totalidad de la producción de los cultivos dependientes en su totalidad del riego como las hortalizas y las siembras de invierno, por otra parte, la falta de humedad disminuye la productividad y la calidad de los frutales.

En cuanto a la jornada de trabajo, los comunarios no tienen un horario fijo para trabajar en la agricultura, el promedio de tiempo de trabajo es de 12 horas, de 6 a.m. a 6 p.m. La gente trabaja sin descanso todo el periodo de las siembras y cosechas de invierno y verano, aunque en la época de invierno las siembras más reducidas por la falta de agua y un sistema que garantice la provisión de agua para la totalidad de sus tierras, los trabajos disminuyen notablemente y esto induce a que la población principalmente los jóvenes y adultos productivos emigren a la Argentina y otras regiones en busca de trabajo. En épocas donde las labores agrícolas disminuyen, muchos comunarios para subsistir trabajan ayudando a los vecinos en sus tierras, aparte de su propio predio; o buscan trabajos temporales en las empresas que desarrollan actividades en la zona.



El área potencial de riego actualmente es utilizada para pastoreo de ganado caprino, ovino, vacuno y equino, entre los meses de octubre y febrero, mientras que durante el resto del año se encuentran en otras zonas de las comunidades. Los productores no cultivan estas áreas potenciales a secano por la escasez de lluvia y debido a que los bajos rendimientos de la producción no lo justifican.

### **II.3.1. ESTRUCTURA COMERCIAL DE LA ZONA DEL PROYECTO**

La producción de los cultivos se destinan entre un 50 a un 95% a la comercialización y el resto al autoconsumo. Los principales productos generadores de ingresos familiares son la vid, papa, tomate, maíz choclo y la cebolla, cuya producción es destinada casi en su totalidad a la comercialización, dejando una pequeña porción para el autoconsumo. Las hortalizas que se siembran en pequeñas parcelas cercanas a las fuentes de agua y las casas de los comunarios se destinan al consumo familiar.

El principal mercado para la producción es la ciudad de Tarija y las ferias comunales de las comunidades vecinas. Los caminos son transitables todo el año con ligeras interrupciones en la época de lluvias.

En el caso de la comercialización de la vid, papa, tomate y cebolla, al margen de los mercados locales de la ciudad de Tarija y las bodegas de la zona que absorben una importante cantidad de uva de la producción de la zona, los mercados más próximos son las ciudades de Santa Cruz, Potosí y los puntos intermedios de Entre Ríos, Caraparí, Yacuiba, Villa Montes y Camiri.

### **II.3.2. TENENCIA DE LA TIERRA**

El área con riego actual tiene una extensión pequeña de aproximadamente 2 has en dos campañas, y el área sin riego una extensión de más de 12 has aproximadamente. Esta área se encuentra específicamente en el área de influencia directa del proyecto.

Las 2 has bajo riego es mediante una galería filtrante que pertenece a una sola familia y se encuentra en el vaso de la presa proyectada, las demás 12 has se encuentran en márgenes de la Quebrada Grande en áreas pequeñas que también serán inundadas con la presa

Las familias de las comunidades beneficiadas con el proyecto poseen en promedio entre de 0.5 a 2 has de extensión de tierras por familia, sin embargo existe un pequeño porcentaje de la población (9%) que posee extensiones mayores.

La modalidad de la posesión de las tierras está determinada por la dotación a los comunarios por parte del Consejo Nacional de la "Reforma Agraria" de 1952, que consta de un título dotado por la Reforma Agraria.

Según la información recopilada para el último proceso de saneamiento realizado por el INRA, proceso que ya ha sido concluido, los comunarios han renunciado a sus títulos iniciales para realizar un saneamiento conjunto o colectivo que consisten el saneamiento comunal, es decir que se emitirá un solo título ejecutorial para toda la comunidad. Aunque el proceso ya finalizó, aún no se han emitido los títulos ejecutoriales respectivos a cada comunidad y aún



persisten algunos conflictos de límites principalmente entre las comunidades de Laderas Norte con San Antonio y Santa Ana La Vieja

Los agricultores pueden transferir sus propiedades con preferencia a sus hijos o familiares, o pueden transferir las tierras a un particular que no pertenezca a la comunidad, en calidad de venta donde aparte del costo de las tierras, se reconoce las mejoras realizadas.

Actualmente el derecho propietario de las tierras se encuentra totalmente garantizado por el Título Ejecutorial emitido por la Reforma Agraria, cada agricultor tiene sus propios documentos que acreditan su derecho propietario, con especificación de superficie y las colindancias, por otro lado todos los derechos propietarios se han venido consolidando por los servicios prestados a la comunidad por cada socio, los aportes económicos y los aportes en los trabajos realizados a favor del desarrollo de la comunidad.

Según la información de los comunarios, hasta el presente no se ha presentado conflictos sobre las propiedades, cada comunario es conciente de la cantidad de terreno que posee y respeta la condición de propietario de los demás vecinos, por otro lado, casi todas las familias vivientes y no vivientes en la comunidad se conocen mutuamente y desarrollan actividades sociales y administrativas dentro de una convivencia pacífica y armoniosa.

Se debe destacar que en la actualidad y como efecto de la parcelación de las tierras, que cada familia ha realizado entre sus miembros, las extensiones de las propiedades es cada vez más pequeño, situación que dificulta la realización de procesos productivos eficientes por familia, esta situación tiende a complicarse ya que la presión por la tierra bajo riego sobre todo, es cada vez más fuerte.

El 53 % (584 has), del área potencial de riego específica en la zona del proyecto (1100 has), corresponde a propiedad comunal y actualmente es utilizada para el pastoreo de ganado bovino, ovino, caprino y suino en la época de octubre y febrero, mientras que durante el resto del año los animales se encuentran en otros sectores de las comunidades.

La tierra con propiedad individual por los últimos saneamientos efectuados, no existen ya que se han acogido al saneamiento colectivo o comunal, antes de este proceso, cerca del 75 % del área total de las comunidades se encontraban fraccionadas o repartidas en cada afiliado o comunario.

**Cuadro: II.4**  
**Estructura de la tenencia de la tierra**

Rango:	Nº familias	Superficie (ha)	Ha/ familia
<b>Tierra de propiedad individual</b>	<b>172</b>	<b>515,00</b>	<b>2,99</b>
Menos de 1 ha	76	57,76	0,76
1- 4 has	55	152,35	2,77
Más de 4 has	41	305,04	7,44
<b>Tierra comunal (1)</b>	<b>172</b>	<b>585,00</b>	<b>3,40</b>
<b>Total</b>	<b>172</b>	<b>1100,00</b>	<b>1,90</b>

**Nota (1):** Todas las familias en el área del proyecto

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de la información recopilada.



## **II.4. ANALISIS DERECHO DE SERVIDUMBRE Y EXPROPIACIONES**

### **II.4.1. INTRODUCCION**

El Derecho de Terceros o Derecho de Servidumbre del proyecto constituye un espacio de ocupación definitiva con la implementación de la Presa, sus obras complementarias, el trazo del canal principal y las demás obras del sistema, implican afectaciones a terrenos antes descritos.

El análisis se basa principalmente en las mediciones in situ y cálculos realizados por la Consultora, la información de las autoridades locales y la situación actual de las tierras donde se implementará el proyecto, estableciendo de manera real y consensuada las magnitudes de afectación y las posibles vías de solución, en el entendido de la mayor parte de las tierras tienen dueño y cumplen una función social y productiva en la actualidad.

Dentro de este ámbito se deben realizar las negociaciones y acuerdos para dar vía libre a la ejecución del proyecto. Todas estas acciones es recomendable realizarlo antes del proceso licitatorio del proyecto para evitar conflictos sociales posteriores.

### **II.4.2. OBJETIVOS**

El objetivo central del Derecho de Servidumbre es el de analizar todos los factores inherentes a las afectaciones y Derecho de Servidumbre del Proyecto de Riego Presa Quebrada Grande. Mientras que los objetivos específicos se concentra en establecer e identificar:

- Los propietarios afectados con la implementación del proyecto.
- Identificar y clasificar los factores (en el ámbito individual y comunal), a ser afectados por el proyecto.
- Analizar e identificar la vulnerabilidad del afectado.
- Estimar los costos de los servicios públicos y privados a ser afectados con la Presa.

### **II.4.3. METODOLOGIA**

Dentro de una serie de métodos existentes para la elaboración de un trabajo como el que se plantea con el estudio TESA del proyecto de Riego Presa Quebrada Grande, y por las condiciones particulares del área de ocupación del proyecto, se ha adoptado el método de diagnóstico participativo.

El principio metodológico radica en el empleo de los números para señalar y representar los hechos investigados, los que a través de la comparación podrán ser agrupados y clasificados y de los que a su vez se desprenderán las leyes estadísticas.

Este método consta de cuatro fases o etapas, que son la recopilación de datos y la unidad estadística, la elaboración de datos, exposición de datos y la interpretación de los mismos.

Para los fines del presente trabajo se utilizó fuentes de información primarias (reuniones y entrevistas), y fuentes de información secundaria (como datos de instituciones encargadas de llevar las estadísticas locales, regionales, departamentales y nacionales).



Sin embargo por la particularidad que presenta el proyecto, no fue necesario la aplicación de metodologías complejas y paquetes estadísticos, ya que el numero de personas o familias afectadas con la implementación de la presa escasamente es una sola, asimismo el espacio de ocupación del trazo preliminar de los canales, esta completamente consensuado en el entendido de que no existen infraestructuras de apoyo a la producción como canales de riego, tuberías, cercos, galpones, depósitos, barracas, cabañas, etc., como tampoco infraestructuras sociales y de servicio como escuelas, campos deportivos, gasoductos, redes de energía eléctrica, sistemas de aguas potable y otros.

La mayor parte del trazo de los canales se desarrolla por tierras con bosques ralos y chaparrales, y tierras erosionadas comunales de pastoreo.

En los sectores por donde cruzan los canales, cuya propiedad esta legalmente justificada, y corresponde a predios comunales y algunos propietarios privados, han mostrado su predisposición de ceder esa fracción de terreno como Derecho de Servidumbre para uso exclusivo de canales, asimismo en ese tramo no deben realizarse otro tipo de trabajos.

La concensuación y los acuerdos finales con cada uno de ellos y visto bueno de las autoridades se encuentra en proceso de concensuación, se estima que hasta la conclusión del estudio se cuente con los acuerdos definitivos, tanto con los afectados en el sitio del embalse como con las comunidades que donde se ubicarán las obras de cabecera como San Agustín y Laderas Norte. Las comunidades de Laderas Centro y Laderas Sud han mostrado su total conformidad y predisposición de participar en la ejecución del proyecto.

A efectos de tener un conocimiento detallado del área de inundación sobre la base de la delimitación topográfica se hizo un recorrido desde el cierre de la presa hasta las vecindades de las viviendas de los propietarios.

De este recorrido se establecido que la mayor parte de la superficie afectada esta ocupado por bosques secundarios intervenidos por la explotación selectiva de madera doméstica y pastoreo. Otra parte importante lo ocupan el lecho del río y las áreas de protección de las riberas del río.

En cuanto se refiere al área de afectación de la presa tomando en cuenta la altura total de 42,15 m, es de aproximadamente 35 ha, cuya superficie corresponde a seis familias de donde el principal afectado es el Sr. Germán Sivila, quien ha mostrado interés en la ejecución de la presa a pesar de perder toda su propiedad que consta de una galería filtrante canales de riego, estanque de hormigón ciclópeo, 2 ha de terreno bajo riego, 3 ha de terreno de pastoreo, 20 árboles frutales y tubería.

El número de afectados con la implementación del embalse alcanza a seis familias, las cuales a excepción del Sr. Sivila que tiene importantes mejoras, las demás familias poseen pequeñas áreas de cultivo a secano en las márgenes de la quebrada que van de 0,5 a 1,0 ha y que sólo se cultivan en la época de lluvias, por otro lado poseen también tierras de pastoreo en las laderas de o paredes del futuro embalse. La relación de las familias afectadas con el embalse es la siguiente:

1. Germán Sivila
2. Angela Castillo
3. Eusebia Gallardo



4. Romualdo Gallardo
5. Wilmán Tapia
6. Julia Altamirano

El área de embalse o espejo de agua no afecta a las viviendas de los propietarios que se encuentra en las inmediaciones del embalse, como tampoco llega a inundarse a infraestructuras complementarias a las viviendas como servicios básicos y otros.

Al margen de las anteriores apreciaciones no se han identificado otro tipo de infraestructuras o terrenos cultivables que vayan a ser afectados.

Un aspecto que amerita un tratamiento diferenciado es el relacionado con el daño ambiental en el sitio de la presa dirigido principalmente a la existencia de especies forestales nativos cuyo valor botánico es significativo, aunque su valor económico como madera es irrelevante, pero si importante como fuente de energía si se lo aprovecha como leña o elaboración de carbón.

A los efectos de cuantificar la existencia de las principales especies nativas se ha realizado una inventariación en toda el área del embalse habiendo obtenido los siguientes resultados:

**Cuadro: II.5**  
**Cuantificación de especies forestales nativas del área de embalse**

Especie	Nombre científico	Numero	Tamaño promedio (m)
Molle	Schimuns molle	217	2,0 a 3,0
Algarrobo negro	Prosopis nigra	345	3,0 a 3,5
Churqui	Acacia cavens	179	2,0 a 2,5
Eucalipto	Eucaliptos sp	2	5,0
<b>Total</b>	<b>4 especies</b>	<b>743</b>	

Al margen de las especies señaladas en el cuadro anterior, existen otras especies que revisten importancia económica ni botánica por lo que no se ha incluido en la lista de especies nativas a ser afectados.

El valor que se le asigne a las especies afectadas y dependiendo de los montos acordados, se ha acordado con las autoridades de la comunidad de Laderas Norte, crear un fondo de compensación ambiental para el control de estabilidad de la cuenca y actividades reforestación en las inmediaciones de la presa.

Esta acción se efectuará una vez que los comunarios derriben y realicen el aprovechamiento de las especies para luego realizar el desbroce y limpieza del sitio del embalse.

El fondo de compensación será manejado por la comunidad para los emprendimientos antes mencionados.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es que el embalse llega a inundar un tramo de la carretera que se dirige a la comunidad de Laderas Norte en el sector por donde cruza la quebrada casi al final del embalse, la longitud posible a ser inundado es de 1,5 a 2 km, los cuales deben ser objeto de reubicación y reposición en las mismas condiciones actuales que permita una operabilidad aceptable y que cumpla con las exigencias de los comunarios.



Esta vía además de unir la ciudad de Tarija con la comunidad de Laderas Norte, es una vía de conexión única con otras comunidades de la parte alta como Cieneguillas, Cristalina y otros, por lo tanto su importancia es singular.

#### **II.4.4. ENTREVISTAS Y REUNIONES CON LOS POSIBLES AFECTADOS**

Luego de la identificación, definición y tipificación de los afectados, se inició con el proceso de consensuación con los posibles afectados, primero a nivel de las reuniones comunales, a nivel de autoridades y finalmente a nivel personal.

La particularidad de las familias asentadas en el sitio del embalse caracterizado por su alto índice de pobreza a pesar de estar cerca de la ciudad de Tarija y el elevado nivel de analfabetismo, hace que las personas abriguen percepciones equivocadas y desconfianza a las instituciones y empresas que desarrollan sus actividades en la zona tal es el caso del presente estudio que no ha sido del todo entendido en su dimensión y beneficios potenciales para la zona y principalmente para las familias que viven en el entorno inmediato de la presa.

Dentro de este ámbito las primeras reuniones no fueron precisamente amigables ni fraternas, al grado de que todas las familias afectadas, incluyendo autoridades y comunarios, se opusieron rotundamente al proyecto, por considerarlo atentatorio a los intereses de la comunidad, más aún si la comunidad no recibía beneficios y que por el contrario iba a embalsar aguas para otras comunidades de otra Provincia, lo que ocasionó algún sentimiento de rechazo al proyecto.

Sin embargo en sucesivas visitas y reuniones se ha insistido en el entendimiento y conocimiento del proyecto mediante explicaciones de los beneficios y alcances del proyecto, al grado de identificar clara y específicamente los beneficios que posteriormente fueron consensuados en reunión de autoridades y comunarios, cuyas conclusiones, se presentan el punto referido a la socialización del proyecto.

Sobre la base de estos acuerdos preliminares y verbales, se han sostenido reuniones personales con cada afectado, habiéndose logrado la aceptación previa de una compensación y/o indemnización con dos familias afectadas, las restantes aún esperan el visto bueno al proyecto y sus beneficios por parte de las autoridades para luego llegar a un acuerdo definitivo.

Lo rescatable de este proceso es que ya no existe una posición cerrada de oposición al proyecto, más por el contrario las reuniones y entrevistas han servido para la apertura de espacios de diálogo y consensuación aunque preliminares, son considerados de fundamental importancia en el entendido de la meta final es arribar a un acuerdo definitivo.

Además se debe entender que dentro del espacio sociocultural y socioeconómico en donde se pretende implementar el proyecto es particularmente difícil conseguir entendimientos avanzados en un corto plazo, el proceso en el buen sentido de la palabra puede incluso prolongarse hasta la misma ejecución del proyecto, por lo que se debe entender que el proceso tiene un periodo de maduración que no es posible dimensionarlo ni precisarlo con facilidad, lo que si está claro es que se debe intensificar y acelerar el proceso dentro de las posibilidades y facilidades que permitan los comunarios y autoridades de las comunidades de Laderas Norte y San Agustín.



Otro de las percepciones recogidas de las reuniones y entrevistas la totalidad de los afectados se inclina en que la forma de compensación y/o indemnización sea en dinero afectado, aunque algunos mostraron algún interés en una posible reubicación con dotación de tierras en el área de riego de las otras comunidades, sin embargo se ha percibido que prefieren continuar en la zona del embalse y con el dinero recibido realizar algunas mejoras y tratar de adecuarse al nuevo escenario conformado por el embalse.

Por otro lado solicitaron mayor información y una copia de planos donde se señale claramente la superficie afectada, las áreas y la delimitación de la presa, a los fines de poder asesorarse en forma particular, propiciar reuniones familiar para tomar una decisión final y las condiciones bajo las cuales se podrá llegar a los acuerdos y poder liberar el Derecho de Servidumbre de la presa.

Asimismo los planos y documentos facilitados por las entidades involucradas en el proyecto, deberán señalar claramente los beneficios tanto en infraestructura de riego y de apoyo a la producción, así como las estrategias de desarrollo piscícola y turísticas, y socio ambiental manifestados en las reuniones, con esta información una vez evaluada y analizada, las autoridades de las comunidades darán el visto bueno al proyecto y su posterior ejecución.

Queda como acción pendiente la consecución de los acuerdos definitivos y el visto bueno de las autorices y suscripción de actas y acuerdos sobre la base de las negociaciones inherentes a la liberación del Derecho de Servidumbre de la presa.

## **II.5. DISPONIBILIDAD DE AGUA**

### **II.5.1. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA HIDROGRAFICA Y/O SUBCUENCA INMEDIATA Y DE LAS FUENTES DE AGUA**

De acuerdo a la clasificación ecológica de la zona, la cuenca del río San Agustín, esta ubicada en la región ecológica de sub andino, caracterizada por presentar vegetaciones propias del sub andino, es decir vegetación pequeña de zonas altas. La zona agrícola del proyecto, se ubica en el valle central de Tarija, donde la vegetación natural en la zona esta caracterizada por especies de la formación de valles secos constituidas principalmente por churquis, molles, chañares, tuscas, atamisques, algunos algarrobos, jarcas, álamos, sauces, pinos y eucalipto, asimismo existen bosques bajos de algunas otras especies propias de las zona de valles secos.

La cuenca colectora del proyecto en el caso del río San Agustín, tiene una extensión de 166,5 km<sup>2</sup>, mientras que la cuenca de aporte correspondiente a la Quebrada Grande es de 26,2 km<sup>2</sup>, tiene una variación altitudinal de 1850 msnm, en la parte de cierre con la presa, hasta la parte más alta de la serranía a una altura de 2266 msnm. (Cima cerro Mesón).

Las pendientes son moderadas en la parte baja, fuertes pendientes de relieve irregular en la parte de la serranía de Laderas, y con una cobertura vegetal escasa que ocasiona escorrentías concentradas. La escorrentía también es debida a la ocurrencia de lluvias de alta intensidad y capacidad media de infiltración de los suelos. La longitud de la cuenca desde el punto hidráulico más distante hasta el área de regulación del proyecto (construcción de la presa) es de 9 km, mientras que desde el río San Agustín es de 34.3 km.



### II.5.1.1. Fuentes de agua superficiales

La fuente principal de provisión de agua de la cuenca a ser regulada por la presa lo constituye el río San Agustín, Quebrada Grande y quebradas adyacentes cuyos caudales medios mensuales se muestran en los cuadros: II.6 y II.7, caudales medidos y calculados a la altura de la presa de regulación de aguas que se planifica construir.

El procedimiento para determinar el valor del coeficiente de escurrimiento para un aprovechamiento hidráulico en estudio, cuando no se tienen datos de aforo, consiste en comparar la cuenca con otras, cuyas características generales de climatología, extensión, pendiente, vegetación, geología, etc., sean semejantes y en las cuales se cuenta con datos de aforo que hayan permitido previamente la deducción de los coeficientes de escurrimiento anuales. Asimismo, si no se cuenta con la información de cuencas semejantes, el coeficiente de escurrimiento también puede calcularse utilizando formulas empíricas, como ha sido nuestro caso.

Formula para el cálculo del Coeficiente de Escurrimiento Anual:

Para  $K > 0.15$ :

$$C_e = K (P - 250) / 2000 + (K - 0,15) / 1,5$$

Para  $K < 0.15$ :

$$C_e = K (P - 250) / 2000$$

Donde:

**C<sub>e</sub>** = Coeficiente de escurrimiento medio anual

**P** = precipitación anual en milímetros.

**K** = Parámetro que depende del tipo y del uso (o cubierta) del suelo

Las formulas se consideran validas para valores de la precipitación anual entre 350 y 2250 mm. Sin embargo, se aconseja emplearlos con cautela cuando la precipitación tiene un valor cercano a algunos de los límites señalados.

Para las cuencas de San Agustín y Quebrada Grande se ha estimado un K de 0,38, obteniéndose el siguiente valor para el coeficiente de escurrimiento:

#### **Cuenca Quebrada Grande:**

$$C_e = 0,38 \times (489 - 250) / 2000 + (0,38 - 0,15) / 1,5$$

$$C_e = 0,20$$

#### **Cuenca San Agustín:**

$$C_e = 0,38 \times (522 - 250) / 2000 + (0,38 - 0,15) / 1,5$$

$$C_e = 0,20$$



Estos valores para el coeficiente de escurrimiento es un valor promedio, lo cual significa que durante el año hay periodos en que este valor es más grande y también hay periodos en que el valor es más pequeño.

Los valores mencionados dependen directamente del tipo de cobertura de la cuenca y de la situación de humedad del suelo, ya que después de algunos días de lluvia el suelo esta saturado y el coeficiente de escurrimiento incrementa su valor. Esta situación se presenta durante la época de lluvias, por eso el coeficiente de escurrimiento es más grande entre los meses de noviembre a marzo.

El coeficiente de escorrentía medio, que determina la proporción de lluvia total que alcanzará el curso de drenaje en el punto de la presa, depende del porcentaje de permeabilidad, pendiente y características de encharcamiento de la superficie, otras características que influyen en el coeficiente de escorrentía son la intensidad de lluvia, proximidad nivel freático, grado de compactación del suelo, porosidad del subsuelo y la vegetación.

Actualmente el uso de las aguas del Río San Agustín y la Quebrada Grande, se limita al riego de pequeñas parcelas ubicadas en ambas márgenes de los dos ríos, luego de unirse con el río Santa Ana, posteriormente forma parte del río Grande de Tarija, la dotación de agua para la agricultura en la parte baja es a menor escala, puesto que el curso es utilizado como parte de otros afluentes que forma el río Santa Ana y el porcentaje del caudal del río San Agustín como caudal base del río Santa Ana es mínimo en relación al caudal base del curso principal, puesto que en estiaje este caudal disminuye hasta los 2 l/s y en algunos años se llega a secar por completo.

El aporte de la Quebrada Grande en los meses de estiaje al río Santa Ana es nulo, ya que en agosto y septiembre generalmente no existen caudales en el curso principal. Para el cálculo de aportaciones a la cuenca Quebrada Grande y San Agustín, se han determinado los escurrimientos anuales aplicando coeficientes de escurrimiento a las precipitaciones anuales. Un resumen de los mismos se indica a continuación.

**Cuadro: II.6**  
**Escorrentía Mensual Río San Agustín (sitio del azud)**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<b>P<sub>media</sub> (mm)</b>	115.3	92.4	82.9	17.3	4.0	1.1	0.7	2.6	7.2	31.4	52.7	94.5	502.1
<b>Q<sub>media</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	581,418	602,465	718,222	278,870	60,509	23,677	5,261	0.0	0.0	2,630	84,187	281,501	2,638,470
<b>P<sub>75%</sub> (mm)</b>	82.4	63.3	44.1	6.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.5	14.8	35.6	60.8	307.9
<b>Q<sub>75%</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	483643	501197	597349	231866	50303	19650	4454	262	262	2096	69953	234224	2,195,258
<b>Q río San Agustín (m<sup>3</sup>/s)</b>	1.004	1.703	1.332	0.569	0.074	0.031	0.006	0.002	0.079	0.235	0.154	0.170	0.0447

*Fuente: Elaboración propia sobre la base del análisis hidrológico.*

**Cuadro: II.7**  
**Escorrentía Mensual Quebrada Grande (sitio de la presa)**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
<b>P<sub>media</sub> (mm)</b>	120.3	94.5	84.4	18.1	3.7	1.0	0.8	2.7	7.7	33.1	57.4	98.3	522.1
<b>Q<sub>media</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	3,842,998	3,982,111	4,747,233	1,843,248	399,950	156,502	34,778	0.0	0.0	17,389	556,452	1,860,637	17,441,300
<b>P<sub>75%</sub> (mm)</b>	84.22	64.47	44.16	7.31	0.16	0.02	0.01	0.08	0.5	15.47	37.98	60.02	314.4
<b>Q<sub>75%</sub> (m<sup>3</sup>)</b>	3,217,676	3,332,593	3,973,796	1,543,884	334,758	131,571	28,312	1665	1665	14,989	466,329	1,557,208	14,604,452.4
<b>Q Quebrada Grande (m<sup>3</sup>/s)</b>	0.136	0.231	0.180	0.077	0.010	0.004	0.001	0.000	0.011	0.032	0.021	0.023	0.060

*Fuente: Elaboración propia sobre la base del análisis hidrológico.*

Según el esquema de aprovechamiento hidráulico del proyecto, la presa se ubica en la cuenca del río Quebrada Grande y las obras de derivación en el río San Agustín. Respecto a



los aportes, la Quebrada Grande aporta la totalidad de su escurrimiento y el río San Agustín solo caudales de trasvase a través de la derivación.

De acuerdo a los compromisos arribados con las comunidades próximas al río San Agustín, se ha acordado que solo se captarán las aguas en época de crecidas, por lo que el caudal a derivar estará en función de naturaleza de los hidrogramas que reflejan el comportamiento hidráulico del río. Asimismo, otro aspecto que influye en los caudales a derivar es la capacidad del canal de derivación.

Si se considera un canal de derivación con una capacidad de 2 m<sup>3</sup>/s y un periodo de derivación de 5 meses (noviembre a marzo), se han estimado los aportes mensuales que se indican en siguiente cuadro. Asimismo, se muestran los aportes de la Quebrada Grande y los aportes totales.

**Cuadro: II.8**  
**Aportes Mensuales al Embalse (m<sup>3</sup>)**

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Derivación efectiva Río San Agustín (Q=2.0 m <sup>3</sup> /s)	2,010,194	1,715,444	1,762,604								1,335,848	1,682,600	8,506,689
Escurrimiento Quebrada Grande	581,418.3	602,465.1	718,222.6	278,870.3	60,509.6	23,677.7	5,261.7			2,630.9	84,187.3	281,501.2	2,638.744
<b>Aporte total</b>	<b>2,591,612</b>	<b>2,317,909</b>	<b>2,480,827</b>	<b>278,870</b>	<b>60,510</b>	<b>23,678</b>	<b>5,262</b>			<b>2,631</b>	<b>1,420,035</b>	<b>1,964,101</b>	<b>11,145,435</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base del estudio hidrológico.

### II.5.1.2. Fuentes de aguas subterránea y sub-alvea

No se cuenta con estudios de aguas subterráneas. En la zona del proyecto, los lechos de los ríos San Agustín y Quebrada Grande, presentan una conformación rocosa de más 6 m de profundidad en el sitio de la presa que emerge en ambas márgenes del río, y a la altura de la presa de regulación proyectada las aguas sub-alveas correrían por este espesor de material granular en dirección al río Quebrada Grande. Se estima un caudal de subálveo de 5 l/s, calculado sobre la base de la permeabilidad del estrato granular que esta compuesto por gravas con gran cantidad de arena medias a finas.

### II.5.1.3. Embalses

En la zona del proyecto actualmente no existen embalses naturales ni construidos y por las informaciones recibidas tanto de las autoridades comunales como de organizaciones que trabajan en la zona, solamente se tiene prevista o proyectada la construcción del embalse de Quebrada Grande, que se constituiría el presente proyecto, con el fin de almacenar y regular las aguas de estas dos fuentes, mediante una infraestructura de almacenamiento con fines de aprovechamiento de las aguas en las épocas de déficit de agua.

## II.5.2. USO ACTUAL DEL AGUA

El uso actual del agua esta destinado a dos fines, el primero la dotación de agua para riego a las comunidades de la cuenca de San Agustín en la parte alta y media, asimismo existen pequeños microsistemas de riego familiares en la Quebrada Grande que utilizan las aguas de escorrentía de esta quebrada en la época de lluvias, pero con caudales mayores que son los que se juntan para formar el flujo del río Santa Ana, y segundo como parte del caudal



base del río Grande de Tarija, pero que no es importante este caudal en función de los cursos principales que llegan a este río caudaloso.

Las aguas de estos ríos son también utilizadas para usos domésticos de la población como el consumo humano en aquellas familias que no tienen agua potable, lavado de ropa y aseo personal y finalmente otro uso importante es el consumo por el ganado mayor y menor de las familias de las comunidades.

### **II.5.3. DERECHOS DE TERCEROS**

Las comunidades de San Agustín Norte, San Agustín Centro y San Agustín Sud, por su ubicación se constituyen en los asentamientos más próximos, estando la comunidad de San Agustín Sud cerca de las obras de derivación sobre el río San Agustín y al mismo tiempo se encuentra dentro de la cuenca del río, sin embargo por la naturaleza del azud derivador, no está previsto la afectación a ninguna familia de esta comunidad.

En la Quebrada Grande donde estará ubicado el embalse, dentro del área de inundación existen predios de cultivos que corresponden a 6 familias, por lo que el área de inundación de los aproximadamente 35 ha llegará a cubrir el espacio de ocupación de estas familias y sus respectivas tierras, por lo que será necesario efectuar las evaluaciones y el cálculos de las indemnizaciones bajo un criterio consensuado y acordado con las familias posibles a ser afectados.

Otra figura posible de implementar para compensar a las familias afectadas, es asignar un territorio compensatorio en las áreas comunales de riego a ser incorporadas, ya que como son terrenos comunales es más viable una dotación de tierras a las familias reubicadas, viviendas y otras infraestructuras complementarias deben ser necesariamente indemnizadas.

Al margen de estas familias, no existen otras familias, comunidades ni asentamientos rurales nucleados aguas arriba del sitio de ubicación del embalse, en este sentido de acuerdo a las normas de aprovechamiento de aguas, solo existirían problemas de derechos de propiedad de las dos familias que serían afectadas con el embalse.

Aguas abajo, conforme las verificaciones realizadas los caudales que aportan los ríos San Agustín y Quebrada Grande a sistemas de riego existentes, es mínimo por lo que no se afectaría, más por el contrario con la regulación del río se tendrá que dejar un caudal constante de 50 l/s, que es superior a la media que regularmente existe.

El sistema de riego a construirse utilizará sólo aguas de escurrimiento excedentario en la época de crecidas del río San Agustín, lo que no afectará los caudales ecológicos naturales actualmente existentes, más por el contrario se llegaría a generar un caudal continuo ecológico de unos 15 l/s en el curso de la Quebrada Grande para que no interfiera en los sistemas ecológicos aguas abajo en época de estiaje.

La regulación incluso proporcionará la ampliación del área agrícola y permitirá dotar un caudal continuo a los sistemas aguas abajo.

La dotación de riego para las comunidades beneficiadas, por disposiciones legales vigentes el uso de las aguas del río no debe afectar al caudal mínimo ecológico, por lo que la presa



de regulación debe permitir un caudal mínimo en época de estiaje que corra en forma continua por el cauce conforme lo previsto.

La figura de derechos de terceros en la comunidad de San Agustín, esta totalmente clara en el entendido de que la comunidad deberá gozar de acuerdos y convenios correspondientes recibir acciones de reconocimiento y/o compensación por la utilización de las aguas, estas acciones se pueden traducir en la implementación de proyectos de desarrollo para la comunidad, servicios de atendimento por la extracción del agua como una forma de compensar a la comunidad. De acuerdo a la información de los agricultores aguas abajo, no existen conflictos por la utilización del agua, ya que las tomas están ubicadas donde el río San Agustín ya no es aprovechable y por lo tanto si se deja el caudal mínimo previsto sobre el curso, no existiría ningún problema.

En el caso de habitantes que viven cerca del embalse de la Quebrada Grande, las acciones de compensación se deben inicialmente asociarse a la presa como aprovechar el agua con destino al consumo humano, fines de cría de peces y desarrollo turístico, al margen de las compensaciones específicas de las familias afectadas dentro del área de inundación, por otro lado es posible también el emprendimiento de proyectos de desarrollo para las familias del área del embalse consistentes en la construcción de atajados y habilitación de tierras para riego, estas acciones deberán ser de uso exclusivo de toda la comunidad.

#### **II.5.4. CALIDAD DEL AGUA**

Las fuentes de agua de la zona reportan bajos índices de adsorción de sodio, lo que indica que no pueden existir problemas de alcalinización en suelos, además de bajos riesgos de salinización en riego; el 75% de las fuentes tienen rango de aptitud normal.

Los niveles de flúor en las corrientes de agua especialmente en los cursos que fluyen al río Tarija, son bajos lo cual tiene relación con problemas dentales endémicos en comunidades campesinas de esta cuenca.

En general, se puede afirmar que la intensidad de la contaminación aumenta considerablemente en periodos de estiaje o de mínima por la disminución notable de los caudales, en consecuencia en el sistema del río San Agustín goza de buena salud en cuanto al a la calidad de agua se refiere.

Para la caracterización de la calidad del agua de la fuente principal, se ha recurrido a los datos obtenidos de las muestras enviadas al Laboratorio de Suelos y Aguas del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG), de la ciudad de Tarija, dependiente de la Prefectura del Departamento de Tarija. Las muestras fueron tomadas en el sitio de las obras de derivación sobre el río San Agustín.

Estas muestras se encuentran en proceso de análisis, una vez obtenido los resultados se ampliará en informes sobre la calidad de aguas de la cuenca de San Agustín.

En Anexos, se presentan los resultados actualizados de las características físico-químicas del agua del río San Agustín, cuyos resultados transformados a unidades estándar para la interpretación respectiva, se presentan en el cuadro: II.9.



Cuadro: II.9  
Resultados de análisis químico del agua de para riego

Identificación	pH	CE mmohs/cm	Cationes solubles (meq/ltr)				Aniones solubles (meq/l)				Boro (ppm)
			Ca + 2	Mg +2	K+1	Na+1	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	
Río San Agustín	8.56	0.336	2.18	2.39	0.08	0.06	0.20	2.00	0.31	16.49	-.-

Fuente: Resultados de las muestras analizadas (Agosto 2008).

Realizando un análisis de los resultados, los valores muestran que la calidad del agua tanto para el consumo humano como agua para riego es apta para todo uso sin restricciones.

### II.3.5.1. Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

En base a los cationes intercambiables Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> y Na<sup>+</sup> puede calcularse el valor de la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), para efectos de cálculo se tomará los valores de los resultados de los ensayos.

La inter-relación de la CE y RAS se interpreta mediante el uso del diagrama para la clasificación de las aguas para riego que se encuentra en el manual del Centro Regional de Ayuda Técnica AID:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} = \frac{0,06}{\sqrt{\frac{2,18 + 2,39}{2}}} = 0,040$$

De acuerdo al antes citado, el resultado de esta inter-relación corresponde a la Clasificación C1-S1; (Tabla L.V. Wilcox), que pertenecen a la denominación de aguas buenas. El significado e interpretación de esta clase de agua es la siguiente:

#### a) Clasificación Salina:

**C1:** Corresponde a las aguas de salinidad baja, que se puede usar sin peligro para el riego de todos los cultivos y en todos los tipos texturales de suelo con algunas restricciones no significativos. Existe poca probabilidad de procesos de salinización. Para esta categoría del rango de la CE varía de 0,250 a 0,750 mmohs/cm. La Conductividad Eléctrica de las aguas de la zona del proyecto está en el orden de los 0,336 mmohs/cm. Según la FAO, el límite permisible para agua de riego en cuanto a la conductividad eléctrica se refiere es de 3,0 mmohs/cm.

#### b) Clasificación Sódica:

**S1:** Corresponde a aguas con bajo contenido de sodio, pueden ser usadas en todos los suelos y todos los cultivos, sin ningún peligro.

En suelos de textura fina, el sodio representa un peligro considerable, más aun, si dichos suelos poseen una alta capacidad de intercambio catiónico, especialmente bajo condiciones de lavado deficiente, salvo que el suelo, contenga yeso. El valor del RAS de las aguas del área del proyecto tiene un valor de 0.040.



### c) Clasificación en base a las sustancias fitotóxicas:

El elemento más importante para esta clasificación está representado por el boro. Los cultivos y frutales del área del proyecto varían en su tolerancia al boro, por lo que basándose en el contenido de este elemento se clasifican como se indica en el cuadro: II.10.

**Cuadro: II.10**  
**Clasificación de las plantas en base al contenido de Boro**

Susceptibles: 0.3 a 1 ppm de Boro	Tolerantes: 2 ppm de Boro	Tolerantes: 3 a 4 ppm de Boro
Vid	Maíz	Remolacha
Duraznos	Papa	Cebolla
Ciruelos	Tomate	Zanahoria
Otros frutales	Leguminosas	Hortalizas menores

*Fuente: Elaboración propia sobre la base de la bibliografía revisada.*

Para valores comprendidos de 0.10 ppm hasta 10 ppm de Boro, donde se encuentran la mayoría de los cultivos existentes en la zona y refrendados por las plantas tolerantes como para las susceptibles, el elemento Boro, no presenta riesgos tóxicos en el agua de riego. De todos los parámetros evaluados, se puede concluir que las aguas del río San Agustín, de acuerdo a la clasificación para el uso del consumo humano, son aguas aptas; y según la Clasificación de aguas para riego de la Universidad de California y el departamento de aguas de Israel, pertenecen a la Clase I, denominados aguas aptas para irrigación sin restricciones.

## II.6. SISTEMAS DE RIEGO EXISTENTES

### II.6.1. INFRAESTRUCTURA

Dentro del área de influencia directa del proyecto, actualmente sólo existe un sistema de microriego establecido, que se encuentra en el área del vaso, el sistema ocupa una superficie de 2 ha, con riego deficitario y es de propiedad del Sr. Germán Sivila, cuyo número de miembros es de 6 personas.

La infraestructura mencionada cuenta con galería filtrante de 45 m de ancho que cruza prácticamente todo el lecho del río, una profundidad de 2.5 m y un ancho de 1,1 m, cuya capacidad de captación de aguas subálveas es de aproximadamente 10 l/s. Asimismo cuenta con un canal de tierra de 35 m de largo y sección rectangular de de 1,50 m de alto y 70 cm de ancho hasta el estanque que esta construido de hormigón ciclópeo, todo el sistema en su conjunto se encuentra en plena operación habiéndose observado un adecuado mantenimiento. La galería cuenta también con una tubería PVC de captación en una longitud de 15 m y un diámetro de 8 pulgadas.

El estanque de hormigón ciclópeo tiene dimensiones de 5.60 m de ancho por 18.80 m de largo muros de hormigón de 0.90 m de ancho.

Luego de la salida de estanque por medio de una llave, el agua escurre por un canal de tierra de 195 m de longitud cuya sección rectangular es de 30 cm de alto por 70 cm de ancho que sirve para el riego de las 2 ha, de este canal secundario, nacen cada tanto partidores rústicos para el riego parcelario.



## II.6.2. INFRAESTRUCTURA VIAL Y OTRAS

La red fundamental comprende vías que unen el principal centro urbano que es la ciudad de Tarija, con las poblaciones de la zona, y con el resto del departamento y del país.

El camino de acceso por la parte alta es la carretera asfaltada Tarija – Santa Ana para proseguir hasta el sector de la Puerta al Chaco que continua asfaltado, desde este punto se sigue un camino ripiado en buenas condiciones hasta la comunidad de San Agustín Sud, no existe un camino vehicular hasta el sitio de la presa ni del derivador, por lo que solamente se puede llegar a estos sitios mediante una senda a pie o con la ayuda de animales de carga. La longitud aproximada es de 30 km.

Existen dos accesos por la parte baja. La primera por la comunidad de San Antonio, cuyo acceso es mediante la carretera asfaltada entre Tarija – Bermejo, hasta el cruce Santa Ana, desde este cruce se recorre aproximadamente unos 3 km de camino empedrado hasta el acceso al río Santa Ana por donde se ingresa a la comunidad de San Antonio, se cruza el río Santa Ana hasta llegar a la escuela, para luego continuar con un camino de tierra por la ladera hasta el abra de la Quebrada Grande, desde donde se divisa el área del embalse, por este sector tampoco es posible el ingreso directo con vehículo hasta el sitio de la presa y el azud derivador. La longitud de este acceso es de aproximadamente 27 km.

El segundo acceso por la zona baja es también mediante la carretera Tarija – Bermejo, hasta cerca del cruce al Valle y se sigue un camino empedrado y luego por la ladera por medio de un camino ripiado que comunica Tarija con la comunidad de Laderas Norte.

Este camino llega muy cerca del área del embalse, sin embargo se aleja demasiado del derivador en el río San Agustín. El acceso tiene casi la misma longitud que el primer acceso.

En cuanto a los accesos específicos para cada comunidad beneficiaria, cada una de estas cuenta con un acceso propio, el caso de la comunidad de Laderas Norte y el sitio de la presa el acceso más rápido y segura es por medio de la carretera asfaltada al valle, que se desvía a la altura de la entrada al valle.

El acceso a la comunidad de Laderas Centro es igualmente siguiendo la carretera asfaltada al valle hasta la entrada a la comunidad de Sunchu Huayco para luego emprender la ladera y subida hasta la capilla y escuela de la comunidad de Laderas Centro.

El acceso a Laderas Sud, es por medio de la carretera asfaltada al Valle, cuya entrada se encuentra a la altura de la comunidad de la Ventolera muy cerca de la Angostura.

La red de accesos antes descrito se caracteriza por ser transitable por vehículos de bajo tonelaje, con evidente falta de mantenimiento.

En la parte alta de las laderas existe un camino vecinal que comunica las comunidades de Laderas Norte con Laderas Centro.

## II.6.3. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad es buena para la mayor parte de las comunidades ubicadas en la parte alta y baja de la zona de riego, que son las comunidades beneficiadas con el sistema de riego,



pero no existe camino de acceso hasta las principales obras previstas por lo que para su ejecución necesariamente se deberán realizar la apertura de vías de acceso hasta los sitios de emplazamiento de las obras.

#### **II.6.4. TIEMPOS DE VIAJE**

El acceso al sector de la derivadora sobre el río San Agustín es la carretera asfaltada que une la ciudad de Tarija hasta el sector de la Puerta al Chaco, para continuar con una carretera ripiada hasta San Agustín Sud, el tiempo de viaje por la parte alta de la zona de riego es una 30 minutos a una hora desde la ciudad de Tarija. El tiempo de viaje por los otros accesos a las comunidades y el área de riego hasta los sitios de obra, normalmente es de 30 a 40 minutos.

#### **II.6.5. GESTION DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE**

La gestión de riego es muy simple y consta básicamente de los siguientes elementos:

El sistema de microriego opera con regularidad en la época de lluvias, pero no así en la época de estiaje cuando los caudales de aporte se reducen significativamente.

En el área específica con potencial de riego, sólo existe este pequeño sistema de riego. Al margen de esta área de riego de 2 ha, existen 12 ha para cultivos a secano que se explotan en la época de lluvias con cultivos de maíz para grano, papa al temporal y arveja.

La organización de los regantes en torno al sistema de riego es simple y se reduce a los miembros de la familia que es propietaria del sistema, quienes son los responsables del control de la asignación de agua a las parcelas y el mantenimiento.

La modalidad de distribución por medio de la aplicación del riego de acuerdo a la necesidad de los cultivos y los periodos de siembra de cada cultivo, priorizando las miskas o cultivos que dependen enteramente del riego, el riego no tienen una secuencia definida, puede empezar tanto en la cabecera del canal como al centro o al final del canal secundario.

Cuando existe necesidad de riego, normalmente se riega durante 12 a 16 horas, dependiendo de la disponibilidad de agua en el estanque, que generalmente tarda toda una noche en llenarse.

El mantenimiento de la infraestructura esta a cargo de la familia propietaria, quienes destinan un aporte en mano de obra para los trabajos de mantenimiento, normalmente los trabajos son conjuntos al inicio de cada campaña agrícola, el número de jornales es variable y depende de la magnitud de los trabajos a realizarse.

Eventualmente se realizan mantenimientos de emergencia al presentarse alguna situación de contingencia para lo cual se congrega toda la familia para hacer frente a la situación presentada.

La situación Sin proyecto refleja una actividad agrícola poco rentable y la cría de ganado y animales menores como actividad complementaria. Por las limitaciones en la disponibilidad de agua para riego no se podría pensar en una producción agrícola a gran escala.



La mayoría de la producción actual es a secano y la variedad de cultivos no es muy amplia., entre los cultivos más desarrollados están la papa, el maíz y frutales de carozo en su mayoría en una situación todavía precaria y pequeña escala, para la venta y consumo. Los frutales se constituyen en el rubro potencialmente importante para la economía de la zona del proyecto, aunque no asumido plenamente por los productores. La utilización de animales como herramienta de trabajo, manejo tradicional, es una práctica generalizada.

El uso actual de las aguas del río San Agustín, está destinado al uso en los pequeños sistemas de riego o tomas existente a lo largo del río, recolección en envases para el consumo humano y el lavado de su ropa en el curso del río.

El curso aguas abajo forma parte del río Santa Ana donde existe un sistema de riego, y posteriormente forma parte del río Grande Tarija y confluye con el río Bermejo en el punto triangular de Juntas de San Antonio en el Municipio de Bermejo. Otro destino importante que se le da a las aguas del río San Agustín como de la Quebrada Grande es el consumo de las aguas para el ganado, actualmente existen unas 2500 cabezas de ganado mayor.

Realizando un recorrido en la parte alta de la cuenca del río San Agustín, se pudo constatar la existencia de pequeños sistemas de riego mejorados con canales de hormigón y tomas directas del río, situados a lo largo del río San Agustín, que riegan las tierras más cercanas al río. La toma y canales, tienen capacidad para pequeños caudales entre 50 a 60 l/s.

El número de usuarios de estos microsistemas es de 15, los cuales están distribuidos en diferentes pequeños sistemas.

El estado actual de obras de captación de estos microsistemas, según observaciones realizadas, presentan deterioros por falta de mantenimiento, a pesar de ser sistemas que han sido mejorados, los problemas más importantes que se han observado son los destrozos en tomas en época de lluvias, y pérdidas del flujo de agua en los canales de revestidos.

Otro de los problemas observados es la operación de las estructuras de partición, ya que las mismas no mantienen sus condiciones originales de construcción y presentan pérdidas importantes en el flujo, la pérdida de las compuertas de partición y roturas en los muros, han modificado y distorsionado su diseño constructivo.

La operación actual de riego tiene dos características la poca operación en la época de lluvias, donde existe bastante agua y la operación sostenida y continua en la época de estiaje, normalmente la época de mayor actividad del microsistema empieza en el mes de abril hasta que se presente la época lluviosa donde ya no es necesario la operación.

Como el caudal que se recibe de la fuente no es continuo y varía de acuerdo al aporte de la galería, cuando la situación se torna crítica, para aprovechar mejor el agua, se almacena en el estanque.

El módulo de riego que maneja aproximadamente un regante es de 10 a 15 l/s.

El método de riego más utilizado es por surcos, la eficiencia de riego en este método se encuentra alrededor de los 35 %, utilizando un caudal aproximado por surco de 2 a 4 l/s, dependiendo de la longitud de surco que generalmente de acuerdo al tamaño de las parcelas los surcos no llegan a los 50 m.



En la Quebrada Grande no existen sistemas o microsistemas de riego, por lo que todo aprovechamiento de agua está destinado exclusivamente al uso de los pocos habitantes y ganado existente.

## **II.7. CARACTERISTICAS DEL SUELO EN EL AREA DEL PROYECTO**

### **II.7.1. ANTECEDENTES**

La zona del proyecto en cuanto a la investigación y tratamiento de los suelos no ha sido objeto de estudios o reconocimientos. Uno de los pocos estudios fue la que realizó la empresa consultora encargada del estudio de Prefactibilidad de la Presa Quebrada Grande, quienes realizaron levantamientos muy puntuales de las áreas específicas de cobertura de los microsistemas, sin embargo estos estudios no lograron abarcar en su investigación hasta las áreas potenciales de riego de las tres comunidades.

Adicionalmente a estos estudios de naturaleza puntual y específica se complementó con otro a nivel de reconocimiento efectuado por el equipo técnico del proyecto San Jacinto, conformado para la elaboración del estudio de factibilidad de la presa San Jacinto, donde se describe de manera muy general los suelos del área de riego. Esta aproximación abarcó todo el valle desde Tolomosa hasta la Angostura, el macro reconocimiento involucra un área desde las cercanías de la presa hasta la parte sur de del área de riego, pasando por Santa Ana, San Antonio y Sunchu Huayco.

Del estudio de suelos realizado por la Consultora encargada del estudio de Prefactibilidad del proyecto de Riego Presa Quebrada Grande, encargado por la OTNPB, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

#### **II.7.1.1. Conclusiones relevamiento etapa de prefactibilidad**

De los resultados del mapa de aptitudes y mapas base se concluye lo siguiente:

- En la cuenca de Santa Ana el área propuesta por el proyecto se encuentra en suelos de aptitud Clase 2 limitado fundamentalmente por factor erosión estas áreas se encuentran ubicados en las llanuras fluvio lacustres de la Cordillera Oriental, su vocación agrícola esta basada fundamentalmente en la producción de planta frutales vides en su mayoría, trigo, cebada y maíz como también papa y hortalizas. La textura de los suelos son FA a FYA, El pH varia de 6.1 a 8.7, la presencia de salinidad esta localizada a los largo del río Guadalquivir y el río Santa Ana, los suelos son moderadamente profundos a profundos.
- En la cuenca de Tarija (área considerada por el proyecto). Los suelos propuestos por el proyecto también se encuentra ubicados en gran parte en la Clase 2, la actividad agrícola en esta parte del proyecto por su ubicación fisiográfica homogénea a la cuenca Santa Ana se produce principalmente vid, caña de azúcar, cítricos y frutas subtropicales en la parte sur, y en el resto se cultiva papa, hortalizas y maíz, los suelos son F, FA, FL a FY. El pH esta en el rango de 5.1 – 8.5, los suelos son moderadamente profundos a profundos (40 perfiles).



Los suelos de la zona del proyecto requieren de manejo y conservación, así como de manejo y control de las áreas sujetas a la degradación por efecto de la erosión.

Las actividades que contribuyen al manejo adecuado de los suelos deberán contribuir al desarrollo económico de la población orientado a un manejo racional y sostenible de sus recursos naturales, planificando estrategias de uso y manejo de las áreas con riesgos de erosión y el sobrepastoreo.

Estos componentes de intervención deberán de incluir implícitamente una estrategia de capacitación y asistencia técnica de extensión agropecuaria orientada al desarrollo de una agricultura sostenible y una gestión comunitaria.

En función de lo expuesto se propone las siguientes actividades para un manejo sostenible de suelos.

### **II.7.1.2. Manejo y conservación de suelos**

#### **Manejo y control de áreas degradadas**

- Construcción de cercos.
- Regeneración natural de la vegetación.
- Forestación en linderos.

#### **Manejo y conservación de suelos**

- Terrazas de formación lenta con muros de piedra.
- Terrazas de formación lenta con barreras vivas.
- Manejo agronómico.

#### **Manejo y control de áreas degradadas**

- Diques de piedra.
- Diques de madera.
- Construcción de cercos.
- Zanjas de infiltración y coronación.

Estas soluciones propuestas deberán contribuir al desarrollo económico de la población asentada orientado a un manejo racional y sostenible de sus recursos naturales, planificando estrategias de uso y manejo de las áreas erosionadas, protegiendo de esta manera a la población asentada en las zonas de intervención e incrementando los rendimientos actuales de su actividad agrícola y pecuaria. Por otro lado la conservación y manejo de suelos, además del manejo y control de áreas degradadas con medidas biológicas evitando el sobre pastoreo. Estos componentes de intervención deberán de incluir implícitamente una estrategia de capacitación y asistencia técnica agropecuaria orientada al desarrollo de una agricultura sostenible y una gestión comunitaria.



## II.7.2. OBJETIVOS DE LA EVALUACION DE LOS SUELOS

Los objetivos inmediatos más importantes de la evaluación fueron los siguientes:

- Evaluar la aptitud para regadío por gravedad de las unidades de tierras reconocidas en el área y mostrar los resultados de esta evaluación en mapas a escala adecuada.
- Determinar el uso agrícola más apropiado, en condiciones de riego, de diferentes unidades de terreno de acuerdo a sus características edáficas y climáticas.

## II.7.3. SITUACION ACTUAL DE SUELOS EN LA ZONA DE RIEGO

Las tierras cultivables consideradas en el proyecto se hallan distribuidas a lo largo de la margen izquierda del río Santa Ana, cuyas formas fisiográficas predominantes se hallan representadas por las terrazas aluviales estabilizadas y de formación reciente, pie de montes, y llanura aluvial deposicional. La diversidad en cuanto al origen de suelos, las condiciones ecológicas así como la variada fisonomía topográfica, permite diferenciar varios grupos de suelos en el área de riego.

Las áreas potenciales de incorporar a condiciones bajo riego, son los terrenos al temporal, pastizales naturales y los sistemas existentes de microriego. De estos terrenos los que están ubicados en las mesetas altas y zonas de las laderas por su ubicación y pendientes es mejor no incorporar a condiciones bajo riego, a pesar por la naturaleza de origen y formación pedogenética pueden ser suelos de alta productividad con drenaje relativamente bueno, pero necesitan mayores obras de control de flujo que encarecería su sistematización.

En cambio los suelos ubicados en las partes más planas son adecuados para su incorporación al sistema de riego, y conforman una extensión importante en relación al sistema diseñado.

Las formas aluviales son originadas por la deposición continua del material sedimentario del río y con el transcurso del tiempo han formado terrazas aluviales, antiguas y estabilizadas y otras de formación reciente. La otra forma fisiográfica presente en el área, son las áreas onduladas, cuyo paisaje fisiográfico presenta características topográficas particulares de pendiente y de uso. Las pendientes presentes en cada una de las formas fisiográficas particulares del área de riego, varían de casi planas en las terrazas aluviales, ligeramente inclinadas en las bajadas e inclinadas en el pie de montes y ondulaciones.

En general, los suelos presentes en el área, poseen un buen desarrollo pedogenético, con clara diferenciación de los horizontes diagnósticos A, B y C, por lo que presentan una buena profundidad efectiva, con mas de 1,50 m de profundidad. Estos suelos tienen niveles de fertilidad variables y está con relación al manejo que se le ha dado al terreno.

Las texturas más sobresalientes son los francos arenosos moderadamente finos y francos, con presencia de grava y/o piedra.

El drenaje interno es bueno y permeabilidad moderada en suelos francos, lo que denota una buena capacidad de retención de humedad y humedad total aprovechable. Mientras que en texturas franco arenosas, el drenaje y permeabilidad es moderadamente rápida.

El pH de la mayoría de estos suelos está entre 7 y 8. Los suelos con mayor índice de



alcalinidad están ubicados cerca de lechos de ríos y presentan nivel freático poco profundo.

El calcio (Ca) y magnesio (Mg), se presentan en niveles altos a muy altos, en cambio el potasio (K), se presenta en niveles moderados a altos y el fósforo (P) presenta niveles óptimos en algunos suelos, pero también niveles bajos y muy bajos en otros.

La materia orgánica (MO) está presente en niveles bajos a muy bajos, por esta razón el agricultor generalmente realiza la aplicación de estiércol y otros fertilizantes orgánicos o químicos para aumentar el nivel de MO del suelo.

#### **II.7.4. EVALUACION DE SUELOS DEL AREA DE RIEGO A NIVEL DE SEMIDETALLE**

Sobre la base de la información macro obtenida con la revisión bibliográfica, se ha realizado el levantamiento de suelos a nivel de semidetalle a una escala de 1:10000, a la conclusión de los trabajos de campo y de gabinete, donde se han realizado una serie de actividades desde la revisión de bibliografía, el reconocimiento del área de influencia del sistema de riego, trabajos de campo, texturaciones, lecturas de los perfiles modales, además de verificar el uso actual del suelo y los que se podrían incrementarse para riego, todas estas actividades siguieron un cronograma de actividades de desarrollo simultáneo.

Los trabajos iniciales consistieron en la delimitación del área de estudio que de acuerdo a la capacidad de la presa y disponibilidad de agua para riego, se ha definido que la cobertura del proyecto abarcará las comunidades de Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud.

El estudio propiamente dicho, se ha iniciado con el reconocimiento del área de influencia que tendrá la presa, además de conocer el uso actual de los terrenos cultivados y los que podrían ser cultivables, en los cuales el sistema podría beneficiar con riego.

A fin de conocer información de la zona, se ha procedido a la recopilación bibliográfica, fotografías satelitales escala aproximada 1:10.000, considerando las más recientes. Estas imágenes ayudan en la generación de los planos de las unidades fisiográficas o unidades de mapeo a escala 1:10000. Esta recopilación se ha realizado en las oficinas de la Secretaría Departamental de Recursos Naturales y Medio Ambiente, ZONISIG, SENAMHI y otros.

Se ha realizado también la fotointerpretación de las unidades fisiográficas existentes en el área de influencia del sistema de riego y la elaboración de la leyenda fisiográfica, esta etapa es considerada de mucha importancia para iniciar los trabajos de campo. Fue también necesario definir las áreas de muestreo para determinar familias de suelos, en tal sentido se ha efectuado la fotointerpretación con imágenes satelitales tomadas en el año 2008.

Los límites fisiográficos del área de estudio están dados por la cabecera del sistema de riego que empieza en la parte sur denominado canal de trasvase (Pampa de los Uturungos) por donde pasa el canal de trasvase, siguiendo al sur, se encuentran parte de las áreas de riego de las laderas y márgenes de la Quebrada Grande, hasta el camino vecinal Tarija – Laderas Norte que cruza el río Quebrada Grande a la altura del inicio del embalse. Desde este punto hasta el angosto del cierre estaría ocupado por el embalse que aproximadamente sería de unas 35 has. Los elementos siguientes según su ubicación vendría el cuerpo de la presa, la obra de toma y canales principales de ambas márgenes hasta llegar a las áreas de riego por gravedad en la zona baja y sur de la cuenca que corresponde a la comunidad de Laderas



Centro, más al sur se ubican las áreas de riego de la comunidad de Laderas Sud casi en las cercanías de la Angostura en la comunidad de La Ventolera.

La superficie aproximada sobre la cual se ha realizado el estudio es de 1200 ha, dentro de este ámbito se pueden observar que el área presenta dos paisajes claramente diferenciados.

El valle aluvial, cubre prácticamente toda el área de riego, presenta subunidades o subpaisajes como llanuras aluviales y colinas, que conforman todo el complejo fisiográfico del área del riego incluyendo lechos de ríos y quebradas. Mientras que las laderas altas y medias consideradas antiguas y consolidadas, se ubican en la parte este del valle y presenta sub unidades o sub paisajes que van desde las terrazas medias hasta el pie de monte, todas estas unidades o paisajes por su naturaleza antigua se encuentran totalmente consolidadas.

Las formaciones específicas del pie de monte y de transición no están incluidas dentro de los paisajes antes mencionados, debido a su poca o ninguna participación en el área de riego, la importancia de estos dos paisajes no es significativo.

Los límites naturales del área, así como los límites comunales, el área del proyecto ofrece mayores y significativas posibilidades de habilitar e incorporar al riego superficies adicionales bajo riego y al temporal por que prácticamente todo el área esta cubierto por bosques y áreas de pastoreo extensivos, que son potencialmente productivos y aptos para aprovechamiento bajo riego. Sin embargo, la capacidad limitada de la presa, no permite una flexibilidad en la ampliación significativa de la superficie de riego.

#### **II.7.4.1. GEOMORFOLOGIA DE LA CUENCA**

Geomorfológicamente corresponden a la formación subandina, y está caracterizado por un paisaje de colinas, material de pie de monte y el valle aluvial de tipo fluvio lacustre, se caracteriza por situarse en valles formados por las estribaciones de la Serranía de Laderas.

Topográficamente la zona de riego del proyecto presenta una formación plano a semiplano comprendida entre las alturas de 792 a 850 msnm. Geomorfológicamente corresponden a la formación sub andina, y está caracterizado por un paisaje de serranías, pie de monte, colinas, valles amplios, llanuras deposicionales y terrazas aluviales.

Las condiciones climáticas recibe fuertes influencias de estas Serranías, asimismo las tierras cultivables que serán incorporadas al riego se encuentra flanqueada por estas elevaciones por la parte este, y tienen dirección de norte a sur.

De acuerdo a los grupos de suelos observados en el área permite señalar que las condiciones del origen de los suelos han estado enmarcadas al comportamiento de las condiciones climáticas y ecológicas de las serranías contiguas al valle.

La variada fisonomía topográfica ha dado lugar al origen de una variedad de suelos no solo en el área de riego sino también en toda la zona baja del valle desde San Agustín hasta el valle de Concepción a orillas del río Guadalquivir en la confluencia con el río Camacho donde termina la cuenca del río Santa Ana de la cual forma parte la Quebrada Grande en el extremo sur del valle.



El estudio geomorfológico de la cuenca Santa Ana se efectuó en base a la interpretación de la imagen de satélite LANDSAT TM y el modelo de elevación digital obtenido a partir de las curvas de nivel, corroborado con estudios anteriores y se han identificado las unidades geomorfológicas tomando en cuenta los procesos, formas, y pendientes; que dan como resultado un paisaje.

El área seleccionada de la cuenca presenta una topografía accidentada con pendientes onduladas que forma de colinas y laderas en ambos lados del río principal, estas están siendo profundizadas permanentemente por acción hidráulica, se encuentra limitada entre una altitud de 1.600 a 3300 msnm. Específicamente el área de riego se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca del río Santa Ana, de acuerdo al relevamiento realizado

La naturaleza de origen y formación pedogenética de los suelos del área del proyecto en su mayoría permiten calificar a estas tierras como de alta a moderada productividad con drenaje relativamente bueno, y se caracterizan por ser suelos profundos de textura media francos a franco arcillo limosos con bajo contenido de materia orgánica y rastros evidentes de erosión hídrica.

No están del todo protegidos con vegetación natural circundante por la escasa población vegetal sobre todo de cobertura, el manejo de estos suelos donde se realiza agricultura no contradicen las pendientes y respetan los drenajes naturales formando una especie de curvas de nivel en las siembras. Aunque la mayor parte de estos suelos se utilizan para pastoreo extensivo.

#### **II.7.4.2. FISIOGRAFIA**

Las tierras cultivables consideradas por el proyecto se hallan distribuidas en su mayoría a lo largo de la parte central de la cuenca y el valle de Laderas, con distribución irregular en ambas márgenes del río Quebrada Grande, aunque existen también tierras aptas para riego en comunidades un poco más retiradas de las márgenes del río. Los canales principales del sistema de riego, tienen su trazo que cubren ambas márgenes del río Quebrada Grande y comunidades que se encuentran en el sector oeste, este y norte del valle.

Fisiográficamente la zona de estudio esta conformada por valle aluvial con colinas onduladas moderadas y llanura de origen aluvial fluvio lacustre. Sobre las imágenes satelitales de la zona del proyecto con rumbo norte a sur, se han identificado tres grandes unidades fisiográficas representativas del área con influencia de riego del proyecto.

- Zona de las colinas.
- Zona de las llanuras aluviales y fluvio lacustres.
- Zona de los lechos y riberas de los ríos y quebradas.

Las formas fisiográficas predominantes se hallan representadas por la llanura aluvial o valle aluvial fluvio lacustre antigua, estabilizada y colinas onduladas. Las formas aluviales son originadas por la deposición continua del material sedimentario del río, que con el transcurso del tiempo formaron terrazas aluviales, antiguas y estabilizadas.

No se observan terrazas bajas de formación reciente, esto por que el curso del río Quebrada Grande y quebradas que tienen definidos sus cursos y no muestran comportamientos atípicos a los ya acostumbrados.



La otra forma fisiográfica presente en el área, son las colinas onduladas, cuyo paisaje fisiográfico presenta características topográficas particulares de pendiente y de uso.

Estas formas fisiográficas se encuentran presentes en la mayor parte de las comunidades del área de riego con predominancia en las comunidades de Laderas Centro y Laderas Sud.

Las pendientes presentes en cada una de las formas fisiográficas particulares del área de riego, varían de casi planas a planas, ligeramente inclinadas en las áreas onduladas e inclinadas en las laderas.

Las características más importantes de la fisiografía de las unidades cartográficas, se presentan en el siguiente cuadro.

**Cuadro: II.11**  
**Características de las unidades fisiográficas de suelos del área de riego**

Gran Paisaje	Paisaje	Sub paisaje	Unidad mapeo	Aptitud	Superficie (has)
Valles sub andinos	Llanura aluvial	Valle aluvial fluvio lacustre	VAFL	A2 – A3	784.00
	Colinas y elevaciones	Colinas onduladas	CO	A2 – A3	354.00
Lecho de río	Lecho de río	Lecho de río	LR	N	62.00
<b>Total</b>					<b>1200.00</b>

*Fuente: Elaboración propia sobre la base de los resultados de campo y gabinete de estudio de suelos.*

- Valle longitudinal paralelo al río Quebrada Grande, caracterizado por un valle aluvial de pendiente suave con dirección norte a sur, su ubicación encuentra en la parte media y baja de la cuenca y de la zona de riego, esta unidad abarca las comunidades de Laderas Centro y Laderas Sud, por donde pasa el trazo del canal principal, a esta unidad se le ha designado con el código de (VAFL).
- Estas tierras son las que más importancia tienen con relación al riego, puesto que son las que mejor se adecuan al manejo bajo riego.
- Areas onduladas formadas por las colinas y elevaciones de la zona baja y media. (CO), que se los puede observar en toda la zona de riego con predominancia en las comunidades de Laderas Centro y Laderas Sud.
- Lecho del río (LR), ubicado en cada margen del río Quebrada Grande y otros cursos locales que surcan el área de riego.

En general casi todas las unidades fisiográficas identificadas en especial del valle aluvial fluvio lacustre, fueron originadas por la deposición continua del material sedimentario de los ríos y quebradas de la zona y que con el transcurso del tiempo han formado las llanuras aluviales, antiguas y estabilizadas, con presencia de suelos de textura media a fina con predominancia de texturas francos a franco arcillosas y en algunos sectores franco arenosos y franco arcillo limosos, donde evidentemente por las constantes labores agrícolas estas texturas y estructuras han sufrido modificaciones continuas, además de mezclas y combinaciones de las texturas y estructuras de los horizontes inferiores.

Las áreas onduladas, se han formado por deposiciones coluvio-aluviales de sedimentos provenientes de colinas y serranías adyacentes, cuyo material originario de tipo sedimentario presenta fracciones de arena fina y gruesa además de limo en proporciones reducidas.



Las pendientes presentes en cada una de las formas fisiográficas particulares del área de riego, varían de planos a semiplanos en las llanuras aluviales, ligeramente inclinadas en las áreas onduladas e inclinadas en las laderas.

### **II.7.4.3. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES FISIOGRAFICAS**

El área de estudio, se caracteriza por presentar suelos formados a partir de sedimentos aluviales y coluvio-aluviales depositados en el cuaternario. Son suelos de profundidad variable desde superficiales, moderadamente profundos, profundos a muy profundos con algunas limitaciones físicas para el normal desarrollo de las raíces. Según la textura se ha definido dos series de suelos cuyas características morfológicas, físicas y el grado de fertilidad se detallará de acuerdo a la clasificación taxonómica y el ordenamiento que se les asigne y se partirá de la siguiente relación:

- Llanuras aluviales y fluvio lacustres.
- Colinas y elevaciones.
- Lechos y riberas de los ríos y quebradas.

#### **II.7.4.3.1. Suelos del valle aluvial fluvio Lacustre (VAFL)**

Esta unidad corresponde a suelos aluviales consolidados conformados por sedimentos cuaternarios, se encuentran ubicadas en la parte baja del área de estudio, recubriendo un área de 1000 has, de la superficie potencial para riego.

En este sector se estima incorporar alrededor de 754 ha a condiciones bajo riego. Son suelos bien formados y consolidados, de topografía plana a semiplana con ligeras ondulaciones en colinas y depresiones, cuyos pendientes varía de 3 al 5 %, están formados por sedimentos finos, de textura media a fina (franco arcillosos con tendencia a los arcillosos), son suelos profundos y muy profundos, de color pardo claro en seco y pardo oscuro en húmedo, esta característica se debe a la reducida presencia de materia orgánica.

Comprende toda parte central y sur del área de riego, que involucra a la mayor parte de las tierras aptas para el cultivo, Son suelos regularmente productivos con ligeras limitaciones de fertilidad, topografía, drenaje y susceptibles a la erosión hídrica por lavaje. Son aptas para su incorporación a una explotación intensiva bajo riego.

Su característica principal es que presenta una red de drenajes naturales de todas las anteriores áreas, estos drenajes tienen poca pendiente y tienen salida a las quebradas y el río Quebrada Grande, en algunas ocasiones principalmente en la época de lluvias se producen lavajes de suelos y cortes más o menos considerables en las cursos de pendiente pronunciada afectando los cultivos y vegetación circundante, sin embargo estas tierras con un adecuado manejo son productivos cuyas características de textura y estructura responde a suelos moderadamente productivos. Esta unidad ocupa un área de 754 ha y comprende las clases 2 y 3, dentro de los cuales se presentan las subclases 2s (350 has), 2t (89 has), 2st (237 ha) y 3s (78 ha).

Permeabilidad buena por sus características texturales medias, la estructura predominante es en bloques subangulares migajosas medianos, presentan buen drenaje natural debido a la intensa actividad de la fauna microbiana del suelo, asimismo tienen bastante capacidad de retención de humedad.



Son friables en húmedo y poco tenaz en seco, son suelos medianamente productivos, presentando características favorables para el desarrollo de las plantas y manejo bajo riego, es recomendable para cultivos extensivos como maíz.

Taxonómicamente pertenecen al orden leptosoles y cambisoles con presencia de horizonte sub superficial cámbico.

Estos suelos son de fertilidad y profundidad variable y de acuerdo a su pH cercano a 7 son suelos neutros.

#### **II.7.4.3.2. Suelos de las Colinas y elevaciones (CO)**

Son áreas puntuales con ligeras ondulaciones, de muy similares características físicas y químicas entre si, se ubica mayormente en la partes intermedias del valle, parte norte y centro del área de riego, su limitación principal es la topografía por que presentan inclinaciones variables, por ser de naturaleza puntual su aprovechamiento bajo riego implica la implementación de sistemas complejos de conservación de suelos como la construcción de terrazas, labranza en curvas de nivel y zanjas de infiltración. Son suelos moderadamente productivos con presencia de piedras y grava, asimismo presentan profundidades variables de suelo productivo, generalmente descansa sobre un mato arcilloso o gravoso con material conglomerado de distinto tamaño y forma. Se recomienda precaución en la incorporación al sistema productivo bajo riego por las limitaciones de suelo, topografía, fertilidad y humedad.

Estas áreas normalmente se encuentran ocupadas por bosques y vegetación de protección, por sus características de poseer suelos franco arcillosos productivos, algunas áreas han sido incorporados al sistema productivo local. De acuerdo a la clasificación con fines de riego, se encuentran en las clases 2 y 3, moderadamente apropiados para el riego con limitaciones por topografía, fertilidad y susceptibilidad a la erosión, en estos suelos es necesario un manejo racional moderado combinando practicas mecánicas y vegetativas de conservación de suelos ya que se evidencia grados de erosión hídrica laminar, en cuanto a la capacidad de retención de humedad, permeabilidad y drenaje interno son normalmente buenas.

Esta unidad recubre un área aproximada de 500 ha del total de la superficie potencial, mientras que dentro del perímetro de riego ocupa aproximadamente 354 ha para la explotación bajo riego, catalogadas con las clases de 2 y 3, y las sub clases 2st, con 108 ha, 3e con 74 ha, 3s con 147 y 3st con 55 ha. Se caracterizan por ser suelos bien formados, dispuestas en terrazas aluviales onduladas y semi onduladas ubicados en las laderas tanto en la margen derecha como en la margen izquierda del río Quebrada Grande, se extienden gradualmente hasta los inicios de la llanura deposicional, con pendientes que van desde 3 al 6% con dirección hacia el lecho del río.

Presentan texturas finas a muy finas como también texturas gruesas a muy gruesas que dificultan un poco el laboreo de los mismos, al mismo tiempo las condiciones de drenaje interno son buenas, son suelos productivos profundos, de estructura angular en bloques con presencia de poros de irregular tamaño y distribuida de manera caótica, se observan superficialmente horizontes límites definidos con cambios sutiles en los perfiles. El color de estos suelos de acuerdo a la tabla de Bunsen, en la parte superficial de 0 a 25 cm presenta color marrón oscuro en húmedo y marrón claro en seco. Mientras que en profundidades



mayores a 25 cm el color en húmedo continúa siendo pardo con tendencia a oscuro y pardo claro en seco. En húmedo son medianamente friables y presentan cierta tenacidad en seco.

Taxonómicamente pertenecen al orden regosoles y cambisoles y asociación con solonetz, también presentan el horizonte sub superficial cámbico, son de fertilidad y profundidad limitadas, de acuerdo al pH cerca de 7 son suelos neutros.

Suelos recomendables para la implantación de cultivos de alta rentabilidad en pequeñas superficies y exigentes en nutrientes tales como la papa, tomate, cebolla, por la condición de topografía ondulada es ideal para la plantación de frutales en curvas de nivel, en terrazas y franjas de contorno.

#### **II.7.4.3.3. Lecho del río (LR)**

Suelos de reciente formación, con texturas muy sueltas, gruesas y medias en la parte superficial y gruesa en los horizontes inferiores, todo el horizonte descansa sobre un manto de arcilla y roca fragmentaria. Comprende las márgenes, el lecho del río Quebrada Grande y los afluentes locales, además de las áreas de protección de los ríos que generalmente se caracterizan por seguir paralelamente los cursos de agua. Dentro del área de riego ocupa una superficie de 62 has que corresponde a la categoría 6, catalogados como suelos no aptos para la agricultura menos aún bajo riego.

#### **II.7.4.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS**

##### **II.7.4.4.1. Características físicas**

El área de estudio, se ubica en ambas márgenes del río Quebrada Grande, el área restante es bosque y de pastoreo extensivo. La zona se caracteriza por presentar un paisaje típico de Valle semiárido templado con inviernos relativamente fríos y veranos muy caluroso con manchas aisladas de cultivos circundado de terrenos semiáridos en proceso de degradación por la erosión y sobrepastoreo, por lo general, los suelos presentes en el área tienen las siguientes características:

- Poseen un buen desarrollo pedogenético, con clara diferenciación de los horizontes diagnósticos A y B, por lo que presentan una buena profundidad efectiva, con mas de 3 m de profundidad.
- La mayor parte de los suelos identificados son aptos para su incorporación a la producción bajo riego con algunas limitaciones tanto por su capacidad de uso, topografía, fertilidad, erosión y drenaje.
- Las texturas más sobresalientes son los francos, franco arcillosos, arcillosos, franco arcillo limosos y franco arcillo arenosos con tendencia en los horizontes inferiores a arcillosos moderadamente finos, con presencia de grava y/o piedra en algunos sectores.
- Existen también suelos profundos de textura media como franco arcillosos a arena arcillosos con bajo contenido de materia orgánica, con rastros evidentes de erosión hídrica, son generalmente protegidos con vegetación natural circundante y el manejo de estos suelos donde se realiza agricultura no contradicen las pendientes y respetan los drenajes naturales formando una especie de curvas de nivel en las siembras.



- La estructura predominante en los primeros horizontes o capa arable es por lo general migajosa, de tamaño fino y grado mediano, cambiando a fuerte a medida que se va profundizando a bloques subangulares, de tamaño mediano y grado fuerte.
- En cuanto a su consistencia estos suelos son moderadamente adherentes y plásticos en mojado y moderadamente duros en seco y friable en húmedo.
- El drenaje interno es bueno. Permeabilidad moderada en suelos de texturas franco arcillosas, lo que denota buena capacidad de retención de humedad y humedad total aprovechable. En texturas arcillosas, el drenaje y permeabilidad son lentos.
- En cuanto al color de los suelos del área de estudio, la mayoría de ellos muestran una tonalidad de marrón claro en seco y marrón oscuro e intenso en húmedos con ligeras variaciones a marrón amarillento en los suelos de los lechos de río y área lavados por la erosión.

#### II.7.4.4.2. Características químicas

Los suelos del área del proyecto tienen niveles de fertilidad variables y está con relación al manejo que se le ha dado al terreno.

- El pH de estos suelos fluctúa entre 7.31 a 8.69, en su mayoría se presentan suelos con pH superiores a 7 reflejando su condición de suelos leve a moderadamente alcalinos.
- Los suelos con mayor índice de alcalinidad están ubicados generalmente cerca del lecho de los ríos y presentan un nivel freático poco profundo.
- Los niveles de Calcio, se presenta en cantidades altos a muy altos y el Magnesio (MgO), en la mayoría de suelos va desde alto y muy alto en algunos sectores.
- El potasio (K), se presenta en cantidades medias con ligera tendencia a moderadamente bajo en los suelos con bosques locales.
- El Fósforo (P) asimilable acusa contenidos medios a moderados en algunos suelos, pero también niveles bajos a muy bajos en otros. La variación en los niveles de P en el suelo es debida principalmente a la pérdida de este nutriente por la acción erosiva que ha tenido comportamientos variables en todo el valle.
- La materia orgánica (MO), tiene niveles bajos con tendencia a muy bajos en algunos suelos, por esta razón el agricultor normalmente debe realizar aplicaciones de estiércol y algunos fertilizantes orgánicos o químicos para aumentar el nivel de MO del suelo.
- El Nitrógeno total muestra niveles moderadamente bajos a muy bajos, el Nitrógeno asimilable comúnmente se presenta en cantidades moderadas a bajas.
- Aunque no existen problemas de salinidad, de acuerdo al reporte de datos la conductividad eléctrica oscila entre 0.122 y 3.310 mmhos/cm, sin embargo es necesario tomar en cuenta los valores de la C.E. de los suelos de Laderas Sud, donde la conductividad se encuentra cerca de los valores límites permisibles, asimismo se deben anular en lo posible las fuentes de contaminación de sales.

La clasificación taxonómica de los suelos del área de riego guarda mucha relación con el Orden Cambisol, cuya característica principal es la presencia de un horizonte diagnóstico tipo B Cámbico, además de los Ordenes Leptosol y Regosol y asociación con el Orden Solonetz, además de la presencia muy puntual del Orden Lexisol. De acuerdo al sistema americano de clasificación de suelos del "Soil Taxonomy" de USA.



En el cuadro: II.12, se presenta las características químicas más importantes de los suelos del área del proyecto, que fueron extractados de los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de la zona de riego, que fueron procesados por el Laboratorio de Suelos y Aguas del Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG).

**Cuadro: II.12**  
**Características químicas de suelos del área del proyecto**

Procedencia	Prof. Cm	pH	C E mmhos /cm	Ca	Mg	K	Na	MO %	NT %	P Olsen ppm
				meq/100 gr						
Valle aluvial fluvio lacustre (Laderas Sud)	0 a 30	7.56	3.310	10.01	6.74	0.43	0.31	1.24	0.114	4.21
	30 a 60	7.31	2.360	8,71	8.70	0.22	0.27	1.01	0.089	6.32
Valle aluvial fluvio lacustre (Laderas norte)	0 a 30	8.69	0.321	30,67	9.13	0.33	0.46	1.07	0.087	1.58
	30 a 60	8.37	1.106	37.41	6.09	0.44	0.40	1.26	0.096	6.32
Colinas y elevaciones (Laderas Centro)	0 a 40	7.57	0.122	11.31	7.83	0.26	0.23	1.61	0.131	2.11
	30 a 60	7.93	0.739	16.31	8.05	0.10	0.26	2.02	0.105	10.53

*Fuente: Elaboración propia sobre la base de los análisis químicos de las muestras de suelos. (SEDAG-LSA/agosto 2008)*

En el **Anexos** se presenta los resultados de los análisis de los suelos del área del proyecto.

#### II.7.4.5. EVALUACION DE SUELOS SEGUN SU APTITUD PARA RIEGO

Sobre la base de los datos de las observaciones de campo y resultado y resultados del análisis de laboratorio, se realizó la evaluación de tierras según su aptitud para la agricultura bajo riego por el método de la FAO. Como se han delimitado dos zonas representativas en el área del proyecto. A continuación se detalla la descripción modal de las calicatas ubicadas en cada sector identificado.

##### II.7.4.5.1. Consideraciones para la clasificación de suelos

Las tierras a ser incorporadas al riego corresponden mayormente a la llanura aluvial de la parte norte, las tierras planas del valle aluvial fluvio lacustre y las áreas consolidadas de las colinas y elevaciones, y algunas áreas de la laderas medias debido a que los canales de conducción de agua permite la habilitación de estas áreas en los sectores de pendiente tanto de parte este como del oeste, se recomienda mucha precaución y cuidado en la incorporación de las áreas onduladas y el lecho del río, además se debe tener presente las condiciones extremas de los suelos de la llanura aluvial fluvio lacustre consolidada.

La limitante mayor para el aprovechamiento de suelos de la zona, es la falta de agua. De las numerosas intervenciones en el área con trabajos de texturación y muestreo de suelos y la excavación de las calicatas, se ha evidenciado que la humedad presente en los suelos no cubre la capa arable que es de 0 a 25 cm y menos el horizonte de muestreo.

En resumen se puede afirmar que los muestreos entre 0 a 30 cm. dan como resultado texturas medias a moderadamente finas (francos, franco arcillosos y arcillosas) con pH alcalino en su mayoría, superior a 7, contenidos de Ca, Mg, Na y K generalmente altos a moderados y en algunos sectores bajos a muy bajos.

A profundidades mayores a los 40 cm. se observan en su mayoría texturas mas pesadas con predominancia de los arcillosos combinados con limos presentes por las deposiciones de los procesos de intemperismo de las rocas procedentes de las partes altas, a estos niveles los suelos presentan ligeras a serias limitaciones de drenaje, tenacidad ante la penetración de



las raíces y susceptibilidad de crear pies de arado muy impermeables y de difícil destrucción. Sin embargo, a medida que se va penetrando en los perfiles inferiores la capacidad productiva es mayor por la presencia de nutrientes en los coloides arcillosos.

Se han observado también horizontes específicos con alturas de hasta 1 m, formados por conglomerados de grava y arena de distinto tamaño y presencia de pedregosidad media a alta.

Esta situación favorece en algunos casos el drenaje y es perjudicial en otros dependiendo del destino que se les de a los suelos, es favorable cuando los suelos son destinados a cultivos de sistema radicular profundo y desfavorable para cultivos de sistema radicular superficial o medio, además de la dificultad en el laboreo por las piedras.

El color de los suelos del área del proyecto según a la tabla calorimétrica de Bunsen, en su mayoría presenta un color marrón claro a marrón oscuro en seco y marrón oscuro en húmedo, manteniendo estos colores en la mayor parte del perfil.

En las márgenes de las quebradas por la presencia de material suelto y lavado, el color de casi todo el horizonte se aclara considerablemente mostrando tonalidades de pardo a pardo amarillento claro.

La materia orgánica es bajo, el nitrógeno total de bajo a muy bajo y el contenido de fósforo es moderado a bajo.

En general los suelos del área del proyecto son aptos para el uso agrícola bajo riego con ciertas medidas de conservación.

El cuadro: II.13, presenta observaciones realizadas en campo que se constituyeron en los insumos para la evaluación de los distintos tipos de suelos y la clasificación de los suelos por su capacidad de uso.

**Cuadro: II.13**  
**Características de suelos TESA Proyecto de Riego Presa "Quebrada Grande"**

Aptitud	Clase	Sub clase	Unidad mapeo	Superficie (has)		Porcentajes (%)		Características							
				Clase	Sub clase	Clase	Sub clase	Textura	Drenaje	Topografía	Erosión	Tenacidad	Profundidad	Productividad	Color
Apropiados	2	2s	VAFL	784	350	65.33	29.17	Franco arcilloso	Bueno	Semipl. 2 a 4 %	Estable	Moderada	Profundos	Product.	Marrón claro
		2t	VAFL		89		7.42	Franco arcilloso	Bueno	Semipl. 2 a 4 %	Estable	Media	Profundos	Product.	Marrón claro
		2st	VAFL		237		19.75	Arcilloso	Restrिंग.	Semipl. 2 a 4 %	Riesgo moder.	Baja a media	Moderad. profundos	Product.	Marrón claro
		2st	CO		108		9.00	Arcilloso	Restrिंग.	Ondul. 4 a 6 %	Riesgo moder.	Presenta resist.	Moderad. profundos	Moder. product.	Marrón claro
Moderadamente apropiados	3	3e	CO	354	74	29.50	6.17	Franco arcilloso	Moder.	Inclinad. 6 a 9 %	Sucept.	Moderada	Moderad. profundos	Product.	Marrón claro
		3s	VAFL		78		6.50	Franco arcilloso	Moder.	Ondul. 4 a 6 %	Poco sucept.	Baja a media	Profundos	Moder. product.	Marrón claro
		3s	CO		147		12.25	Franco arcilloso	Moder.	Ondul. 4 a 6 %	Poco sucept.	Presenta resist.	Profundos	Moder. product.	Marrón claro
		3st	CO		55		4.58	Arcillo limoso	Restrिंग.	Ondul. 4 a 6 %	Sucept.	Presenta resist.	Moderad. profundos	Poco product.	Marrón claro
No apropiados	6	6sed	LR	62	62	5.17	5.17	Arenoso	Alto	Semipl. 2 a 4 %	Riesgo alto	Muy baja	Poco profundos	Muy poco product.	Marrón amarill.
<b>Total</b>				<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>								

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las observaciones y trabajos de campo.



### ***Clasificación por capacidad de uso de la tierra***

Con la finalidad de realizar la clasificación de los suelos con fines de riego, en el área del proyecto y sobre la base de los datos obtenidos tanto de las intervenciones de campo como de los resultados de laboratorio, se realizó la evaluación de tierras según su aptitud para la agricultura bajo riego por medio del método de la FAO.

La clasificación de los suelos por clase y aptitud de riego, se ha seguido la metodología del "Manual de métodos y parámetros para la evaluación de tierras, según su aptitud para la agricultura de regadío, del Bureau of Reclamation. Volumen V. de USA (1975). Con modificaciones adaptables a las regiones de Bolivia; especialmente se tomaron rangos de pendientes más amplios para las serranías subtropicales del Sub-andino.

De acuerdo a esta metodología se han identificado y clasificado las siguientes clases y aptitudes, complementado con la metodología de la FAO para la evaluación de tierras según su aptitud para la agricultura bajo riego. Estas metodologías reconocen y clasifican las siguientes clases de suelos:

- Suelos sin limitaciones para agricultura bajo riego corresponden a las categorías 1, 2 y 3, de acuerdo al relevamiento realizado, los suelos de estas categorías, son catalogados en su mayoría como altamente productivos y aptos para la agricultura bajo riego con ligeras limitaciones por drenaje, susceptibilidad a la erosión, capacidad de retención de humedad, topografía y resistencia a penetración de raíces de los cultivos, limitaciones que son fácilmente solucionables con la implementación de algunas medidas correctivas tanto mecánicas como agronómicas, dependiendo de cada limitación específica.
- Suelos con moderada y severas limitaciones aptos para el pastoreo ganadero muy poco aptos para la agricultura bajo riego corresponden a las categorías 4, 5 y 6.
- Suelos no aptos para el uso agrícola y pecuario y por tanto destinado al uso forestal y vida silvestre corresponden a las categorías 7 y 8.

Los suelos de la zona del proyecto, tienen como principales factores formadores, al material parental, relieve y clima que tienen la mayor incidencia en la evolución de los suelos, de esto se deduce que los depósitos aluviales en los relieves planos han formado los suelos profundos, donde es posible encontrar las diferentes deposiciones.

Los organismos y el tiempo han dejado menos evidencias de su acción sobre la evolución de estos suelos, sin embargo se les atribuye gran importancia como factores formadores de la materia orgánica en horizontes superficiales y especialmente en el desarrollo pedogenético del suelo mismo, es decir, la presencia de horizontes diagnósticos sub superficiales, que indican el grado de madurez de un suelo y lo ubican en un orden determinado.

Por todo lo anteriormente señalado, se puede afirmar que los suelos del área de estudio, han sido desarrollados a partir de un material parental constituido por sedimentos aluviales y coluvio-aluviales depositados en el cuaternario, en el caso de las terrazas, mezclado en algunos casos por sedimentos del terciario desprendidos de las serranías y laderas por acción de la erosión hídrica, los que sufrieron algún intemperismo antes de su deposición.

La acción del río San Agustín, Santa Ana, Quebrada Grande y otros cursos han tenido marcada influencia en el traslado y deposición de sedimentos encontrándose algún tipo de selección granulométrica, en las formas más recientes se encuentran depósitos de arenas y



sedimentos finos en diferentes niveles de terrazas, donde cada nivel representa un periodo de deposición reflejado en el desarrollo pedogenético del material depositado.

El clima bajo el cual se han formado estos suelos se caracteriza por una precipitación media del orden de los 660 mm y una temperatura media anual de 17,7 °C, en cierta forma ha permitido la descomposición de la materia orgánica procedente de la vegetación de la zona.

La clasificación taxonómica de suelos del área del proyecto guarda mucha relación con el orden Leptosol, Regosol y Cambisol, cuya característica principal es la presencia del horizonte diagnóstico tipo B Cámbico. Según sistema americano de clasificación de suelos del "Soil Taxonomy" de USA.

Sobre la base de las recomendaciones para la clasificación de los suelos por clase y aptitud de riego, del "Manual de métodos y parámetros para la evaluación de tierras, según su aptitud para la agricultura de regadío, del Bureau of Reclamation. Volumen V. de USA y el relevamiento realizado.

Se han identificado y clasificado las siguientes clases y aptitudes, suelos de las categorías 2 y 3, suelos catalogados en su mayoría como moderadamente productivos y aptos para la agricultura bajo riego, con ligeras limitaciones que son solucionables con la implementación de algunas medidas correctivas tanto mecánicas como agronómicas, dependiendo de cada limitación específica, principalmente referidos a limitaciones por fertilidad, topografía y erosión.

Mientras que los suelos de la categoría 6, presentan limitaciones considerables por susceptibilidad a la erosión, fertilidad y drenaje, además de la capacidad de retención de humedad y suelos muy inestables.

A continuación se presenta una descripción detallada de las clases de suelos y su distribución dentro de las unidades de mapeo o unidades fisiográficas.

**Clase 2. Arable:** Tierras de buena aptitud para la agricultura bajo riego con moderadas limitaciones, debido a la deficiencia de nutrientes (s), topografía (t) y una tendencia moderada en la resistencia al desarrollo radicular de los cultivos por efectos de las texturas relacionadas con materiales franco arcillosos en los estratos superficiales y arcillo limosos en estratos inferiores, además de la presencia de pendientes moderadas. Se presentan en las formas fisiográficas de Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL) y Colinas y Elevaciones (CO) y se incluye dentro de estas clases a las sub clases 2s, 2t y 2st Abarcan una superficie total de 784 has, que corresponden al 65,33% de la superficie total estudiada.

Las subclases 2s, 2t y 2st que corresponden a la forma fisiográfica del Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL), abarcan una superficie de 350, 89 y 237 has respectivamente, se ha identificado también la subclase 2st que corresponde a las Colinas y Elevaciones (CO) en una superficie aproximada de 108 has.

**Clase 3. Arable:** Tierras con aptitud limitada para la agricultura bajo riego, presenta limitaciones por deficiencia de nutrientes, pendiente, susceptibilidad a la erosión hídrica laminar y por sus efectos de la textura pesada a muy pesada en algunos sectores, sus limitantes principales están referidas a suelo (s), topografía (t) y erosión (e). Corresponde a las formas fisiográficas de la Colinas y Elevaciones (CO) y Valle Aluvial Fluvio Lacustre



(VAFL). Comprende las subclases 3e, 3s y 3st. Abarca una superficie aproximada de 354 has que hacen el 29,50% de la superficie total estudiada. Las Colinas y Elevaciones (CO), participan con una superficie de 276 has con las subclases 3s (147 has), 3st (55 has) y 3e (74 has). Mientras que la forma fisiográfica del Valle Aluvial Fluvio Lacustre participa en esta clase con 78 has que corresponde a la subclase 3s.

La adaptabilidad de estas tierras para cultivos es moderadamente restringida, presentando limitaciones por desarrollo radicular mayores que para la clase 2, tienen una capacidad productiva buena aunque con las limitaciones que presentan sus perspectivas de una explotación intensiva es posible observando las medidas y correcciones necesarias. Otra limitante importante es su grado aridez.

**Clase 6:** Son suelos considerados no aptos para fines de explotación agrícola y riego por presentar limitaciones muy fuertes debidas a la fertilidad, drenaje, pedregosidad y susceptibilidad a la erosión hídrica laminar. Estos suelos están formados por materiales sedimentarios finos, medios y grandes procedentes de serranías circundantes y deposición del material aluvial transportado por el río Quebrada Grande y otros cursos de agua locales.

La unidad fisiográfica de Lecho de Río (LR), que cubre una superficie aproximada de 62 has (5,17%) de la superficie estudiada, pueden destinarse para actividades agroforestales y silvopastoriles. Su productividad es baja, aún introduciendo medidas correctivas y adición de fertilizantes.

Al margen de las áreas ocupadas por los cursos de los ríos y quebradas, dentro de esta categoría se incluyen también los suelos ocupados por carreteras, infraestructuras de servicio social, viviendas y otros.

Dentro de la capacidad del uso mayor de la tierra o Soil Conservation Service de EE.UU. las características son:

- Suelos sin o con ligeras limitaciones para uso agrícola intensivo (Categorías 1,2 y 3).
- Suelos con moderada y severas limitaciones para uso agrícola, se destinan normalmente al pastoreo ganadero (Categorías 4, 5 y 6).
- Suelos no aptos para el uso agrícola y pecuario y por tanto destinado al uso forestal y vida silvestre (Categorías 7 y 8).

#### **Criterios utilizados para la clasificación de capacidad de uso de la tierra**

- Suelos sin limitaciones para cultivos bajo riego (Categorías 1,2 y 3).
- Suelos con moderadas y severas limitaciones, destinados al pastoreo y actividades agrosilvopastoriles (Categorías 4, 5 y 6).
- Suelos limitados para el uso agrícola y pecuario. destinado a uso forestal y vida silvestre (Categorías 7 y 8).

Los criterios usados para la clasificación de uso de los suelos dentro de las ocho clases de suelos, se toman algunos criterios referidos a las siguientes subclases.

s = Limitación por suelo (principalmente deficiencias de fertilidad).  
t = Limitación por topografía



- e = Limitación erosión  
c = Limitación por clima  
h = Limitación por humedad.  
t = Limitación por tenacidad del suelo o dificultad para en la penetración de raíces.  
d = Limitación por drenaje.

La cuantificación total de los suelos estudiados en el área del proyecto, se muestra en los cuadros: II.14 y II.15.

**Cuadro: II.14**  
**Clasificación de tierras con fines de riego TESA Proyecto Presa "Quebrada Grande"**

Categoría	Clase	Sup. (has)	%	Sub Clase	Sup. (has)	%	Unidad fisiográfica
Arables y regables con moderadas limitaciones	2	784.00	65.33	2s	350.00	29.17	Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL)
				2t	89.00	7.42	Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL)
				2st	237.00	19.75	Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL)
				2st	108.00	9.00	Colinas y elevaciones (CO)
Arables y regables con severas limitaciones	3	354.00	29.50	3e	74.00	6.17	Colinas y elevaciones (CO)
				3s	78.00	6.50	Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL)
				3s	147.00	12.25	Colinas y elevaciones (CO)
				3st	55.00	4.58	Colinas y elevaciones (CO)
No apropiadas	6	62.00	5.17	6sed	62.00	5.17	Lecho del Río (LR)
<b>TOTAL</b>		<b>1200.00</b>	<b>100.00</b>		<b>1200.00</b>	<b>100.00</b>	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los resultados de campo y gabinete de estudio de suelos.

**Cuadro: II.15**  
**Distribución de clases y subclases de suelos en las unidades fisiográficas**

Clases y sub clases	Unidades fisiográficas			Total por clases y subclases
	VAFL	CO	LR	
<b>Clase 2</b>				
2s	350.00	0.00	0.00	350.00
2t	89.00	0.00	0.00	89.00
2st	237.00	108.00	0.00	345.00
<b>Sub total clase 2</b>	<b>676.00</b>	<b>108.00</b>	<b>0.00</b>	<b>784.00</b>
<b>Clase 3</b>				
3e	0.00	74.00	0.00	74.00
3s	78.00	147.00	0.00	225.00
3st	0.00	55.00	0.00	55.00
<b>Sub total clase 3</b>	<b>78.00</b>	<b>276.00</b>	<b>0.00</b>	<b>354.00</b>
<b>Clase 6</b>				
6sed	0.00	0.00	62.00	62.00
<b>Sub total clase 6</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>62.00</b>	<b>62.00</b>
<b>Total por unidades</b>	<b>754.00</b>	<b>384.00</b>	<b>62.00</b>	<b>1200.00</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los resultados de campo y gabinete de estudio de suelos.

Actualmente la actividad agrícola a secano y bajo riego se realiza en los suelos de las clases 2 y 3, sin observar prácticas de conservación de suelos como las curvas de nivel, terrazas o cultivos en contorno, el riesgo se presenta mas en la zona de pie de monte y las laderas, aunque aún esta situación no ha provocado procesos degradativos de importancia, debido a la relativa baja densidad poblacional en la zona.

La limitante mayor para aprovechamiento de suelos de la zona, es la falta de agua. Por otro lado la fragilidad de estos suelos por ser con pendientes relativamente grandes, dan como resultado alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica, por lo que cualquier acción para fines de aprovechamiento agrícola con riego traen consigo serios riesgos de desertificación,



y las oportunidades para una regeneración natural son muy precarias, por lo que los sistemas de distribución y drenaje deben ser diseñados adecuadamente.

Asimismo diversos estudios han llegado a la conclusión de que mediante muestreos superficiales de 40 cm dan como resultado texturas moderadamente finas a finas (franco arcillosas, arcillo arenosos y franco arcillo limosas) con pH alcalino (superior a 7) contenidos de Ca, Mg, Na y K muy altos, altos moderados a bajos; materia orgánica moderado; nitrógeno bajo. El contenido de fósforo es moderado a ligeramente bajo.

En general este tipo de suelos son aptos para el uso agrícola bajo riego con ciertas medidas de control.

#### II.7.4.6. CLASIFICACION TAXONOMICA

Sobre la base de los datos obtenidos tanto de las intervenciones de campo como de los resultados de laboratorio, se realizó la clasificación taxonómica de los suelos, habiendo determinando que los suelos del área del proyecto guardan relación con los órdenes Cambisol, Leptosol, Regosol y asociaciones de Solonetz y Lixisol, cuyas característica principal es la presencia de un horizonte diagnóstico tipo A y B Cámbicos.

De acuerdo al sistema americano de clasificación de suelos del "Soil Taxonomy" de USA y el método de la FAO.

- Valle Aluvial Fluvio lacustre, parte norte y centro: Leptosoles, regosoles y Cambisoles.
- Valle Aluvial fluvio lacustre, parte sur del área de riego: Cambisoles y Regosoles con asociación de Solonetz.
- Colinas y elevaciones Onduladas parte norte y centro del área de riego (Regosoles, Lixisoles y asociación con Solonetz).
- Lecho del río (Márgenes y riberas de los ríos y quebradas): Regosoles y Lixisoles.

Según la taxonomía de suelos del USDA, pertenece al orden Cambisoles y Leptosoles en las llanuras del valle por el tipo de régimen de humedad determinado basándose en el balance hídrico, en el cual se manifiesta la ausencia de humedad constante durante la mayor parte del año. Con fines de riego, están catalogados en las Clases II y III, moderadamente apropiadas para riego donde el principal problema es la fertilidad moderada de sectores que puede ser superadas mediante la incorporación de abonos orgánicos, fertilizantes químicos o abonos verdes.

En estos suelos es más recomendable la implantación de leguminosas en rotación anual o bianual con maíz y trigo. En las colinas el Orden predominante es el Regosol asociados a las Sub Ordenes de Lixisol y Solonetz, esto por las condiciones de ser suelos lavados y con gran cantidad de material pétreo y sedimentos de diferentes diámetros.

**Cuadro: II.16**  
**Clasificación taxonómica**

Unidad de mapeo	Unidad taxonómica	Características	Aptitud
<b>Valle Aluvial Fluvio Lacustre (VAFL):</b> Suelos con buen poco desarrollo pedogenético, profundos a muy profundos.	Asociación Cambisol – Lixisol	Drenaje deficiente, epipedón ócrico y horizonte subsuperficial cámbico, contenido de carbón orgánico decrece regularmente dentro del perfil. Regular potencial productivo, buen drenaje. Texturas medias, finas a muy finas.	A2
	Asociación Leptosol – Cambisol		A2
	Asociación Leptosol – Cambisol		A3
	Asociación Leptosol – Cambisol		A3



Unidad de mapeo	Unidad taxonómica	Características	Aptitud
<b>Colinas y Elevaciones (CO):</b> Suelos profundos con buen desarrollo pedogenético.	Asociación Regosol – Lixisol	Drenaje moderado, horizonte ócrico y cámbico, contenido, con déficit hídrico por un periodo prolongado del año. con moderada capacidad de retención de humedad, buen desarrollo pedogenético, horizontes diagnóstico A y B claramente diferenciados, suelos de textura media a fina con moderado potencial productivo, poco aptos para el riego.	A2
	Asociación Regosol – Solonetz		A2
	Asociación Regosol – Solonetz		A3
<b>Lecho del río (LR):</b> Areas marginales de márgenes y riberas de ríos y quebradas.	Regosoles	Regosoles, suelos lavados con muy poco potencial productivo, texturas muy sueltas y material pétreo de distinto tamaño y forma. Apto para plantación forestal.	N

*Fuente: Elaboración propia sobre la base de las observaciones de campo.*

En el anexo correspondiente a los planos, se presentan los planos de unidades fisiográficas o unidades de mapeo y el plano de clasificación de los suelos por aptitud de riego.

## II.7.5. EROSION EN LA CUENCA DEL PROYECTO

Dada la diversidad geológica, geomorfológica y de relieve en el área cubierto por el proyecto Quebrada Grande con material parental no consolidado, fácilmente deleznable, pendientes irregulares, cobertura vegetal poco densa a moderadamente densa, inadecuado manejo de suelos y de aguas se da origen a la formación de diversos tipos de procesos erosivos, detallados posteriormente.

Además de existir una alta presión sobre los recursos naturales por parte de los pobladores asentados, hacen el conjunto de factores interrelacionados que tienen influencia en la reactivación de los procesos erosivos en algunos casos e iniciación en otros, haciendo inclusive que algunos que se encontraban ya consolidados se activen nuevamente. Por otro lado, se ha identificado procesos erosivos macro originados en la escorrentía superficial como la erosión laminar, surcos y cárcavas; además de otras unidades originadas en procesos eólicos como los afloramientos rocosos; la diversidad de unidades identificadas se presentan en los cuadros: II.17 y II.18.

**Cuadro: II.17**  
**Unidades erosionales**

Riesgo de unidades erosivas	Porcentaje	Area de estudio (has)
Alto riesgo	53.70	644.40
Moderado riesgo	38.50	462.00
Bajo riesgo	7.80	93.60
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>1200.00</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro: II.18**  
**Caracterización del mapa de unidades erosivas**

Unidades erosivas	Riesgo	Aptitud
Laminar Ligera	Bajo riesgo	A2
Laminar Moderada	Moderado riesgo	A2
Cárcavas Moderadamente activas	Alto riesgo	A3

*Fuente: Elaboración propia.*



## II.8. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

### II.8.1. ECOLOGIA

En el mapa ecológico de Bolivia (ex MACA, La Paz, Bolivia 1975), el área del proyecto esta ubicada en la zona de vida de bosque seco árido (2000 msnm), con bio-temperatura media anual de 17,7 °C, variable estacionalmente en Primavera a Verano de 17 °C a 21 °C, de 15 a 20 °C en Otoño y de 13 a 15 °C, en Invierno, las mismas imparten condiciones favorables para el crecimiento de las plantas.

El régimen hídrico del suelo, marca déficit por el lapso de siete meses de junio a noviembre inclusive; este comportamiento le da al suelo condición UDICA (húmedo) de Noviembre a Marzo; USTICA (casi seco) de marzo a junio y ARIDICA (seco) de junio a noviembre. En la clasificación agro ecológica esta integrada en los Valles del sur, con altitudes comprendidas entre los 1800 y 2000 msnm.

### II.8.2. VEGETACION

La región donde se prevé la implementación del proyecto, acoge en su territorio una diversidad fisonómica y florística que comprende desde la amplitud de los valles hasta las altas montañas de la Serranía de Laderas y El Cóndor.

La vegetación natural se encuentra, más o menos modificada por las actividades agrícolas, ganaderas, extracción de leña y otras intervenciones, es necesario indicar que la agricultura ocupa aproximadamente el 15% de la superficie total de la zona de riego.

El área del proyecto se caracteriza por presentar bosques ralos y densos de diversas especies entre los más importantes se puede citar a más de dos especies del género Prosopis, acacias, entremezclados con pequeñas y pobres bosques compuestos de molles, chacateas y quebracho blanco de valles, se observan también especies aisladas de chañares y tuscas.

En algunas áreas existen asociaciones de chañares y tuscas combinados con arbustos de distintas especies, en las riveras de los ríos y linderos de las propiedades las especies más comunes implantadas son los sauces, álamos y eucaliptos.

Las especies de estrato medio se caracterizan por la presencia de palán palán, tuscas, chillcas y otras especies no muy importantes, el tapiz vegetal por las condiciones de clima semiárido y escasa humedad se caracteriza por la presencia de vegetación típica del Valle Central de Tarija consistentes en pajas de diferentes géneros en la cobertura superficial de los suelos.

No existe mucha diversidad en cuanto a la población y densidad, sólo se pueden encontrar colonias de gramíneas y algunas especies de las familias de leguminosas y otras como musgos y líquenes propios de lugares secos y fríos. En sectores bajos o inundados donde existe humedad residual de las lluvias que permite la sobrevivencia de algunos helechos, musgos, hierbas leguminosas y euphorbiáceas. Dentro de estas especies aunque no es posible determinar con exactitud el estatus de las plantas en el área de estudio, actualmente por la explotación irracional, cierto número de especies está en peligro de extinción, como



los Algarrobos, churquis y ciertas especies de tuscas, por lo que su aprovechamiento como leña y madera está restringida incluso a los propios habitantes de la zona del proyecto.

La vegetación nativa, compuesto básicamente por hábitats de especies y comunidades de individuos de distintos estratos, usos y densidades existentes, de forma selectiva han sido intervenidas para fines de elaboración de leña, sobrepastoreo, recolección de especies valiosas para la ornamentación y especies medicinales.

El crecimiento de la vegetación nativa y la actividad agrícola a secano, esta regulada más por el comportamiento hídrico del suelo. Tomando en consideración este aspecto, la aptitud agroecológica es de regular a restringida en primavera y verano, y no apta en otoño e invierno para los cultivos agrícolas a secano, con riego integral, la aptitud tiende a ser buena en toda época permitiendo la diversificación de la producción agrícola. De manera sistemática esta intervención continúa su acción depredadora por los habitantes de las poblaciones asentadas en las inmediaciones del proyecto y la habilitación de tierras para cultivo mal planificados.

El manejo actual de los suelos bajo riego, comprende el abonamiento orgánico con abonos naturales casi en su mayoría en cantidades insuficientes, uso indiscriminado de fertilizantes químicos en cantidades inadecuadas sin ninguna asistencia técnica, el uso intensivo del suelo con cultivos anuales en monocultivo (maíz).

La rotación entre los cultivos anuales no se realiza de manera razonable, en muchos suelos existe la implantación de cultivos que no son compatibles con la capacidad productiva del mismo; no hay una información sobre los beneficios de la rotación de cultivos.

Las labores de arado, rastreada y apertura de surcos, están íntegramente realizadas mediante la utilización de tracción animal, en todo caso existe un mal manejo de los suelos por la compactación y pérdida gradual de la fertilidad, no existe un concepto de cambio de los sistemas convencionales de manejo de suelos por técnicas conservacionistas que permiten una recuperación gradual de los suelos. En terrenos a secano no se tienen cultivos hortícolas ni frutales, encontrándose mayormente especies o cultivos anuales extensivos, árboles forestales nativos e introducidos.

En terrenos bajo riego, el manejo actual del suelo y del agua por el momento no implica riesgos para la conservación de los mismos, de todos modos, es conveniente hacer notar que existen inicios en procesos de compactación de suelos, pérdida de fertilidad y en algunos casos se observa en ciertos sitios pérdidas por escurrimiento superficial, lo cual incide en un arrastre de nutrientes y de las partículas mismas del suelo en la capa arable.

Sobre el componente de la fauna, no se tienen estudios específicos relacionados a la diversidad, calidad y cadenas alimentarias de las especies que componen la fauna terrestre, en estudios precedentes se han realizado evaluaciones aproximadas de la fauna existente y referencias sobre las especies en peligro de extinción. Aunque no se cuenta con datos censales, la caza excesiva de los animales en los últimos años ha sido determinante para el descenso y la migración a lugares más alejados de las especies más importantes consideradas individuos originarios de la zona.

La intervención antrópica en toda el área del proyecto ha causado alteraciones irreversibles en la fauna por los asentamientos humanos, actividades agrícolas, ganaderas y desmontes



para cultivos de maíz y otros a temporal. Según informes y determinaciones de la Superintendencia Forestal, existen actualmente especies amenazadas de desaparecer del contexto faunístico del Valle Central de Tarija, tales como: Puma, gato montés, venado, perdices y otras especies originarios de la zona.

En resumen, la vegetación, fauna, suelo y el agua no muestran signos alarmantes de alteración por la intervención del hombre, por tanto, se mantiene un relativo equilibrio ecológico en la zona. Los efectos ambientales posibles no se verán alterados en grado que cause preocupación siendo relativamente buenos y aceptables.

Específicamente el proyecto se involucra de manera directa con las ecorregiones de Bosques Interandinos Secos y los bosques de la formación Tucumano- Boliviano. Dentro de este ámbito se detallará las características de cada una de estas unidades ecológicas.

### II.8.2.1. Bosques Secos Interandinos

Comprende una variación grande de formaciones vegetales decídúos que van desde los bosques secos de la región de los Yungas, hasta los extensos valles en el centro del sur del país. La zona de estudio, se encuentra en un rango altitudinal de 1900 a 2800 msnm, se caracteriza por presentar un clima templado, con temperaturas medias anuales de 16 a 18 °C y con niveles de precipitación inferiores a los 800 mm. Presenta paisajes de valles mas o menos disectados, con pequeñas planicies en algunos sectores. Gran parte de esta ecorregión está perturbada con severos problemas de erosión, debido a la expansión de la frontera agrícola y a la intensa ganadería de caprinos y ovinos.

La vegetación mayormente está compuesta por comunidades dispersas de algarrobos (*Prosopis nigra*), ceibos (*Eriitina cristagalli*), Churquis (*Acacia cavens*), jarcas (*Acacia visco*), molles (*Schinus molle*), atamisque (*Athamisquea emarginata*), sauces (*Salís babilónica*) y karallantas (*nicotiana glauca*). Los mamíferos que frecuentan esta ecorregión están conformados por: Zorros (*Cerdocyon thous*), gato andino (*Felis Jacobita*) y murciélagos (*Myotis sp* y *Desmodus rotudus*), entre otros.

Los reptiles y anfibios se encuentran representados por los géneros *Liolaemus*, *Hyla* y *Bufo*. Las aves típicas de esta ecorregión son los horneros (*Furnarius rufus*), los cardenales (*Paroaria coronata*), colibríes (*Trochilidae*) y varias especies de atrapamoscas (*Tyrannidae*).

Amplias áreas representativas de esta ecorregión se encuentran en los valles del sector este y sureste de la zona de riego; que se destacan además por la presencia de varios ríos de aguas cristalinas de considerables caudal, que favorecen con el riego a los cultivos de papa (*Solanun tuberosum*), maíz (*Zea maíz*), cebolla (*Alliun cepa*), vid (*Vitis vinífera*), duraznos (*Prunus pérsica*) y otros frutales y cultivos anuales.

### II.8.2.2. Bosques de la Formación Tucumano-Boliviano

Son bosques semihúmedos siempreverdes, con abundancia de epifitas, presentes en algunos sectores de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, dentro del área del proyecto esta representado en las laderas y quebradas del extremo oeste, entre alturas que varían desde 1900 a 3000 msnm, se observa una representación del piso superior de estos bosques, con sus expresiones particulares en las comunidades de Laderas, El Cóndor y Papachacra. Estos habitats presentan temperaturas anuales entre 5 a 23 °C, con notable influencia de



vientos fríos del sur (surazos), especialmente en los meses de junio a septiembre, causando temperaturas mínimas muy bajas, la precipitación media anual es inferior a los 1000 mm.

En las partes altas de esta ecorregión se encuentran pequeños bosques mixtos de quewiñas (*Polylepis hieronymi* y *P. Crista-galli*), chirimolles (*Escallonia resinosa*) y aliso (*Alnus acuminata*). En altitudes menores están los bosques de pino de cerro (*Podocarpus parlatorei*) entremezclados con alisos (*Alnus acuminata*), sauco (*Fagara coco*), espinillo (*Durante serratifolia*) y varias especies de epifitas (*Tillandsia spp.*)

Los bosques Tucumano- Bolivianos, se constituyen en habitats de varias especies de fauna; destacándose los venados (*Hippocamelus antisentis*), que en el periodo de invierno bajan desde las cumbres a los valles bajos en busca de alimento. Otros mamíferos como el gato de los pajonales (*Felis colocolo*) y aves como el mirlo de agua (*Cinclus schulzi*), la coludita de la quewiña (*Leptasthenura yanacensis*) y el carpintero de la quewiña (*Oreomanes fraseri*), dependen de este hábitat para sobrevivir (Dupret, 1999).

### II.8.2.3. Estado actual de la flora en la zona del proyecto

Ecológicamente el área del proyecto presenta diferencias de acuerdo a la posición fisiográfica o formas particulares presentes, es así que en la parte alta de cuenca, se observa una formación de bosques ralos, mayormente siempre verde todo el año, de transición a nublado donde la cobertura de especies arbóreas ocupa un 30 a 40%.

Las condiciones ecológicas de la parte baja de cuenca, se caracteriza por un decremento en la humedad ambiental, cuya disminución es significativa a medida que se aleja hacia el oeste (en dirección al valle central), presentándose un bosque caducifolio a xeromorfo, asociado a matorral con una cobertura total del 50%.

El uso del bosque, al margen de la extracción selectiva de especies para uso doméstico, es de un pastoreo extensivo, principalmente de ganado bovino y ovino, los mismos que se alimentan por el sistema de ramoneo de las ramas, hojas y frutos de los árboles y arbustos.

La vegetación del área es utilizada para el ramoneo del ganado debido a la buena calidad del forraje de muchas especies leñosas.

La continua alteración de la vegetación primaria para la agricultura y la ganadería sin encuadrarse a las normas legales vigentes, ha originado la proliferación de especies xerofíticas de cobertura pobre y achaparrada; por otra parte, estas especies arbustivas son explotadas como combustible y cercos; lo que ocasiona la aparición de superficies descubiertas, donde la erosión hídrica y eólica avanzan críticamente por el arrastre de las partículas sueltas de suelo.

Específicamente el área de influencia directa del proyecto (principalmente el segundo espacio de ocupación o el área de riego), se manifiesta alterada e intervenida por las actividades ganaderas, agrícolas, apertura de caminos, accesos y desmontes.

La extracción de especies con fines comerciales, según las informaciones y observaciones realizadas, han cesado y actualmente sólo se realizan derribe de árboles estrictamente para usos domésticos (leña) y necesidades de la propia finca, cercos, construcción de viviendas y corrales, cuya incidencia en la población del bosque no es significativa.



**Cuadro: II.19**  
**Vegetación del área del proyecto**

Nombre común	Nombre científico
<b>Estrato arbóreo:</b>	
Algarrobos (3 especies)	<i>Prosopis sp</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Ceibo	<i>Erythrina cristagalli</i>
Jarca	<i>Acacia visco</i>
Quewiña	<i>Polylepis hieronymi</i> y <i>P. Crista galli</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Pino de cerro	<i>Podocarpus parlatorei</i>
Chañar	<i>Geoffraea dicorticans</i>
Churqui	<i>Acacia caven</i>
Tipilla	<i>Pterognne nitens</i>
Tusca	<i>Acacia aromo</i>
Tarco	<i>Jacarandá mimosifolia</i>
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp</i>
Sauce llorón	<i>Salix babilonica</i>
Alamo	<i>Populus alba</i> y <i>P. nigra</i>
<b>Estrato de arbolitos:</b>	
Taquillo	<i>Prosopis alpataco</i>
Atamisque	<i>Athamisquea emarginata</i>
Cipreses	<i>Cupresus sp</i>
Sauco	<i>Fagara coco</i>
Chirimolle	<i>Escallonia resinosa</i>
Espinillo	<i>Duranta serratifolia</i>
<b>Cactáceas:</b>	
Ulala	
Cardón	
<b>Arbustivos:</b>	
Thola	<i>Baccharis sp</i>
Afata	<i>Sida rombiifolia</i>
Amarantos	<i>Amaranthus sp</i>
Palán palán o karallanta	<i>Nicotiana glauca</i>
Hediondilla	<i>Cestrum parqui</i>
Cedrón de monte	<i>Aloysia gratisima</i>
Chamico	<i>Datura ferox</i>
<b>Estrato herbáceo:</b>	
Epífita, compocitae, gramineae, solanaceae, asteraceae, labiatae, cactaceae, bromilliaceae y poaceae.	
<b>Algas:</b>	
Chromophytas, Chlorophytas, Cyanophytas y Euglenophytas.	

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de la información recopilada de estudios y trabajos de campo realizados en la zona del proyecto.

### II.8.3. FAUNA

La zona del proyecto esta constituida por una variedad de habitats, donde es posible encontrar gran diversidad de flora y fauna. Sin embargo debido al comercio ilegal de especies, deterioro del hábitat y a la presión antrópica que hubo en el pasado, existen especies que se encuentran en bajas densidades.

Para analizar el comportamiento de especies silvestres en los espacios de ocupación del proyecto, se ha revisado la existencia de especies según la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), La aplicación de los criterios de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN), tiene fines de categorización para priorizar su conservación, asimismo luego de realizar una revisión pormenorizada de especies planifica formas y metas de conservación y protección de acuerdo a las normas de “Wildlife International”.

Los principios de la Convención de Washington son los siguientes:



- a) Animales en peligro de extinción, raros por excelencia, prohibida su caza y comercialización de productos y subproductos.
- b) Animales con cierta restricción en caza, pesca o captura. Solo se permite su comercialización interna, no internacional, solo se permite su caza para subsistencia.
- c) Animales libres para su caza, pesca o captura. Comercialización libre de sus productos y subproductos, tanto a nivel nacional e internacional.

Según los anteriores criterios y principios de conservación de especies, las aves con Categoría de "Vulnerables" son: La parina grande (*Phoenicoparrus andinus*), la parina chica (*Phoenicoparrus jamesi*), el mirlo de agua (*Cinclus schulzi*), la monterita boliviana (*Poospiza boliviana*) y la monterita serrana (*Poospiza baeri*).

En "Menor Riesgo" están el flamenco chileno (*Phoenicopterus chilensis*), el cóndor (*Vultur gryphus*), la Soca cornuda (*Fulica cornuta*), la coludita de la quewiña (*Leptasthenura yanacensis*), el carpintero de la quewiña (*Oreomanes fraseri*), el pepitero colorado (*Saltator rufiventris*) y el picaflor (*Oreotrochilus adela*).

Los mamíferos que se encuentran en "Estado Crítico", se encuentran las siguientes especies: El guanaco (*Lama guanicoe*). "En Peligro" están el gato andino (*Felis jacobita*) y el venado (*Hippocamelus antisensis*).

Con "Menor Riesgo" están el gato montés (*Felis geoffroyi*), el puma (*Puma concolor*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*).

Con "Datos Insuficientes" está el gato del pajonal (*Felis colocolo*). También están presentes dos mamíferos pequeños (Rodentia) endémicos de Bolivia: *Phyllotis wolffsohni* y *Ctenomys lewisi*.

De las cuatro especies de peces que se identificaron en los ríos de la zona, dos especies de doraditos (*Oligosarcus bolivianus* y *Acrobrycon tarijae*), se encuentran en la Categoría de "Menor Riesgo".

Se tienen tres especies de reptiles y anfibios endémicas de Bolivia: *Bothrops jonathani*, *Tomodon sp. e Hylaalbonigra*; y con "Datos Insuficientes" están el *Liolaemus signifer* y el *Tachymenis peruviana*.

En el cuadro: II.20, se presenta un listado de las especies más representativas del área de influencia directa e indirecta del proyecto, lista que se considera preliminar ya que las investigaciones e inventariación de las especies continua, además que en la presente lista no se incluyen especies de menor importancia y que son comunes casi en todas las ecorregiones.



**Cuadro: II.20**  
**Fauna silvestre de la zona del proyecto**

Nombre común	Nombre científico
<b>Mamíferos:</b>	
Guanaco	<i>Lama guanicoe</i>
Vicuña	<i>Vicugna vicugna</i>
Gato del pajonal	<i>Felis colocolo</i>
Puma (león burrero)	<i>Felis concolor</i>
Gato andino	<i>Felis jacobita</i>
Gato montés (titi)	<i>Felis geoffrovi</i>
Zorro	<i>Cerdocyon thous</i>
Comadreja	<i>Didelphis albiventris</i>
Zorrino común	<i>Conepatus chinga</i>
Venado	<i>Hippacamelus antisensis</i>
Vizcacha	<i>Lagidium viscacia</i>
Liebre o taipetí	<i>Silvilagus brasiliensis</i>
<b>Aves:</b>	
Condor	<i>Vultur gryphus</i>
Parina grande	<i>Phoenicoparrus andinus</i>
Parina chica	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>
Mirlo de agua	<i>Cinclus schulzi</i>
Monterita boliviana	<i>Poospiza boliviana</i>
Monterita serrana	<i>Poospiza baeri</i>
Flamenco chileno	<i>Phoenicopterus chilensis</i>
Soca cornuda	<i>Fulica corneta</i>
Coludita de la quewiña	<i>Leptasthenura yanacensis</i>
Carpintero de la quewiña	<i>Oreomanes fraseri</i>
Pepitero colorado	<i>Saltator rufiventris</i>
Picaflor	<i>Oreotrochilus adela</i>
Chuña	<i>Cariama cristata</i>
Loro choclero	<i>Amazona maximiliani</i>
Cotorras (catitas)	<i>Aratingas sp</i>
Paloma montaráz (torcazas)	<i>Leptotilia verreauxi</i>
Palomita común, ulinchas, búhos y otras especies	
<b>Reptiles:</b>	
Cascabel	<i>Crotalus durissus terrificus</i>
Yarará	<i>Bothrops jonathani</i>
<b>Peces:</b>	
Doraditos y misquinchos	

**Fuente:** Elaboración propia sobre la base de la información recopilada de estudios y trabajos de campo realizado en la zona del proyecto.

### II.8.3.1. Especies protegidas y/o singulares

Según la Superintendencia Forestal (2006), existen actualmente especies amenazadas en peligro de desaparición, que requieren la protección para asegurar su supervivencia, entre estas especies se tiene al: Guanaco, vicuña, puma, el gato andino, venado, parinas grande y chica, el mirlo de agua, la monterita boliviana, perdices y el picaflor.

### II.8.3.2. Conservación

La conservación de especies en la zona del proyecto sufre de problemas de depredación humana, las aves de la región son cazadas para aprovechamiento económico o de subsistencia.

Otras son cazadas por ser consideradas como dañinas y finalmente se tienen especies recolectadas para su domesticación.



### **II.8.3.3. Puntos de paso o rutas migratorias**

No se tienen identificados puntos específicos de paso o rutas migratorias, no existe ningún estudio al respecto, pero en observaciones muy cortas en el lugar y de acuerdo a conversaciones con los pobladores del área del proyecto son puntos importantes y de concentración de fauna las áreas de bosques, bañados o puntos de agua.

### **II.8.3.4. Situación actual de la fauna**

En los últimos 100 años se han producido notables cambios estructurales en los ecosistemas del Puna, Prepuna, Valles Interandinos y la Formación Tucumano-Boliviano, debido a la acción de los grupos de intervención de la colonización hispano indígenas, concesiones y explotaciones forestales, desmonte para la implantación de cultivos, la actividad pecuaria y las camineras, que han dejado huellas difíciles de borrar y esta acción en muchos sectores se ha incrementado, lo que hace pensar en las consecuencias fatales para el extenso territorio que puede en un futuro tornarse difícil de controlar y traer graves desequilibrios ambientales y socioeconómicos en todo el Valle Central de Tarija.

## **II.9. ASPECTOS PRODUCTIVOS**

### **II.9.1. SISTEMA DE PRODUCCION ACTUAL**

El área agrícola del proyecto se caracteriza por estar ubicada en su mayor parte en valle aluvial, colinas, laderas y pie de monte de la cuenca de Santa Ana (Cuenca alta del río Tarija). Una parte minoritaria de tierras bajo cultivo se encuentran en las laderas y valles de las márgenes del río Santa Ana y San Agustín.

Los sistemas de producción actual que se practican en la zona, integran actividades agrícolas y pecuarias.

El sistema de producción de la zona del proyecto consiste en la producción de especies altamente adaptadas al medio y a las condiciones topográficas y edafológicas presentes, y están constituidos por unidades productivas a secano y un poco a riego con predominancia de cultivos anuales y algunas especies frutales de ciclo perenne. La diversidad de los cultivos que se explotan en la zona según las comunidades beneficiarias son:

En las comunidades de Santa Ana La Vieja, San Antonio, Sunchu Huayco y La Choza, la actividad más importante es la producción de vid, seguido de maíz, papa, tomate, cebolla y hortalizas, que generalmente se los realiza bajo riego en superficies pequeñas.

En Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, las áreas de cultivo actuales están ocupadas por maíz, papa para consumo y semilla donde la producción es íntegramente a secano, mientras que los terrenos que cuentan con riego, están conformados por papa semilla, tomate, cebolla, durazneros y hortalizas, además de otros cultivos alternativos.

Es importante mencionar que el sistema productivo actual tanto a secano como a riego, se practica en terrenos que no están dentro del área de riego, sino que se encuentra fuera del perímetro en las laderas y sectores altos donde el riego no es posible por gravedad.



Las áreas de riego potenciales, que se encuentra en la parte baja de la cuenca de Quebrada Grande, actualmente están siendo explotadas como terrenos de pastoreo para el ganado bovino, caprino, ovino y suino, que por las condiciones extremas época de lluvias y estiaje, el ganado normalmente se traslada a otros lugares donde existe suficiente forraje, la practica de la trashumancia es practicada en todo el Valle Central.

Según el diagnóstico socioeconómico realizado en las comunidades y la información de los agricultores, la superficie destinada a la producción agrícola es cerca de 200 a 500 has, las cuales están ubicadas en la parte alta de las tres comunidades beneficiarias y que no dependen ni dependerán de la presa o los cursos de agua de la parte baja, de las cuales son sembradas en la campaña de verano unas 390 has y 57 has bajo riego en invierno, situación que no cubre las expectativas de los productores por los riesgos que conlleva.

### **II.9.1.1. Tecnología de producción y nivel tecnológico de la población**

La tierra constituye el patrimonio más importante para los campesinos, ya sea como propiedad comunal o propiedad familiar. La falta de la delimitación de las comunidades, puede en cierto momento de la ejecución del proyecto, generar conflictos sociales que incluso pueden llegar a paralizar y poner en riesgo la viabilidad del proyecto, en este sentido es necesario un apoyo por parte de la Entidad de Acompañamiento en la agilización de los trámites del derecho propietario de cada una de las comunidades.

La situación de una propiedad saneada constituye una gran ventaja para realizar mejoras y acceso a fuentes de financiamiento para inversiones fijas. La tenencia de la tierra en la zona del proyecto, presenta que cerca de 91,5% del área potencial de riego que es de 1100 has, corresponde a propiedad comunal, que las comunidades lo utilizan como área de pastoreo.

En lo que respecta a las 118 familias beneficiarias, 55 ha, se encuentran en la comunidad de Laderas Norte, incluyendo áreas de riego por bombeo, tiene condición de propiedad comunal y algo de privado esta área beneficiara a 31 familias. La comunidad de Laderas Centro tendrá una superficie de riego habilitada de 350 ha y beneficiará a 47 familias, las restantes 179 ha constituyen área comunal de la comunidad de Laderas Sud y beneficiara a más 40 familias, haciendo un total de superficie regable neta de 584 ha.

La posesión de las tierras se han dado mediante distintas figuras como la compraventa, sucesión hereditaria, traspasos y asentamientos en tierras fiscales y privadas, aunque varias propiedades fueron vendidas por el dueño a otro agricultor, existen propiedades de estos últimos que utilizan arrenderos para el trabajo de la tierra.

Los agricultores asignan gran importancia a la disponibilidad de agua para el cultivo de sus tierras, sin embargo, frecuentemente sufren pérdidas por falta de agua de lluvia, lo que limita el avance en el aprovechamiento del área potencial cultivable que llega casi 1100 has netas, como ya se ha señalado anteriormente, aunque existen recursos hídricos que pueden ser regulados y suelos para incorporarlos a la producción bajo riego.

El uso actual de la tierra es exclusivamente para la producción pecuaria y una reducida cantidad se destina a la producción agrícola constituida fundamentalmente por frutales (vid y durazno) y cultivos anuales como maíz, papa, tomate, arveja, cebolla y hortalizas.



Actualmente existen 1100 ha físicas disponibles para el aprovechamiento bajo cultivo, las precipitaciones irregulares y el ciclo hidrológico corto hacen que actualmente solo se siembre aproximadamente 390 has sólo en la campaña de verano que generalmente empieza en noviembre y concluye en mayo.

El nivel cultural de la población es de moderado a medio, sin embargo existen algunas personas que no saben leer ni escribir, por lo que no han tenido acceso a los adelantos tecnológicos en la producción, básicamente la tecnología de producción en las unidades productivas pequeñas y medianas, es tradicional o rudimentaria, basada principalmente en la utilización de mano de obra familiar, mientras que en las unidades productivas medianas a grandes por así decirlo, predomina la mecanización y un nivel tecnológico avanzado, caracterizado por el alto consumo de energía e insumos importados, esta tecnología es muy visible en las viñas, plantación de duraznos y otros de alto valor de retorno.

La producción agrícola de los pequeños agricultores aun mantiene su condición de tradicionalidad, sin haber logrado incluir en su proceso tecnológico avances significativos en cuanto a la introducción de maquinaria agrícola, insumos de tecnología avanzada principalmente referidos al uso de agroquímicos, fertilizantes y semillas de variedades altamente rentables. Por esta razón la mayoría de los agricultores todavía utilizan la tracción animal en las labores culturales, herramientas manuales y aún no han logrado conocimientos avanzados sobre la utilización de los agroquímicos y la bondad de las semillas mejoradas.

Los productores que tienen tierras más extensas han introducido en su sistema productivo mecanización en la mayoría de las actividades, la maquinaria se utiliza fundamentalmente para los trabajos de roturación primaria de suelos, siembra y labores culturales.

El manejo adecuado de suelos y cultivos, tanto en los sistemas de producción tradicional como mecanizado, adolecen de deficiencias sobre todo en lo que se refiere a la conservación de suelos; no se aplica un plan de manejo ni se han diseñado sistemas de rotación de cultivos, en la mayoría de las parcelas existen monocultivos de hasta tres años consecutivos; no se han respetado las labranzas en curvas de nivel o conservacionistas en los terrenos con pendientes pronunciadas, lo que repercute en la pérdida del potencial productivo del suelo en pocos años, esto a su vez se traduce en los bajos rendimientos.

La mayoría de los terrenos presentan cierto grado de compactación y pérdida gradual de la fertilidad, por la excesiva utilización de implementos de labranza horizontal como las rastras y arados de disco, no se ha observado la utilización de implementos de labranza vertical.

Una mayoría de los agricultores utiliza estiércol en cantidades inferiores a las necesidades de los cultivos; las siembras en curvas de nivel, terrazas y cultivos en contorno no son usualmente practicadas para cultivos extensivos que se siembran en las colinas y terrazas.

Según las observaciones y testimonios de los productores, la utilización de variedades y semillas mejoradas se ha generalizado, aunque una parte minoritaria sobre todo las familias de muy escasos recursos todavía continúan utilizando su propia semilla por esta razón los rendimientos de sus cultivos son bajos.

El control de plagas y enfermedades se realiza mediante la utilización de insecticidas y fungicidas con bajo nivel de efectividad por falta de una adecuada dosificación y selección de



los productos, normalmente los agricultores escogen productos baratos y altamente tóxicos que no garantizan un control efectivo además de la destrucción de la fauna benéfica.

El control de malezas es realizado mediante la utilización de implementos manuales y a tracción animal, los niveles de control en esas condiciones son más o menos aceptables.

La tecnología de cosecha en cultivos extensivos, es enteramente manual con la ayuda del grupo familiar, sin la intervención de ningún tipo de maquinaria o implemento semimecánico.

Los productos agrícolas excedentes o aquellos que no se han logrado comercializar son mayormente almacenados en depósitos rústicos que no garantizan un adecuado almacenamiento ni conservación, frecuentemente en estos depósitos los productos son atacados por los gorgojos, polillas y roedores.

Existen algunos productos transformados sobre la base de cultivos producidos en la zona como es el maíz, que en principio es molido y a partir de la harina se elabora el pan, otros productos de repostería y la chicha que es una bebida alcohólica. De la vid se elaboran los vinos y singanis caseros, así como los duraznos deshidratados (pelones), de la frambuesa y los duraznos también se elaboran mermeladas y refrescos, estos productos derivados y transformados forman parte de la dieta alimenticia de las familias del área del proyecto.

El transporte y comercialización de productos en la mayoría de los casos son realizados por lo propios agricultores, por encontrarse el área de producción relativamente cerca y los caminos de acceso son buenos y permanentes. Pocos agricultores venden su cosecha en la propia finca a rescatistas e intermediarios, quienes a su vez transportan los productos a los mercados de Santa Cruz y Yacuiba en el caso de la vid, durazno, papa y tomate, a Tarija en los casos del maíz y hortalizas, y una fracción de la producción de la vid, durazno y papa.

Instituciones tales como las Subprefecturas de Cercado y Uriondo, los municipios respectivos, Proyecto San Jacinto y el Servicio Departamental Agropecuario de Tarija, además de participación de instituciones no gubernamentales como la Fundación FDT Valles, Oficina Regional de Semillas de Tarija. IICA, COINCA, Intercomunal D. Vides, Mancomunidad de Municipios Héroes de la Independencia, PROSAT, AGRO XXI, Plan Internacional, CARE y algunas instituciones crediticias como FONCASOL y FADES, Banco Los Andes Pro Credit, en los últimos años han contribuido significativamente en el tema de la tecnología productiva en los cultivos de maíz, papa, tomate y hortalizas, así como los frutales y otros productos.

La mayoría de los agricultores no acostumbra realizar cálculos respecto a gastos, costos y utilidades netas del proceso productivo, por esta razón el establecimiento de los ingresos por familia y por habitante no tienen un comportamiento homogéneo, presentándose picos y depresiones muy significativas. Según los agricultores los principales problemas y limitaciones en la producción agrícola son los siguientes:

- Falta de infraestructura de riego.
- Sistemas de producción con limitaciones tecnológicas (falta de Asistencia Técnica).
- Incremento en la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos.
- Factores económicos, incapacidad y difícil acceso al uso de insumos locales y externos (semillas mejoradas, fertilizantes, pesticidas) en forma suficiente y oportuna, sobre todo en los pequeños productores.



- Suelos con problemas de inicios de erosión y degradación, además de la pérdida gradual de la capacidad productiva.
- Factores climáticos adversos (heladas, riadas y sequías).

Es importante, que en la fase operativa del proyecto se capacite y adiestre a los beneficiarios en tecnología del manejo de agua a nivel de parcela, ya que la mayor parte de los comunarios no tienen destreza suficiente, aunque existen agricultores que practican el riego con frecuencia.

Ante el cambio del escenario para el desarrollo productivo que se introducirá en el área, es de fundamental importancia la preparación de recursos humanos capaces de responder a los desafíos de la nueva infraestructura.

Los aspectos tecnológicos antes mencionados, principalmente los temas más importantes y determinantes para el éxito del proyecto y logro de objetivos planteados, serán abordados en los trabajos del servicio de Acompañamiento y el organismo encargado de las acciones concernientes a la Asistencia Técnica, quienes en forma conjunta y coordinada con los agricultores y las instituciones involucradas tratarán de dar solución a los temas planteados.

#### **II.9.1.2. Situación de la producción bajo riego**

Dentro del área de influencia del proyecto, actualmente sólo existe un sistema de microriego establecido, que se encuentra en el área del vaso, el sistema ocupa una superficie de 2 ha, con riego deficitario y beneficia a 1 familia. Este sistema de riego se encuentra dentro del vaso o área de embalse.

La infraestructura mencionada cuenta con una obra de toma tipo galería filtrante, cuya capacidad de captación de aguas subálveas es de aproximadamente 15 l/s. Asimismo cuenta con un canales de tierra principales y secundarios con estructuras de partición y derivación rusticas en algunos sectores, todo el sistema en su conjunto presenta un mantenimiento regular y se encuentra en plena operación. Asimismo el sistema cuenta con un estanque construido en hormigón ciclópeo. Una cañería de aducción y áreas de riego por gravedad en una superficie aproximada de 2 ha

La gestión de riego es muy simple y consta básicamente de los siguientes elementos:

El Sistema opera con regularidad en la época de estiaje, pues en la época de lluvias la galería deja de funcionar y el canal de aducción se pierde por las crecidas.

Cuando los caudales de aporte se reducen significativamente, obligan a la familia beneficiaria a realizar el llenado del estanque que normalmente dura toda una noche para regar al día siguiente, que algunos agricultores realicen bombeo de aguas de otras fuentes para garantizar de algún modo la producción.

La organización de regantes en torno al sistema de riego es simple y se reduce a la coordinación interna de la familia beneficiaria.

La modalidad de distribución es de acuerdo a las necesidades de los cultivos que se han sembrado y el riego normalmente dura todo el día cuando el agua es suficiente.



El mantenimiento de la infraestructura esta a cargo de la familia propietaria, quienes destinan un aporte en mano de obra para los trabajos de mantenimiento, normalmente los trabajos son conjuntos al inicio de cada campaña agrícola, el número de jornales es variable y depende de la magnitud de los trabajos a realizarse.

Eventualmente se realizan mantenimientos de emergencia al presentarse alguna situación de contingencia para lo cual el grupo familiar se reúnen y efectúan el trabajo en forma conjunta.,

La situación Sin proyecto esta reflejada por una actividad agrícola poco rentable y la cría de ganado y animales menores como actividad complementaria, la poca disponibilidad de agua para riego no permite pensar en una producción agrícola a gran escala.

La mayoría de la producción actual es a secano y se la realiza fuera del área de riego del proyecto. La variedad de cultivos no es muy amplia, entre los cultivos más desarrollados están el maíz, papa, arveja, cebolla y algo de tomate y algunas hortalizas y frutales de carozo en su mayoría en una situación todavía precaria y pequeña escala, para la venta y consumo.

Los frutales se constituyen en el rubro potencialmente importante para la economía de la zona del proyecto, aunque no asumido plenamente por los productores. La utilización de animales como herramienta de trabajo en manejo tradicional es una práctica generalizada.

### **II.9.1.3. Infraestructura productiva y equipamiento**

Formalmente no existe infraestructura productiva, sin embargo, cada agricultor cuenta, en forma particular, con su pequeño depósito que muchas veces es utilizado como un pequeño silo. Por otro lado algunos agricultores cuentan con estructuras artesanales de almacenamiento de granos y tubérculos consistentes en depósitos y ambientes específicos para estos fines.

En cuanto al equipamiento, este esta constituido por herramientas manuales como ser: pala, picota, postes, alambres, pitas, podadoras, etc. Entre los implementos a tracción mecánico y animal se cuenta con: Tractores agrícolas, sembradoras, arados, surcadoras, cultivadoras, rastras y otros implementos.

Los tractores agrícolas, yuntas a caballos o bueyes y sus respectivos implementos, en caso necesario son alquilados de zonas vecinas.

### **II.9.1.4. Servicio de apoyo a la producción, existente**

Las instituciones que efectúan labores de apoyo tanto en la asistencia técnica y social, se pueden mencionar al Fundación Valles, Oficina de Semillas, Pastoral Social, CARE, Plan Internacional y en forma regular se presentan visitas de técnicos de instituciones tales como la Subprefectura de Uriondo y Cercado, el Municipio del Valle y Tarija, y el Servicio Departamental Agropecuario de Tarija (SEDAG). Existen además varias Organizaciones no Gubernamentales que tienen su área de acción en la zona del proyecto.



### II.9.1.5. Cédula actual de cultivos bajo riego

En el cuadro: II.21, se muestra la distribución (cédula) actual de los cultivos bajo riego en el área del proyecto.

**Cuadro: II.21**  
**Cédula actual de cultivos bajo riego en el área del proyecto**

Cultivo	Verano (ha)	Invierno (ha)	Total (ha)
Papa temprana	0.00	1.00	1.00
Cebolla cabeza	0.00	0.50	0.50
Arveja en verde	0.50	00.00	0.50
<b>Total área cultivada</b>	<b>0.50</b>	<b>1.50</b>	<b>2.00</b>
<b>Total área potencial</b>	<b>1100.00</b>	<b>1100.00</b>	<b>2200.00</b>
<b>Total área sin cultivo</b>	<b>1099.50</b>	<b>1098.50.00</b>	<b>2198.00</b>

*Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información obtenida de los agricultores de la zona del proyecto.*

El calendario de producción de cultivos actualmente practicado, se muestra a continuación:

**Cuadro: II.22**  
**Calendario de cultivos Sin proyecto bajo riego en el área del proyecto**

Epoca	Invierno						Verano					
Mes	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Papa temprana		S	S			C						
Cebolla cabeza		S	T			C						
Arveja en verde			S			C						

*Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.*

**Simbología:** S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, B = Brotación.

### II.9.2. SISTEMA DE PRODUCCION CON PROYECTO

La producción de cultivos anuales y frutales a secano, si bien se ha generalizado en la zona del proyecto aunque no se realiza en el área de riego futura del proyecto, no cuenta con una tecnología apropiada y de bajo costo que sea accesible a más productores, aunque la producción actual cubre los requerimientos de la población local, es también cierto que la calidad del producto no es del todo competitivo, por lo que la producción necesita urgentemente algunos ajustes tecnológicos y principalmente el mercado explorando otros espacios de comercialización local y externo.

Con la ejecución del proyecto, se logrará alcanzar algunos metas como el de capacitar en la producción bajo riego a más de un 200 productores capaces de asimilar y adquirir los conocimientos y técnicas abordadas. Por otro lado se han introducido aspectos tecnológicos aunque no de gran innovación más de perfeccionamiento del actual sistema productivo, lo que da como resultado una mayor predisponibilidad del productor a realizar y ampliar sus actividades productivas en el rubro de frutales y cultivos de buen retorno económico sembrados en pequeñas superficies, asimismo se ha visto como un componente importante la Organización de los productores y el diseño de un sistema de comercialización sobre la base de datos obtenidos de los principales mercados de la ciudad de Tarija, Santa Cruz y algunos mercados del interior del país, los cuales se constituyen en una herramienta importante para la formulación y planificación de las siembras, volúmenes de producción, establecimiento de costos y precios y una efectiva cadena de comercialización que involucre a todas las comunidades productoras.

El brazo operativo será la directiva de los regantes, quienes gestionaran ante las autoridades regionales, departamentales, nacionales e inclusive internacionales, financiamientos y apoyo



para proyectos de producción, capacitación, fortalecimiento institucional y asistencia técnica en la producción y otros rubros en los cuales la organización se encuentre involucrada.

Actualmente el productor en las comunidades donde se pretende ejecutar el proyecto, con las reuniones de concertación realizadas, aunque es muy prematuro señalar, existe un cambio de mentalidad y acción en los beneficiarios.

Es predecible que los impactos positivos, se darán a partir del segundo o tercer año pudiendo lograrse una consolidación de la producción a partir del quinto año bajo las nuevas enmiendas tecnológicas de producción, conservación, transformación y una efectiva cadena de comercialización con precios justos y racionales; todos estos aspectos se pueden efectivizar si los mecanismos de sostenibilidad y seguimiento de la evolución de la producción y el cambio de mentalidad de los productores, se orienta hacia esas tendencias.

El aporte del proyecto, se traduce fundamentalmente en el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas y tecnológicas de las familias asentadas en las comunidades beneficiadas, estos aportes cuantitativos y cualitativos se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Capacitación en la producción bajo riego y sobre la cédula de cultivos acordado.
- Asegurar la continuidad de las acciones de capacitación y asistencia técnica.
- Mejoramiento y perfeccionamiento de la tecnología de producción bajo riego.
- Mayor conocimiento en el manejo de productos agroquímicos.
- Mayor conciencia de la importancia de los recursos suelo y agua.
- Avance en las acciones de producción en volumen y calidad, así como los sistemas de comercialización, conservación y transformación de los productos.

En resumen los beneficiarios que participen en la ejecución del proyecto, tendrán una relativa pero importante ventaja frente a otros productores que no han logrado ingresar en el proyecto, por otro lado los participantes del proyecto cuentan con experiencia en el desarrollo de trabajos de campo y practicas adquiridos en procesos de enseñanza. El aumento sistemático de la producción agrícola y los ingresos, requieren entre otros aspectos, de la adopción y practica de los siguientes aspectos técnicos.

- La implementación de tecnologías adecuadas o paquetes tecnológicos.
- Aplicación de técnicas orientadas al mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo, rotación de cultivos, mantenimiento de M.O. y niveles adecuados de nutrientes.
- Utilización de técnicas conservacionistas en los terrenos ondulados, como la siembra en curvas de nivel, construcción de terrazas y la intercalación de cultivos anuales con cultivos perennes. Los terrenos de mucha pendiente se deben destinar a la plantación de frutales y especies perennes.
- Solución a los problemas socioeconómicos, que dificultan la implementación de tecnologías, tales como: Disponibilidad de maquinaria agrícola, implementos de tracción animal, créditos y mercadeo de productos.
- Diversificación de la producción agrícola por los productores, para reducir la dependencia de un solo cultivo y reducir los riesgos en la producción e ingresos.
- El cultivo de frutales (vid y carozos), es un rubro que esta adquiriendo mayor importancia en muchos lugares del Valle Central de Tarija, tanto por iniciativa propia de las familias productoras como impulsado por algunas instituciones desarrollo rural.



- Un caso inmediato a la zona de riego son las áreas habilitadas por el Proyecto San Jacinto que son contiguas al proyecto planteado, que producen vid, frambuesa, papa, durazno y otros productos de alta rentabilidad, con dotación de riego por gravedad y goteo accionado con bombas a gasolina a partir de atajados.

Las consideraciones más sobresalientes para establecer la cédula propuesta de cultivos fueron las siguientes:

- Recopilación de los datos en las reuniones y charlas con los comunarios para establecer los cultivos más importantes tanto a nivel comercial como de autoconsumo.
- Recopilación de la información preliminar del nivel tecnológico, épocas de siembra, épocas de cosecha, rendimientos, superficies aproximadas de siembra, rotaciones, precios y mercados actuales y potenciales.
- Verificación en campo de los cultivos, nivel tecnológico, épocas de siembra, épocas de cosecha, superficies aproximadas de siembra, rotaciones y productividad de los cultivos, mediante encuestas a informantes clave.
- Revisión de estudios e informes que están estrechamente ligados al sistema productivo desarrollado en la zona del proyecto.
- Entrevistas y reuniones con técnicos y personeros de los municipios involucrados, quienes facilitaron información verbal y datos de informes técnicos.
- Una fuente muy importante de información fueron los Diagnósticos Municipales.
- Las épocas de siembra fueron afinadas en base de la información proporcionada por los usuarios y está debidamente consensuada a fin de no tener variaciones considerables.
- Las áreas adoptadas responden a la información brindada por agricultores. Al respecto es muy importante mencionar que una cédula no es estática, sino más bien dinámica, encontrándose años donde las áreas sembradas tienden a aumentar en algunos cultivos y a disminuir en otros o viceversa, esto se debe al comportamiento del mercado y las condiciones de disponibilidad de recursos de productores, asimismo juega un papel importante la rotación de cultivos que recién está tomando importancia en la zona.
- Es importante mencionar que la base de la economía local radica en la producción de cultivos tales como la vid, maíz grano y maíz choclo, tomate, cebolla, papa, hortalizas, pimentón y otros frutales, en ese orden de importancia, por esta razón, el sistema productivo Con proyecto dará mucha importancia a la siembra de estos cultivos.
- Sobre las condiciones técnicas propias de cada cultivo, existe bastante experiencia en el manejo de los mismos, sin embargo en el proceso de producción Con proyecto, será necesario tomar algunas acciones con el propósito de adecuar el sistema a los cambios tecnológicos que se pretenden introducir.

De acuerdo al diagnóstico realizado en las comunidades y sobre la base de la consensuación con los propios agricultores y los levantamientos topográficos, la superficie destinada a la producción agrícola con potencialidad de riego en base a la capacidad de regulación de la fuente, es de aproximadamente 890 ha. En el cuadro: II.23, se muestra la distribución (cédula) de los cultivos propuesto.

**Cuadro: II.23**  
**Cédula de cultivos propuesto Con Proyecto**

Época Cultivo	Invierno						Verano						Total
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	
Maíz grano							230	230	230	230	230	230	230
Maíz choclo		85	85	85	85	85							85



Época	Invierno						Verano						Total
Cultivo	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	Total
Papa temprana		100	100	100	100	100							100
Papa tardía							85	85	85	85	85		85
Tomate tempr.		70	70	70	70	70							70
Cebolla cabeza		55	55	55	55	55							55
Arveja en verde			45	45	45	45							45
Vid		220	220	220	220	220	220	220	220	220			220
<b>Total</b>		<b>360</b>	<b>465</b>	<b>465</b>	<b>465</b>	<b>465</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>440</b>	<b>260</b>	<b>190</b>	<b>890</b>

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto.

El calendario productivo de los cultivos considerados en la cédula de cultivos propuesta para la situación con proyecto, se presenta a continuación en el cuadro siguiente.

**Cuadro: II.24**  
**Calendario de cultivos propuesto Con Proyecto**

Epoca	Invierno						Verano					
Mes	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Maíz grano							S	S	F		C	C
Maíz choclo		S	S			C						
Papa temprana		S	S			C						
Papa tardía								S			C	C
Tomate temprana		S	T				C					
Cebolla cabeza		S	T			C						
Arveja en verde			S			C						
Vid			B	B						C	C	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.

Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, B = Brotación.

## II.10. VALORACION AGRICOLA CON Y SIN PROYECTO

### II.10.1. VALORIZACION DE LA PRODUCCION SIN PROYECTO

La producción actual bajo riego esta limitada a la producción de 2.0 hectáreas y está constituida por: papa, arveja y cebolla. Un resumen se presenta el cuadro: II.26, donde figuran los cultivos más importantes, rendimientos promedios, precios aproximados en el mercado y los costos unitarios de producción. El cálculo de ingresos y costos se realiza considerando una hectárea/cultivo.

La determinación de ingresos y costos Sin proyecto, se presenta en el cuadro: II.26, para los fines de establecer el incremento del beneficio por efecto del proyecto entre situación Sin y Con proyecto.

Los ingresos de la situación Sin proyecto se tomará como base de comparación por estar relacionado directamente con el área riego.

**Cuadro: II.25**  
**Rendimientos, precios y costos/cultivo/hectárea (Situación Sin Proyecto)**

Cultivos	Rendimiento (tn/ha)	Precio unitario (\$us/tn)	Costo unitario (\$us/ha)
<b>Cultivos a riego</b>			
Papa temprana	9.50	345.00	1214.75
Cebolla cabeza	9.00	300.00	843.71
Arveja en verde	4.50	510.00	563.84

Tipo de cambio: 1 \$us = 7,50 Bs. Abril de 2008.



**Cuadro: II.26**  
**Valor actual producción bajo riego en la zona del proyecto (Situación Sin Proyecto)**

Cultivo	Area (ha)	Rendto. (tn/ha)	T. Prod. (tn)	Precios (\$us/tn)	I. Bruto (\$us)	Costo/ha (\$us/ha)	T. Costo (\$us)	V. Neto (\$us)
Papa temprana	1.00	9.50	9.50	345.00	3,277.50	1,214.75	1,214.75	2,062.75
Cebolla cabeza	0.50	9.00	4.50	300.00	1,350.00	843.71	421.86	928.15
Arveja en verde	0.50	4.50	2.25	510.00	1,147.50	563.84	281.92	865.58
<b>Total Sin Proy.</b>	<b>2.00</b>		<b>16.25</b>		<b>5,775.00</b>		<b>1,918.53</b>	<b>3,856.48</b>

Tipo de cambio: 1 \$us = 7,50 Bs. Abril de 2008.

El cuadro: II.26, muestra el valor neto de la producción actual del área del proyecto que alcanza a \$us 3,856.48; asimismo se detalla el valor que alcanza cada producto. Este valor procede de siembras en el sistema de riego existente.

### II.10.2. VALORIZACION DE LA PRODUCCION CON PROYECTO

Respecto al valor neto de la producción de la zona con proyecto, el cuadro: II.27 muestra que este alcanza un total de \$us 1,762,950.35 con un incremento aproximado de \$us 1,759,093.87, que implica una utilidad adicional para el agricultor de \$us 14,907.57 por familia y \$us 1,976.50 por hectárea incremental.

**Cuadro: II.27**  
**Rendimientos, precios y costos/cultivo/hectárea (Situación Con Proyecto)**

Cultivos	Rendimiento (tn/ha)	Precio unitario (\$us/tn)	Costo unitario (\$us/ha)
Maíz grano	2.50	260.00	371.41
Maíz choclo	4.00	500.00	534.28
Papa temprana	10.50	345.00	1283.55
Papa tardía	10.00	345.00	1238.40
Tomate temprana	10.50	250.00	1383.31
Cebolla cabeza	10.00	300.00	897.89
Arveja en verde	5.50	510.00	645.54
Vid	10.50	600.00	2398.33

Tipo de cambio: 1 \$us = 7,50 Bs. Abril de 2008.

**Cuadro: II.28**  
**Valor actual producción zona del proyecto (Situación Con Proyecto)**

Cultivo	Area (ha)	Rendto. (tn/ha)	T. Prod. (tn)	Precios (\$us/tn)	I. Bruto (\$us)	Costo/ha (\$us/ha)	T. Costo (\$us)	V. Neto (\$us)
Maíz grano	230.00	2.50	575.00	260.00	149,500.00	371.41	85,424.30	64,075.70
Maíz choclo	85.00	4.00	340.00	500.00	170,000.00	534.28	45,413.80	124,586.20
Papa temprana	100.00	10.50	1,050.00	345.00	362,250.00	1,283.55	128,355.00	233,895.00
Papa tardía	85.00	10.00	850.00	345.00	293,250.00	1,238.40	105,264.00	187,986.00
Tomate tempr.	70.00	10.60	742.00	240.00	178,080.00	1,383.31	96,831.70	81,248.30
Cebolla cabeza	55.00	10.00	550.00	300.00	165,000.00	897.89	49,383.95	115,616.05
Arveja en verde	45.00	5.50	247.50	510.00	126,225.00	645.54	29,049.30	97,175.70
Vid	220.00	10.50	2,310.00	600.00	1,386,000.00	2,398.33	527,632.60	858,367.40
<b>Total Con proy.</b>	<b>890.00</b>		<b>6,664.50</b>		<b>2,830,305.00</b>		<b>1,067,354.65</b>	<b>1,762,950.35</b>

Tipo de cambio: 1 \$us = 7,50 Bs. Abril de 2008.

### II.10.3. INCREMENTO VALOR NETO EN EL AREA DE RIEGO DEBIDO AL PROYECTO

El incremento del valor neto en el área de riego por efecto del proyecto alcanza el monto de \$us 1,759,093.87 considerando y suponiendo que los usuarios aprovechen las tierras en las superficies programadas por año es decir 465 ha en invierno y 440 ha en verano donde están incluidas las 180 ha de vid y obtengan los rendimientos estimados, haciendo un total de 890 ha bajo riego óptimo por año.



El incremento neto de la producción de toda la comunidad se elevará, tal como se puede observar en el siguiente cuadro.

**Cuadro: II.29**  
**Incremento del valor neto Con Proyecto (Dólares Americanos)**

Valor neto Con proyecto(1)	Valor neto Sin proyecto(2)	Incremento del valor neto
1,762,950.35	3,856.48	1,759,093.87

(1): Valor que se alcanza luego de estabilizar la producción a partir del segundo año, después de finalizar con la construcción de la presa de regulación y lograr el incremento de las 888.00 ha nuevas con riego en dos campañas, y el incremento de 10 a 15% en el rendimiento de la producción actual.

(2): Valor que se alcanza sin la realización del proyecto.

Para realizar la evaluación sobre los beneficios agrícolas de este proyecto de riego pueden hacerse además dos consideraciones:

**Primera:** El proyecto permitirá asegurar la subsistencia y el acceso al mercado. En terrenos donde se realiza el cultivo con el sistema de riego existente, la cantidad de áreas bajo riego actualmente está supeditado a la cantidad de agua en estiaje en las quebradas de las laderas y la galería filtrante, además de otros pequeños cursos adyacentes, al ser caudales pequeños provocan pérdidas de productividad y en muchas ocasiones pérdidas de una parte de la cosecha, poniendo de esta manera en riesgo inclusive la misma subsistencia de la familia, ya que por una parte se pierde la producción a pesar de las inversiones realizadas y por otra parte, se pierde la posibilidad de comercializar su producción.

**Segunda:** El proyecto se plantea como paliativo a factores limitantes. Como factor limitante es importante considerar la tenencia de la tierra, caracterizada por una tendencia hacia el minifundio y la parcelación, en estas circunstancias el riego puede atenuar este factor limitante ya que permite mayor superficie cultivada para las familias jóvenes que forman nuevas familias y que debería poder actualmente entrar a la nueva estructura de riego, evitando de manera directa la disminución de los ingresos familiares y de manera indirecta la migración campo-ciudad.

#### II.10.4. MERCADOS POTENCIALES PARA LA PRODUCCION AGRICOLA

El mercado de consumo para los productos de la zona, abarca principalmente al mercado de la ciudad de Tarija, eventualmente las comunidades cercanas con una población aproximada de 136,000 habitantes, que se halla a solo 30 km. del área de la zona agrícola del proyecto.

Basados en la identificación de mercados mediante encuestas y entrevistas, respecto al destino de los productos agropecuarios y tomando en cuenta tanto el sistema de vinculación caminera y medios disponibles de transporte en el área, así como la ubicación y población de los principales centros urbanos cercanos al área del módulo agrícola, los costos de transporte y los niveles relativos de producción del proyecto se establecen como mercado objetivo, principalmente el mercado de la ciudad Tarija, comunidades vecinas, los bodegas destiladoras de vinos y singanis del área.

En épocas donde los mercados locales se saturan con productos agrícolas del mismo rubro, se ha identificado como mercados potenciales y ciertos a las ciudades de Santa Cruz y Potosí, asimismo se debe considerar las ciudades capitales de los municipios de Entre Ríos,



Caraparí, Yacuiba, Villa Montes y Camiri. El de la vid, cebolla y papa, a parte del mercado local, cuentan con un potencial grande de mercado en la ciudad de Santa Cruz que a pesar de la distancia de 820 km de los cuales cerca de 600 km son asfaltados, la uva tarijeña es apetecida teniendo un precio competitivo.

Es acceso al mercado de la ciudad de Tarija es muy ágil por la cercanía y las excelentes condiciones de la carretera, situación que permite a los productores comercializar sus productos la mayor parte en forma directa y a un precio de mercado que da como consecuencia mayores réditos, sería interesante obviar las largas cadenas de intermediación y costos adicionales de transporte que en las actuales circunstancias representan mayores costos para los productores. Los precios de los productos, lo determinan la demanda del mercado y en menor grado, el costo de transporte al mercado.

En lo que se refiere a los vid el precio lo determina la demanda del mercado local y nacional y principalmente las factorías de vinos y singanis de la zona y no así el costo de transporte, ya que por la distancia cercana a las destiladoras es muy corta, por otro lado vienen camiones del interior del país hasta la misma zona del proyecto a realizar la compra.

Las posibilidades de comercialización de la producción del área del proyecto, en realidad ya se han dado, en especial para la vid, que como ya se dijo antes, tiene una gran demanda en el mercado de la ciudad de Santa Cruz y Potosí e incluso La Paz.

#### II.10.5. DESTINO DE LA PRODUCCION FUTURA DEL PROYECTO

La composición de la producción agrícola del proyecto fue definida tomando en cuenta los principales cultivos tradicionales del área del proyecto siempre con las posibilidades de llegar al mercado. La propuesta del componente agrícola del proyecto, los productos agrícolas que conforman la oferta de este son: Maíz grano, maíz choclo, papa, tomate, cebolla, pimentón, arveja y vid.

Los habitantes de la zona de proyecto y de las ciudades cercanas acostumbran preparar sus comidas en muchas variedades de platos en los que se incluyen los cultivos y hortalizas producidas en el área del proyecto. La producción total para el mercado de consumo y el comportamiento de la demanda y la oferta se indican en los cuadros: II.30 y II.31.

**Cuadro: II.30**  
**Destino de la producción futura para el mercado de consumo**

Producto	Superf. (ha)	Rend. actual (tn/ha)	Produce Con proy. (tn) *	Cantidad Autocons. (tn)	Cantidad Venta (tn)	Calidad producto	Epoca Cosecha
Maíz grano	230.00	2.50	575.00	86.25	488.75	Buena	Mayo
Maíz choclo	85.00	4.00	340.00	17.00	323.00	Buena	Nov./dic.
Papa temprana	100.00	10.50	1,050.00	52.50	997.50	Buena	Nov./dic.
Papa tardía	85.00	10.00	850.00	42.50	807.50	Buena	Marzo/abril
Tomate temprana	70.00	10.60	742.00	37.10	704.90	Buena	Nov./dic.
Cebolla cabeza	55.00	10.00	550.00	27.50	522.50	Buena	Nov./dic.
Arveja en verde	45.00	5.50	247.50	12.38	235.13	Buena	Nov./dic.
Vid	220.00	10.50	2,310.00	23.10	2,286.90	Buena	Marzo/abril
<b>Total</b>	<b>890.00</b>		<b>6,664.50</b>	<b>298.33</b>	<b>6,366.18</b>		

(\*) = La cantidad destinada de la producción actual al mercado es variable (va desde el 90 al 95 %).



**Cuadro: II.31**  
**Comportamiento de la demanda y la oferta**

Producto	Cantidad	Calidad	Precios *	Epocas de venta	Acceso a los mercados
Maíz grano	575.00	Buena	260.00	Junio	Los caminos son excelentemente accesibles al mercado de la ciudad de Tarija. Algunos productos pueden ser destinados a semillas como la papa que se transporta hasta las comunidades vecinas, mientras que los demás productos se venden en Tarija y menor proporción en las comunidades vecinas.
Maíz choclo	340.00	Buena	500.00	Diciembre/enero	
Papa temprana	1,050.00	Buena	345.00	Diciembre/enero	
Papa tardía	850.00	Buena	345.00	Abril/mayo	
Tomate temprana	742.00	Buena	240.00	Diciembre/enero	
Cebolla cabeza	550.00	Buena	300.00	Diciembre/enero	
Arveja en verde	247.50	Buena	510.00	Diciembre/enero	
Vid	2,310.00	Buena	600.00	Marzo/abril	

(\*) = Los precios para la mayoría de los cultivos, en los primeros días de cosecha logran buena oportunidad de mercado y tienen un valor ligeramente mayor al que se indica, solo por pocos días, de igual manera su precio disminuye cuando el volumen de cosecha es mayor y nuevamente se produce un aumento en los últimos periodos de cosecha, por lo que en la práctica no afecta significativamente al precio que se indica.

Es importante destacar que el acceso al mercado de la ciudad de Tarija es relativamente ágil por la accesibilidad y las buenas condiciones de la carretera que une las comunidades de la zona del proyecto con la ciudad de Tarija, situación que permite a los productores en algunos casos comercializar sus productos directamente. Un tercio de producción (principalmente la vid, papa, tomate, pimentón y cebolla), se comercializa por medio de rescatistas que compran al por mayor los productos en las propias comunidades y en precios que no permiten una ganancia racional al productor. Por esta razón algunos productores comercializan directamente cuando pueden llegar oportunamente a los mercados y así logran buenos precios de mercado que favorecen tanto al productor como al consumidor.

#### II.10.6. INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

La infraestructura complementaria a la implementada por el proyecto para la producción agropecuaria, se limita a lo siguiente:

- Nivelación de suelos para riego, a fin de optimizar el uso del agua, para obtener mayores rendimientos de los cultivos y un ahorro del líquido elemento.
- Almacenes, puesto que los productos cosechados no cuentan con almacenes para su permanencia temporal, hasta el momento de su comercialización, ya que las viviendas de la zona en muchos casos no cuentan con la capacidad suficiente.
- Provisión de implementos mecánicos y semimecánicos para tracción animal o mecanización de trabajos de preparación de suelos, labores culturales y trilla.

#### II.11. ZONA DE RIEGO

La zona de riego se caracteriza por presentar buenas condiciones climáticas y de suelos para la producción agrícola, asimismo la calidad de agua es buena para la irrigación, los cultivos identificados para la conformación de la cédula de cultivos son adecuados a los aspectos técnicos de clima y suelo, por otra parte existe cierta practicidad de los agricultores en el manejo de agua de riego lo que facilita la gestión del futuro sistema de riego.

La zona de riego limita al norte con el río San Agustín y la comunidad de San Agustín Sud que se interconecta por medio de una carretera vecinal con la carretera troncal F-011, en el sector de Puerta al Chaco.

Esta carretera troncal interconecta las ciudades de Tarija – Entre Ríos – Villa Montes, al este con la Serranía de Laderas y Cóndor, al oeste con el río Santa y las comunidades de Santa



La Vieja, San Antonio y la Cabaña y al sur con las comunidades de Laderas Sud, El Tunal, Sunchu Huayco, La Choza y la carretera troncal F-001 (Carretera Panamericana que une las ciudades de Bermejo – Tarija - Potosí – Oruro – La Paz).

La presa de regulación, se encuentra en la parte media de la cuenca y las áreas de riego en la parte baja de la cuenca de la Quebrada Grande. De acuerdo a las cartas del IGM, la zona del proyecto abarca la carta 6629 II (Tarija).

El río Quebrada Grande hasta el sitio de presa, abarca una cuenca de aporte de 26,2 km<sup>2</sup> y comprende a la cuenca Santa Ana que a su vez pertenece a la cuenca del Río Tarija.

La superficie de la cuenca de una parte del aporte para la presa de regulación de donde se extraerá el agua para el sistema de riego y que corresponde a la Quebrada Grande es de 26,2 km<sup>2</sup> y la distancia del curso más largo desde el inicio de la cuenca hasta el punto donde esta previsto el cierre con la presa es de 34,3 km aproximadamente.

Como el proyecto consiste en el trasvase de las aguas de las cabeceras del río San Agustín hacia las cabeceras del río Quebrada Grande. Las áreas de aporte de la cuenca de San Agustín alcanzan a 166,5 km<sup>2</sup>.

El área de riego a implementarse en la parte baja de la cuenca es de 890 ha en dos campañas, en un área física cultivable de 1100 ha, de los cuales por la falta de infraestructura de riego actualmente apenas se riegan cerca de cerca de 2 ha con riego deficitario.

## **II.12. ORGANIZACION PARA EL RIEGO**

Actualmente, las comunidades que cuentan con sistemas de riego, tienen organizaciones específicas, para la operación y mantenimiento denominados Comités de Riego.

El mantenimiento, reparación los realizan conjuntamente, las mujeres y hombres, mediante el aportes en mano de obra y materiales, los responsables de coordinar estos trabajos y aportes son las autoridades nombradas para el manejo del sistema de riego, estas instancias de coordinación preestablecidas, han venido funcionando desde varios años atrás, sin crear conflictos que motiven inconvenientes entre los usuarios.

Este tipo de trabajo comunal actual no ha presentado dificultades en su aplicabilidad, por lo que para los fines de la creación de la estructura organizativa del nuevo sistema de riego con regulación de aguas, tendrá como base los principios y mecanismos técnicos y socioeconómicos actuales.



## CAPITULO III DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE RIEGO

### III.1. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

El proyecto consiste en la regulación de las aguas de la Quebrada Grande con la construcción de una presa y el aprovechamiento de las aguas de la parte alta del río San Agustín mediante un canal de trasvase que alimenta el embalse en la Quebrada Grande. Las aguas reguladas se distribuyen mediante un red de canales en la margen derecha y la margen izquierda para la irrigación de 890 ha incrementales en las comunidades Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud.

La infraestructura hidráulica esta representada por la presa de regulación, el canal de trasvase y la red de canales de riego.

#### a) Presa de regulación

La presa de regulación es del tipo enrocado con corazón de arcilla y dentellón, tiene una altura máxima de 48.30 m. desde el nivel del lecho actual, y el dentellón una profundidad variable con un máximo de 5 metros. La presa tiene una capacidad de almacenamiento total de 6.26 Hm<sup>3</sup>, un volumen útil de 5.68 Hm<sup>3</sup> y un volumen muerto de 0.58 Hm<sup>3</sup>.

La presa tiene un vertedero de excedencias de crecidas lateral semicircular de 10 m de ancho y 13.95 m de largo, que se conecta con una transición de 2.5 m, un canal de de 19 m y luego una rápida de 122.85 m, que a su vez finaliza en un trampolín de 1.85 m de longitud para disipar la energía del agua antes de conectarse con el curso natural del río.

Asimismo, la presa esta provista de una de una pantalla impermeable de 16 m de profundidad, compuesta de dos filas de perforaciones de 5 m, separadas cada 5 m al tres bolillo, e inyectadas de lechada de cemento o cemento-bentonita, hasta con una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup>, en la fundación rocosa y en márgenes tal de permitir impermeabilizar el estrato rocoso de fundación de la presa.

Esta previsto dentro de las obras de la presa, un sistema de auscultación mediante controles topográficos del movimiento de la presa a partir de cada margen y dos drenajes compuesto de perforaciones para controlar la presión hidrostática en el terreno aguas abajo de la presa, con perforaciones de 75 mm de diámetro de 16 m de profundidad situados en los apoyos rocosos de las márgenes, inmediatamente aguas abajo de la presa.

Está prevista una obra de toma ubicada en el cuerpo de la presa en su margen izquierda. La Toma tiene en su entrada una rejilla y se conecta a una tubería de 800 mm de diámetro, que capta las aguas a la cota 1865.00 m.s.n.m; la tubería a la salida al pie de la presa se conecta a una cámara de válvulas con una válvula mariposa de seguridad de 800 mm y otra válvula de operación de 800 mm, luego se conecta con en el canal principal.



## **b) Azud Derivador y Canal de trasvase**

Con el propósito de incrementar la disponibilidad de agua en la cuenca Quebrada Grande, se ha previsto aprovechar las aguas del río San Agustín realizando un trasvase. Para la cual esta previsto la construcción de un azud derivador, una obra de toma lateral y un canal de trasvase que alimentará el embalse de la Presa Quebrada Grande.

Un azud derivador es una estructura hidráulica que se construye con la finalidad de interceptar y derivar las aguas de un río a través de una obra de toma. En el caso del proyecto, la necesidad de una oportuna utilización de los recursos hidráulicos en la época de crecidas río San Agustín, hace que sea necesaria la construcción de una presa de derivación para alimentar el embalse previsto.

El azud derivador previsto es de hormigón ciclópeo y cuenta con una cresta vertedora libre con perfil tipo Creager, tiene una longitud de 17.70 m, un ancho de 3.75 m y una altura de 4.60 m. El azud derivador cuenta con dos muros laterales de encauzamiento de hormigón ciclópeo de 4.7 m de altura y una longitud de 30.0 m cada uno. Aguas abajo del azud se encuentra un cuenco amortiguador de hormigón ciclópeo de 27.70 m de ancho y 20.0 m de longitud.

El canal de trasvase parte de la obra de toma mediante un una tubería de 1200 mm de diámetro que se extiende en una longitud de 320.00 m, a continuación la conducción se realiza con una canal rectangular de H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> de 6.5 km de longitud y de 2.2 x 1.7 m de sección transversal. Finalmente el ultimo tramo del canal corresponde a un canal natural de 4.96 km, que desemboca en el embalse.

## **c) Sistema de riego**

El sistema de riego esta constituido por una red de canales en la margen derecha y en la margen izquierda. En la margen derecha la red tiene una longitud total de 8.86 km (3.96 km de canal principal y 4.9 km de canales secundarios), los canales son de H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> y las secciones transversales varían de 0.70 x 0.5 m a 0.55 x 0.35 m; asimismo están previstos 5 sifones. En la margen izquierda, el canal también es de hormigón ciclópeo y las secciones varían de 1 x 0.8 m a 0.8 x 0.60 m; la longitud total es de 5.59 Km y están previstos 6 sifones.

## **III.2. GESTION DEL SISTEMA DE RIEGO**

### **III.2.1. ORGANIZACION Y DERECHOS DE AGUA**

La implementación del proyecto de riego presa Quebrada Grande, tiene la opción de dotar de aproximadamente 700 l/s al sistema agrícola y ganadero de tres comunidades, lo que permitiría generar desarrollo agrícola en una extensión de 575 ha físicas y consumo para 2500 cabezas de ganado, en una zona con interesante potencial agropecuario.

Si bien un sistema de riego con su componente ganadero, es una oportunidad para mejorar la producción agropecuaria y los ingresos de los agricultores, también implica una serie de desafíos, entre los cuales se encuentra el lograr la autogestión y sostenibilidad del propio sistema. Al respecto, las autoridades locales y los beneficiarios directos del proyecto son concientes de los retos que deben enfrentar, por lo que han priorizado la conformación de una Organización Local, que estará conformada por los beneficiarios del proyecto, tanto



regantes que al mismo tiempo se dedican a la actividad ganadera.

De conformidad con las prácticas del diseño participativo, la Organización Local deberá comenzar a funcionar a partir del Diseño Final de las obras, interiorizándose de los planteamientos técnicos y haciendo conocer sus sugerencias a partir del conocimiento profundo que tienen de la realidad de la zona. Asimismo, esta organización participará en la gestión para conseguir los recursos para la construcción de las obras y estará inmerso en la fase de la construcción, en la fase de transición y finalmente asumir la administración y operación plena del sistema de riego.

Durante el proceso de la elaboración del presente estudio, en las reuniones de coordinación y de consenso de criterios de manejo y administración del sistema con las comunidades beneficiarias, se ha logrado conformar una lista preliminar de beneficiarios del proyecto, conformada por 118 beneficiarios, quienes formarán parte de la futura Organización Local del manejo de la Presa.

La conformación de la organización (en proceso de conformación), deberá tomar en cuenta los usos y costumbres de la comunidad, debiendo respetarse las estructuras e instancias administrativas propias de las organizaciones comunales, adecuándolas paulatinamente a la situación de un proyecto de riego y consumo de agua para ganado con regulación de aguas.

Para acceder a los derechos de agua, los beneficiarios deberán cumplir con una serie de condiciones, que entre otras, son las siguientes:

- Participar en las reuniones de la organización local, en las que se tratan temas de interés para la gestión del sistema, como por ejemplo definición de las actividades de operación y mantenimiento, mejoramiento de la infraestructura, sanciones, cuotas, etc.
- Cumplir con las actividades de mantenimiento asignadas por el juez de agua y los sub jueces del sistema.
- Cumplir con el pago de cuotas y/o aportes, cuando así lo requiera la organización encargada del sistema en su conjunto.

Con el fin de garantizar una adecuada administración del sistema con proyecto y asegurar el mantenimiento y la operación adecuada de la presa y sus obras complementarias, es muy importante contar inicialmente con una Entidad de Acompañamiento que pueda organizar y capacitar a la comunidad en la operación del embalse, la Entidad de Acompañamiento deben ser quienes coordinen y asesoren a la organización comunal en la gestión del sistema de riego y componente ganadero, hasta que la organización tenga la capacidad de manejar y administrar el sistema de riego en su conjunto, se recomienda como mínimo un periodo de Acompañamiento de dos años.

Por ello es importante que el Acompañamiento, asuma durante los dos primeros años de funcionamiento del sistema, la responsabilidad de la operación y mantenimiento de las obras de cabecera y el sistema de conducción y distribución con participación activa de la comunidad.

Posteriormente los usuarios regantes y ganaderos adecuadamente organizados deberán contar con personal capacitado en el mantenimiento de las obras civiles, como de las estructuras metálicas, además de contratar de la misma comunidad personal como sereno, operador y una cuadrilla de albañiles, con determinadas horas de trabajo en el sitio de la



presa y sus sistemas de distribución, este equipo técnico debe contar en el sitio con una pequeña oficina y un mínimo de equipamiento para desarrollar sus funciones.

Luego de los dos años de capacitación técnica en la operación y mantenimiento se podrá contar con gente de la misma comunidad para poder operar y mantener las obras de cabecera con un control sistemático por parte de los técnicos de la Subprefectura de la Provincia Avilés y Cercado o en su defecto los municipio como entidades involucradas en el proyecto.

Un sistema de riego con regulación de aguas debe necesariamente introducir un mecanismo de servicio de Asistencia Técnica de un organismo especializado en este caso una Consultora con la participación de un Ingeniero Civil, un Ingeniero Mecánico y un Ingeniero Agrónomo con experiencia en este tipo de proyectos, que conforme un equipo de manejo de sistemas de riego y ganadero para en este caso conducir junto a la organización local y los usuarios el proceso de adecuación de las estructuras de manejo y administración del sistema, además de perfeccionar todo el proceso productivo en todos sus componentes, es decir las etapas de cultivos, tipos de cultivos, manejo del riego, cosecha, poscosecha y comercialización y el manejo ganadero a nivel de dotación adecuada de agua para consumo; el periodo planteado para el servicio de Asistencia Técnica, sería de 2 años, y lograr la adecuación a los nuevos procesos y el perfeccionamiento de los aspectos productivos y de comercialización.

La administración del proyecto, en base al volumen del embalse que se logre anualmente posteriormente a la época de lluvias, y el caudal de estiaje que se tenga en la presa deberá programar la distribución del riego y consumo de ganado, siendo la distribución a los usuarios por Turnos, iniciando la entrega del agua a los usuarios más alejados y en forma ordenada y programada llegar a todos los beneficiarios del proyecto.

En todo caso la base para la adquisición de los derechos para el sistema de riego agrícola serán los aportes y la participación en los trabajos de construcción, mejoramiento del sistema, los aportes económicos y la participación en los eventos y institucionales que la organización estime importante para la comunidad.

De acuerdo al inventario de los participantes que desean derecho de uso de aguas, está previsto la participación de 118 usuarios entre regantes y ganaderos, los mismos que deberán cumplir las obligaciones acordadas en la fase de construcción y cumplir las obligaciones de cada uno de los usuarios para la fase productiva y la fase operativa del sistema; esta lista se ha elaborado en forma participativa con las autoridades de las comunidades beneficiarias.

Según la percepción de los usuarios los derechos de agua se adquirirán con la participación activa de cada uno de ellos, y sobre la base de estas acciones podrá asignarse un derecho en forma equitativa e igualitaria, fijándose para ello un techo de área de riego que se determinará en función de la capacidad de regulación de la presa y el número de beneficiarios, que para el caso del presente proyecto es de aproximadamente 4 a 5 ha físicas de riego por familia o beneficiario, y será la base para definir la modalidad y duración del turno. Esta modalidad de asignación del tope de área de riego por beneficiario es producto de las reuniones de socialización y consensuación efectuadas en cada una de las comunidades y las reuniones generales efectuadas durante la elaboración del estudio de



factibilidad.

Las condiciones que cada usuario debe cumplir para el derecho de aguas hacia su parcela, entre otras, son las siguientes:

- Participar de las reuniones de la comunidad, donde se definen, actividades de operación y mantenimiento, de mejoramiento de la infraestructura, sanciones, cuotas, etc.
- Cumplir con las actividades de mantenimiento asignadas por el juez de agua y los sub jueces del sistema.
- Cumplir con el pago de cuotas y/o aportes, cuando así lo requiera la organización encargada del sistema en su conjunto.

De acuerdo a la propuesta, la infraestructura a construirse para el sistema de riego consta de una presa de regulación con su componente ganadero, además de uso alternativo en la cría de peces para los habitantes cercanos al embalse, una obra de toma con un sistema de conducción y distribución del agua para el sistema de riego y dotación de agua para ganado en seis comunidades de la zona.

El embalse deberá prever la compatibilización de los volúmenes disponibles en función de requerimiento cultivos y ganado principalmente en la época de estiaje.

Los costos de operación y mantenimiento de las obras de cabecera, deberán ser cancelados por la organización de las comunidades beneficiarias del proyecto. Para el sistema de riego deberán los usuarios realizar en forma independiente la operación y mantenimiento del sistema de distribución y canales, en forma coordinada con la modalidad de asignación de turnos de riego, por otro lado cabe recalcar que las obligaciones que tiene que cumplir el usuario, para así tener derecho al uso de una cierta cantidad de agua, está en función al cumplimiento de las obligaciones asignadas por la organización de regantes.

La responsabilidad de la organización comunal es determinar quienes están cumpliendo con sus deberes y obligaciones para otorgarles el derecho de agua. Los hijos adquieren los derechos por herencia de los padres, cuando llegan a formar una familia.

Un punto que se ha identificado como un avance importante y ventajoso es que el proceso de saneamiento de las tierras prácticamente ha concluido con las pericias de campo y la delimitación de las propiedades, sin embargo a pesar de contar con los folios reales y las resoluciones de campo, aún falta la emisión de la resolución final y la otorgación de los títulos ejecutoriales, en todo caso, el aspecto de la tenencia de la tierra y su situación legal, ya no representa un obstáculo para la implementación del proyecto.

Aunque todavía persiste un problema de posesión de territorio entre las comunidades de Laderas Norte con las comunidades de San Antonio y Santa Ana La Vieja, quienes aún mantienen un conflicto de territorio por falta de una delimitación definitiva, esta situación no esta todavía resuelta, se espera que en los próximos meses ya se cuente con una solución definitiva.

Un problema que se incrementa y preocupa es que a medida que transcurre el tiempo se observa mayor parcelamiento de las tierras y mayor presión sobre las tierras sobre todo las que tienen uso agrícola.



En el futuro el manejo y administración del sistema de riego, por las causas antes mencionadas, es posible que genere conflictos sociales principalmente por la dotación de agua. Por la importancia de este componente del sistema, se sugiere que el Programa de Asistencia Técnica, apoye en las gestiones de consolidación y adecuación a las nuevas normas la seguridad jurídica de las tierras.

### **III.2.2. OPERACION**

#### **III.2.2.1. Operación del sistema de riego**

La operación del sistema y la distribución del agua, se inicia con las obras de regulación de la fuente de agua, que lo componen las obras de cabecera principalmente la presa y que dará condiciones de seguridad y confianza en el caudal que se tendrá para distribuir cada uno de los años de vida del proyecto. La distribución del agua tendrá la dinámica de la partición del caudal en base a las necesidades de cada uno de los propósitos del proyecto, y el responsable de la operación entregará el caudal regulado en función a las necesidades del sistema del sistema de riego.

En cuanto al sistema de riego, la distribución del caudal base previsto a entregarse deberá dividirse en módulos de acuerdo al número de usuarios que regarán en forma conjunta; se realizará en forma rotativa, siguiendo los principios y acuerdos preestablecidos.

Primero se asignarán los turnos de riego a las parcelas más alejadas, y de acuerdo a la entrega del agua regulada pueden regar simultáneamente varios canales secundarios.

Preferentemente y dependiendo de los acuerdos a los cuales se arribe, los primeros en regar deben ser los usuarios más alejados, posteriormente se asignará el turno a las parcelas de las zonas intermedias hasta llegar a las parcelas que se encuentran en la cabecera del sistema, esto en razón a que se ahorra el tiempo de recorrido del agua y tiempos de espera.

Aunque por las condiciones particulares del proyecto donde prima la economía del agua, teóricamente, el uso del agua para riego debería ser mediante el turnado durante todo el año en razón a que no se dispondrá de aguas excedentarias considerable para implementar turnos flexibles o a pedido de los usuarios. El responsable de la operación de la presa debe velar de que la presa mantengan su nivel normal de almacenamiento durante la mayor parte del año, pero principalmente en la época de estiaje, por lo que no puede darse el lujo de implementar demanda libre cuando se corre el riesgo de quedarse si agua en la presa para el periodo más crítico. Sin embargo dependiendo del año hidrológico y la cantidad de aguas excedentes es posible implementar aunque con cierta moderación la asignación de agua de riego a pedido o flexibilización de turnos cuando exista suficiente cantidad de agua y no implique riesgo de disminución de los volúmenes necesarios para la época crítica.

Los turnos principalmente será realizado en la época de menor disponibilidad de agua y donde la demanda es mayor, esta situación se presenta entre los meses de junio a noviembre, mientras que en la época de lluvias la dotación de agua estará en función a la disponibilidad de caudales excedentes.

El manejo de las aguas para el sistema se realizará por gravedad, debiendo inicialmente el responsable del manejo de válvulas en la obra de toma contar con asesoramiento técnico, para poder dotar del caudal requerido y previsto por los sistemas a través del tiempo.



La demanda de agua para riego esta en función a los requerimientos de los cultivos previstos en el diseño, por lo que sería importante lograr un trabajo de acompañamiento mediante un técnico especialista en el tema, para definir el riego en base a los cultivos, características físicas del suelo relacionadas al riego, así como otros factores, y así lograr un uso adecuado y óptimo del agua regulada y evitar se tenga una aplicación excesiva de agua que repercute en la erosión del suelo y el consiguiente arrastre de nutrientes del mismo; o al contrario, en épocas de escasez de agua, la demanda aumenta y se tenga riego insuficiente con la consiguiente baja producción de los cultivos.

Por otro lado deberá tomarse en cuenta que la comunidad de Laderas Norte y en cumplimiento de los acuerdos establecidos con las autoridades y habitantes, debe contemplarse la implementación de sistemas de riego por bombeo en las partes altas del sitio de la presa en ambas márgenes, los cuales debe contar cada uno con un tajado y su estación de bombeo, además de una batería de bebederos para el ganado de la comunidad calculado inicialmente en una 2500 cabezas de ganado. Asimismo está previsto el riego de áreas en la parte alta de la cuenca del río Quebrada Grande a la altura del canal de trasvase para lo cual se debe habilitar un canal de 1,5 km de longitud para el riego de pequeñas áreas en las laderas y márgenes de la quebrada aguas arriba de la presa. Esta situación amerita también a que el responsable de la operación de la presa debe realiza los cálculos previos cada año del volumen de demanda de agua para estas áreas y el ganado existente.

La operación del sistema de riego se caracteriza por dos aspectos:

- En la época de verano, la entrega es por turnos de acuerdo a la demanda de los usuarios que deseen utilizar el sistema de riego, tratando de flexibilizar los turnos.
- En la época de invierno donde la demanda es mayor, la entrega de agua al usuario es por turno y bastante controlada para cubrir la totalidad de los turnos que existen en las áreas de riego y las áreas aguas arriba de la presa, áreas con riego por bombeo y el consumo del ganado; y en caso de que se presentasen periodos críticos por que el caudal de alimentación al embalse es pequeño y depende fundamentalmente de la fuente proveedora que puede sufrir cambios bruscos en los caudales de trasvase, o por mayor utilización del embalse en verano, debe racionalizarse el uso del agua bajando la dosis de agua a cantidades a calcular en base al agua embalsada, y el caudal de la curva de recesión del río San Agustín, y así poder obtener la cantidad de tierras a ser regadas, con riego suficiente que no influyan de manera significativa en el rendimiento de los cultivos, debiendo cada usuario preparar solo las tierras que pueda regar en su turno que de acuerdo a las previsiones estará alrededor de 1,5 a 2 hectáreas en invierno.

### **III.2.2.2. Operación del embalse**

El agua embalsada y regulada por la presa Quebrada Grande, será captada principalmente para el propósito diseñado como ser el sistema de riego; con la posibilidad de desarrollar aspectos de turismo y cría de peces en la laguna. Con la operación de la presa, inicialmente a la salida de la obra de toma al pie de la presa esta previsto captar el total del agua requerida, la misma que esta previsto un máximo de 500 l/s en cada canal lateral y un mínimo de 360 l/s para la totalidad de las tierras incorporadas al régimen bajo riego. Este caudal será conducido hasta la cámara de carga que se encuentra a 1850 m del punto de captación mediante un canal de hormigón armado tapado.



La totalidad del caudal ingresa a los canales laterales de ambas márgenes de la Quebrada Grande.

El volumen del embalse anual es de 6,20 Hm<sup>3</sup>, pero el volumen útil será de 5,60 Hm<sup>3</sup>, el mismo que será distribuido en base al caudal previsto para el sistema de riego. Los requerimientos mensuales de riego prevén un máximo de 500 l/s, pero que disminuye de acuerdo a la demanda de los cultivos.

La entrega de agua regulada implica caudales significativos y continuos que no serían posibles sin obras de regulación como una presa, lo que amerita un análisis y una propuesta para la fase operativa, que permita utilizar racional y óptimamente los sistemas.

Para el sistema de riego la presa tiene previsto entregar un máximo de 500 l/s, durante las 24 horas del día en el mes más crítico del estiaje, cantidad que disminuye en los siguientes meses. Bajo esta óptica, el concepto del manejo de agua en monoflujo, no tiene aplicabilidad, por que el caudal asignado será demasiado grande para un solo regante, por lo tanto considerando que pueda regarse con módulos de 30 o 40 l/s en el momento crítico, es de esperar que por lo menos alcanza para 8 a 10 regantes en forma simultánea.

Para el planteamiento de la modalidad de distribución surgen algunas interrogantes, como: Estarán suficientemente preparados los usuarios para manejar caudales del orden de los 30 a 40 l/s, por otro lado existirán parcelas adecuadas en tamaño y forma como para manejar caudales de este orden; al tratar de dar una respuesta coherente surge la necesidad de la implementación del Programa de Asistencia Técnica que adecue y afine estos conceptos.

Sin embargo la base de la lógica tiende a que el sistema no corresponde al manejo de caudales de monoflujo y prima el concepto de introducir la propuesta de que por lo menos deben regar al mismo tiempo los dos canales secundarios y dentro de los canales secundarios, entrarían en operación varios canales terciarios y simultáneamente como mínimo existirán 8 a 10 regantes por ramal o por canal secundario.

Independientemente del sistema de riego aguas abajo de la presa, los microsistemas implementados por bombeo y gravedad aguas arriba de la presa para la comunidad de Laderas Norte, por las facilidades de acceso y disponibilidad de aguas, estas áreas podrán tomar el riego de acuerdo a su programación independiente, aunque no debe perderse de vista que debe existir siempre una coordinación en el uso racional de las aguas a fin de no entorpecer la normal operación de la presa dentro de los parámetros técnicos y económicos previstos. Como garantizar la dotación de agua para las 890 ha bajo riego óptimo y cumplir los requerimientos de los cultivos planteados en la cédula propuesta y sobre todo mantener la sostenibilidad de la presa durante toda su vida útil y si es posible prolongar este periodo de vida.

### **III.2.3. MANTENIMIENTO**

El mantenimiento esta previsto luego de la construcción de la presa, obras de cabecera, obras de protección, vertedero de excedencias, obras de desfogue y obra de toma, además de las estaciones de bombeo, los atajados y bebederos. Adicionalmente el mantenimiento debe extenderse al sistema de riego que consta de los dos canales principales, canales secundarios, sifones, compuertas y obras de arte, así como los sistemas de medición y auscultación.



Los trabajos de mantenimiento deben ser realizados rigurosamente a fin de que cada componente de la infraestructura cumpla sus objetivos para los cuales a sido construido y asegure el almacenamiento y la distribución de agua a los usuarios en el momento oportuno, para ello deberá ejecutarse varias modalidades o formas como el mantenimiento rutinario o preventivo, el mantenimiento de emergencia y el mantenimiento de las estructuras de control del flujo, que se los analiza a continuación.

El mantenimiento rutinario o preventivo consiste en la ejecución de actividades periódicas y continuas, que tienen por objeto anticiparse a los hechos futuros que revistan de gravedad, son las actividades de rutina en la inspección continua de la presa, obra de toma, canal de conducción, obra de carga, tuberías de aducción, cámaras de válvulas, canales, compuertas, y obras de arte, a fin de detectar los problemas en sus inicios para luego tomar decisiones que permitan solucionar los mismos.

Por lo general, a nivel de la presa se realizarán inspecciones para verificar el buen funcionamiento del vertedor, ver que no exista obstrucción en el flujo del caudal de excedencias, que generalmente es producida por ramas de árboles, animales muertos u otros que impiden el libre flujo; verificar valores de sistemas de control de la presa, control topográfico que detecte movimientos de la presa, control de caudales de drenaje aguas abajo, que al aumentar indican conductos no previstos de agua.

Verificar el sistema de obra de toma, que también puede obstruirse por medio de ramas u animales, y verificar los sistemas de distribución a cada componente del proyecto, que pueden obstruirse u sufrir desperfectos.

Deberá inspeccionarse canales de distribución, realizarse limpiezas periódicas por usuarios en obras de arte como el sifón, puentes acueductos, saltos, compuertas y otros. Se debe realizar un control cuidadoso para que a lo largo no resulte una acumulación de necesidades de mantenimiento de las obras que resultaría muy costoso.

El mantenimiento preventivo busca solucionar las causas que provocan las necesidades de mantenimiento, antes que estos requerimientos se conviertan en problemas mayores. La falta de un adecuado mantenimiento preventivo puede dar lugar a la rehabilitación total de las obras. Las actividades preventivas dentro de un sistema se programa para:

- Control de las obras de cabecera en forma continua y periódica.
- Limpieza de las obras como ser vertederos y desfuegos para una operación adecuada.
- Control de los sistemas de distribución del agua
- Protección de quebradas a lo largo de los sistemas.
- Engrase y pintado de compuertas.
- Limpieza de válvulas.
- Limpieza de zanjas de coronamiento, drenajes y alcantarillas.

El mantenimiento de emergencia, consiste en aquellas actividades que se realizan cuando ocurren situaciones no usuales, que ponen en riesgo la estabilidad de la presa, las obras principales o canales principales que dan lugar a tomar acciones inmediatas, por lo general, demandan grandes inversiones de recursos humanos y financieros.



Las causas que dan lugar a los trabajos de emergencia, en la mayoría de los casos es la falta de la implementación de los trabajos de mantenimiento preventivo o rutinario. Un sistema de regulación debe contar para casos de emergencia, brigadas de emergencia que efectúen la vigilancia de la infraestructura expuesta a este tipo de daños durante su funcionamiento, también se debe contar con un presupuesto para daños eventuales.

El mantenimiento de las estructuras de control de flujo, se realiza cuando existe una red de aforadores que permiten una mejor distribución de agua, por lo que es necesario realizar el mantenimiento minucioso de las pozas de estabilización, las reglas graduadas y las estructuras de disipación.

El mantenimiento de la presa por ser una obra de envergadura será realizado con mucho cuidado. Las actividades de mantenimiento en la presa se reducen a actividades que son sencillas si no existe descuido por la entidad responsable de su mantenimiento, sin embargo es necesario que tomen en cuenta la necesidad de efectuar un trabajo serio de los aspectos más importantes que a continuación se detallan:

- Protección anticorrosiva de las estructuras metálicas, esta práctica se la debe realizar anualmente, pintando las estructuras metálicas que componen la presa con pintura epóxica anticorrosiva.
- Se tiene que controlar que la estructura principal de la presa no sufra daño alguno, por crecidas excepcionales, derrumbes de los macizos de apoyo, por el arrastre de material flotante que puede obturar los vertederos de excedencias o las obras de desfogue; y si se da el caso, se debe inmediatamente realizar las reparaciones, para ello debe realizarse diariamente una inspección al sitio de las obras de cabecera principalmente en la época lluviosa, y se deberá realizar las mediciones previstas de control de la presa en forma periódica.
- Engrase y ajuste periódico de los dispositivos de operación como ser válvulas y otros que requieren de esta práctica. Esta actividad debe ser realizada anualmente, controlando periódicamente las posibles filtraciones que puedan originarse, en ese caso se deben cambiar las empaquetaduras.
- Control periódico de los drenes ubicados al pie de los taludes, observando los caudales de filtración que no sobrepasen de lo normal. Si se diera el caso de filtraciones mayores a lo normal, se debe propiciar una inspección técnica para su evaluación.

Para el mantenimiento de la tubería de aducción y otros elementos donde se prevé la utilización de tuberías de alta presión y los canales revestidos deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Soldado o cambio de la tubería de los lugares que muestre filtración.
- Reparación y protección de la pintura epóxica anticorrosivo a lo largo de las tuberías.
- Sellar las fisuras del canal revestido.
- Reparar o revertir lugares de filtración.
- Construcción de barbancas en sectores donde actúa presión hidrostática en los muros.
- Estabilización de quebradas y deslizamiento.
- Limpieza de sedimentos a lo largo de todo el canal.
- Limpieza y conformación de bermas en los canales.
- Protección taludes del canal donde serán susceptibles a ser utilizados como bebederos



de animales.

- Limpieza de matorrales.
- Mantenimiento de las infraestructuras de distribución, donde las compuertas metálicas como elementos de permanente accionar, demandan de un mantenimiento regular según el tipo de componentes con que cuenta (pintado y engrasado y en caso de que se requiera reparaciones o cambios en la parte metálica de las compuertas).

La forma del mantenimiento de la presa y sus obras complementarias será realizada por una cuadrilla a cargo de un ingeniero especialista en el tema, los trabajos serán ejecutados bajo las mismas características de calidad especificados en la construcción de las obras, esta actividad debe ser cumplida rigurosamente durante la vida útil del proyecto.

En los sistemas de distribución principales para cada uno de los componentes del proyecto el mantenimiento deberá ejecutarse por el técnico responsable de la obra de regulación.

El mantenimiento de la red de distribución deberá ser ejecutado por los usuarios del sistema, la distribución del trabajo será de acuerdo a las costumbres ya adoptadas por ellos, además se tomará en cuenta la cantidad del derecho adquirido el cual estará en relación al turno que cada usuario posee que es equitativo e igualitario.

Con la incorporación de infraestructura de riego regulado, es importante contar con el aporte de mano de obra de cada uno de los usuarios que estará en 1 a 2 jornales por hectárea regada, e introducir la modalidad de cuotas destinadas al mantenimiento del sistema para gastos de adquisición de materiales de construcción. Se sugiere que el aporte sea de \$us 7,0 por hectárea regada por año.

Otro aspecto que es necesario contar es con Estatutos y Reglamentos, además de la elaboración de los manuales de operación y mantenimiento, esta situación nuevamente propone la implementación de un Programa de Asistencia Técnica que verifique y viabilice su funcionamiento o caso contrario genere instrumentos adecuados y consensuados con los usuarios del sistema de riego.

### **III.3. BALANCE HIDRICO**

#### **III.3.1. OFERTA DE AGUA**

##### **III.3.1.1. Oferta mensual de agua de la fuente**

De acuerdo a los estudios hidrológicos de la Oficina Técnica Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo, el caudal promedio anual de la cuenca del río San Agustín asciende a 447 l/s, en tanto que en el río Quebrada Grande a 60 l/s, correspondiendo a escurrimientos específicos de 2,86 y 2,36 l/s/km<sup>2</sup> respectivamente.

La estimación del coeficiente de escorrentía y los caudales base medidos en el río San Agustín y la Quebrada Grande, se han determinado los caudales medios con 75% de probabilidad de ocurrencia de los ríos. El cuadro: III.1, presenta los caudales medios mensuales de los ríos, calculado para cada mes



**Cuadro: III.1**  
**Oferta mensual de agua Río San Agustín y Quebrada Grande en (m<sup>3</sup>/s)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
Q <sub>1</sub>	1.004	1.703	1.332	0.569	0.074	0.031	0.006	0.002	0.079	0.235	0.154	0.170	0.447
Q <sub>2</sub>	0.136	0.231	0.180	0.077	0.010	0.004	0.001	0.000	0.011	0.032	0.021	0.023	0.060

*Fuente: Elaboración propia sobre la base de las mediciones y registros existentes.*

Q<sub>1</sub>= Caudales promedios mensuales del río San Agustín

Q<sub>2</sub>= Caudales promedios mensuales del río Quebrada Grande

En situación con proyecto y bajo características de regulación de la presa, la oferta de agua mensual se encontrará limitada únicamente por la capacidad máxima de conducción de los canales para riego, que es de 700 l/s como máximo, también garantiza la provisión de un caudal continuo y base del río San Agustín de 60 l/s y la Quebrada Grande de unos 15 l/s.

### III.3.2. DEMANDA DE AGUA

#### III.3.2.1. Cédula de cultivos bajo riego

Para las condiciones de desarrollo bajo las directrices del proyecto, se plantea como base de la producción agrícola, compuesta en su mayoría por los mismos cultivos, ya que estos dan resultados técnicos y económicos ventajosos que otros que se pueden introducir o sugerir pero que para su plena adopción por el productor debe transcurrir un periodo que no es fácil señalarlo ni es oportuno implementarlo.

Por otro lado se tiene la ventaja, que los productores conocen y tienen suficiente práctica en el manejo técnico y mercadeo de productos que se contemplan en la cédula de cultivos para la fase de operación del proyecto. La cédula de cultivos adoptado, esta compuesto por: Maíz grano, maíz choclo, papa, tomate, pimentón, cebolla, arveja en verde y frutales principalmente la vid.

Esta cédula de cultivos, es compatible con la oferta de agua de la presa, y esta de acuerdo con el potencial hídrico de la cuenca. Asimismo, 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.

Con la participación de agricultores beneficiarios del proyecto, se llegó a establecer los cultivos para los diferentes periodos en el año agrícola, tomando en cuenta las prácticas de rotación y el uso sostenible del suelo, obteniendo de esta manera el modelo de finca para una hectárea.

El actual uso de la tierra está adecuado a los patrones culturales y tradicionales. Las condiciones de clima y suelos permiten lograr un desarrollo normal de los diferentes cultivos y un mejoramiento substancial con el establecimiento del proyecto.

La utilización de la oferta de agua será optimizada, ya que contará con la infraestructura de riego, con una obra de regulación del recurso hídrico mediante una presa, la construcción de canales de distribución del riego, así como la construcción de los partidores (compuertas) hacia las parcelas de riego. Por otra parte, a través del asesoramiento técnico a los usuarios, la aplicación de agua a sus parcelas deberá ser eficiente.



**Cuadro: III.2**  
**Cédula de cultivos propuesto**

Cultivo	Verano (ha)	Invierno (ha)	Total (ha)
Maíz grano	230.00	0.00	230.00
Maíz choclo	0.00	85.00	85.00
Papa temprana	0.00	100.00	100.00
Papa tardía	85.00	0.00	85.00
Tomate tempr.	0.00	70.00	70.00
Cebolla cabeza	0.00	55.00	55.00
Arveja en verde	0.00	45.00	45.00
Vid	220.00	220.00	220.00
<b>Total área cultivada</b>	<b>535.00</b>	<b>575.00</b>	<b>890.00</b>
<b>Total área potencial</b>	<b>1100.00</b>	<b>1100.00</b>	<b>2200.00</b>
<b>Total área sin cultivo</b>	<b>565.00</b>	<b>525.00</b>	<b>1090.00</b>

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información recopilada en el área del proyecto.

El calendario productivo de los cultivos considerados en la cédula de cultivos bajo condiciones de proyecto, se presenta en el cuadro: III.3.

**Cuadro: III.3**  
**Calendario productivo propuesto de los cultivos**

Epoca	Invierno						Verano					
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Maíz grano							S	S			C	C
Maíz choclo		S	S			C						
Papa temprana		S	S			C						
Papa tardía								S			C	C
Tomate temprana		S	T				C					
Cebolla cabeza		S	T			C						
Arveja en verde			S			C						
Vid			B	B						C	C	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de la información y trabajos de campo.

Simbología: S = Siembra, T = Trasplante, C = Cosecha, B = Brotación.

### III.3.2.2. Información básica para cálculo de requerimiento de riego

#### a) Requerimientos netos de riego

El cálculo de requerimientos netos de riego, se efectúa sobre la base de la cédula de cultivos con proyecto, y luego calcular la Evapotranspiración Potencial (ATP), los Coeficientes de Cultivo (Kc.), la Evapotranspiración Real de Cultivos (ETC), la Precipitación Efectiva (Pe) y finalmente el Requerimiento Neto de Riego, tal como se puede ver en la planilla del ABRO 3.0. Para procedimiento se aplica el software del Cálculo del Área Bajo Riego Óptimo (ABRO 3.0), del Vice Ministerio de Desarrollo Rural MACA. Dirección de Riego y Suelos, cuyos componentes arrojan directamente los resultados de la evapotranspiración/día en función de datos proporcionados, temperaturas medias mínimas y máximas y la humedad relativa, el cálculo se efectúa mediante el método Penman Monteith.

#### b) Evapotranspiración potencial (ETp)

Es muy importante definir las condiciones del área de estudio y sobre todo la información climatológica disponible. En este caso se ha tomado como referencia las estaciones meteorológicas de San Agustín y El Tejar, que se encuentra a 5 y 30 km del área de estudio respectivamente. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro: III.4.



**Cuadro: III.4**  
**Cálculo de la evapotranspiración potencial (mm)**  
**(Método Penman Monteith)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ETP	4.10	3.68	3.36	2.99	2.82	2.89	2.80	3.28	3.76	4.06	4.15	4.25

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3.0.

**c) Coeficiente de cultivo (Kc)**

La zona cuenta con coeficientes de cultivo (Kc) para valles, determinados experimentalmente por el PRONAR. Los valores utilizados para el cálculo de la evapotranspiración real (ETR) corresponden a valores ya incorporados en el paquete ABRO 3.0, por lo que los resultados corresponden a los datos ya procesados en función de la cédula de cultivos y el ciclo de estos que también ya se encuentran inmersos en el paquete. En función a estos datos introducidos en el paquete, se han obtenido los valores que se muestran en el **Anexo 10**.

**Cuadro: III.5**  
**Periodo vegetativo y coeficiente de cultivo**

Cultivo	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M
Maíz grano							0.24	0.41	0.80	1.08	1.03	0.80
Maíz choclo	0.24	0.41	0.80	1.08	1.03							
Papa temprana	0.24	0.74	1.02	0.48								
Papa tardía								0.24	0.74	1.02	0.75	0.61
Tomate temprana	0.42	0.81	1.20	0.92								
Cebolla cabeza	0.78	0.91	1.05	1.02	1.00							
Arveja en verde			0.41	0.78	1.15	1.05						
Vid		0.45	0.60	0.70	0.70	0.70	0.65	0.62	0.50	0.30		

Fuente: Elaboración propia sobre la base del ABRO 3.0.

**d) Evapotranspiración Real (ETR)**

La Evapotranspiración real (ETR) para los cultivos programados se determinó basándose en la ETP y el Kc estimado para la región, se obtiene multiplicando los coeficientes ponderados de Kc de cada mes por los valores de evapotranspiración potencial sobre la base de la ecuación siguiente:

$$ETR = Kc * ETp$$

Donde:

**ETR** = Evapotranspiración Real

**Kc** = Coeficiente de cultivo ponderado para cada mes

**ETp** = Evapotranspiración potencial

La Evapotranspiración Real (ETR) por mes tomando en cuenta la cédula de cultivos, se determinó mediante la ETp y el Kc ponderado de los cultivos considerados por cada mes. Los resultados se encuentran en el cuadro: III.6.

**Cuadro: III.6**  
**Evapotranspiración real por mes (mm/mes)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ETR	161.35	210.42	249.90	159.41	123.05	187.29	287.69	516.83	562.08	488.72	218.10	117.24



### e) Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva (75%) se determinó aplicando el paquete ABRO 3.0, en base a los datos de la precipitación de la Estación climatológica de San Agustín y El Tejar de Tarija, instalado y administrado por SENAMHI, que tiene información registrada desde 1964 hasta la actualidad. Para la determinación de la precipitación efectiva (Pef), se empleó el método del porcentaje fijo de precipitación, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Pef = a * Prec$$

Donde:

**Pef** = Precipitación efectiva mensual en mm/mes.

**a** = Porcentaje fijo en función a la escorrentía y percolación profunda que se tienen. Normalmente las perdidas son de 10 a 30 %, por tanto, "a" se estima entre los valores de 0.7 a 0.9. En el caso presente se adoptó el valor de 0.75 por ajustarse más a las condiciones de la zona del proyecto.

**Prec** = Precipitación media mensual en mm/mes.

La región se caracteriza por aportar parte de la demanda de agua en forma de lluvia, cuyos volúmenes varían mes a mes y de año en año, luego es necesario calcular el valor de la precipitación mensual al 75 % de persistencia o precipitación confiable, que es el 75% de probabilidad de ocurrencia (seguridad de presentarse 3 de cada 4 años).

Los resultados obtenidos en el paquete ABRO 3.0 desarrollada por PRONAR, se presenta en el cuadro: III.7.

**Cuadro: III.7**  
**Precipitación efectiva (mm)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
Prec.	115.30	92.40	82.90	17.30	4.0	1.10	0.70	2.60	7.20	31.40	52.70	94.50	502.10
Pef	75.23	58.05	50.93	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.30	28.28	59.63	286.13

Fuente: Elaboración propia.

### f) Demanda neta o Consumo teórico (Dn)

Representa la demanda exacta de agua que requiere un cultivo en un periodo de tiempo dado. Se obtiene restando la precipitación efectiva (Pe) de la evapotranspiración real (ETR).

$$Dn = ETR - Pef$$

Donde:

**Dn** = Requerimiento de riego mensual del cultivo, en mm/mes.

**ETR** = Evapotranspiración mensual del cultivo, en mm/mes.

**Pef** = Precipitación efectiva mensual en mm/mes.

Para transformar a metro cúbico por hectárea, se multiplica por 10 los valores encontrados, toda vez que un milímetro de altura de agua equivale a 10 m<sup>3</sup>/ha. Los resultados obtenidos en el paquete ABRO 3.0, se presentan en el cuadro: III.8.



**Cuadro: III.8**  
**Demanda neta o requerimiento neto (Dn en mm)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
Dn	1.45	13.47	35.37	83.77	65.35	34.63	51.27	81.65	88.30	95.85	66.07	12.65	629.83

Fuente: Elaboración propia.

### g) Demanda de caudales netos

**Cuadro: III.9**  
**Requerimientos netos y unitarios (l/s) y (l/s/ha)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
Rn	2.91	29.69	70.38	101.78	76.85	52.69	101.78	175.56	195.69	145.20	67.86	21.36	
Rn	0.01	0.06	0.13	0.32	0.24	0.13	0.19	0.30	0.34	0.36	0.25	0.05	2.39

Fuente: Elaboración propia.

### h) Eficiencia total de riego

La eficiencia del sistema de riego mejorado y bajo condiciones con proyecto, de acuerdo a la experiencia en sistemas de riego similares al proyectado, esta previsto un 100% para la eficiencia de captación y 85% para el sistema de conducción principal que está totalmente revestido con hormigón ciclópeo. La eficiencia de conducción parcelaria como la mayoría será de tierra, pero de pequeñas longitudes hasta la parcela se estableció en 80%.

La eficiencia de aplicación del agua, en sistemas similares de acuerdo a trabajos de investigación realizados a nivel nacional por la FAO, reportó eficiencias de aplicación entre 40 a 80%. Sin embargo, la zona del proyecto tiene tradición en riego y los usuarios operan sistemas de riego donde manejan el agua con buen criterio; por lo cual se puede considerar que la eficiencia de aplicación puede alcanzar a un 60% aproximadamente. Bajo estos parámetros, se obtiene una eficiencia total de sistema en 40.80%, lo cual se considera racionalmente alcanzable y sobre todo conservador.

La forma de riego esperada a ejecutar en el proyecto, es la que actualmente utilizan en los sistemas de riego existentes en la zona, ya que la mayor parte de la parte baja de la cuenca se encuentra bajo la influencia del proyecto de riego San Jacinto y que viene desarrollando tecnologías de riego acordes con las condiciones de suelo, agua y plantas y su aplicación desde hace muchos años atrás, no ha presentado problemas.

Los problemas presentados en los sistemas de riego existentes se resumen en el escaso caudal natural que llegan a tener las fuentes de agua en la época de mayor demanda, con caudales insuficientes para regar las áreas sembradas, llegando incluso a situaciones donde falta el agua para la gran parte del área preparada y sembrada, teniéndose un caudal que llega a las parcelas que no satisface la programación prevista y no llena los requerimientos de los cultivos.

Por tanto se tiene que observar dos aspectos para solucionar el problema del agua para el sistema de riego proyectado:

1. Aprovechar los recursos hídricos de la cuenca de los ríos San Agustín y Quebrada Grande mediante una obra de regulación de las aguas superficiales disponibles, mediante el trasvase de las aguas excedentarias de las crecidas del río San Agustín y el almacenamiento en el embalse de la Quebrada Grande que tendrá las dimensiones adecuadas para regular los volúmenes de agua que son necesarios en estiaje, y con un



vertedor de excedencias adecuado en caso de presentarse crecidas extraordinarias del río Quebrada Grande principalmente. Asimismo se construirá el canal principal que cubrirá el área potencial de riego, y canales de distribución dotándoles de cámaras repartidoras, compuertas y obras de arte.

2. Respetar los derechos de agua que tienen todas las comunidades, tanto de la parte baja de la cuenca que en este caso serán las beneficiarias y de la parte alta que no tendrán beneficios directos del proyecto, pero que tienen prioridad en el uso de las aguas por ser los dueños de las fuentes de agua, según la legislación local y nacional vigente.

Al solucionar el problema del agua se podrá aprovechar eficientemente los recursos potenciales de la zona (suelo, clima y cultivos), que son excepcionales, de modo que se puedan lograr altos rendimientos en las cosechas, y por ende mayores beneficios económicos y sociales para los agricultores de la zona.

Por lo tanto, la eficiencia de riego total será:

$$Eft = Efp * Efc * Efa * Efd$$

$$Eft = 1,00 * 0,85 * 0,80 * 0,60 = 40,80 \%$$

Donde:

**Eft** = Eficiencia de riego total.

**Efp** = Eficiencia de captación.

**Efc** = Eficiencia de conducción.

**Efd** = Eficiencia de distribución.

**Efa** = Eficiencia de aplicación.

#### ***i) Demanda bruta o requerimiento de riego bruto (Lámina Bruta)***

La dotación de agua a las parcelas de cultivo en l/s/ha, se determina de la relación entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia del sistema.

Los cálculos se realizaron solo para la situación futura con proyecto, una vez implementadas las obras proyectadas. Estos datos vienen de la relación entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia del sistema por captación, conducción, distribución y aplicación al nivel de área de riego o parcela estimada en 43,61 % para la situación con proyecto.

En el análisis de la eficiencia de riego se consideró el método de riego por gravedad en surcos, partiendo de la forma de manejo del agua al nivel de parcela y la experiencia de los agricultores en la práctica del riego.

La demanda de agua de riego para el proyecto, de acuerdo al total de la superficie a regar tanto en la época de invierno como en verano, está satisfecha con el caudal previsto a captarse mediante la obra de toma que esta dentro de la presa de regulación, que captará las aguas reguladas en función de la demanda.

Los incrementos en la eficiencia del sistema de riego provienen de:



- Construcción de una presa de regulación, con una obra de toma que dotará el total del agua requerido por el sistema, la presa esta fundada en el estrato rocoso, y entrega el agua mediante una obra de toma que esta empotrado dentro de la presa con un sistema de válvulas mariposa, que implica una eficiencia de captación del 95 % con proyecto.
- Construcción del sistema de conducción principal y las obras de distribución, pasos de caminos y quebradas en hormigón ciclópeo u hormigón armado que permitirán una eficiencia de conducción principal del 85 %.

La determinación de las demandas brutas, se realizó mediante la ecuación siguiente:

$$Db = Dn \cdot 100 / EA$$

**Db** = Demanda unitaria bruta al nivel de parcela (m<sup>3</sup>/ha)

**Dn** = Demanda unitaria neta al nivel de parcela (m<sup>3</sup>/ha)

**EA** = Eficiencia de aplicación de riego (60%).

**Cuadro: III.10**  
**Demanda Bruta de riego (Db) (mm). Demanda total de riego (Dt) (l/s)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
<b>Db</b>	3.57	32.90	86.36	205.28	160.16	84.74	126.07	200.44	216.21	235.35	162.68	31.16	1,544.91
<b>Dt</b>	7.14	72.76	172.51	249.47	188.36	129.14	249.46	430.30	479.63	355.88	166.32	52.35	2,553.30

Fuente: Elaboración propia.

#### j) Caudal Unitario Continuo (q)

Responde a la ecuación siguiente:

$$q = Db \cdot 1000 / n \cdot h \cdot 3600 \text{ seg}$$

Donde:

**q** = Caudal unit. cont. mes de máxima demanda a nivel de parcela (l/s/ha).

**Db** = Demanda unitaria bruta (m<sup>3</sup>/ha.).

**n** = Número de días del mes a regar.

**h** = Número de horas del día a regar.

**Cuadro: III.11**  
**Caudal unitario continuo (q) (l/s/ha)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
<b>Q</b>	0.01	0.14	0.32	0.79	0.60	0.33	0.47	0.75	0.83	0.88	0.63	0.12	5.86

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la demanda máxima corresponde al mes de octubre y es de 0.88 l/s/ha. El mayor caudal continuo necesario para los cultivos propuestos con el proyecto es de 480 l/s considerando un tiempo de riego de 24 horas. Para fines de diseño y previendo un factor de simultaneidad y un margen de seguridad, y la posibilidad que en la época de verano se podrían incorporar nuevas áreas de riego en el área del proyecto, para el caudal de diseño del sistema se tomó el valor de 700 l/s. Asimismo, se considera que un caudal de diseño de 700 l/s permitirá una mayor flexibilidad para la operación del sistema de riego.



### k) Superficie de riego de los cultivos presentes en el mes considerado

Los resultados de la superficie total de riego de los cultivos presentes por mes considerado, se presentan en el cuadro: III.12. Para obtener estos resultados se utilizó la expresión:

$$\text{SUPt} = \text{Sum.SUP}$$

Donde:

**SUPt** = Superficie total de riego, cultivada por mes en ha.

**Sum.SUP** = Sumatoria de la superficie de riego de cada cultivo por mes, en ha.

**Cuadro: III.12**  
**Superficie de riego de cultivos presente en el mes considerado (SUPt) (ha)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Max.
<b>Supt</b>	535	535	535	315	315	395	530	575	575	405	265	450	575

Fuente: Elaboración propia.

### l) Volumen total de riego por mes

Este volumen se calcula, efectuando la sumatoria de los volúmenes de riego de cada cultivo, en el mes considerado, de acuerdo al siguiente procedimiento:

$$\text{VOLt} = \text{Sum.VOL}$$

Donde:

**VOLt** = Volumen total de riego por mes, en m<sup>3</sup>.

**Sum.VOL** = Sumatoria del volumen de riego de cada cultivo por mes.

Los resultados de este cálculo se presentan en el cuadro: III.13.

**Cuadro: III.13**  
**Volumen total de riego por mes (m<sup>3</sup>)**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
<b>Vol.</b>	19,116	176,025	462,038	646,619	504,493	334,719	668,158	1,152,527	1,243,199	953,183	431,094	140,206	6,731,378

Fuente: Elaboración propia.

### m) Dosis o coeficiente de riego

Se determina a través de la siguiente relación:

$$\text{DR} = \text{q/SUPt}$$

Donde:

**DR** = Dosis o coeficiente de riego, en l/s/ha.

Los resultados se presentan en el cuadro: III.14.



Cuadro: III.14  
Dosis o coeficiente de riego (DR) (l/s/ha)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Total
0.01	0.14	0.32	0.79	0.60	0.33	0.47	0.75	0.83	0.88	0.63	0.12	5.86

Fuente: Elaboración propia.

#### n) Módulo de riego

El módulo de riego o caudal de entrega a nivel predial (parcelario), esta previsto en 25 l/s, en razón al tamaño de parcela con que cuentan los usuarios, y la disponibilidad de agua en el momento de máxima demanda, entre otras condiciones imperantes en la zona.

#### o) Balance hídrico

De acuerdo al balance hídrico se muestra que existe un déficit hídrico, porque la Evapotranspiración es mayor frente a la precipitación en todos los meses del año. Este déficit muestra la necesidad de un riego integral para los diferentes cultivos.

**Sin proyecto** Las comunidades de la zona del proyecto utilizan el agua para riego del caudal natural del río Santa Ana y el proyecto de riego San Jacinto, aunque estas áreas de riego están fuera del perímetro de riego potencial identificado por proyecto. En los sistemas de riego existentes, la demanda actual es mayor, en estas condiciones las fuentes de agua aprovechables no satisfacen los requerimientos del riego.

**Con proyecto** Las comunidades beneficiarias utilizan el agua para riego en forma eficiente mediante la regulación del recurso hídrico, satisfaciendo las necesidades de riego para los diferentes cultivos. El agricultor no tiene contratiempos temporales de riego, puesto que cuenta con una presa de regulación de los recursos hídricos de las cuencas del río San Agustín, garantizando de esta manera un caudal continuo y constante durante todo el año.

#### p) Caudales de diseño

El caudal de diseño se toma en base al valor obtenido para la época de mayor demanda. En nuestro caso el mayor caudal requerido corresponde al mes de septiembre y tiene un valor de 480 l/s. El sistema será diseñado para 700 l/s con el propósito de obtener una mayor flexibilidad en la operación del riego y prever que en la época de verano se pueden incorporar áreas adicionales de cultivos, ya que existe un excedente de agua para esta época.

#### III.3.1.3. Determinación del área incremental

La ejecución y puesta en marcha del proyecto, proporcionará un conjunto de beneficios en favor de los agricultores de la zona, al lograr implementar una superficie cultivada adicional con riego con el consiguiente incremento de la producción agropecuaria y de los ingresos netos de los beneficiarios, también se incrementará el empleo de la mano de obra desocupada.

Con la finalidad de establecer el efecto del proyecto, se determinó el área incremental bajo riego óptimo, como se explica a continuación. En primer término se estimó el número de hectáreas que, para la cédula de cultivos establecida y las condiciones de eficiencia del



sistema, pueden ser regadas en forma óptima (sin déficit hídrico), en las situaciones "Sin" y "Con" proyecto.

Una vez calculados los balances hídricos para las situaciones Sin y Con proyecto mediante la utilización del programa ABRO 3.0 y establecidas las áreas regadas en forma óptima, por diferencia se obtuvieron el número de hectáreas incrementales.

De los resultados obtenidos se puede observar que en la situación actual (sin proyecto) se riegan solo 2 hectáreas óptimamente y con las obras proyectadas donde se regula el recurso hídrico, se espera regar 890 ha en dos campañas agrícolas, lo que en última instancia determina un incremento de 888 ha, superando en gran medida los actuales problemas de falta de agua para riego actual. Un resumen de esta situación, se presenta en el cuadro: III.15.

**Cuadro: III.15**  
**Área incremental**

Descripción	Sin proyecto (ha)	Con proyecto (ha)	Incremento (ha)
<b>Total regado</b>	<b>2.00</b>	<b>890.00</b>	<b>888.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### III.3.1.4. Distribución de cultivos en las áreas incrementales

Sobre la base de datos de las encuestas socioeconómicas realizadas en las comunidades beneficiarias, se establecieron los cultivos más importantes y la superficie que ocuparán; por otra parte, se adecuó la distribución de cultivos orientados a la potencialidad del mercado de consumo. Por tanto el porcentaje de cultivos y su distribución en superficie propuesto para el área del proyecto, esta en función a lo acordado con los comunarios en base a la experiencia de los mercados potenciales de la zona, principalmente la ciudad de Tarija y eventualmente las ciudades de Santa Cruz, Potosí, Entre Ríos, Caraparí, Yacuiba, Villa Montes y Camiri. De esa manera, se determinó el porcentaje de cultivos y su distribución en superficie y en tiempo, tal como se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro: III.16**  
**Superficie y porcentaje de cultivos para el área bajo riego**

Cultivos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
<b>Cultivos verano</b>	315	35.39
Maíz grano	230	25.84
Papa tardía	85	9.55
<b>Cultivos invierno</b>	355	39.89
Maíz Choclo	85	9.55
Papa temprana	100	11.24
Tomate temprana	70	7.87
Cebolla cabeza	55	6.18
Arveja en verde	45	5.06
<b>Frutales</b>	220	24.72
Vid	220	24.72
<b>Total</b>	<b>890</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base a la propuesta de cultivos Con Proyecto.



### III.4. DISEÑO PARTICIPATIVO DEL PROYECTO

El proceso del diseño participativo del proyecto se ha iniciado con la coordinación interinstitucional entre las entidades involucradas en el proyecto, las cuales han identificado como interlocutores válidos para el análisis del proyecto y la toma de decisiones a las autoridades más importantes de las comunidades involucradas, incluyendo la comunidad de San Agustín Sud por ser en cierto modo la dueña de la fuente de agua.

El equipo multidisciplinario conformado para este efecto y en coordinación con las autoridades comunales, se han programado visitas continuas al sitio donde está prevista la presa de regulación.

Según las afirmaciones de las autoridades la población beneficiaria y posiblemente afectada durante el estudio de Prefactibilidad, no tuvieron una participación activa, la información de que se iba a realizar un estudio de una presa en la Quebrada Grande, tuvo muy poca repercusión en las comunidades, por esta razón algunos aspectos del planteamiento del proyecto no se ajustaron a la realidad de la zona, como el caso de la construcción del túnel de trasvase que no es necesario, los beneficios directos e indirectos para las comunidades de San Agustín Sud y Laderas Norte que tampoco estaban adecuadamente concebidos y el universo de las comunidades beneficiarias que un momento eran de siete comunidades (Laderas Norte, Santa Ana La vieja, San Antonio, Laderas Centro, Laderas Sud, Sunchu Huayco y La Choza), que finalmente de acuerdo a la topografía y disponibilidad de agua se reduce solamente a tres comunidades que son Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud.

Con esta experiencia durante la elaboración del diseño final los comunarios participaron activamente en el planteamiento y definición del proyecto, como destinatarios finales del proyecto, explicando y discutiendo con los técnicos las ventajas y desventajas que se tendría en los diferentes lugares donde podría proyectarse la presa de regulación.

El estudio del diseño final recoge como base la propuesta de la Prefactibilidad de que el universo de beneficiados estaría formado por siete comunidades antes señaladas, bajo esta perspectiva la consultora en sus primeras incursiones en la zona, en forma conjunta con los técnicos de la OTNPB, se avocó la identificación de las alternativas, para lo cual se ha destinado una brigada topográfica. En sucesivas visitas y recorridos de la zona, además con la orientación de levantamientos topográficos se lograron identificar dos alternativas, una con menos posibilidades que la otra, ya que no hubo mejores opciones a las que se identificaron.

Desde el momento de la concepción de las dos alternativas, nace la necesidad de realizar el planteamiento oficial del proyecto a los usuarios de las siete comunidades inicialmente previstas. Pero principalmente someter a la consideración de la comunidad de San Agustín Sud, para conocer su posición sobre el trasvase de aguas de la cuenca de San Agustín a la cuenca de la Quebrada Grande. Las primeras reuniones efectuadas en la comunidad de San Agustín con participación de las autoridades comunales, comunarios y técnicos de OTNPB, no fueron auspiciosas ni se lograron resultados positivos, más por el contrario la reacción fue en sentido de negarse a facilitar el trasvase de agua de una cuenca a otra y menos para el beneficio de comunidades de otra Provincia.

En sucesivas reuniones tanto en la comunidad de San Agustín como en las oficinas de la OTNPB, donde se explicaron en detalle el alcance del proyecto y los posibles beneficios



indirectos que recibiría la comunidad de San Agustín Sud como compensación por las aguas trasvasadas, se logró definir un acuerdo donde la comunidad se compromete no paralizar los trabajos de topografía y dependiendo de la factibilidad de trasvase del agua autorizarían la construcción de la obras de derivación pero con la condición de que sea solo sean las aguas excedentes en la época de lluvias, por otro lado la comunidad se reservaba el derecho de suspender la provisión de agua si es que los caudales del río disminuyen y afecta a los sistemas de riego existentes en la zona.

Otra de condiciones que pusieron las autoridades y comunarios de San Agustín es la identificación y desarrollo de estudios sobre proyectos de microriego y otras infraestructuras de apoyo a la producción que deben ser previamente concertados con la comunidad, bajo estos preceptos la comunidad de San Agustín Sud, no tendría objeciones sobre la ejecución y desarrollo del proyecto. Este acuerdo actualmente está vigente aunque en la última reunión de autoridades el Secretario General de la comunidad de San Agustín Sud, ha presentado reclamos sobre la falta de cumplimiento en la identificación de proyectos de compensación.

La necesidad de continuar con un proceso amplio de socialización planteada no solo por los técnicos de la OTNPB sino también como una iniciativa de la Consultora que desde su propuesta de servicios contempla un amplio proceso de socialización, se extendió a todas las comunidades incluyendo a aquellas donde posiblemente no se llegue el beneficio, paralelamente con el avance de la topografía y los recorridos de campo se iba definiendo el área de riego definitivo, que finalmente quedó en una superficie aproximada de 584 ha netas y 730 ha brutas. Al mismo tiempo el beneficio del riego ya no abarcaba para las siete comunidades inicialmente previstas sino el volumen de agua almacenado y las condiciones topográficas de la zona, permitía sólo el beneficio para tres comunidades (Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud), cuyas superficies de riego aproximados son de 55 ha en Laderas Norte incluyendo áreas de bombeo, 350 ha en la comunidad de Laderas Centro y 179 ha en la comunidad de Laderas Sud, haciendo un total de 584 ha netas de riego.

En este escenario donde el proyecto toma cuerpo y sobre todo interés por parte de los beneficiarios, por otro lado además de contar ya con un importante avance en la identificación de alternativas para la ubicación del presa, se conviene en realizar una ronda de reuniones ampliadas en cada una de las comunidades con la participación del Supervisor, Fiscal, autoridades comunales y población en general de las comunidades beneficiarias.

En primera instancia se programó una reunión en la comunidad de Laderas Norte, donde a pesar de realizar explicaciones sobre el alcance del proyecto, no se llegaron a establecer acuerdos importantes, por otro lado se encontró una cerrada oposición a la viabilidad social del proyecto al grado de no permitir ni siquiera los levantamientos topográficos de la alternativa seleccionada. Sin embargo luego de sucesivas reuniones y recorridos con las autoridades de la comunidad de Laderas Norte, se lograron acuerdos verbales para continuar los trabajos de topografía y prospección geológica, además de que la Consultora asumió la responsabilidad de presentar y diseñar los beneficios directos e indirectos para la comunidad que luego de ser evaluados y analizados por toda la comunidad, darán el visto bueno y autorización para la ejecución de las obras, caso contrario no se dará vía libre al proyecto. Por otro lado también se analizaron y abordaron el tema de los afectados en el sitio del embalse donde se tiene previsto la afectación de 35 ha en cuya área se encuentran asentadas 6 familias, de las cuales dos aceptaron las compensaciones y/o indemnizaciones por las tierras y las mejoras, mientras que las otras 4 familias están en espera del acuerdo final donde una vez conocido la viabilidad o no del proyecto también acordaran las formas de



compensación y/o indemnización.

En las reuniones de las comunidades de Laderas Centro y Laderas Sud, no se tropezaron con ningún tipo de problemas, el proyecto fue acogido con beneplácito y durante las exposiciones plantearon varias interrogantes las cuales fueron absueltas para la conformidad de los asistentes, en estas mismas reuniones con la ayuda de las autoridades se elaboraron actas de conformidad firmados por los asistentes.

En las reuniones de presentación del avance del proyecto, surgieron interrogantes y observaciones por parte de los asistentes en el sentido de que no se estaría tomado en cuenta la existencia de ganado, ya que cada comunidad cuenta con una importante cantidad de cabezas que en total bordean los 3500 cabezas en las tres comunidades, al respecto se acordó introducir el componente ganadero sobre todo en la dotación de agua.

Las reuniones realizadas en las comunidades beneficiarias sirvieron para informar a los usuarios sobre el alcance del proyecto y alternativas identificadas, capitalizar las posibles sugerencias que puedan emitir los usuarios, en estas reuniones se planteó la elaboración de la lista actualizada de los usuarios y la definición de la inclusión o no de otras comunidades en el proyecto, sobre el respecto absolutamente todas las comunidades contempladas solicitaron su inclusión en el proyecto.

La situación particular es la relacionada con la comunidad de Laderas Norte, cuyos habitantes a pesar de no tener beneficios directos con la presa, mostraron su interés de cómo pueden ser parte del proyecto, ya que las aguas que se embalsarán en la presa, forma parte de los derechos de uso de la comunidad, en este sentido en la reunión efectuada en la comunidad de Laderas Norte se llegó a importantes conclusiones que se detallan en el acápite de conclusiones y recomendaciones.

Las reuniones de socialización y presentación del proyecto, no solo sirvieron para informar el alcance del proyecto, avance del estudio, características de la presa y los costos preliminares, además del posible monto de aporte, sino también para visualizar la forma de organización de gestión de la presa, asimismo, se han realizado las consultas y verificaciones sobre los aspectos de gestión de los sistemas de riego existentes, los aspectos productivos y la situación legal de las tierras y aguas, como también los problemas existentes en todos los aspectos técnicos, sociales, administrativos y otros en que las comunidades necesitan y necesitarán acciones de apoyo y orientación.

En estas reuniones también, se han definido algunos aspectos sobre la gestión de riego en la comunidad, planteamiento de la cédula y tecnología de cultivos y las bases o lineamientos generales para el Servicio de Acompañamiento.

Los trabajos de campo realizados conjuntamente a los usuarios y autoridades de las comunidades beneficiadas, consistieron básicamente en recorridos del área potencial de riego y el sitio de la presa, con el propósito de examinar las características del área sus implicaciones sociales y ambientales, asimismo evaluar el estado actual de las propiedades y recursos naturales existentes, identificando limitaciones y potencialidades, además de visualizar posibles soluciones a temas conflictivos y críticos.

En todos estos procesos conjuntos de reflexión sobre el diseño y planteamiento de la presa, todas las sugerencias y observaciones realizadas por las autoridades locales y usuarios han



sido introducidas en la concepción de las características constructivas de la presa.

El diseño participativo del proyecto no sólo se ha limitado a consensuar criterios al interior de la organización de los usuarios o las comunidades beneficiarias, sino también a nivel de las autoridades y técnicos de las instituciones regionales que están involucrados en el proyecto como la Oficina Técnica Nacional de los Ríos Pilcomayo y Bermejo, cuyo aporte fue valioso en la definición de las componentes del proyecto, asimismo fueron los directos interlocutores en las discusiones técnicas para intercambiar ideas sobre la manera más adecuada de llevar adelante el estudio.

El proceso del diseño participativo concluirá con la presentación oficial del proyecto, donde se explicará en detalle a todas las comunidades en su conjunto, las características constructivas del proyecto, beneficios directos e indirectos, costos de inversión, monto del aporte comunal, características del Servicio de Acompañamiento, implicaciones de los posibles cambios en la gestión de riego y el proceso de la transición de la situación actual a la situación con proyecto. Una vez evaluado y analizado el informe final, las comunidades involucradas, principalmente las comunidades Laderas Norte y San Agustín Sud darán el sí o el no sobre la continuidad del proyecto en su etapa de licitación y ejecución.

#### **III.4.1. Conclusiones y recomendaciones del Proceso de Socialización**

Las reuniones y entrevistas con autoridades comunales y comunarios de la zona del proyecto, particularmente con las comunidades identificadas como beneficiarias, ha permitido capitalizar algunos insumos y productos muy importantes para el diseño del proyecto. Estas experiencias se expresan en las recomendaciones y conclusiones siguientes que responden básicamente a las inquietudes y necesidades de las comunidades donde se realizaron las actividades de socialización del proyecto.

- Se determinó que el proyecto debe introducir en su diseño al sector ganadero y agrícola base de sustentación y justificación, ya que la zona se caracteriza por desarrollar estas dos actividades que son la base de la economía de las familias que habitan este cantón.
- Apoyar la iniciativa de la segunda alternativa con la que existe la posibilidad de ampliar la capacidad de almacenamiento de la presa.
- Por las características topográficas de la zona y la disposición de las comunidades y áreas de riego, se apoya el planteamiento de la implementación de estaciones de bombeo y dos atajados en las áreas que se encuentra por encima de la cota de la presa para habilitar áreas de cultivo en beneficio principalmente de la comunidad de Laderas Norte, según defina el estudio técnico y económico que cubran las dos márgenes del río Quebrada Grande, es decir que existan dos estaciones de bombeo una para la margen derecha y otra para la margen izquierda.
- En el sector del trasvase donde que corresponde a la comunidad de Laderas Norte, se determinó que se busque la mejor cota posible para que el riego pueda llegar a cubrir la mayor cantidad posible de áreas y beneficiarios de la parte alta, mediante el diseño de un canal de 1 a 1,5 km de longitud para el riego de las áreas en las laderas y las partes bajas de las márgenes de la Quebrada Grande.
- En el caso de la comunidad de San Agustín Sud, el estudio debe recomendar la elaboración de un proyecto de mejoramiento y ampliación de los microsistemas de riego existentes para que estos puedan cubrir satisfactoriamente las áreas de riego actuales y ampliar su cobertura a otras familias, además de propiciar una gestión independiente de cada uno de estos microsistemas.



- En la comunidad de Laderas Norte a efectos de mitigar las afectaciones se deben considerarse los siguientes aspectos a introducirse en el estudio para la conformidad y visto bueno de la comunidad:
  1. Construcción de dos estaciones de bombeo en la zona del embalse una en cada margen para el riego de áreas de la parte altas que no se pueden regar por gravedad, complementariamente a las estaciones de bombeo se debe implementar dos atajados para el bombeo y almacenamiento del agua y permitir el riego por gravedad.
  2. Construcción de una batería de bebederos en cada margen en un sector previamente concertado con los comunarios para facilitar el acceso y dotación de agua para el ganado. Diseño de estrategias de la producción piscícola en el lago y desarrollo de estrategia turística a corto plazo para compensar y mitigar la situación precaria y crítica de las familias que serán afectadas como el embalse.
  3. Habilitación de áreas de riego por gravedad y bombeo en la parte alta del cuenca del río Quebrada Grande que permita el riego de algunas tierras comunales de la ladera, la llanura aluvial y márgenes de la quebrada mediante el diseño de un canal de 1 a 1,5 km de longitud.
  4. Creación de un fondo de compensación ambiental por la pérdida de 743 árboles forestales de distinta especie en el área de embalse cuyo monto será destinado a trabajos de control ambiental de la cuenca y actividades de reforestación de las áreas contiguas a la presa.
  5. Implementación de un sistema de seguridad de la presa mediante un cercado o enmallado perimetral que evite el ingreso de animales y personas que pueden poner en riesgo su integridad física
  6. Y finalmente la indemnización y/o compensación justa y concertada de las familias afectadas por el embalse.
- Asimismo se ha convenido de que al final que el camino que será afectado en un tramo de 1,5 a 2 km deben ser objeto de reposición en con las mismas características constructivas de operación para que no perjudique el normal flujo vehicular de las comunidades de la zona alta con la ciudad de Tarija.
- Con las comunidades de San Agustín y Laderas Norte, se ha convenido formalmente que mientras dure el estudio ninguna de las dos comunidades interrumpirán las actividades normales de topografía, prospecciones geológicas y otras acciones de campo, asimismo se ha establecido que estas dos comunidades darán su visto bueno de la continuidad del proyecto cuando los beneficios que se han planteado y plasmado en el informe final.
- El convenio suscrito con la Comunidad de San Agustín sobre el trasvase de las aguas excedentarias en la época de lluvias se encuentra en plena vigencia, se espera que el compromiso asumido por la OTNPB en sentido de identificar y desarrollar algunos proyectos de apoyo a la producción como un sistema de riego, se concrete para evitar posteriores problemas.

La cantidad de familias que serán beneficiadas son de aproximadamente 118 familias, que es producto de un levantamiento preliminar realizado por los responsables de cada comunidad y área de riego, cuyo detalle es el siguiente:

Laderas Norte:	31 familias
Laderas Centro:	47 familias
Laderas Sud:	40 familias
<b>Total</b>	<b>118 familias</b>



La población de ganado de las tres comunidades y algunas familias dispersas, según la información de las autoridades y el diagnóstico socioeconómico de la zona del proyecto llega aproximadamente a unas 3,000 a 3,500 cabezas de ganado mayor o bovino, cuyo consumo de agua aproximado por día y por cabeza de 50 a 60 litros.

La disposición preliminar de las áreas de riego por comunidad o área de riego, en función a las familias existentes en cada área de riego es la siguiente:

Laderas Norte:	55 hectáreas
Laderas Centro:	350 hectáreas
Laderas Sud:	179 hectáreas
<b>Total</b>	<b>584 hectáreas</b>

Un caso particular y especial que se ha identificado en las comunidades de Laderas Norte y San Antonio y Santa La Vieja, es que a pesar de haber sido concluido el proyecto de saneamiento de tierras por el INRA, aún continua la incertidumbre de la delimitación final de las comunidades, tal es el caso de las comunidades de San Antonio y Santa Ana La Vieja que mantienen cierto conflicto ya que las dos comunidades anteriores indican que el territorio de estas llegan hasta el lecho de la Quebrada Grande, mientras que las autoridades de la comunidad de Laderas Norte indican que el dominio de estas comunidades solo llega hasta la divisoria de aguas.

En el supuesto caso de el limite de entre estas tres comunidades se estable en el lecho de la Quebrada Grande, la comunidad de Santa La Vieja, recibiría algunos beneficios directos e indirectos por la implementación del proyecto, como la habilitación de las tierras a bombeo en la margen derecha del sitio de la presa, asimismo tendrían acceso a una parte de de los beneficios de la cría de peces, el programa turístico y la compensación ambiental. De todas maneras se espera que en los informes y resoluciones que se emitan del INRA sobre el saneamiento de las tierras de esta zona, se clarifique esta situación, mientras tanto se mantiene la actual estructura de beneficiarios y alcance del proyecto.



## CAPITULO IV DISEÑO FINAL DE LAS OBRAS

### IV.1. ESTUDIOS BASICOS

#### IV.1.1. Topografía

Para la elaboración del estudio se realizaron levantamientos topográficos tanto para el análisis de alternativas de los potenciales sitios de presa como para el diseño final de de las obras hidráulicas principales (Presa en la Quebrada Grande, Azud derivador en el río San Agustín y Canal de Tránsito), red de canales de riego y obras de arte.

#### IV.1.2. Geología

##### IV.1.2.1. Geomorfología

En el Anexo 2 se adjunta el estudio geológico y un resumen del mismo se indica a continuación.

Las partes altas de la cuenca corresponden a las últimas estribaciones de la Cordillera Oriental de Los Andes y la serranía de Sama delimita el valle de Tarija en su parte occidental. En estos sectores, se observan cumbres achatadas y laderas con pendientes suaves a moderadas, que facilitan el acceso a los diferentes sitios, los depósitos aluviales no son de gran magnitud y se pueden encontrar afloramientos de roca en todos los sitios de estudio, que ayudan al conocimiento de la estratigrafía y de las condiciones geológicas del lugar.

La Cordillera Oriental en la provincia Cercado se caracteriza por su aspecto masivo, fuertemente disectado con rumbos predominantemente norte-sur que da origen a piedemontes, llanuras, terrazas y algunos valles estrechos. En general las rocas constituyentes fueron fuertemente plegadas y deformadas, falladas y tectonizadas como consecuencia de los eventos geológicos a las que fueron sometidas.

La estructura geológica es un factor dominante de control en la evolución de las formas de relieve y esta ligado a la permeabilidad e impermeabilidad que presentan las rocas, como también a su disposición estratigráfica tanto de los sedimentos que afloran, como los que se encuentran en el subsuelo o cubiertos por vegetación como se da en este caso en particular, influenciando en el panorama que presenta el paisaje y dejando su impresión sobre las formas que muestra el terreno debido principalmente a procesos exógenos.

El principal problema es la degradación hidrológica de las cuencas por el fenómeno de la erosión hídrica en todas sus formas, con predominio de cárcavas en los suelos formados sobre depósitos fluvio lacustre en general en toda la zona del proyecto.

En base a la precipitación y temperatura media anuales correspondientes al lugar, y de acuerdo a Luis Poitier, la influencia de los procesos geomorfológicos epigenéticos se distribuyen de la siguiente manera:



- Meteorización química nada perceptible
- Meteorización mecánica ninguna
- Remoción en masa ninguna
- Erosión pluvial moderada
- Erosión eólica moderada

#### IV.1.2.2. Geología general

La evolución tectónica del Sur de Bolivia se caracteriza desde el Paleozoico Superior hasta la base del Mesozoico por una subsidencia casi continua interrumpida por movimientos epirogenéticos que generaron discontinuidades relacionadas con las fases tectónicas ya mencionadas. De igual manera los ámbitos de depositación han sufrido acortamientos en sentido Oeste–Este como consecuencia de las orogénias del Oligoceno-Plioceno.

Morfoestructuralmente existen dos zonas bien definidas, al este y oeste las serranías están formadas por rocas paleozoicas y en la parte central de la cuenca por depósitos del cuaternario que dominan todo el área del estudio.

En las serranías que circundan el área de estudio, se identifica la Cordillera Oriental, que se encuentra representada principalmente por la Serranía de Sama y sus estribaciones más orientales de rumbo general N-S, compuestas principalmente por rocas de la base del paleozoico.

Estructuralmente, el área que corresponde a la Cordillera Oriental esta caracterizada fundamentalmente por una estructura de plegamiento y fallamiento predominante. Este proceso morfoestructural es la consecuencia de una rígida comprensión cortical acentuada por la tectónica que imprimieron los movimientos andinos de fines del terciario, que también son los responsables de su considerable elevación.

En esta gran unidad geológica predomina el fallamiento en bloque con fracturas escarpadas, que se manifiesta por los cabalgamientos de los cuerpos rocosos que conforman los cordones montañosos de Tacsara-Sama (basamento precámbrico-paleozoico inferior) y Ñauparuna-El Cóndor (paleozoico medio) respecto a los valles de Tarija y Tariquía con una secuela de estructuras imbricadas de los bloques plegados y fallados. Las fallas regionales más destacadas son: la falla Tacsara cuya traza en inmediaciones de Camacho contacta rocas del basamento precámbrico con ordovícicas y prosigue al N con morfología escarpada marginando el valle de Tarija para internarse en el río La Victoria.

Asimismo, la falla Sama, con plano buzante al Oeste sobrepone rocas cámbricas a ordovícicas en la cumbre de Sama y la falla Ñauparuna-El Cóndor, de rumbo NNE (Cabalgamiento Frontal Principal), expresada en los abruptos desniveles topográficos hacia el valle de Tariquía.

Por consiguiente, se trata de una área montañosa con estructuras plegadas y falladas, dislocadas bajo la influencia de dos frentes de fracturación longitudinales de carácter regional.

Los afloramientos cambro-ordovícicos dominantes al Oeste y los siluro-devónicos dominantes al Este ocupan la casi totalidad del área de Cordillera Oriental, que encierra el



valle central de Tarija.

La estratigrafía en la región en general, esta representada por afloramientos rocosos de edad paleozoica y depósitos cuaternarios del Cenozoico.

Pertencen a la faja de la Cordillera Oriental donde afloran rocas de edad Silúrica (Formación Tarabuco), material del Terciario y cuaternario fluvio lacustre y aluvial. Fuera del área de estudio afloran sedimentos de edad del Devonico (Formación Santa Rosa y Formación Icla).

La zona en general presenta la siguiente columna estratigráfica, como se puede observar en el Cuadro: IV.1

**Cuadro: IV.1**  
**Columna Estratigráfica**

Era	Sistema	Formación o Unidad Litológica
CENOZOICO	CUATERNARIO	Terrazas Aluvial Deposito Coluvio-Fluvial Deposito Aluvial
DISCORDANCIA		
PALEOZOICO	Carbonífero	Formación Tupambi
	Silurico	Formación Tarabuco

#### IV.1.2.3. Geología estructural

Estructuralmente la zona del proyecto esta afectada por procesos compresivos que originan problemas tectónicos con la formación de anticlinales en las partes altas de las serranías circundantes y sinclinales en los fondos de los valles y el levantamiento de estratos conspicuos.

La evolución tectónica del área de Tarija, se caracteriza desde el Paleozoico hasta la base del Mesozoico, por una subsidencia casi continua, interrumpida por movimientos epirogenéticos, que generaron discontinuidades relacionadas con las fases tectónicas ya mencionadas. De igual manera, los ámbitos de depositación han sufrido acortamientos en sentido Oeste-Este, como consecuencia de las orogenias del Oligoceno-Plioceno (fases Incaica y Quechuana).

Estas orogenias ocasionaron entre otros, el cordón Andino Principal y el cordón Frontal Principal, este último ubicado hacia la parte oriental del área. La imbricación a gran escala de bloques tectónicos, a lo largo de planos de despegue ubicados dentro de las sedimentitas ordovícicas, así como el levantamiento de la cordillera Oriental, son también efecto de las orogenias citadas. Resultado de esta evolución tectónica, es la actual distribución de fajas delgadas y plegadas, en la parte oriental del área (Zona Subandina), con el bloque occidental (Zona Andina) presentando amplios anticlinales y sinclinales.



Los movimientos tectónicos han producido un enorme anticlinal regional, que comprende la serranía de Sama, este anticlinal es importante para el proyecto, por que su eje de plegamiento tiene un rumbo general Norte – Sur y atraviesa el área de la cuenca alta del río Huacata, determinando el rumbo y buzamiento de los estratos de limolitas y lutitas que dominan la zona. También se observan fallas longitudinales al eje, producto de la acción del plegamiento y fracturas diagonales o transversales, consideradas como de ajuste.

#### **IV.1.2.4. Características geológicas eje de la presa**

El Eje de Presa seleccionado fue determinado en base a los aportes de agua existentes en la cuenca de la Quebrada Grande y además de las condiciones naturales existentes en ambos estribos y en el lecho de la cerrada.

El eje de la presa se encuentra en un valle antecedente, en un tramo angosto de la Quebrada Grande, el angosto presenta cortes subverticales en ambos márgenes, este angostamiento ha sido formado por la erosión del río, en areniscas, limolitas y cuarcitas compactas y duras, intercaladas con lutitas de color gris, los afloramientos rocosos se ajustan al desarrollo estructural general de la zona, la orientación del eje de la presa es N 25° E.

Sobre el margen derecho y el lecho del río en el eje, afloran areniscas y lutitas en disposición subvertical, con estratificación favorable para la construcción de la presa, en el margen derecho la roca aflora en similar disposición, hasta una altura mayor a los 50m., encima de esta en forma discordante se deposita material coluvial compuesto por restos de rocas cuarcitas y areniscas de diferente tamaño.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, se puede aseverar que las condiciones geotécnicas del área de la presa son buenas, tanto desde el punto de vista de la calidad de la roca, continuidad de los paquetes de areniscas cuarcíticas y micáceas, ausencia de fallamientos, poca frecuencia de diaclasas y buena consolidación de las rocas de edad devónica que se presentan en el área.

Por otro lado, los estratos se encuentran con una orientación casi perpendicular al curso del río y presentan buzamientos altos variando entre subverticales a verticales, orientación que es muy favorable para la ubicación de la presa.

Asimismo se puede indicar que no existen zonas con procesos de remoción en masa que afecten el área de emplazamiento de la presa ni la zona estudiada. Tomando en cuenta la dirección del flujo de agua, se describe el eje de presa desde el estribo derecho, pasando por el lecho de la quebrada hasta el estribo izquierdo.

#### **IV.1.2.5. Características geológicas vaso de almacenamiento**

El vaso de almacenamiento tiene afloramientos de rocas del Silurico, en el margen derecho, también se observan sedimentos del Terciario y Cuaternario no consolidados, en general el vaso tiene una buena capacidad para retener el agua a embalsar.

El área que será anegada por las aguas del embalse, presenta un valle abierto, la pendiente del río es moderada a fuerte, vegetación de monte bajo, sostenida por una



cubierta coluvial. En la exploración realizada al lugar, no se ha observado sectores inestables o susceptibles de deslizamientos, para cuando el embalse entre en operación.

La geomorfología del vaso de embalse, esta modelada y controlada por afloramiento de rocas Silúricas, de la Formación Tarabuco muy relacionadas a la dureza, las paredes del vaso están aseguradas para el embalse, también se observan afloramientos de sedimentos terciarios, que servirán como contrafuerte para el embalse.

La presencia de roca en el vaso de almacenamiento da seguridad y estanqueidad a la obra a proyectarse, debido que las condiciones de filtración de agua son mínimas tomando en cuenta la calidad de roca existente.

#### **IV.1.2.6. Bancos de préstamo**

Considerando que en las diferentes obras se utilizara indistintamente piedra, grava, arena y arcilla, se puede indicar que a lo largo de la Quebrada donde se emplazara la obra se pueden extraer grava, arena y cantos rodados de diferente tamaño, fácilmente explotables con fines constructivos.

En el Valle Central de Tarija existe muchos yacimientos de arcilla, que tienen hasta 70m de profundidad, de acuerdo a diferentes perforaciones realizadas para extracción y explotación de agua subterránea. En general en toda el área circundante al proyecto existe abundante cantidad de yacimientos de arcilla, en sectores con cárcavas que ponen al descubierto bancos de diferente espesor y calidad.

A lo largo de la Quebrada Grande donde se encuentra el proyecto en estudio existe abundante material para agregados que pueden ser explotados, del mismo lecho. Se ha realizado el muestreo en dos sitios del lecho, dentro del área del embalse, el volumen existente podrá cumplir con los requisitos de acuerdo a la gradación determinada.

#### **IV.1.3. Hidrología aplicada**

##### **Dimensionamiento del embalse**

El coronamiento de la presa se encuentra en la cota 1893.15 m.s.n.m., es decir a una altura de 42 m por encima del lecho actual del río en el eje de presa y a una altura de 47 m del nivel de fundación del dentellón, siendo la cota del umbral del vertedero 1891.00 m.s.n.m. La altura de la presa fue definida teniendo en cuenta el volumen del transporte de sedimentos en la Quebrada Grande y la regulación requerida tal de poder contar con el caudal necesario para abastecer el sistema de riego, es decir el volumen de agua necesario para la cantidad de tierras previstas a regar, determinando el volumen muerto y el volumen de embalse útil para cubrir la demanda de agua.

Para el dimensionamiento del embalse se ha realizado una simulación de la operación del embalse concluyéndose que la superficie regable óptima es de 890 ha en dos campañas agrícolas. Dicha extensión abarca diferentes áreas de las comunidades Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud

La simulación se ha realizado utilizando como oferta de agua los caudales medios mensuales al 75% de probabilidad y las demandas de agua para riego de la situación con proyecto.



Las pérdidas por evaporación se han tomado igual a la evapotranspiración potencial obtenida en el cálculo de demandas de riego de los cultivos, multiplicadas por la superficie correspondiente del embalse. Por otra parte, se adoptó como valor de infiltración el valor de 1 mm, multiplicado por la superficie de inundación del embalse.

En el cuadro III.36 se resumen los valores característicos del embalse.

**Cuadro IV.2**  
**Embalse útil y volumen muerto**

Cota (m.s.n.m.)	Volumen total (Hm <sup>3</sup> )	Volumen muerto (Hm <sup>3</sup> )	Volumen útil (Hm <sup>3</sup> )
1889.00 (vertedero)	6.26		5.68
1865.00 (Cota de obra de toma)		0.58	

La disposición adoptada para la obra de explotación del embalse, esto es, la cota de la toma, busca aprovechar al máximo la capacidad del embalse y procura, al mismo tiempo, evitar el riesgo de obstruirse por efecto de sedimentos depositados en las inmediaciones de la presa. En este sentido, la estimación de la cota previsible de sedimentos en las cercanías de la presa, al final de estos 50 años, da como resultado el nivel 1865.00 m.s.n.m. En consecuencia si se admite como nivel mínimo de explotación del embalse la cota 1865.00 se dispondrá de un volumen útil de embalse, según los datos de la curva altura - volumen, igual a 5.68 Hm<sup>3</sup>, al término de los 50 años.

### Precipitación máxima

Se ha analizado los valores de las precipitaciones anuales máximas diarias registradas en la estación de Yesera Norte, que cuenta con 22 años de registros. Los valores utilizados se presentan en el [Anexo 1 – Estudio Hidrológico](#).

### Ley de distribución de probabilidades de Gumbel

Para la estimación de las lluvias máximas diarias para diferentes periodos de retorno, se realizó un análisis de probabilidad según la ley de ajuste de Gumbel, que tiene la siguiente expresión:

$$ht = E_d (1 + K_d \cdot \text{Log } T)$$

Donde:

- ht** = Lluvia máxima diaria (mm)
- Ed** = Moda =  $X_{\text{prom}} - 0.456 \cdot S$
- Kd** = Característica =  $S / (0.557 \cdot E_d)$
- T** = Periodo de retorno

Los valores obtenidos se presentan en el cuadro: IV.3.



**Cuadro: IV.3**  
**Lluvias máximas diarias para diferentes periodos de retorno**  
**Estación Yesera Norte**

Periodo de retorno (Años)	Lluvias máximas diarias $h_{d,T}$ (mm)
2	61.1
5	72.7
10	81.5
25	93.1
50	101.8
100	110.6
200	119.4
500	131.0
1 000	139.8
2 000	148.5
5 000	160.1
10 000	168.9

Fuente: Elaboración propia.

### Lluvias máximas para diferentes periodos de retorno y diferentes tiempos

Las lluvias máximas de duración menor al valor diario, pueden estimar ha partir de la ley de regresión de los valores modales, conociéndose el valor modal de la lluvia diaria. La ley e regresión es:

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

Donde:

$E_t$	=	Valor modal para un tiempo t en horas.
$E_d$	=	Moda de la lluvia diaria en mm.
$T$	=	Tiempo en horas.
$t_d$	=	Tiempo correspondiente a la duración de la lluvia máxima (mm).
$\beta$	=	Coeficiente que varía de 0,2 a 0,3.

El tiempo que corresponde a la lluvia diaria no es igual a la correspondiente a la de 24 horas, adoptándose el tiempo para una lluvia diaria de acuerdo a la región, tomándose para el área de acuerdo a relaciones encontradas por el proyecto a un tiempo igual a 12 horas, es decir:

$$E_t = E_d (t/12)^{0.2}$$

Remplazando en la expresión de Gumbel, se tiene:

$$H_{t,T} = E_t (1 + K_t \log T)$$

$$H_{t,T} = E_d (t/12)^{0.2} (1 + K_t \log T)$$

Donde  $K_t = K_d$  y la expresión es valida para duración de lluvias mayores a 2 horas. Los valores encontrados se muestran en el cuadro IV.4.



**Cuadro: IV.4**  
**Precipitación (mm) – Duración – Frecuencia**

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (años)						
	25	50	100	500	1 000	5 000	10 000
5	28.0	30.6	33.3	39.4	42.0	48.1	50.8
10	32.1	35.2	38.2	45.2	48.3	55.3	58.3
15	34.9	38.1	41.4	49.1	52.3	60.0	63.2
20	36.9	40.4	43.9	52.0	55.4	63.5	67.0
25	38.6	42.2	45.9	54.3	58.0	66.4	70.1
30	40.0	43.8	47.6	56.3	60.1	68.9	72.7
60	46.0	50.3	54.7	64.7	69.1	79.1	83.5
360	61.4	67.2	73.0	86.4	92.2	105.6	111.4
480	66.9	73.2	79.6	94.2	100.5	115.2	121.5
600	71.6	78.3	85.1	100.7	107.5	123.1	129.9
720	75.6	82.7	89.8	106.4	113.5	130.1	137.2

Fuente: MTCB Consultores Asociados

**Cuadro: IV.5**  
**Intensidad (mm/hr) – Duración – Frecuencia**

Tiempo (min)	Periodo de Retorno (años)						
	25	50	100	500	1 000	5 000	10 000
5	335.8	367.4	399.0	472.5	504.2	577.6	609.3
10	192.8	211.0	229.2	271.4	289.6	331.8	349.9
15	139.4	152.6	165.7	196.2	209.3	239.9	253.0
20	110.8	121.2	131.6	155.9	166.3	190.5	201.0
25	92.7	101.4	110.1	130.4	139.1	159.4	168.1
30	80.1	87.6	95.2	112.7	120.2	137.8	145.3
60	46.0	50.3	54.7	64.7	69.1	79.1	83.5
360	10.2	11.2	12.2	14.4	15.4	17.6	18.6
480	8.4	9.2	9.9	11.8	12.6	14.4	15.2
600	7.2	7.8	8.5	10.1	10.7	12.3	13.0
720	6.3	6.9	7.5	8.9	9.5	10.8	11.4

Fuente: MTCB Consultores Asociados

### Caudales máximos

En base a la característica de la cuenca, características de la precipitación, características del suelo de la cuenca y aplicando la metodología del Soil Conservation Service, se obtuvieron los caudales máximos que se indican a continuación.



**Cuadro: IV.6**  
**Caudales máximos**

Periodo de Retorno (años)	Caudal Máximo Crecida de Diseño (m <sup>3</sup> /s)	
	Quebrada Grande	San Agustín
10	33.3	227,9
50	49.1	302,5
100	59.0	334,3
500	82.3	401,9
1 000	86.0	430,9
2 000	85.9	460,4
5 000	110.0	940,5

Fuente: Elaboración propia.

## IV.2. DISEÑO DE LA PRESA

### IV.2.1. Análisis de emplazamientos y tipologías

El punto de partida para la ubicación del emplazamiento de la presa ha sido el sitio elegido en el estudio de prefactibilidad, sitio que sería el resultado de una primera selección.

Al estudiar las características topográficas del vaso correspondiente al sitio de la presa de la prefactibilidad, se detectaron diferencias entre los planos topográficos del embalse de la prefactibilidad y el relevado por el Consultor. Esta situación se refleja en que los volúmenes de almacenamiento previstos en la prefactibilidad han sido sobreestimados, lo que tiene implicaciones en la altura de presa requerida.

Ante esta situación, se procedió a identificar cierres alternativos para la ubicación de la presa, utilizándose cartas geográficas y realizándose visitas a la zona. Asimismo, se ha tenido en cuenta tanto la ubicación de sitios en otras cuencas adyacentes como de sitios alternativos en el propio curso de la Quebrada Grande.

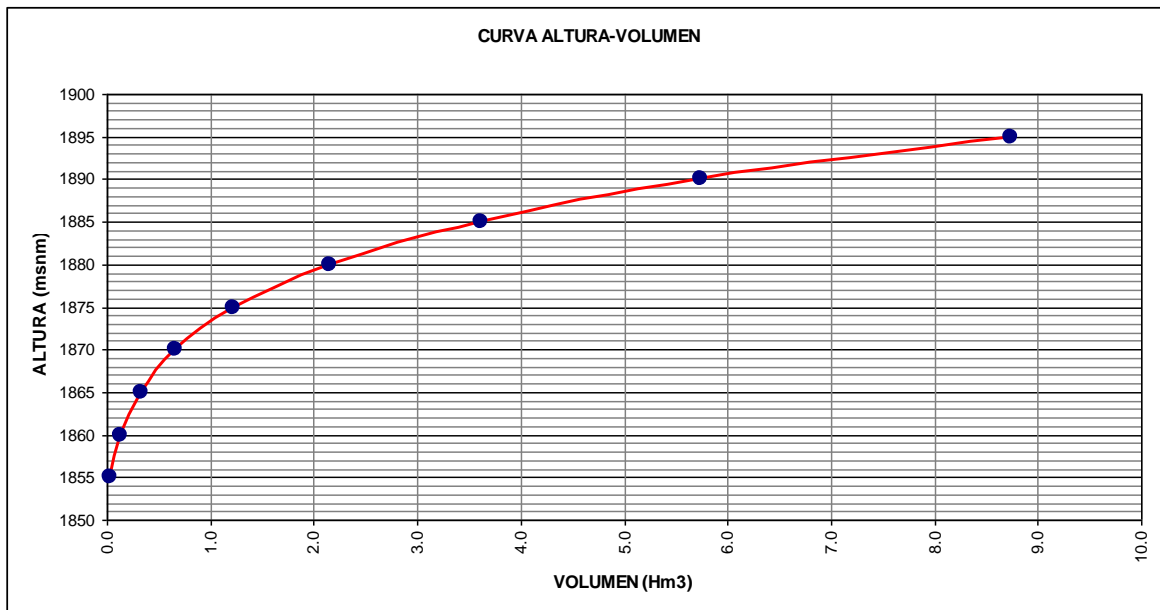
Como de resultado de este trabajo de identificaciones se descarto la ubicación de la presa en otras cuencas adyacentes, al no encontrarse ningún nuevo emplazamiento de interés. Sin embargo, al analizar las alternativas en el propio curso de la Quebrada Grande, se identifico un sitio alternativo ubicado aguas arriba del propuesto en la prefactibilidad, que si bien tiene una cerrada más amplia, la altura de la presa requerida sería menor.

En este sentido, el análisis de emplazamientos se concentro en el emplazamiento propuesto en el estudio de prefactibilidad (Alternativa 2) y en el sitio ubicado aguas arriba (Alternativa 1).

Para cada una de las alternativas se procedió a la determinación de las características físicas de los embalses correspondientes. Las curvas características y los gráficos respectivos para los dos emplazamientos se indican a continuación.

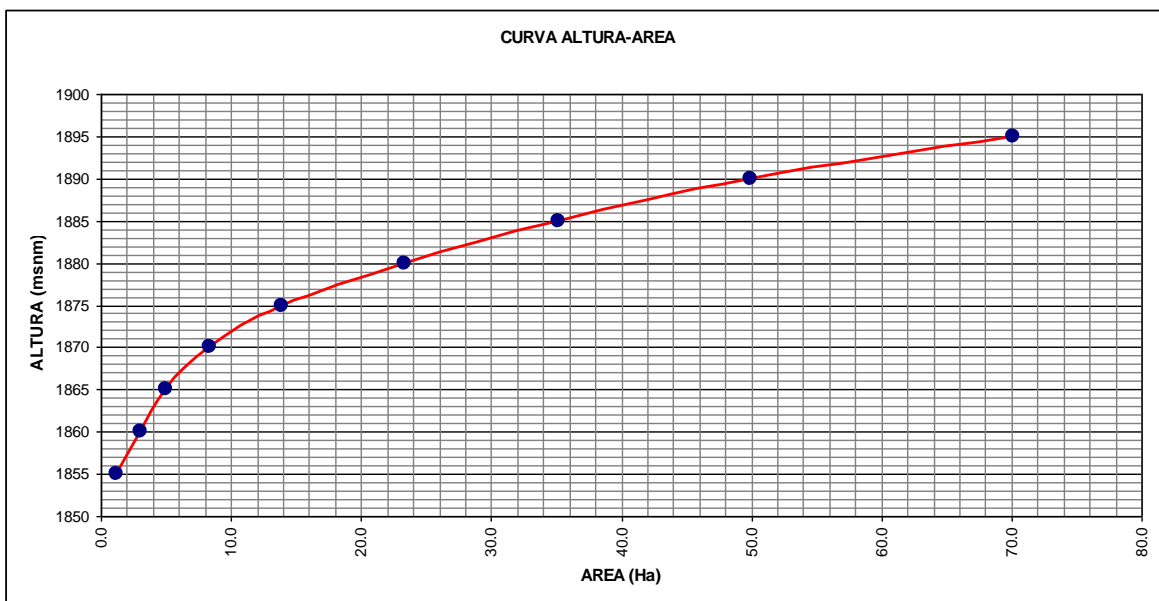


Figura IV.1. Alternativa 1



Fuente: Elaboración propia.

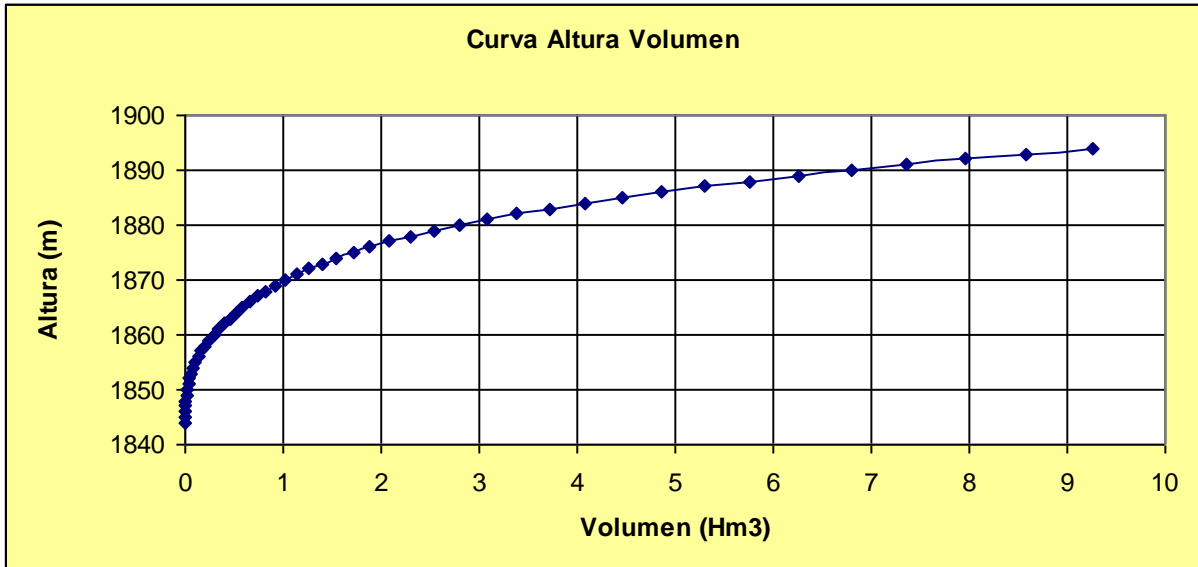
Figura IV. 2. Alternativa 1



Fuente: Elaboración propia.

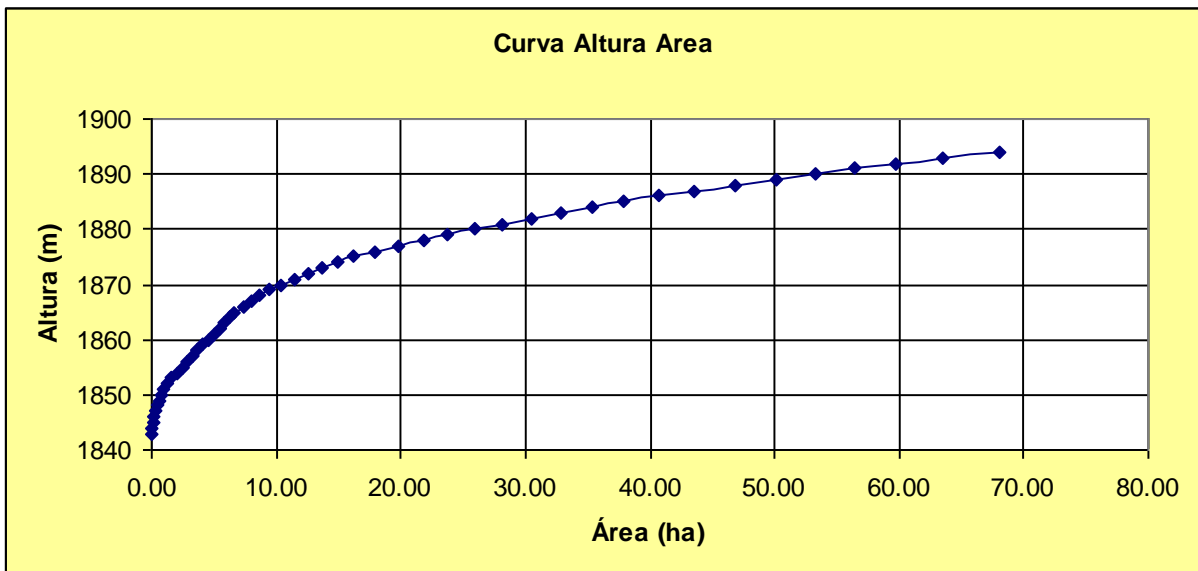


Figura IV.3. Alternativa 2



Fuente: Elaboración propia.

Figura IV. 4. Alternativa 2



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, los sitios de presa identificados tienen las siguientes características que pueden incidir a su tipología: 1) pendientes longitudinales muy grandes que obligan a presas de gran altura para obtener volúmenes de embalse importantes; 2) cerradas en un cañón cuya morfología es tal que permite conseguir presas de cualquier altura.



Después de considerar los condicionantes físicos, geomorfológicos, de materiales disponibles y transporte de sedimentos, se ha llegado a la conclusión de que los tipos de presa que se deben considerar en principio son los siguientes: 1) gravedad y 2) materiales sueltos con núcleo central de arcilla.

Las presas de gravedad de hormigón presentan como principales ventajas las facilidades para su explotación y la relativa normalización de su proyecto y construcción. En contrapartida debe tenerse en cuenta que son estructuras muy rígidas, que imponen unas características mínimas de resistencia en el terreno de cimentación, y que requieren, en caso de no verificarse la hipótesis de proyecto, medidas correctivas como ser inyecciones de consolidación, anclajes, sobreexcavaciones y otras, que son muy costosas.

Las presas de materiales sueltos se pueden instalar en lugares con mayores dificultades en la cimentación, ya que precisan menor capacidad portante del terreno subyacente, y se adaptan mucho más fácilmente al terreno y a sus eventuales asentamientos. Sus inconvenientes suelen ser la escasez de materiales adecuados a distancias prudentes y las dificultades para evacuar los caudales de avenidas.

La consideración objetiva y ponderada de las ventajas e inconvenientes descritas para cada tipo de presa, enmarcadas en las condiciones de los sitios de las presas, permite recomendar la presa de materiales sueltos, por sus menores exigencias en cuanto a la calidad de las cimentaciones, la posibilidad de construirse aliviaderos laterales y por la disponibilidad de los materiales requeridos en las proximidades del sitio de la presa.

A partir de la tipología recomendada, se promedio a las estimaciones preliminares de las alturas y las secciones tipo de las presas, se estimaron los volúmenes y los costos correspondientes. A partir de toda esta información se descarto la alternativa 1, recomendándose la elección de la alternativa 2.

**Cuadro: IV.7. Costo Presa Alternativa 1 (\$us.)**

Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
<b>PRESA 1</b>					
1	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	5.33	1,140.53	6,236.86
4	CONFORMACION DE TERRAPLEN DE ARCILLA P/PRESA	M3	87,900.06	5.90	512,017.83
5	MATERIAL GRANULAR PARA FILTRO DMT=2.00 KM PROV. Y COLOC.	M3	81,054.14	13.89	1,119,925.11
6	ENROCADO DE PIEDRA P/PRESA	M3	553,966.05	13.37	6,710,190.79
<b>TOTAL PRESA</b>					<b>8,348,370.59</b>

**Cuadro: IV.8. Costo Presa Alternativa 2 (\$us.)**

Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
<b>PRESA 2</b>					
1	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	3.68	1,140.53	4,197.14
4	CONFORMACION DE TERRAPLEN DE ARCILLA P/PRESA	M3	46,635.12	5.90	275,053.94
5	MATERIAL GRANULAR PARA FILTRO DMT=2.00 KM PROV. Y COLOC.	M3	32,854.71	13.89	456,351.92
6	ENROCADO DE PIEDRA P/PRESA	M3	199,489.60	13.37	2,666,178.50
<b>TOTAL PRESA</b>					<b>3,401,781.50</b>

Fuente: Elaboración propia.



### IV.2.3. Características de la presa

La presa Quebrada Grande es una presa de enrocado con corazón de arcilla, ubicada al inicio de un angosto en el curso de La Quebrada Grande. Su altura máxima es de 48.30 m sin tomar en cuenta la altura del dentellón en el material aluvial (cerca de 5 m), la longitud del coronamiento aproximada de 151.60 m y la cota de coronamiento es de 1891.15 m.s.n.m. El ancho de la presa varía de 10.85 m en el coronamiento hasta 192.00 m en su base.

El vertedero de excedencias es un vertedero lateral de forma semicircular con umbral a la cota 1889.00 m.s.n.m. y con una longitud de 13.95 m y 10 m de ancho, seguido de una transición de longitud de 2.50 m. y de ancho de 10 en el inicio y 8 en fin de la misma, luego un canal de 19 m. de ancho 8 m y dos rápidas de longitud 71.65 y 51.20 m. ambas tienen un ancho de 8 m.; al pie sobre el lecho actual del río tendrá un dissipador de energía de tipo trampolín de 8 m de ancho y 1.85 m de longitud, toda la estructura es de hormigón armado, con muros de altura variable con un promedio de 1.00 m. La capacidad de evacuación es de 25.64 m<sup>3</sup>/s.

La presa está constituida principalmente de un núcleo de arcilla y un enrocado de piedra, rip rap para la protección aguas arriba, material granular de filtro aguas arriba y abajo del núcleo de arcilla, y una pantalla de inyecciones de 16 m de profundidad.

La coronación de la presa se emplaza a la cota 1891.15 m.s.n.m., con ello se consigue dotar a la presa los resguardos frente al desbordamiento que las normas exigen a este tipo de presas. Visto que la presa tiene un dentellón de alrededor 5 m, se puede hablar de una altura total de la presa en el centro de 53.30 m. Si por el contrario se toma como referencia el fondo del lecho actual, la altura de presa sería de 48.30 m. El ancho del coronamiento es de 10.85 m, cumpliéndose así las condiciones impuestos por las normas para este tipo de presas.

### IV.2.4. Los taludes

El diseño de estabilidad de la presa de materiales zonificados, ha arrojado taludes que logren los coeficientes adecuados de seguridad, estando los materiales de protección y de filtro como parte de estos taludes estables.

De acuerdo a la experiencia que se tiene en presas de características similares, se adopto para el talud agua arriba una inclinación 1V:1.80 H y para el talud agua abajo 1V:1.80H.

En las laderas, y en la zona de la terraza aluvial, la presa será fundada mediante un dentellón. En la terraza aluvial de la Quebrada Grande, por donde discurre el cauce actual, se ubicará un dentellón a una profundidad de alrededor 5 m; así mismo, se tiene previsto la ejecución de una pantalla de inyección en una profundidad de 16 m mediante perforaciones que estarán dispuestas cada cinco metros en dos hileras al tres bolillo.

### IV.2.5. Vertedero de excedencias

El vertedero de excedencias o aliviadero es la obra que debe evitar elevaciones del nivel del embalse que pongan en riesgo la integridad de la presa, esto es, que amenacen el desbordamiento de la misma y, con él, su destrucción.



Por ello esta obra debe ser lo suficientemente eficaz frente a fenómenos de avenidas que se han de caracterizar tanto por sus variables físicas como ser volumen, caudal punta, hidrograma, como por las estadísticas, es decir frecuencia y período de recurrencia.

En presas de materiales sueltos la garantía de no desbordamiento es, por razones obvias, mayor que la exigida en presas de fábrica, cuya integridad no se ve comprometida al verter por coronación, además por las condiciones de la existencia de poblaciones aguas abajo del embalse, el cálculo de las dimensiones del vertedero de excedencias cumple las normas para este tipo de presas de material homogéneo

En la mayoría de países, la legislación de proyectos de presas impone que, si existe riesgo de pérdida de vidas humanas, se proyecten obras de excedencias de avenidas para asegurar el no desbordamiento aún cuando tenga lugar la avenida máxima probable.

Para el estudio de las crecidas se ha adoptado utilizar los datos de las precipitaciones máximas de estación Yesera Norte. Una vez que se calcularon las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno y con los parámetros físicos de las cuencas, se determinaron las crecidas de diseño aplicando el método del SCS.

Se adopto un vertedero lateral de forma semicircular de labio fijo, de 10 m de radio, un ancho de 10 m, una longitud en el eje de vertido total de 19.63 m y el umbral en la cota 1889.00 m.s.n.m. El conjunto de estructuras que constituyen el vertedero de excedencias se sitúa en la margen derecha de la presa, fundada sobre el estrato rocoso y se pueden agrupar en las cuatro partes siguientes:

- El vertedero lateral de forma semicircular
- Canal
- Rápida
- Disipador de energía (trampolín)

El vertedero, es de labio fijo, pues se considera que la colocación de compuertas no aporta ventajas; ni supone ahorro en la altura de la presa; de este modo, la evacuación de caudales se llevará a cabo al 100% de eficacia sin que ello dependa de la manipulación de mecanismos. La planta muestra un ancho de 10.00 m y se facilita, la confluencia del caudal del vertedero hacia el lecho del río mediante una rápida que corre sobre el estribo rocoso de la margen izquierda de la presa.

La restitución del agua al río se lleva a cabo mediante un disipador de energía tipo trampolín, situado al final de la rápida sobre el lecho actual de la Quebrada Grande.

Para un periodo de retorno de 1,000 años y el correspondiente caudal de crecidas, fue calculado el vertedero de excedencias, siendo el mismo un vertedor lateral conectado a una rápida en la margen izquierda de la presa, estando la misma fundada en la roca.

La rápida del aliviadero tiene una pendiente de acuerdo a la pendiente del terreno de fundación de la margen izquierda de la presa, en estas condiciones se forma una curva de remanso en régimen supercrítico, que tiene como condición de borde el tirante en el punto de salida del vertedero.



Al final de la rápida esta prevista una estructura de disipación, tipo trampolín, que fue diseñado en base a las normas del USBR.

#### **IV.2.6. Obra de toma**

El proyecto tiene prevista la construcción de una obra de toma ubicada en el cuerpo de la presa, en su margen izquierda. La obra de toma representa la estructura necesaria para captar las aguas para el riego de las áreas agrícolas de las comunidades Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud.

Las obras de toma esta compuesta de las siguientes partes:

- Estructura de entrada
- Tubería de aducción
- Cámara de control con válvulas mariposa y disipador de energía.

Para la obra de toma, la estructura de entrada está constituida por una cámara de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> con rejilla metálica de protección, de donde parte la tubería de FFD de 800 mm de diámetro. Al inicio, la base de la tubería se encuentra situada a la cota 1865.00 m.s.n.m. La conducción se inicia a continuación de la estructura de entrada, constituyendo una tubería de FF de 800 mm de diámetro y de longitud 132.5 m, la tubería que está empotrada en la roca de la margen izquierda de la presa, hasta el punto de conexión con la cámara de válvulas, donde se conecta con una válvula mariposa de 800 mm, que estará generalmente abierta, y que está conectada a otra válvula de 800 mm que sirve para la operación normal. La tubería fue dimensionada para un caudal de salida de 700 l/s. Después de las válvulas mariposa y disipador de energía continúa a un canal, siendo el inicio del canal principal.

#### **IV.2.7. Desfogue de fondo**

El desfogue de fondo se encuentra ubicado en la margen izquierda de la presa.

El desfogue de fondo esta compuesto de las siguientes partes

- Estructura de entrada
- Tubería de aducción
- Cámara de control con válvulas mariposa y disipador de energía.

Para el desfogue de fondo, la estructura de entrada esta constituida por una cámara de H<sup>0</sup>A<sup>0</sup> con rejilla metálica de protección, de donde parte la tubería de FFD de 600 mm de diámetro. Al inicio, la base de la tubería se encuentra situada a la cota 1851.00 m.s.n.m. La conducción se inicia a continuación de la estructura de entrada, constituyendo una tubería de FF de 600 mm de diámetro y de longitud 158.30 m. la tubería que está empotrada en la roca de la margen izquierda de la presa, hasta el punto de conexión con la cámara de válvulas, donde se conecta con una válvula mariposa de 600 mm, que estará generalmente abierta, y que está conectada a otra válvula de 600 mm que sirve para la operación normal. La tubería fue dimensionada para un caudal de salida de 700 l/s. Después de las válvulas mariposa continúa un disipador de energía para conectarse luego un canal que desemboca a la rápida de del aliviadero.



#### IV.2.8. Red de canales de riego

Se han diseñado dos canales principales de conducción (P1 y P2) a la salida de la obra de toma. El canal principal P1, alimenta a la zona de riego de la margen izquierda de la Quebrada Grande y se extiende hasta la parte baja de la comunidad de Laderas Sud; este canal cuenta con tres canales secundarios. El canal principal P2, esta ubicado en la margen derecha de la Quebrada Grande y se extiende hasta la comunidad de Laderas Centro.

Para el diseño hidráulico de los canales se ha adoptado una pendiente de 0,001 (1 por mil) y los caudales que corresponden a los meses de mayor demanda en la zona de riego. Los caudales de diseño son para el canal P1 de 500 l/s y para el canal P2 de 200 l/s. La longitud total de la red canales de riego es de 9.83 km, de acuerdo al siguiente detalle.

**Cuadro IV.9**  
**Red de canales margen derecha**

Descripción	Progresiva		Longitud (m)	Secc. Tipo	
	Inicial	Final		b (m)	h (m)
CANAL PRINCIPAL P1	0+083	1+236	1153.00	1.4	1.0
	1+878	2+470	592.00	1.4	1.0
	3+720	3+914	194.00	1.4	1.0
CANAL SECUNDARIO 1_1	0+000	1+438	1437.90	1.0	0.6
	1+438	1+746	307.80	1.0	0.6
CANAL SECUNDARIO 1_2	0+000	0+434	434.22	0.9	0.6
	0+434	0+934	500.24	0.9	0.5
CANAL SECUNDARIO 1_3	0+000	1+439	1439.00	1	0.7
	1+909	2+014	105.33	1	0.7
	2+172	2+209	36.95	1	0.7

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro IV.10**  
**Red de canales margen izquierda**

Descripción	Progresiva		Longitud (m)	Secc. Tipo	
	Inicial	Final		b (m)	h (m)
CANAL PRINCIPAL P2	0+000	0+240	474.62	1.20	0.90
	0+342	0+482	140.00	1.20	0.90
	0+760	0+862	102.00	1.10	0.70
	1+055	1+339	284.00	1.10	0.70
	1+580	2+120	540.00	1.10	0.70
	2+660	3+219	559.00	1.10	0.70
	3+760	5+294	1,533.90	1.10	0.70

Fuente: Elaboración propia.

En el diseño de los canales se han previsto una serie de obras de arte con el propósito de salvar de la manera más adecuada los accidentes topográficos que están presentes en el recorrido de los canales. Un resumen de las obras de arte previstas se indica a continuación.



**Cuadro IV.11**  
**Obras de arte margen derecha e izquierda**

	Descripción	Numero	Prog. Inicial	Prog. Final	Longitud (m)
<b>1.</b>	<b>Obras de Arte Canal Principal P1 Margen Derecha</b>				
	Sifones Invertidos	3	0+000	0+083	100.54
			1+236	1+878	648.73
			2+470	3+720	1274.68
<b>2</b>	<b>Obras de Arte Canal Principal P2 Margen Izquierdo</b>				
	Sifones Invertidos	6	0+240	0+342	105.06
			0+482	0+760	279.87
			0+862	1+055	201.38
			1+339	1+580	256.31
			2+120	2+660	550.91
			3+219	3+760	544.26
	Pasos De Quebrada	4	0+051	0+064	13.00
			1+889	1+891	2.00
			2+009	2+011	2.00
			3+971	3+973	2.00
<b>3</b>	<b>Obras de Arte Canales Secundarios</b>				
	Sifones Invertidos	2	1+439	1+909	474.62
			2+014	2+172	161.33

Fuente: Elaboración propia.

#### IV.2.9. Azud derivador

El azud derivador esta ubicado en el cauce del río San Agustín y ha sido diseñado para un caudal de avenida centenaria de 318,51 m<sup>3</sup>/s, tiene una longitud de coronamiento de 27.70 m y una altura total de 4,60 m. El cimacio será de H<sup>o</sup>C<sup>o</sup> y los muros laterales de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>. El cuenco de disipación tendrá una longitud de 20 m. El orificio de captación tendrá una capacidad normal de 2 m<sup>3</sup>/s. Esta prevista una cámara de H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> con una compuerta "Tipo Barbara" de 130 cm x 130 cm, que permitirá regular la entrada del flujo de agua hacia el canal de trasvase que en su primer tramo tiene una sección circular.

#### IV.2.10. Canal de trasvase

El canal de trasvase que conduce las aguas desde el azud derivador hasta el embalse de la presa, ha sido diseñado para un caudal de 2.0 m<sup>3</sup>/s, cuenta con tramos revestidos y no revestidos, y su longitud total es de 4.86 km de acuerdo al siguiente detalle.

**Cuadro IV.12**  
**Canal de Trasvase**

Descripción	Progresiva		Longitud (m)	Secc. Tipo	
	Inicial	Final		b (m)	h (m)
Canal Circular (D = 1.20 m)	0+000	0+365	365.34		1.20
Canal Rectangular H <sup>o</sup> C <sup>o</sup>	0+365	5+820	5454.66	2.20	1.70
Canal Rectangular H <sup>o</sup> A <sup>o</sup> (Túnel)	5+820	6+502	682.00	2.20	1.70
Canal Natural	0+000	4+959	4,959.00		

Fuente: Elaboración propia.



Las obras de arte previstas para este canal se indican a continuación:

**Cuadro IV.13**  
**Obras de Arte Canal de Trasvase**

Descripción	Numero	Prog. Inicial	Prog. Final	Longitud (m)
Pasos de Quebrada	5	0+556	0+564	7.50
		3+831	3+839	7.50
		5+115	5+122	7.50
		5+572	5+580	7.50
		5+650	5+658	7.50

*Fuente: Elaboración propia.*

#### IV.2.11. Obras Complementarias

Con el propósito de beneficiar a las familias campesinas que se encuentran alrededor del embalse y que no reciben agua de riego de la red de canales, se ha previsto la construcción de tres pequeños sistemas que constan de una estación de bombeo, una red de aducción y un depósito de almacenamiento cada uno. Estos sistemas bombean agua del embalse y la almacenan en depósitos para utilizarla de acuerdo a las necesidades tanto para el consumo de ganado como para riego de huertos familiares.

Asimismo, para los mismos fines, se ha previsto tomar agua de una conducción existente y derivarla hacia un tanque de almacenamiento.

#### IV.2.12. inyecciones del terreno de fundación

Las inyecciones de la roca en las márgenes y fondo, están destinadas a crear una pantalla que evite escorrentías importantes que no podrían ser evacuadas por el sistema de drenaje de la presa, y podrían poner a los macizos rocosos en presión.

La roca de acuerdo a la visión del geólogo, esta bastante diaclasada y fracturada y por tanto parece muy permeable, por ello será necesario una pantalla transversal inclinada con un ángulo tal de lograr perpendicularidad a los contactos más importantes.

La perforación de la pantalla deberá realizarse hasta los 16 m y la presión debe ser lo más elevado posible y compatibles con la seguridad, y las mismas deberán ser especificados por el especialista en el momento de la inyección de cada uno de los pozos.

##### IV.2.12.1. Inyecciones de la presa

Para el tratamiento de impermeabilización mediante inyecciones de la roca de apoyo de la presa, deberán realizarse ensayos específicos para definir el tipo de lechadas y las presiones de rechazo de la inyección de estas lechadas.

Es necesario prever una serie de ensayos de permeabilidad tipo Lugeon, durante el diseño final de las obras y durante la construcción de la presa una vez realizada la excavación de la roca, para definir el tipo de tratamiento a realizar, puesto que es muy importante reducir el agua de filtración.



En caso de valores de permeabilidad altos el cimiento rocoso del núcleo deberá tratarse mediante una campaña de inyecciones de cemento a presión, con taladros distribuidos en malla y orientados paralelos al eje de la presa. Dicha malla deberá desarrollarse a partir del borde de aguas arriba del centro de la fundación y extenderse en el ancho del tercio central; deberá constar de dos filas de taladros con una separación de 5 m entre cada fila; la distancia entre taladros consecutivos será también de 5 m. La implantación relativa de los taladros de la malla formada por las dos filas será al tres bolillo.

La profundidad del tratamiento de impermeabilización será de 16 m, o hasta que los ensayos de permeabilidad den valores inferiores a 3 UL (aproximadamente  $4,5 \times 10^{-5}$  cm/s).

Para que las inyecciones estén correctamente ejecutadas en las capas superficiales de la roca, donde se apoye la presa, será necesario contar con un techo cuyo peso e impermeabilidad permitan alcanzar las presiones de inyección previstas. Para ello se recomienda ejecutar la inyección después de la excavación para el dentellón de la presa, realizando la presión de inyección por tramos desde arriba hacia abajo y permitir contar con el macizo rocoso conforme se profundice la inyección.

Como mezcla de inyección se recomienda una suspensión de cemento-agua con adición del 2% de bentonita (en peso respecto del cemento). La dosificación cemento-agua estará comprendida entre los siguientes valores (en peso):

$$0,8 \leq C/A \leq 1$$

#### **IV.2.13. Sistema de auscultación**

El sistema de auscultación, es necesario para controlar el comportamiento de la presa de Quebrada Grande, para ello se debe prever un sistema que tome en cuenta el tipo de presa, altura, y características de la cimentación, para comprobar, en todo momento, su comportamiento y obtener datos que permitan prever su evolución. Para ello se deben cumplir lo previsto en las normas, es decir:

- a) Cualquier magnitud que se mida debe ayudar a la interpretación del conjunto, de tal forma que el plan de auscultación resulte un todo armónico.
- b) La comprobación, tanto de la estabilidad de la presa como de su comportamiento, debe verificarse en todas las fases de la obra construcción, puesta en carga y posterior explotación).

En las presas de este tipo las medidas de auscultación deben verificar principalmente lo siguiente:

- Los desplazamientos del cuerpo de presa.
- Los caudales de filtración.
- Los niveles de embalse.

Es importante que todos los elementos de auscultación sean instalados durante el periodo de construcción. Además, las observaciones deben iniciarse desde el momento de su instalación, con objeto de conocer la evolución de las variables medidas a lo largo de dicho período. Este conocimiento permitirá, en algunos casos, predecir el comportamiento postconstructivo de la presa e, incluso, modificar los sistemas utilizados.



#### **IV.2.13.1. Medidas de los movimientos absolutos de la presa**

Para ello debe conocerse puntos fuera de la presa, desde donde se realice la observación de puntos fijos de las obras. Los puntos fuera de las obras se situarán de tal forma que sean independientes de los asientos que la presa experimentará durante y posteriormente a la construcción.

También deben ser independientes de los movimientos del terreno que puedan suceder durante la puesta en carga del embalse. Para este control, se sugieren cuatro estaciones para apoyo de taquímetros; dos de ellas aguas abajo, otras dos aguas arriba.

Para los puntos de observación de la presa se deben ubicar monumentos topográficos, repartidos entre el coronamiento y los paramentos, la mayor parte de los cuales pueden visarse desde la totalidad de las estaciones de aguas arriba o de aguas abajo, respectivamente. Además, deben ejecutarse mediciones topográficas de los tubos piezométricos.

Una vez instaladas y enlazadas las estaciones taquimétricas, la observación de los monumentos topográficos debe hacerse trimestralmente en situación normal, y mensualmente durante el primer llenado. Análogos plazos pueden fijarse para las operaciones de nivelación y determinación de asientos absolutos. Una vez que se haya comprobado una estabilización en los movimientos durante dos años, por lo menos, podrá ampliarse el intervalo entre mediciones.

#### **IV.2.13.2. Nivel freático y filtraciones**

Para el control de la permeabilidad del terreno y de la propia presa se sugieren dos dispositivos complementarios: una red de tubos piezométricos de  $\phi = 50$  mm, para la observación del nivel freático en el terreno, y un sistema de aforadores a lo largo de la salida del pie de la presa.

Los piezómetros proyectados son dos, uno en cada una de las márgenes. Su situación y profundidad permitirá tener un conocimiento suficientemente preciso del manto freático antes y después de la puesta en carga del embalse.

Las mediciones de nivel de tubos piezométricos, conviene realizarlas con sonda eléctrica, deben hacerse semanalmente en situación normal y diario durante el primer llenado.

#### **IV.2.13.3. Aforo de filtraciones**

Las filtraciones que tendrán lugar en el cuerpo de presa, normalmente siguen dos caminos: a) a través del cuerpo de la presa, b) a través del terreno, es decir a través de la roca.

El agua filtrada a través del cuerpo y que pueda aparecer inicialmente en algunos puntos debe ser inmediatamente observado y evaluado su comportamiento, estas pequeñas filtraciones deberán desaparecer casi en forma inmediata.

El agua que se filtre por el lecho rocoso puede seguir por fisuras, fallas y perderse en el macizo rocoso. Entonces, se entiende que la determinación del volumen total de agua



filtrada no podrá realizarse en ningún caso con precisión; tampoco será posible discernir su procedencia, por tanto el control de las filtraciones a través de la presa se realizará mediante la medición del caudal que circule aguas abajo al pie de la presa, o por las perforaciones de drenaje en las laderas rocosas agua abajo de la presa, realizando los aforos correspondientes en los puntos de salida. Las continuas medidas sobre todo en los primeros años darán valores de comparación del comportamiento de filtraciones en la presa.

Las mediciones de filtraciones localizadas, que pueden darse en la zona del vertedero o en los estribos aguas abajo de la presa deben ser medidas en forma continua, mediante el aforo de los caudales con dispositivos calibrados.

Finalmente, aguas abajo sobre el mismo cauce, debe realizarse un aforo que medirá la totalidad de las filtraciones, tanto las producidas a través del terreno, como las que atraviesen el cuerpo de la presa. Los aforos indicados deben realizarse semanalmente en situación normal y diariamente durante el primer llenado.

#### **IV.2.13.4. Nivel de embalse**

Los dispositivos de medida de niveles de embalse se instalarán en la margen derecha de la presa sobre el macizo rocoso, para ello será necesario excavar en forma escalonada la roca aguas arriba entre el nivel de la coronación y un metro por debajo de la toma de riego.

#### **IV.2.13.5. Climatología**

En la margen derecha de la presa, cerca al lugar donde está prevista la cámara de válvulas para la salida de la obra de toma y de la tubería de desfogue, se ha proyectado una estación meteorológica completa, para la observación de todas las variables climatológicas usuales.

Las precipitaciones se registran de una manera continua mediante un pluviógrafo. También se dispone de un pluviómetro totalizador, cuya finalidad es corregir de forma directa las observaciones realizadas en el tanque de evaporación.

El anemógrafo permitirá el registro continuo y totalizador de las revoluciones producidas por el viento, y por lo tanto la determinación de su velocidad media en el intervalo de tiempo comprendido entre dos lecturas cualesquiera. Finalmente, para el control de las temperaturas de la atmósfera y de la diferencia psicrométrica se cuenta con los termómetros de máxima y mínima, seco y húmedo, y para la presión ambiente con un barómetro.



## CAPITULO V ESTRATEGIA DE EJECUCION DEL PROYECTO

### V.1. ASPECTOS LOGISTICOS

#### a) Acceso a la obra

Como se ha indicado anteriormente, el camino de la ciudad de Tarija a la zona del proyecto se encuentra en muy buenas condiciones, posteriormente se tiene el camino a la presa en condiciones regulares.

Los principales materiales de construcción (arcilla, piedra, arena y grava) para la conformación de la presa de materiales homogéneos es decir el arcilla para el cuerpo de la presa, agregados para los materiales de protección y filtros, y piedra y roca para el enrocado y el rip-rap de protección aguas arriba, además material granular para el hormigón estructural, existen en cantidades y calidad suficiente cerca de las obras.

Los materiales granulares pueden explotarse principalmente en el cauce de la Quebrada Grande y de manera alternativa en el cauce del río San Agustín. Cerca de la presa existe un banco adecuado de arcilla, que esta indicado en los planos respectivos.

El cemento, hierro de construcción y otros materiales deberán ser transportados desde la ciudad de Tarija.

#### b) Disponibilidad de mano de obra

La comunidad tiene disponibilidad de mano de obra no calificada y en alguna medida mano de obra calificada.

#### c) Derecho de servidumbre

La zona del proyecto, tanto la zona de las obras de cabecera y del área del sistema de distribución de riego pertenece a los beneficiarios del proyecto, por lo que no se presentarán dificultades con las servidumbres para las líneas de conducción, obras de arte y cámaras de distribución.

### V.2. ESTRATEGIA DE EJECUCION DE OBRAS

#### V.2.1. Modalidad de ejecución de obras

Las obras planteadas en el proyecto, serán ejecutadas por una empresa constructora especializada, con auxilio de maquinaria pesada adecuada y la posible participación de beneficiarios, en el caso del sistema de riego, como mano de obra no calificada.

La supervisión estará a cargo de una empresa consultora contratada por la entidad financiadora, mientras que la entidad ejecutora asignará a la ejecución del proyecto un fiscal de obras, ambas instancias contarán con los recursos para contratar los servicios especializados del caso.



Una obra de estas características está previsto ejecutarla en 24 meses calendario.

### **V.2.2. Proceso constructivo**

Las obras principales del proyecto de riego presa Quebrada Grande, corresponden al grupo de obras hidráulicas, siendo las más importantes la presa de materiales homogéneos, obras complementarias como vertedero de excedencias, obras de toma, cámaras de válvulas, tuberías de aducción, sistema de distribución mediante una red abierta de tuberías para conducir agua a las áreas de riego.

La presa de almacenamiento y regulación será construida en el lecho de la Quebrada Grande, en consecuencia la de esta obra se efectuará cuando el escurrimiento superficial de la quebrada sea mínimo o nulo (abril a septiembre), de modo tal que no se tengan riesgos de crecidas.

Para la ejecución del relleno de arcilla en el dentellón se debe prever el funcionamiento de una cantidad de bombas suficientes para contar con un superficie de trabajo seca. Posteriormente se continuará con la construcción de la arcilla compactada del cuerpo de la presa y en forma paralela se realizará las excavaciones para el vertedero de excedencias que debe estar finalizado antes del mes de Noviembre y el inicio del periodo lluvioso.

En forma paralela con la construcción del vertedero de excedencias, deberá iniciarse las obras de la rápida y el dissipador de energía, comenzando con la excavación y continuando con el hormigonado y las obras de protección aguas abajo.

Otro frente de trabajo esta referido a la ejecución de las obras de tomas, las cámaras de válvulas y el desfogue de fondo.

El tendido de las tuberías de las líneas de conducción, las cámaras de derivación a las zonas de riego y las obras de arte necesarias a lo largo del sistema de riego, deben ejecutarse con otro frente de trabajo donde podrán participar los beneficiarios del Proyecto.

Una semana antes de la fecha programada para el inicio de obras específicas, es necesario que en el sitio de las obras se encuentren acopiados y seleccionados todos los materiales de origen local y los manufacturados, el equipo, plantas de agregados y de hormigón y herramientas requeridos y contratadas con anticipación por la empresa encargada de la ejecución. Para el acceso a la presa existe un camino en condiciones regulares, por ello el contratista, como parte de la instalación de faenas, deberá mejorar el camino de acceso hasta la margen izquierda de la presa, además de prever toda las instalaciones de los campamentos conforme las especificaciones técnicas previstas.

### **V.2.3. Requerimiento de campamentos y talleres**

Dada la magnitud de la obra, se requiere la construcción de campamentos y talleres, organizar un almacén para materiales y ubicar viviendas para los trabajadores en los diferentes frentes de obra, tal de evitar los grandes desplazamientos. El detalle y las especificaciones de la instalación del campamento deben detallarse con la ejecución del Diseño Final de las Obras



### **V.3. SERVICIO DE ACOMPAÑAMIENTO**

#### **V.3.1. GENERALIDADES**

En los últimos años no sólo la ejecución de proyectos de riego sino también la construcción de infraestructura de servicios básicos, han planteado la inclusión en su proceso constructivo de un componente que permita una participación efectiva de la comunidad beneficiaria, además de que esta instancia propicie una adecuada interacción entre los actores involucrados, para que cada ente cumpla adecuadamente sus responsabilidades, de esta reflexión nace el servicio de Acompañamiento.

El objetivo central del servicio de Acompañamiento es el de articular las acciones de los actores involucrados en torno al concepto global del proyecto, y el cambio de actitud en los beneficiarios para que mediante los instrumentos generados en forma conjunta y consensuada, permita asegurar la ejecución de obras en las mejores condiciones posibles y lograr que el manejo y la administración del sistema de riego sea autogestionario y sostenible en el tiempo.

El concepto de buena ejecución de obras no es suficiente para el desarrollo de las condiciones socioeconómicas de la comunidad beneficiaria, en el entendido de que la comunidad, no solo precisa asimilar el principio de que su presa y el sistema de riego deben ser ejecutados en las mejores condiciones posibles, sino que se debe incluir la Gestión de Riego.

El servicio de Acompañamiento no debe limitarse sólo a la fase de ejecución del proyecto, existe otro escenario mucho más complicado donde las acciones del Acompañamiento debe discernir cuestiones de producción, gestión de riego y otros aspectos que la comunidad demande.

La falta de experiencia de la comunidad en riego, limita incluso a asimilar la trascendencia del Acompañamiento por lo que no sólo es implementar un servicio sin antes conocer las verdaderas necesidades de la comunidad, claro está independientemente de las cuestiones constructivas. Con esta finalidad se ha presentado a los beneficiarios un bosquejo de las características de un servicio de Acompañamiento, bajo las directrices actuales diseñadas y desarrolladas por el PRONAR, con el desarrollo de los ejes temáticos y los lineamientos de conducta frente al escenario constructivo.

Incluso las propias experiencias del PRONAR dejan entender que no es posible lograr avances significativos en tiempos cortos, además de que es preciso realizar ajustes al planteamiento de la estrategia de ejecución de los servicios de Acompañamiento en los temas administrativos, financieros y técnicos que no están siendo aprovechados por los beneficiarios ni por las instituciones involucradas en estos servicios.

Estos conceptos motivaron un análisis por parte de la Consultora para plantear una estrategia del servicio de Acompañamiento que garantice en cierta forma los resultados esperados por los usuarios.

Dentro de este ámbito nace la interrogante que hasta que punto es importante para las instancias financiadoras, el servicio de Acompañamiento y cual es el horizonte de acción limite que se puede fijar a estos servicios, esto en el entendido de que muchas comunidades



e instituciones han realizado cuestionamientos sobre estos servicios, incluso el propio PRONAR, a quién se debe el impulso de que este componente haya sido introducido en el mecanismo constructivo de las obras civiles.

Tomando como base los conceptos que manejan los beneficiarios, que todavía no tienen una idea exacta sobre lo que es Acompañamiento, se ha dimensionado un servicio con características ya conocidas y ampliamente difundidas en los servicios de Acompañamiento de otros sistemas de riego, acompañados de un proceso conjunto de aprendizaje y adiestramiento de nuevos usuarios, que rescaten experiencias del servicios convencionales para adecuarlos a su forma de vida. Al mismo tiempo reciban un bagaje de conocimientos y destrezas orientadas al manejo de nuevas estructuras y sistemas productivos a implementarse, de tal manera de que en un tiempo razonable se logre la sostenibilidad y autogestión esperadas por el servicio de Acompañamiento.

Sobre la premisa del anterior enunciado se manifiesta la evidencia de que las comunidades beneficiarias precisan un planteamiento más integral y de amplio horizonte de acción, para capitalizar la participación activa y comprometida de los usuarios y lograr los resultados esperados al final del servicio.

Esta modalidad pretende brindar un apoyo efectivo a la Comunidad Beneficiaria y requiere introducir algunos cambios en la concepción del servicio de Acompañamiento, que se ajuste a las necesidades de asesoramiento de la comunidad, cuyos contenidos y formas de acción para su ejecución sean ampliamente debatidos y consensuados inicialmente en la fase del Diseño Final y luego concluir con los análisis y discusiones en la fase de Ejecución y Operación, globalizando y definiendo de esta manera las acciones, tiempos y metas a las cuales se deben arribar, en estos mismos periodos será necesario realizar evaluaciones, reformulaciones, revisiones y eventualmente introducir medidas que impliquen la continuidad de los componentes definidos de acuerdo a los resultados obtenidos en las evaluaciones.

La modalidad del Acompañamiento así planteado, necesariamente debe alinearse al concepto genérico del servicio de Acompañamiento tal como lo ha formulado el PRONAR, que permita capitalizar los principios básicos como el rol de los actores y el papel de la organización campesina como la institución motriz en la gestión de los sistema de riego y a las instituciones involucradas como entidades de prestación de servicios que acompañen y pongan a la disposición de los beneficiarios conocimientos y alternativas técnicas que sean asimilables en un tiempo determinado y sean aplicadas en su realidad productiva.

Rescatando los conceptos de Acompañamiento, así formulados por el PRONAR, en lo fundamental este descansa en los siguientes principios:

- La sostenibilidad y la autogestión de los sistemas de riego suponen, no solo una estrecha interrelación entre elementos de infraestructura, recursos agua y suelo y aspectos organizativos, sino también una profunda inserción de sus condiciones de gestión en el contexto físico-ecológico, socioeconómico y cultural existente.
- Las instituciones presentes en el proceso de construcción de los sistemas de riego, deben asumir el rol de prestadores de servicios de Acompañamiento a la "toma de decisiones" de los beneficiarios sobre el la construcción de los sistemas de riego y las condiciones de su futura gestión.
- El servicio de Acompañamiento en la fase de ejecución de obras y operación del sistema de riego, tiene el objeto de obtener como resultado la ejecución del proyecto de modo



participativo y concertado, a través del apoyo a la Comunidad Beneficiaria y a la Entidad Financiadora en la suscripción de actas de reuniones que constituyen la constancia de las decisiones tomadas sobre la alternativa del diseño adoptado, acuerdos establecidos sobre organización, condiciones de adquisición de derechos de agua y definición de aportes para la ejecución del proyecto, acuerdos sobre las formas de distribución y responsabilidades de operación y definición de aportes en mano de obra y cuotas para la operación y mantenimiento.

El servicio de Acompañamiento bajo esta óptica se refiere solo en la fase de ejecución de obras y bajo esta perspectiva como ya se ha señalado en los acápite anteriores, para el caso de la presa Quebrada Grande, queda corto, planteando la necesidad de implementar una modalidad de Acompañamiento con una visión más integral y que su enfoque involucre a una parte importante del proyecto, sin dejar de considerar de que las dificultades en la implementación de los proyectos son mayores en la etapa de ejecución.

La modalidad de Acompañamiento que se pretende introducir en la ejecución y parte de la operación del proyecto presa Quebrada Grande, sin desmerecer la importancia de la fase constructiva, la fase operativa del proyecto plantea la necesidad de poner énfasis en el diseño de un servicio que desarrolle un apoyo más integral a la comunidad para consolidar aspectos tales como:

La funcionalidad del sistema de riego, la operabilidad de la red, la aplicabilidad de la cédula de cultivos, conservación de los suelos, manejo de agua en parcela, aspectos de tecnología (uso irracional de productos químicos), aspectos de mercadeo, situación legal de la fuente de agua, asesoramiento en la elaboración de documentos y gestiones administrativas.

Asimismo según las necesidades de los usuarios es posible el tratamiento de temas complementarios, transformación e industrialización de la producción excedentaria y otros, que requieren no sólo la verificación de su funcionamiento sino introducir mecanismos correctivos para que su implementación sea durable y sostenible además de que sea una vía donde finalmente los beneficiarios logren cierta estabilidad económica.

En definitiva el propósito final de este tipo de Acompañamiento aunque difiere un poco de la actual estructura es garantizar la calidad de los servicios en los proyectos de riego.

### **V.3.2. EJES TEMATICOS**

Bajo la modalidad propuesta para el servicio de Acompañamiento, la concepción básica de la estrategia de ejecución del servicio descansará sobre los Ejes Temáticos ya formulados por el PRONAR, adecuando los cuatro principales Ejes Temáticos a la realidad socioeconómica de la comunidad beneficiaria que requiere la incorporación de dos nuevos ejes, bajo esta perspectiva el servicio de Acompañamiento que más se adecuaría a las comunidades beneficiarias, estaría compuesta por 7 Ejes Temáticos.

- Organización y Fortalecimiento: Que tendría el objetivo de apoyar a la comunidad beneficiaria en la organización y fortalecimiento de la organización local del riego
- Interacción: Asesoramiento a los usuarios en la interacción con los actores involucrados en el proyecto, es decir con la Empresa Constructora, la Prefectura o en sus defecto la Subprefectura y/o Municipio y la Supervisión y eventualmente otras instituciones que podrían de alguna manera participar en la ejecución del proyecto.



- Consolidación de aportes: Es uno de los componentes más importantes donde la Entidad de Acompañamiento deberá apoyar a la comunidad beneficiaria en la consolidación de aportes, más aún en el entendido de que la comunidad no tiene una gestión de riego que sirva de base para esta acción, por lo que las actividades de planificación, seguimiento y control de los aportes en la ejecución de las obras demandará mayor dedicación.
- Desarrollo de capacidades: Es otro de los componentes que precisará mayor trabajo para lograr los objetivos planteados en el servicio, ya que la comunidad beneficiaria no ha tenido la oportunidad de desarrollar una gestión de riego, por lo que los esfuerzos e inversiones de tiempo y recursos serán mayores.
- Producción bajo riego: Es uno de los componentes donde la comunidad presenta mayores debilidades por lo que un apoyo efectivo y sostenidos en temas productivos bajo riego ayudará a que la comunidad se adecue más pronto al nuevo escenario productivo hasta lograr la consolidación del sistema productivo bajo riego, que es finalmente el parámetro de medida del éxito o fracaso del proyecto.
- Seguridad jurídica de los recursos: El problema del aprovechamiento irracional de los recursos y la falta de aplicabilidad de los mecanismos de control y prohibición, están dando como resultado situaciones drásticas en las condiciones socioeconómicas de las comunidades principalmente asentadas en el pie de monte de la Serranía del Aguarague, con el deterioro de las condiciones ambientales de las cuencas y la disminución paulatina del recurso agua que cada vez es más escaso, frente a esta situación, las comunidades campesinas a pesar de que se encuentran facultadas por ley para realizar la fiscalización de las actividades depredativas, no cuentan con suficiente apoyo jurídico legal para ejercer estos derechos, además de que no cuentan con las mecanismos de control y fiscalización comunales que tengan apoyo institucional por las autoridades competentes.
- A este nivel donde la situación actual amerita una intervención constructiva de las comunidades en el uso, aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, es preciso que el Servicio de Acompañamiento diseñe las propuestas de una efectivización de la participación de la comunidad en la administración de los bienes naturales dentro de un ámbito jurídico legal donde los derechos y obligaciones esten claramente definidos dentro de un marco legal vigente y que estén apoyados en las normas ambientales existentes como la ley 1333 del Medio Ambiente, el Reglamento General de Áreas Protegidas, La Ley Forestal, las normas emitidas por la Superintendencia Forestal y el proyecto de la Ley de Aguas.
- Documentos y productos: Este eje esta orientado a que una vez organizada y fortalecida la organización local de riego, además de que se hayan sentado las bases para una gestión de riego y se haya logrado la consolidación de los aportes, todas las experiencias y acuerdos a los cuales se han arribado durante el periodo de ejecución del proyecto, deben ser traducidos en instrumentos y documentos que sean las herramientas para consolidar la gestión de riego del sistema, además de que marque los lineamientos de conducta de los usuarios.

### V.3.3. ENTIDAD DE ACOMPAÑAMIENTO

La importancia y envergadura del proyecto, además de las condiciones particulares de la comunidad beneficiaria, requiere que la Entidad del servicio de Acompañamiento, que enfrente el proceso en esas condiciones y con los desafíos existentes, sea una organización especializada en este tipo de servicios.



Este organismo para el caso de la presa Quebrada Grande, deberá conformar un equipo multidisciplinario de profesionales del sector, identificados y comprometidos con los intereses y aspiraciones de la comunidad beneficiaria, lo que se considera clave para el logro de los objetivos planteados.

El objetivo central de este equipo es lograr el correcto manejo y administración del sistema integrado además de velar por la integridad y seguridad de la presa hasta lograr una autogestión y sostenibilidad.

El equipo multidisciplinario mínimo debe estar conformado por: Un Gerente del Servicio, un Ing. Agrónomo con experiencia en gestión de riego, un Ing. Civil con experiencia en gestión de riego, un Sociólogo con experiencia en desarrollo rural, un Ing. Agrónomo con especialidad en suelos y fertilidad, un Ing. Agrónomo con especialidad en manejo integral de plagas, un Agro economista, un abogado ambientalista.

Además de que el grupo de trabajo deberá contar con los equipos, herramientas, insumos y medios de transporte necesarios.

Estos equipos, herramientas, el vehículo y los insumos adquiridos con fondos del servicio de Acompañamiento, una vez concluida el proceso, pueden ser transferidos a la Organización de Regantes.

Es determinante que durante el periodo de duración del servicio la Entidad de Acompañamiento tenga su base en la comunidad, disponiendo de los medios logísticos adecuados, además de garantizar la permanencia del personal asignado al servicio.

La interacción de la Entidad de Acompañamiento con la comunidad mediante una presencia continua dará mayores opciones y alternativas para que las actividades programadas culminen con éxito y se logren los objetivos planteados.

#### **V.3.4. PERIODO DE DURACION**

Para la definición del periodo del servicio de Acompañamiento, es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos como: Las condiciones iniciales para el servicio, el nivel de organización de la comunidad, el nivel de educación de los habitantes, la homogeneidad o heterogeneidad de los beneficiarios, la predisposición de los beneficiarios en participar activamente en la ejecución del proyecto y la seguridad de cumplir con los plazos de ejecución de obras, conociendo estos antecedentes de la comunidad, es posible el dimensionamiento del servicio, además de estimar su periodo de duración.

Otros aspectos que también determinan el periodo del servicio están relacionados con el nivel de cambios que es posible introducir en la estructura organizativa local, cambios en la conducta y actitud de beneficiarios para que asimilen mediante los procesos de enseñanza – aprendizaje las bases sólidas para consolidar el proceso de transición de un sistema de producción con poca gestión de riego a un sistema de producción bajo riego intensivo con régimen de caudales regulados, lo que implica un desafío no solo en la administración y manejo del sistema, sino también en la adecuación a las condiciones con proyecto, viabilizar y validar el proceso productivo propuesto y la visión de proyectar la comunidad hacia una transformación integral que asegure un cambio en la forma de vida de los habitantes locales.



Sobre la base de las anteriores consideraciones y en el entendido de que las obras serán ejecutadas en plazos previstos y que las condiciones socioeconómicas y predisposición de los usuarios de participar y cumplir con los compromisos asumidos mostrarán una respuesta y conducta positiva por parte de la comunidad, es posible lograr algunos objetivos inmediatos que sean suficientes para dejar una base sólida al organismo que tendrá a su cargo la Asistencia Técnica.

Consecuentemente es de esperar que en un plazo de 26 meses se alcancen algunos logros importantes para el inicio de un proceso largo de consolidación del proyecto, por otro lado es conveniente definir claramente que el servicio tendrá dos subperiodos o dos etapas, una etapa que será paralela a la ejecución de las obras estimado en 24 meses y una segunda etapa en el inicio de la operación del proyecto con una duración prevista de dos meses.

En el supuesto caso de producirse algún desfase sobre todo en la ejecución de obras, no es recomendable la suspensión del servicio por los perjuicios y pérdidas tanto de recursos humanos como económicos invertidos, así como la discontinuidad en el servicio con consecuencias negativas para el logro de los objetivos planteados.

#### **V.3.5. MODALIDAD DEL CONTRATO**

La particularidad que presenta la comunidad beneficiaria de no tener experiencia en gestión de riego, precisa que la Entidad de Acompañamiento desarrolle una acción sostenida y continua durante todo el periodo previsto, sin ningún tipo de interrupciones. Una eventual interrupción o paralización del servicio puede afectar seriamente el logro de los objetivos, ya que se pueden generar deserciones de usuarios, desarticulación de la organización, pérdida del poder de convocatoria, falta de credibilidad institucional y sobre todo la discontinuidad en el procesos que puede traducirse en un esfuerzo nulo al momento de reiniciarse las actividades del servicio.

Al respecto se sugiere que la modalidad de contrato del servicio de Acompañamiento consista en un solo contrato por el periodo total propuesto, considerando de que el contrato esta directamente vinculado a la consolidación de los productos.

Es de esperar que los plazos contractuales de la ejecución de obras sean cumplidos satisfactoriamente por el Contratista y en caso de que los plazos se prolonguen por diferentes causas, sería un perjuicio al servicio de Acompañamiento y a la comunidad beneficiaria; bajo estas circunstancias no es posible presupuestar recursos o revisar el presupuesto por supuestas suspensiones. Por lo que se espera que los periodos de intervención planteados se cumplan adecuadamente para evitar perjuicios.

#### **V.3.6. ACTIVIDADES DE ACOMPAÑAMIENTO**

Los servicios de Acompañamiento, aunque de manera general son financiados con orientación exclusiva para la fase de la ejecución de proyectos, son servicios que están ligados a todo el ciclo del proyecto.

Los componentes esenciales que deben desarrollar estos servicios en las distintas etapas del proyecto, se indican a continuación.



### V.3.6.1. Acompañamiento en la etapa de elaboración de estudios

El Acompañamiento en la fase de la elaboración de los estudios, se considera como un proceso de interacción técnico-usuarios para el diseño participativo del sistema de riego y la formulación del proyecto. De esta forma, el servicio de Acompañamiento se constituye en un proceso de reflexión conjunta con los usuarios, cuyas actividades deben concentrarse en el análisis de los requerimientos e implicaciones de las alternativas propuestas para el funcionamiento autogestionario del sistema de riego. Básicamente estas actividades tienden a cumplir los siguientes aspectos:

- Planteamiento del proyecto e identificación de alternativas.
- Análisis de los requerimientos e implicaciones de las alternativas de diseño propuestas, considerando los siguientes aspectos:
  - Organización y derechos de agua.
  - Derechos de agua.
  - Operación y distribución del sistema.
  - Mantenimiento del sistema.
  - Explicación a los usuarios sobre el diseño del proyecto.

### V.3.6.2. Acompañamiento en la fase de ejecución del proyecto

Las actividades del servicio de Acompañamiento en la etapa de ejecución del proyecto, tendrán como marco de referencia los seis Ejes Temáticos propuestos:

**Organización y fortalecimiento institucional:** La importancia de la introducción de este eje temático dentro de los componentes esenciales del servicio de Acompañamiento, radica en que las debilidades identificadas en la comunidad beneficiaria precisa un tratamiento mas sostenido en aspectos organizativos y el fortalecimiento de las organizaciones locales.

Actualmente estas organizaciones no tienen relevancia dentro del ámbito comunal y prácticamente han perdido su condición de ser los entes aglutinadores de los habitantes, ser los centros de poder comunal y la toma de decisiones. Estos aspectos demandan un trabajo arduo hasta recuperar cierto nivel de credibilidad y poder de convocatoria, además de convertirse en los interlocutores válidos para la gestión del proyecto. A manera de una aproximación preliminar se ha identificado algunas acciones prioritarias a las cuales la Entidad de Acompañamiento debe prestar mayor atención y dedicación.

- A poyo a la comunidad en el fortalecimiento institucional.
- Apoyo a la comunidad en aspectos organizativos (niveles, responsabilidades, etc.).
- Tratamiento y definición de los derechos de agua.
- Autonomía y confianza de los usuarios con relación a su organización local.
- Nivel de convocatoria.
- Acuerdos y convenios.
- Tratamiento de la problemática de la diversidad étnica.
- Tratamiento de la heterogeneidad en la posición de tierras de los usuarios, que en un futuro próximo puede generar conflictos de tipo social.
- Tratamiento temas complementarios relacionados al género, juventud y medio ambiente.
- Cursos-Talleres sobre los temas propuestos.



**Interacción:** Este eje temático por su importancia, se ejecutará desde el principio del servicio hasta la finalización por lo que las acciones contempladas en este eje tendrán un desarrollo continuo durante todo el proceso. Las actividades más importantes sin ser limitativas en su dimensión, duración y calidad del servicio son:

- Apoyo a la Comunidad en el establecimiento de acuerdos, en la elaboración de Actas, acuerdos, reclamos sobre deficiencias de las obras, identificación de defectos constructivos y apoyo en todas las gestiones y emprendimientos que la organización local estime convenientes.
- Apoyo a la Comunidad en la interrelación con otras comunidades.
- Apoyo a la Comunidad en la interrelación entre la organización local, las autoridades y los usuarios para generar espacios de discusión y análisis.
- Apoyo a la Comunidad en la interrelación entre el Supervisor, Empresa Contratista y el Corregimiento.
- Apoyo a la Comunidad en el desarrollo de la autonomía y confianza en su propia gestión.
- Reuniones de coordinación con la Comunidad.
- Reuniones explicativas sobre la concepción del proyecto a los usuarios.
- Reuniones técnicas con los actores involucrados.
- Visitas a las obras con los actores involucrados.

**Consolidación de aportes:** Este eje temático por su naturaleza de acción, se puede afirmar que tiene una orientación casi específica a la fase de ejecución de obras y de acuerdo a las características del proyecto estará relacionado con las actividades de planificación, control y seguimiento de los aportes, los cuales deben consolidarse durante la primera etapa del servicio de Acompañamiento. Dentro de las acciones más sobresalientes se puede mencionar:

- Apoyo a la comunidad en la recopilación y sistematización de la información existente sobre los aportes antes del inicio de las obras y su relación con la ejecución del proyecto.
- Apoyo a la comunidad en la definición y control de los aportes realizados durante la ejecución de las obras.
- Apoyo a la comunidad en planificación del cumplimiento de aportes comprometidos.
- Apoyo a la comunidad en la elaboración y definición de los calendarios de intervención de los usuarios en el proceso constructivo.
- Promoción de procesos (eventos y acuerdos) en el cumplimiento de aportes para la ejecución de obras.
- Realización eventos técnicos y sociales sobre derechos de agua y definición de aportes.
- Programación de trabajos compatibles con calendarios agrícolas y cronogramas de ejecución de obras.
- Establecimiento de los responsables de control y seguimiento.
- Análisis y sistematización de los aportes.
- Resultados monetizados de los aportes.
- Consolidación de los aportes.

**Desarrollo de capacidades:** La importancia de este eje temático radica, en que es la principal fuente de acciones tendiente al cambio de actitud de los beneficiarios y la responsable de crear una masa crítica capaz de asumir los retos no sólo en la fase constructiva y operativa del proyecto, sino también en la formulación y gestión de nuevos



proyectos de desarrollo a favor de la comunidad, para el logro de estos propósitos, se tiene previstos desarrollar las siguientes actividades:

- Apoyo a la comunidad en aspectos organizativos (niveles, responsabilidades, etc.).
- Tratamiento y definición de los derechos de agua.
- Apoyo a la comunidad en la gestión del sistema de riego.
- Tratamiento y definición de las formas y modalidades de distribución y entrega de agua.
- Apoyo a la comunidad beneficiaria en el desarrollo de capacidades para la gestión del sistema de riego y operación y mantenimiento (O+M).
- Viajes de intercambio de experiencias.
- Cursos-Talleres sobre el manejo y gestión del sistema de riego.
- Autonomía y confianza de los usuarios con relación a su organización local.
- Nivel de convocatoria.
- Acuerdos y convenios.

**Apoyo a la producción bajo riego:** El sistema productivo que se practica en la zona del proyecto, responde básicamente a una agricultura extensiva bajo condiciones de temporal, lo que implica que el escenario productivo Con proyecto introducirá sustanciales cambios, bajo esta óptica se ha considerado la inclusión de este eje temático. Este eje permitirá desarrollar una serie de actividades que tengan la finalidad de consolidar el sistema productivo planteado por el proyecto y por las implicaciones que demandan este tipo de acciones. El periodo de implementación puede ser iniciado una vez que se haya concluido la fase constructiva de las obras y puede ser finalizada conjuntamente a la conclusión del servicio de Acompañamiento. Este eje temático estará relacionado con el desarrollo de las siguientes actividades:

- Adecuación del sistema productivo actual de secano a las condiciones bajo riego.
- Implementación de aspectos tecnológicos productivos de acuerdo a las necesidades de la comunidad beneficiaria.
- Desarrollo de eventos técnicos de capacitación en temas de producción bajo riego.
- En la zona donde se pretende implementar sistemas intensivos de producción bajo riego, es normal el uso indiscriminado de productos agroquímicos con el consecuente riesgo de deterioro de suelos y aguas, por lo que es necesario diseñar mecanismos y estrategias de control y regulación del uso indiscriminado de productos agroquímicos tóxicos.
- El sistema de comercialización de productos, con la implementación del proyecto cambiará en su mecanismo operativo, lo que indudablemente plantea la identificación y fortalecimiento de las acciones de mercadeo de productos, además de identificar y proponer alternativas de conversión o el desarrollo de pequeños emprendimientos artesanales en productos de alta rentabilidad, como el tomate, cítricos y maní.
- La presión existente en la zona sobre los recursos naturales sobre todo la tierra y el agua, amerita la implementación de acciones para el uso racional de los recursos naturales y su conservación.
- Los usuarios del sistema de riego por carecer de una tradición de riego, demanda una intervención precisa y oportuna para desarrollar técnicas y destrezas en los usuarios en aspectos de manejo de agua en parcela y efectividad en la aplicación del riego.

**Productos:** Dentro del ámbito del servicio de Acompañamiento los productos generados durante todo el periodo del servicio, aunque difieren en su temática y ámbito de aplicación, así como de los tiempos que se precisan para su consolidación, este eje temático está



referido a la obtención tangible de los resultados del proceso y normalmente estos van tomando forma y dimensión de acuerdo al avance del proceso. De acuerdo a los enunciados del PRONAR, los productos son el resultado de la culminación de los procesos de reflexión y análisis en los diferentes ejes temáticos 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 proyecto.

Las experiencias realizadas por el PRONAR en la ejecución de servicios de Acompañamiento, indican que el mayor volumen de generación de productos y documentos se da en la fase de ejecución del proyecto.

En la fase operativa del proyecto el servicio de Acompañamiento realiza la validación y verificación de los niveles de aplicabilidad de los productos generados, por lo que no se prevé la generación de muchos productos en esta fase; sin embargo de acuerdo a las acciones desarrolladas en los procesos productivos bajo riego es posible que se produzcan algunos documentos técnicos como producto de las experiencias y conocimientos adquiridos en los temas desarrollados que tienen la orientación de consolidar el proceso productivo bajo riego. A este efecto los principales productos a generarse y consolidarse son:

- Estatutos y reglamentos internos de la comunidad (Organización de usuarios de riego) para la gestión de la presa y el sistema de riego.
- Manual técnico de operación y mantenimiento de la presa y el sistema de riego.
- Manual de operación y mantenimiento a nivel de usuarios para el manejo adecuado de las estructura del sistema de riego.
- Informe o documento consolidado del cumplimiento de los aportes de contraparte en forma global e individual por cada usuario.
- Manuales técnicos de los temas a desarrollarse en los eventos de capacitación
- Cartillas informativas de las distintas actividades a desarrollarse.
- Informes periódicos de avance con resultados parciales obtenidos en el proceso.
- Un informe final del servicio con relevancia en los aspectos centrales del proceso, emitiendo conclusiones claras y recomendaciones si el caso así lo amerita.
- Otros documentos técnicos y operativos para la gestión del proyecto.

### **V.3.6.3. Acompañamiento en la fase de operación del proyecto**

Las actividades centrales consistirán en el desarrollo de los ejes temáticos contemplados en este periodo, básicamente se tiene la consolidación de los temas señalados, sin que las actividades mencionadas en cada caso sean las estrictamente deseables, sino más bien se constituyen en listas meramente enunciativas de las actividades a cumplirse, lo que deja en total libertad la reformulación y/o adecuación de los temas propuestos de acuerdo a las necesidades y capacidades tanto de la Entidad de Acompañamiento, Entidad Contratante y la Comunidad Beneficiaria, en este sentido los ejes que deben tener continuidad y consolidación en esta fase son:

- Organización y fortalecimiento institucional.
- Interacción.
- Desarrollo de capacidades.
- Apoyo a la producción bajo riego.



En esta fase además de las acciones propias de cada eje temático considerado, se debe prestar atención al cumplimiento de los siguientes elementos:

- Consolidación del padrón definitivo de usuarios, por turno y superficie.
- Verificación de la calidad constructiva de las obras.
- Verificación y validación de la funcionalidad y nivel de operabilidad de las obras.
- Identificación de los defectos constructivos para presentar reclamos oportunos antes de la finalización de las garantías de las obras.
- Implementación del plan de operación.
- Implementación del plan de distribución.
- Implementación del plan de mantenimiento.

#### **V.3.6.4. Productos del servicio de Acompañamiento**

A la conclusión del proceso del servicio de Acompañamiento, como fruto de las experiencias adquiridas y los acuerdos establecidos en forma participativa y consensuada entre todos los actores involucrados en el proyecto, principalmente los usuarios, se espera obtener los siguientes resultados.

- Estatutos y reglamentos del sistema de riego presa Quebrada Grande (organización de regantes y ganaderos) para la gestión del sistema.
- Manual técnico de operación y mantenimiento del sistema de riego.
- Manuales de operación y mantenimiento a nivel de los usuarios.
- Informe consolidado del cumplimiento de los aportes de contraparte e individuales.
- Manuales técnicos de los eventos técnicos realizados.
- Cartillas informativas de las distintas actividades desarrolladas.
- Otros documentos técnicos y operativos para la gestión del proyecto.

#### **V.4. ASISTENCIA TECNICA**

Durante el proceso de elaboración del Diseño Final, en las reuniones de coordinación y de consenso de criterios de manejo y administración del sistema de riego en las comunidades beneficiarias, se ha logrado conformar una lista preliminar de beneficiarios agrícolas del proyecto, una lista que comprende un número de 118 familias beneficiarias del sector agrícola de la zona de riego, quienes posteriormente serían los directos responsables del manejo del sistema de riego.

A fin de garantizar una adecuada administración del proyecto y asegurar un mantenimiento y operación adecuada de la presa y obras complementarias, es importante que el responsable técnico, de la operación del embalse, que es el brazo operativo del sistema coordine y asesore a la organización en la gestión, hasta que la organización tenga la capacidad de manejar y administrar el sistema. Por ello es importante que exista inicialmente una estructura técnica operativa que sea la responsable del manejo y mantenimiento de las obras de cabecera y red de conducción del agua, hasta que la organización local de riego adquiera suficiente destreza y capacidad para su autogestión, y que en base a su organización pueda contratar o no un equipo técnico compuesto por un ingeniero civil y un administrativo además de personal de planta como sereno, operador y una cuadrilla de albañiles, con determinadas horas de trabajo en el sitio de la presa y sus sistemas de distribución, este equipo técnico debe contar en el sitio con una pequeña oficina y un mínimo



equipamiento para desarrollar sus funciones a tiempo completo.

Posteriormente se podría capacitar gente de la misma comunidad para poder operar y mantener las obras de cabecera con un control sistemático por parte de los técnicos de la Prefectura, Municipio y la Organización Local de Riego.

Para el sistema de riego aunque existe cierta indiferencia por parte de los usuarios a los procesos de Acompañamiento, es posible introducir un mecanismo de servicio de Asistencia Técnica de un organismo especializado en este caso una Consultora o un Ingeniero Agrónomo con experiencia, que conforme un equipo de manejo de sistemas de riego para en este caso conducir junto a la organización local y los usuarios el proceso de adecuación de las estructuras de manejo y administración del sistema, además de perfeccionar todo el proceso productivo en todos sus componentes, es decir los tipos y épocas de cultivos, manejo del riego, cosecha, poscosecha y comercialización.

El periodo planteado para el servicio de Asistencia Técnica, sería un máximo de 2 años, y lograr la adecuación a los nuevos procesos y el perfeccionamiento de los aspectos productivos y de comercialización.

Los responsables de la administración del proyecto Quebrada Grande, en la entrega del agua al sistema será en base al volumen embalsado anualmente, posteriormente a la época de lluvias, y el caudal de estiaje que se tenga en el río San Agustín y el reducido aporte de la Quebrada Grande, se deberá programar la distribución del riego, siendo la distribución a los usuarios por Turnos, iniciando la entrega del agua a los usuarios más alejados y en forma ordenada y programada llegar a todos los beneficiarios del proyecto.

En todo caso la base para la adquisición de los derechos para el sistema de riego agrícola serán los aportes y la participación en los trabajos de construcción, mejoramiento del sistema, los aportes económicos y la participación en los eventos y institucionales que la organización estime importante para la comunidad.

De acuerdo al inventario de los participantes que desean derecho de uso de aguas, está previsto la participación de 118 usuarios los mismos que deberán cumplir las obligaciones acordadas en la fase de construcción y cumplir las obligaciones de cada uno de los usuarios para la fase productiva y la fase operativa del sistema; esta lista se ha elaborado en forma participativa con los habitantes de las comunidades beneficiarias.

Según la percepción de los usuarios, los derechos de agua se adquirirán con la participación activa de cada uno de ellos, y en base a estos derechos podrá asignarse un derecho en forma equitativa e igualitaria, y será base para tomar decisiones sobre la duración del turno.

Las condiciones que cada usuario debe cumplir para el derecho de aguas hacia su parcela, entre otras, son las siguientes:

- Participar de las reuniones de la comunidad, donde se definen, actividades de operación y mantenimiento, de mejoramiento de la infraestructura, sanciones, cuotas, etc.
- Cumplir las actividades de mantenimiento asignadas por el juez de agua y sub jueces del sistema.
- Cumplir con el pago de cuotas y/o aportes, cuando así lo requiera la Organización encargada del sistema en su conjunto.



De acuerdo a la propuesta, la infraestructura a construirse tendrá carácter de irrigación, siendo una presa de regulación con opción de aprovechamiento piscícola para los usuarios más cercanos a la presa o por la Organización Local de los Regantes, pero la prioridad es la dotación de riego a la parte media y baja de la cuenca.

Los costos de operación y mantenimiento de las obras de cabecera, deberán ser absorbidos por la organización local de riego, y estará financiada en base a los aportes de los usuarios.

Los usuarios del sistema de riego, deberán realizar en forma independiente la operación y mantenimiento del sistema de distribución de canales, en forma coordinada con la modalidad de asignación de turnos de riego, por otro lado cabe recalcar que las obligaciones que tiene que cumplir el usuario, para así tener derecho al uso de una cierta cantidad de agua, está en función al cumplimiento de las obligaciones asignadas por la organización de regantes.

La responsabilidad de la organización comunal es determinar quienes cumplen adecuadamente con sus deberes y obligaciones para otorgarles el derecho de agua. Los hijos adquieren derechos por herencia de los padres, cuando llegan a formar una familia.

Con la implementación del proyecto, la forma de operación, mantenimiento y organización, deberá regirse a las normas adecuadas para el manejo de un sistema de aguas reguladas o embalsadas.

## **V.5. ASESORAMIENTO EN DESARROLLO AGRICOLA**

Durante la ejecución de obras es necesario acciones tendientes al asesoramiento agrícola a efectuarse en la fase de operación, esto implica un planteamiento que sirva como una aproximación de tareas que puede desarrollar un Ing. Agrónomo especialista en sistemas de riego y conocedor de cultivos previstos en el proyecto, este ingeniero debe dar una base para optimizar la producción Con proyecto. En todo caso el proceso de identificación de necesidades de asesoramiento es una actividad continua en el transcurso del periodo de duración del servicio y pueden surgir nuevos escenarios de acción para el servicio.

### **V.5.1. TENDENCIA FUTURA DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA Y RELACIONES CON EL MERCADO**

#### **V.5.1.1. Tendencias posibles**

- **Viabilidad de especies y variedades**

La zona del proyecto presenta viabilidad para las especies indicadas en la cédula de cultivos propuestos para la situación con proyecto, cada uno de los cultivos muestra asimismo viabilidad a variedades.

- **Posibles cambios tecnológicos (Epocas de siembra, cultivos, variedades, cosecha, almacenamiento, comercialización, etc.)**

Los posibles cambios en épocas de siembra y otros cambios tecnológicos, es posible su variación de acuerdo a la dinámica del mercado, como también a la disponibilidad de agua y los recursos, cualquier cambio o modificación en el proceso productivo será acompañado y



perfeccionado por la Entidad de Asistencia Técnica o el Acompañamiento, en cuya propuesta de acción se debe prever estos cambios, sin embargo de acuerdo a las perspectivas existentes actualmente no se prevén cambios significativos que impliquen grandes esfuerzos humanos y económicos. Además el sistema productivo propuesto ha demostrado y demuestra en áreas próximas donde existe riego, de ser estable y económicamente rentable, lo que es una garantía para que el proceso productivo con proyecto, lejos de introducir cambios drásticos más bien tienda a una consolidación con algunos cambios sutiles que no sea traumáticos.

- **Limitaciones (disponibilidad de insumos, mano de obra, etc.)**

Las limitaciones en lo referente a insumos, mano de obra y otros, no variarán significativamente puesto que ya se tiene una agricultura estable.

#### **V.5.1.2. Sistema de producción propuesto**

- **Condiciones de clima y suelos**

El clima de la zona se caracteriza por ser un clima propio de los valles mesotérmicos, con una temperatura media actual de 18 a 20 °C y una precipitación de 600 mm/año, se encuentra a una altitud de 1900 msnm.

Topográficamente la zona de riego del proyecto presenta una formación ondulada comprendida entre las alturas de 1800 a 1900 msnm.

Por lo tanto las condiciones de clima y suelos son favorables a los cultivos propuestos y que fueron experimentados en áreas cercanas, y por tanto no resulta factible cambiarlos por otros.

- **Proceso de cultivo - tecnología**

El proceso de cultivo a seguirse, se basa en la tecnología que se tiene experiencia, por lo que solo se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- En la producción agrícola, se empleará un sistema de rotación de cultivos, en el que se tendrá en cuenta los factores de clima, suelo, adaptabilidad de cultivos, disponibilidad de insumos, mano de obra, exigencias nutricionales y mercados; para lo cual, se cultivará cultivos de escarda y enraizamiento superficial como la arveja combinados con cultivos de enraizamiento profundo como el maíz.
- Dentro del plan de producción, se cultivarán en un 10% de superficie aproximada, para cada cultivo indicado en la cédula, y en ciertas zonas podrán ser otros cultivos, por otro lado se puede incursionar en la práctica de cultivos asociados a los frutales o entre cultivos entre sí tomando como base las características botánicas agronómicas de las especies.
- Por razones de rotación, el plan de producción respetará los siguientes intervalos mínimos entre los cultivos:
  - Entre cultivo anuales: 2 a 18 meses
  - Entre cultivos hortícolas: 6 a 12 meses



Es decir, que el maíz por ejemplo, no se cultivará en la misma parcela antes que hayan sido cultivados otros cultivos durante 12 a 18 meses. La secuencia lógica de los cultivos en una misma parcela durante un período de 18 meses, será como sigue:

**Cuadro: V.1**  
**Rotación o secuencia de los cultivos en una parcela**

Cultivos Duración	Cítricos	Cultivos anuales	Hortalizas y otros (*)
Duración, Meses	Asociaciones c/ leguminosas	Cada año	Cada 6 meses
Acumulado, Meses	Cada 4 años	Cada 2 años	Cada 12 meses

(\*): En caso de que los intervalos entre los cultivos sean de 18 meses, en el último período de 6 meses (entre 12 y 18 meses) podrá utilizarse la arveja, etc. Los cultivos de este último intervalo se incluirán en la rotación atendiendo a ciertas decisiones de cambios en sistemas de producción, en especial de las que puedan provenir del asesoramiento en desarrollo agrícola. En todo caso, dado que sus requerimientos hídricos no son elevados, estos quedan prácticamente ajustados sin mayores variaciones, a cualquiera de los cultivos propuestos en la cédula de cultivos.

**Nota.-** Si bien el ciclo de producción de algunos cultivos es de aproximadamente 102 días, 123 días, etc. Cada duración de su ciclo mas la duración de su respectivo barbecho (período de descanso de la parcela), se considera en la mayoría de las hortalizas o leguminosas, de una duración total de seis meses aproximadamente.

La práctica de poda deberá ser realizada para las vides y durazneros, con referencia a las podas de formación y fructificación.

Las distancias de plantación entre plantas de vides y durazneros deberán ser las adecuadas, vale decir respetar los distanciamientos establecidos en las demás unidades productivas de la zona que han dado buenos resultados, además de que estos dimensionamientos es fruto de años de investigaciones y pruebas hasta lograr los resultados actuales.

En suelos de textura pesada (arcillosos) deberá practicarse el subsolado (con arado cincel o subsoladoras), cada cierto intervalo de años. Por otra parte, el empleo de pesticidas deberá ser aplicado con las recomendaciones para cada caso y en los momentos oportunos, de manera que el control fitosanitario sea efectivo y económico.

En lo referente a la vida económica de cítricos, estos envejecen rápidamente, cuyo período productivo por lo general no pasa de 15 a 18 años en las plantaciones comerciales, en las que tampoco se realizan ni es recomendable practicar las podas de rejuvenecimiento.

Por lo expuesto, se propone que el tiempo de permanencia de estos frutales en el terreno, sea de 15 a 20 años, hasta llegar a un determinado nivel de rentabilidad, lo que permitirá programar la reposición oportuna, obteniéndose así producciones rentables a lo largo de muchos años, al cabo de esta edad, ya no resulta conveniente ni rentable que permanezca por más años en terreno. Estos y otros aspectos más deberán considerarse para mejorar las actuales técnicas de producción.

- **Necesidades de equipo, mano de obra, insumos, etc.**

Los requerimientos de equipo, mano de obra, insumos y otros a considerarse, no serán necesarios en las actuales condiciones, puesto que se practica una agricultura semi-mecanizadas combinada con las labores culturales que se aplican manualmente, las que responden favorablemente, a las situaciones prevalentes de la zona, ya que no se dispone de grandes extensiones de terreno y que la disposición de mano de obra familiar es suficiente para atender las labores agrícolas de sus parcelas.



En lo referente a los insumos como ser semillas, ellos mismos las producen, de igual manera tienen fácil acceso a los abonos orgánicos (que aplican en menor cantidad que el que sería recomendado) y productos agroquímicos, los que son obtenidos en los mercados de la ciudad de Tarija.

- **Factores de riesgo en la producción (agua, clima, plagas, enfermedades, semillas, agroquímicos, equipo, mano de obra, transporte, mercado, etc.)**

Los factores de riesgo para la producción constituirían mayormente las plagas y enfermedades, seguidos de fenómenos naturales como la helada y granizo.

- **Area de riego total e incrementos en el tiempo**

Actualmente se tiene una superficie bajo riego muy pequeña, aunque los usuarios llegan a utilizar la tierra en cultivos a secano principalmente el maíz en casi toda la extensión del terreno. El área de riego a incrementarse en el tiempo, corresponde a 723 has aproximadamente en dos campañas.

- **Servicios de apoyo a la producción**

Los servicios de apoyo a la producción estarían a cargo de entidades que promuevan el desarrollo agropecuario regional tales como las Subprefecturas de la las provincias Uriondo y Cercado, la Prefectura del Departamento de Tarija, Alcaldía Municipal de Uriondo y Cercado, el Servicio Departamental de Agricultura y Ganadería (SEDAG) y Organismos no Gubernamentales como Fundación Valles, IICA, CARE y otros. A esto se debe sumar la iniciativa privada para el mejoramiento de la producción y productividad, para lograr mayores beneficios y crecimiento, en cuanto al nivel de vida e ingresos.



## CAPITULO VI PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA

### VI.1. INFORMACION BASICA PARA EL PRESUPUESTO

#### VI.1.1. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El análisis de precios unitarios para los diferentes ítems de construcción que se definieron en el presente proyecto, se desarrollo teniendo en cuenta tres componentes específicos: Mano de Obra, Equipo y Materiales. Para cada componente se consideraron los Gastos Generales, Utilidades e Impuestos, donde cada uno de estos rubros se los analizó en forma particular.

Para el análisis de precios unitarios se utilizó el Programa QUARK, el tipo de cambio utilizado es de 7,17 Bs/\$us. Se adjuntan los resultados del análisis en [Anexo 4](#).

#### VI.1.2. RECARGOS DE GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS

Los gastos generales son los de la empresa, no detallados en los costos directos de cada ítem. Dentro de estos se tienen costos directos e indirectos; los indirectos son los de la oficina central y los directos, los que se aplican a los gastos específicos de obra.

Los gastos administrativos representan la estructura ejecutiva, técnica, administrativa y de staff de una empresa; tales como honorarios o sueldos de ejecutivos, consultores, auditores, contadores, técnicos, secretarias, recepcionistas, jefes de compras, almacenistas, chóferes, mecánicos, serenos, dibujantes, ayudantes, mozos para limpieza y envíos; iguales por asuntos jurídicos, fiscales; pasajes y viáticos, impuestos para protocolizaciones, tributaciones, etc. Entre los gastos generales y administrativos se deben incluir lo enunciados a continuación.

##### VI.1.2.1. Alquileres y depreciaciones

Son gastos en concepto de bienes inmuebles, muebles y servicios, necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas, administrativas y de staff de una empresa; tales como: alquileres de oficinas, servicios de teléfono, luz eléctrica, fax, internet, gastos de mantenimiento del equipo de almacén de oficina y de vehículos de la oficina central, depreciaciones, gastos de organización y de instalación.

##### VI.1.2.2. Seguros y boletas de garantía

Son los gastos obligatorios para la operación de la empresa, y convenientes para la dilución de riesgos a través de seguros que impidan una súbita descapitalización por siniestros. Entre estos se pueden enumerar: inscripciones a la Cámara Boliviana de la Construcción, registros en los diferentes Ministerios, oficinas gubernamentales, Colegios y Asociaciones Profesionales; seguros de vida, de accidentes de vehículos, de robo, incendios, etc.

En este rubro se debe considerar los gastos para Boletas de Garantía, que son los emergentes de la preparación de una licitación y de la necesidad de garantizar inicialmente la propuesta y, en su caso, la ejecución de la obra.



Entre estos se puede enumerar: costo de la compra del Pliego de Licitación, gastos del personal técnico y administrativo, equipo de oficina y gastos de personal técnico y administrativo, equipo de oficina y papelería para la preparación de la licitación, boleta o póliza de seriedad de propuesta, boleta o póliza del buen uso del anticipo y boleta o póliza de buena ejecución de la obra. De acuerdo con el cuadro: IV.1, los gastos generales y administrativos tienen un valor del 12.8%, aplicado sobre el costo directo de cada ítem.

**Cuadro: VI.1**  
**Gastos generales y administrativos**  
**(Aplicados sobre el costo directo de los servicios)**

Descripción	Gastos indirectos	Gastos directos
<b>1.- Administración</b>		
1.1 Personal ejecutivo, técnico y de apoyo.	2,0%	1,6%
1.2 Comunicaciones: teléfono, fax, etc.	0,3%	0,2%
1.3 Servicios: Agua, energía eléctrica, mantenimiento edificio, etc.	0,4%	0,0%
1.4 Pasajes y viáticos.	0,3%	0,2%
1.5 Alquileres, depreciación activos.	0,4%	0,2%
1.6 Impuestos		
- Protocolizaciones	0,0%	0,5%
- Patrimonio neto	0,0%	1,8%
1.7 Gastos legales: Honorarios abogado, notaria, transferencias, otros, etc.	0,3%	0,0%
1.8 Otros gastos no computados, talleres, almacenes, etc.	1,0%	0,0%
<b>2.- Seguros y boletas</b>		
2.1 Seguros de la obra	0,0%	0,4%
2.2 Seguros de responsabilidad civil	0,0%	0,1%
2.3 Seguros de accidentes personales	0,0%	0,3%
2.4 Boletas de garantía	0,0%	1,0%
<b>3.- Movilización y desmovilización</b>		
3.1 Movilización y desmovilización maquinaria y equipo	0,0%	0,1%
3.2 Movilización y desmovilización personal	0,0%	0,7%
<b>Parcial total</b>	<b>4.7 %</b>	<b>8.1 %</b>
<b>Total gastos generales y administrativos</b>		<b>12.8 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

### VI.1.2.3. Utilidad

Se adoptó como utilidad el 10% sobre el costo total de materiales, mano de obra y maquinaria.

### VI.1.3. IMPUESTOS

El impuesto aplicable es el IVA, el que incide en un 13% del costo de la mano de obra, el impuesto a las transacciones, por su carácter global, se aplica al total del precio unitario correspondiente al 3% del mismo.

### VI.1.4. DESGASTE DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO

En la estructura del análisis del precio unitario se tomó como desgaste de herramientas y equipo, un porcentaje correspondiente al 5% del costo total de la mano de obra directa.



### VI.1.5. COSTO DE MANO DE OBRA

Generalmente, para elegir el personal se toman en cuenta aspectos relacionados con el grado de formación, experiencia y nivel de entrenamiento.

Para establecer los tiempos necesarios de utilización de personal y los horarios que deben cumplir para el desarrollo de las actividades del proyecto, es necesario tomar en cuenta los días que el personal efectivamente trabajará durante el año, lo que significa descontar los días domingos, los feriados de ley, la previsión de licencias por enfermedades, días no trabajados por factores climatológicos, vacaciones y otros establecidos por leyes y normas que regulan las actividades económicas.

#### VI.1.5.1. Salario básico mensual

El salario se halla regulado por la ley de la oferta y demanda, siendo variable incluso relacionando distintas áreas del país; al respecto se asumieron valores promedio de salarios que pagan las empresas constructoras. Los salarios para la mano de obra no calificada, básicamente peón y ayudante, corresponden a valores aceptables en la zona del proyecto.

#### VI.1.5.2. Beneficios sociales

Las leyes sociales del país determinan el pago de Beneficios Sociales a todas las personas asalariadas y deben incluirse dentro del costo de mano de obra. De conformidad a las leyes vigentes, el salariado mensual es incrementado en un determinado porcentaje, conforme se muestra en el cuadro: IV.2.

**Cuadro: VI.2**  
**Beneficios sociales**

Descripción	Porcentaje (%)
Indemnización	8,33 %
Prima	8,33 %
Aguinaldo	8,33 %
CNS	10,00 %
AFP's	12,21 %
Asignaciones familiares	1,00 %
<b>Total</b>	<b>48,20 %</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### VI.1.5.3. Otras incidencias

De acuerdo con la práctica usual de la construcción y las condiciones de la zona de trabajo, este valor es estimado conforme se muestra en el cuadro: IV.3

**Cuadro: VI.3**  
**Otras incidencias**

Descripción	Tiempo
Días año	365 días
<b>Días no laborables</b>	
Domingos	5 2 días
Feridos	10 días
Vacación anual	15 días
Mal tiempo	15 días



Descripción	Tiempo
Salidas periódicas	5 días
Licencias justificadas	3 días
Enfermedades y accidentes	3 días
<b>Total</b>	<b>103 días</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, la incidencia sobre la mano de obra será:  $103/365 = 28.22\%$ .

#### VI.1.5.4. Coeficiente de la mano de obra

El coeficiente total para la mano de obra será  $48.20\% + 28.22\% = 76.42\%$  que se aplica sobre el jornal básico. El porcentaje final de recargos aplicado sobre el costo directo de la mano de obra es de 49%, este valor fue recomendado por el PRONAR, por lo que no se tomo en cuenta otras incidencias.

#### VI.1.5.5. Costos horarios de mano de obra

El cuadro: IV.4, presenta el resumen del costo horario de mano de obra por especialidad.

**Cuadro: VI.4**  
**Costos horarios de mano de obra**

Descripción	Salario básico (\$us/mes)	Total hora (\$us)
Alarife	121,67	0,50
Albañil	204,40	0,84
Armador	204,40	0,84
Ayudante	163,03	0,67
Ayudante explosivos	163,03	0,67
Capataz	321,20	1,32
Encofrador	204,40	0,84
Especialista	204,40	0,84
Especialista explosivos	321,20	1,32
Laboratorista	450,17	1,85
Peón	121,67	0,50
Perforador	321,20	1,32
Plomero	206,83	0,85
Soldador	160,60	0,66
Topógrafo	450,17	1,85

Fuente: Elaboración propia.

#### VI.1.6. MATERIALES E INSUMOS

##### VI.1.6.1. Introducción

Una buena selección de material, toma en cuenta algunas condiciones particulares relacionadas con la calidad, disponibilidad en mercado, grado de aceptación de usuarios, posibilidades de reposición en el futuro y otras, que sin duda ayudan a definir su elección.

##### VI.1.6.2. Materiales comerciales

El costo de materiales comerciales tiene gran importancia, porque la inclusión de materiales en mayor o menor cantidad que el real en el cálculo del costo de un ítem, puede determinar valores alejados de la realidad influyendo en el costo total de una obra. De acuerdo con este



criterio se agrupan todos los materiales que deben adquirirse comercialmente, para incorporarse a la obra, ya sea, como materiales nacionales o materiales extranjeros.

#### **VI.1.6.3. Cotizaciones de materiales**

En **Anexo 4** se presenta el catalogo de cotización de los materiales nacionales e importados obtenidos del resumen dado por el programa de costos y presupuestos QUARK. Los costos de cada material se encuentran en los análisis de precios unitarios.

#### **VI.1.6.4. Lugares de adquisición de materiales y contrataciones de equipo. Precios de compra y alquileres. Transporte. Precios en obra.**

En lo posible las adquisiciones de materiales se efectuarán en la ciudad de Tarija, los proveedores locales llevan una ventaja referente al monto adicional por transporte de cuantías diversas, recargado por otros proveedores de material manufacturado. Los áridos como la piedra, grava, arena, etc. constituirán el costo de explotación y clasificación y se obtendrán de bancos de préstamo situado prácticamente en el sitio de las obras.

La precaria accesibilidad al sitio de emplazamiento de la presa y obras complementarias, es necesario introducir maquinaria pesada por lo que el movimiento de tierras y excavaciones se realizará con equipos importantes como topadoras y retroexcavadoras, que puedan excavar las profundidades previstas para la fundación de la presa, y equipos especiales para el traslado y ejecución de la arcilla compactada del cuerpo de la presa de regulación. Una retroexcavadora para la excavación en la presa y martillos neumáticos para excavación en roca, planta de clasificación de agregados, planta para preparación de hormigones y equipo adecuado para el traslado del hormigón y colocado en cada una de las obras como vertedero, cuenco amortiguador y obra de toma, todo esta maquinaria forma parte del equipo mínimo con el que debe contar a empresa constructora, además del equipo necesario para traslado, humidificación, puesta en obra y compactado de materiales de la presa.

La adjudicación de esta obra deberá realizarse a la mejor oferta que mediante una invitación pública, en los periódicos de Bolivia, que luego de realizar la venta de pliegos de especificaciones a las empresas interesadas, pueda lograr la oferta más conveniente. Los costos por obra se detallan en el **Anexo 4**, corresponden a los costos consultados en la ciudad de Tarija.

#### **VI.1.6.5. Canteras de agregados, ubicación, cubicación, calidad, derechos y acceso. Precios en obra (extracción, transporte y acarreo)**

Las obras del proyecto, en su mayoría se encuentran dentro el curso de la Quebrada Grande, en la que escurre un material sedimentario formado por cantos rodados, grava de diferentes gradaciones, arena, etc. En dicha quebrada existen aun concesiones de bancos áridos, cualitativamente el material es de buena calidad y la disponibilidad de material es enorme. El banco de préstamo del material arcilloso se encuentra próximo a la presa.



## VI.2. PRESUPUESTO DE OBRAS

Sobre la base de los diseños preliminares de las obras planteadas en el presente proyecto, presentado en detalle en el Capítulo III, a continuación se desarrolla la cuantificación de cada una de las unidades constructivas. Con los resultados del indicado desarrollo, se han preparado cuadros en los que se ordenaron los requerimientos de materiales, maquinaria, transporte, mano de obra no calificada y personal técnico calificado, también se detalla el requerimiento de materiales.

El cuadro IV.5, es un consolidado de los parciales realizados, en el que se detallan los costos de cada uno de los ítems, el cuadro presenta columnas que detallan los volúmenes preliminares de cada una de las obras, los precios unitarios y el costo total del proyecto. Asimismo, en el cuadro IV.6 se resumen los costos por obras.

Los resultados de los requerimientos proporcionan los siguientes costos totales de la infraestructura del proyecto.

**Cuadro: VI.5**  
**Costo total infraestructura proyecto**  
**(Dólares americanos)**

Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
<b>1. OBRAS PRELIMINARES</b>					
1	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1.00	6,393.40	6,393.40
2	REPLANTEO Y CONTROL DE OBRAS	GLB	1.00	3,348.57	3,348.57
3	CAMINOS DE ACCESO	GLB	1.00	31,945.52	31,945.52
4	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	0.12	1,140.53	136.86
<b>SUBTOTAL OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>41,824.35</b>
<b>2. PRESA</b>					
5	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	3.68	1,140.53	4,197.14
6	EXCAVACIÓN MAT. ALUVIAL CON AGOTAMIENTO	M3	1,666.41	7.93	13,221.30
7	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	M3	6,665.63	2.93	19,503.63
8	CONFORMACION DE TERRAPLEN DE ARCILLA P/PRESA	M3	46,635.12	5.90	275,053.94
9	MATERIAL GRANULAR PARA FILTRO DMT=2.00 KM PROV. Y COLOC.	M3	15,547.58	13.89	215,955.89
10	MATERIAL DE TRANSICIÓN DE LA PRESA	M3	17,307.13	14.87	257,339.72
11	ENROCADO DE PIEDRA P/PRESA	M3	199,489.60	13.37	2,666,178.50
12	RIP - RAP PIEDRA COLOC. P/PROTECCIÓN DEL CUERPO DE LA PRESA	M2	4,844.21	15.49	75,046.50
13	CARPETA DE PROTECCIÓN AGUAS ABAJO E=0.30 M.	M2	2,439.86	7.75	18,899.16
14	PERFORACIONES DE 3" PANTALLA DE IMPERMEABILIZACIÓN	ML	976.00	266.28	259,885.38
15	ENSAYOS DE AGUA	UNI	31.00	46.63	1,445.65
16	OPERACIONES PARA INSTALACIÓN DE INYECCIÓN	UNI	61.00	484.61	29,561.27
17	SUMINISTRO DE ARCILLA DE ABSORCIÓN (BENTONITA)	KG	1,600.00	1.35	2,152.00
18	SUMINISTRO DE ARENA FINA PARA INYECCIÓN	M3	2.25	17.51	39.39
19	SUMINISTRO DE CEMENTO PARA INYECCIÓN	KG	14,000.00	0.18	2,478.00
20	INYECCION DE LECHADA DE CEMENTO	M3	4.49	217.89	978.33
<b>SUBTOTAL PRESA</b>					<b>3,841,935.80</b>
<b>3. VERTEDERO</b>					
21	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	0.31	1,140.53	353.56



República de Bolivia  
Oficina Técnica para los Ríos Pilcomayo y Bermejo (OTNPB)

TESA Proyecto de Riego Presa "Quebrada Grande"

Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Costo
				Unitario	Total
22	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS	M3	2,787.90	7.40	20,624.88
23	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	696.97	18.48	12,881.40
24	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	563.58	12.02	6,771.98
25	HORMIGÓN CLASE A P/VERTEDERO	M3	701.96	329.00	230,946.24
26	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/VERTEDERO	KG	20,894.54	4.30	89,846.52
27	JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DILATACIÓN PRESA WS = 30 CM	ML	225.31	49.59	11,172.45
28	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACIÓN	ML	225.31	4.47	1,006.01
29	ACERO DE REFUERZO FYK=2200 KG/CM2 P/JUNTAS DE DILATACIÓN	ML	268.00	8.61	2,306.68
30	MATERIAL GRANULAR PARA FILTRO DE ZANJA DE DRENAJE	M3	140.35	21.94	3,079.42
31	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBERIA PVC D=2 1/2" C/PERFORACIONES	ML	131.15	11.53	1,511.50
<b>SUBTOTAL VERTEDERO</b>					<b>380,500.64</b>
<b>4. OBRA DE TOMA</b>					
32	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS	M3	813.51	7.40	6,018.35
33	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	203.38	18.48	3,758.87
34	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	936.98	12.02	11,258.75
35	HORMIGON CLASE A P/OBRA DE TOMA	M3	12.06	350.33	4,224.97
36	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/OBRA DE TOMA	KG	609.19	4.30	2,619.52
37	REJILLA DE ENTRADA P/OBRA DE TOMA	PZA	1.00	3,094.94	3,094.94
38	CAMA DE ARENA PARA TUBOS	M3	23.40	17.04	398.71
39	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBERÍA DE FFD DN=800 MM	ML	130.00	1,175.75	152,847.63
40	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN VALVULA MARIPOSA D=800 MM C/BRIDAS	PZA	2.00	38,045.80	76,091.60
41	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CAMARA DE VALVULAS-SOPORTES	M3	23.33	128.22	2,991.47
42	HORMIGON CLASE A P/DISIPADOR DE ENERGIA	M3	9.88	350.33	3,461.25
43	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/DISIPADOR DE ENERGIA	KG	811.04	4.30	3,487.47
44	HORMIGON CLASE A P/TAPA DE LA CAMARA DE VALVULAS	M3	2.51	329.00	825.80
45	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/TAPA DE LA CAMARA	KG	304.02	4.30	1,307.29
46	ESCALERA METÁLICA	ML	0.70	30.91	21.64
47	TAPA METALICA DE LA CAMARA DE VALVULAS	PZA	1.00	116.67	116.67
<b>SUBTOTAL OBRA DE TOMA</b>					<b>272,524.93</b>
<b>5. DESFOGUE DE FONDO</b>					
48	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS	M3	605.52	7.40	4,479.64
49	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	151.38	18.48	2,797.81
50	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	705.32	12.02	8,475.13
51	HORMIGON CLASE A P/OBRA DE TOMA DEL DESFOGUE	M3	12.06	350.33	4,224.97
52	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/OBRA DE TOMA DEL DESF.	KG	610.61	4.30	2,625.62
53	REJILLA DE ENTRADA P/DESFOGUE DE FONDO	PZA	1.00	3,094.94	3,094.94
54	CAMA DE ARENA PARA TUBOS	M3	22.95	17.04	391.05
55	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBERÍA DE FFD DN=600 MM	ML	153.00	702.69	107,512.03
56	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN VALVULA MARIPOSA D=600 MM C/BRIDAS	PZA	2.00	22,259.36	44,518.73
57	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CAMARA DE VALVULAS-SOPORTES	M3	14.71	128.22	1,886.18
58	HORMIGON CLASE A P/DISIPADOR DE ENERGIA	M3	9.88	350.33	3,461.25
59	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/DISIPADOR DE ENERGIA	KG	810.19	4.30	3,483.82
60	HORMIGON CLASE A P/TAPA DE LA CAMARA DE VALVULAS	M3	2.51	329.00	825.80
61	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/TAPA DE LA CAMARA	KG	304.02	4.30	1,307.29
62	ESCALERA METÁLICA	ML	0.70	30.91	21.64
63	TAPA METALICA DE LA CAMARA DE VALVULAS	PZA	1.00	116.67	116.67



Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
64	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CANAL DE SALIDA-CAIDA ESC.	M3	2.50	112.92	282.30
<b>SUBTOTAL DESFOGUE DE FONDO</b>					<b>189,504.87</b>
<b>6. AZUD DERIVADOR</b>					
65	EXCAVACIÓN MAT. ALUVIAL CON AGOTAMIENTO	M3	644.82	7.97	5,136.64
66	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS	M3	2,256.88	7.40	16,696.40
67	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	322.41	18.48	5,958.78
68	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	967.24	12.02	11,622.36
69	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/AZUD Y CUENCO AMORTIGUADOR	M3	627.50	129.68	81,374.20
70	HORMIGON CLASE A P/MUROS DE PROTECCIÓN DEL AZUD	M3	584.10	350.33	204,627.17
71	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/MUROS DE PROTECCIÓN	KG	27,073.38	4.30	116,415.53
72	REJILLA DE ENTRADA CON PERFILES METALICOS RECT.	PZA	1.00	802.47	802.47
73	HORMIGON CLASE A P/CAMARA DE LA TOMA DEL AZUD	M3	223.28	350.33	78,221.46
74	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/CAMARA DE LA TOMA	KG	7,547.93	4.30	32,456.10
75	COMPUERTAS METALICA 130 X 130 CM	PZA	1.00	1,299.03	1,299.03
76	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE TUBERIA PRFV Ø=48"	ML	320.00	1,235.07	395,222.08
77	CAMA DE ARENA PARA TUBERIA	M3	86.40	17.04	1,472.17
78	COMPUERTA DE MADERA P/CANAL DE LIMPIEZA	PZA	1.00	186.05	186.05
79	MATERIAL GRANULAR COMO FILTRO P/DRENES PROV. Y COLOCACIÓN	M3	6.03	26.38	159.08
80	PROV. Y COLOCACIÓN P/DRENAJE DE ALIVIO TUBERIA PVC Ø=2"	ML	24.00	6.18	148.39
<b>SUBTOTAL AZUD DERIVADOR</b>					<b>951,797.91</b>
<b>7. DESARENADOR</b>					
81	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA DESARENADOR	M3	421.42	2.14	903.10
82	RELLENO ESTRUCTURAL P/OBRAS DE DRENAJE	M3	91.84	12.02	1,103.55
83	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/DESARENADOR Y VERT. DE EXC.	M3	241.77	121.10	29,278.11
84	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CANAL DE LIMPIEZA	M3	10.50	121.10	1,271.54
85	COMPUERTAS METALICA 110 X 110 CM	PZA	1.00	1,243.62	1,243.62
86	COLCHONETAS RENO 4X2 M E=0.23 M PROVISION Y CONSTRUCCION	M3	3.68	112.93	415.56
87	COLCHONETAS RENO 5X2 M E=0.23 M PROVISION Y CONSTRUCCION	M3	2.30	108.73	250.08
<b>SUBTOTAL DESARENADOR</b>					<b>34,465.56</b>
<b>8. CANALES DE TRASVASE</b>					
88	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	1.30	1,140.53	1,482.69
89	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA CANALES	M3	10,831.52	2.14	23,211.95
90	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	1,911.44	18.48	35,327.23
91	EXCAVACIÓN SUBTERRANEA EN ROCA	M3	4,366.87	151.87	663,209.65
92	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	6,127.60	12.02	73,629.24
93	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CANALES DE TRASVASE	M3	15,768.00	107.31	1,692,064.08
94	HORMIGON CLASE A P/CANALES DE TRASVASE	M3	848.40	350.33	297,219.12
95	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/CANALES DE TRASVASE	KG	2,029.49	4.30	8,726.81
96	COMPUERTAS METALICA 190 X 160 CM	PZA	1.00	1,733.85	1,733.85
97	COMPUERTAS METALICA 90 X 70 CM	PZA	1.00	877.89	877.89
98	SELLADO JUNTAS DE CONTRACCIÓN	ML	7,117.33	2.75	19,551.31
<b>SUBTOTAL CANALES DE TRASVASE</b>					<b>2,817,033.82</b>
<b>9 CANALES DE RIEGO</b>					
<b>9.1. CANALES PRINCIPALES</b>					
99	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	1.08	1,140.53	1,231.77
100	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA CANALES	M3	6,233.90	2.14	13,359.25



Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Costo
				Unitario	Total
101	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	1,100.10	18.48	20,332.05
102	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	658.90	12.02	7,917.34
103	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CANALES PRINCIPALES	M3	2,623.51	107.31	281,528.86
104	COMPUERTAS METALICA 110 X 90 CM	PZA	1.00	1,063.89	1,063.89
105	COMPUERTAS METALICA 80 X 60 CM	PZA	1.00	852.19	852.19
106	COMPUERTA LATERAL 80 X 40 CM	PZA	2.00	245.40	490.80
107	SELLADO JUNTAS DE CONTRACCIÓN PARA CANALES PRINCIPALES	ML	2,623.50	2.75	7,206.75
<b>SUBTOTAL CANALES PRINCIPALES</b>					<b>333,982.90</b>
<b>9.2. CANALES SECUNDARIOS</b>					
108	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	0.65	1,140.53	741.34
109	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA CANALES	M3	7,383.95	2.14	15,823.80
110	EXCAVACIÓN EN ROCA DURA C/EXPLOSIVOS DMT=300 M.	M3	1,303.05	18.48	24,082.97
111	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	76.50	12.02	919.22
112	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CANALES SECUNDARIOS	M3	1,224.59	107.31	131,410.75
113	COMPUERTA LATERAL 70 X 30 CM	PZA	2.00	208.60	417.21
114	COMPUERTA LATERAL 60 X 30 CM	PZA	2.00	168.24	336.47
115	COMPUERTA LATERAL 70 X 40 CM	PZA	2.00	218.48	436.97
116	SELLADO JUNTAS DE CONTRACCIÓN PARA CANALES SECUNDARIOS	ML	1,253.90	2.75	3,444.46
<b>SUBTOTAL CANALES SECUNDARIOS</b>					<b>177,613.19</b>
<b>SUBTOTAL CANALES DE RIEGO</b>					<b>511,596.09</b>
<b>10. SIFONES INVERTIDOS</b>					
117	EXCAVACION NO CLASIFICADA P/ESTRUCTURAS	M3	18,586.10	2.14	39,830.01
118	EXCAVACIÓN COMÚN	M3	3,279.90	4.40	14,418.44
119	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	3,109.00	17.24	53,611.60
120	TUBERIA PVC Ø 4" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	22.00	19.91	437.95
121	TUBERIA PVC Ø 8" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	35.00	60.91	2,131.99
122	TUBERIA PVC Ø 16" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	2,573.74	140.03	360,387.94
123	TUBERIA PVC Ø 18" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	1,274.68	222.52	283,637.97
124	TUBERIA PVC Ø 24" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	749.27	346.04	259,276.64
125	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE VALVULA CORTINA Ø 4"	PZA	11.00	477.88	5,256.66
126	PROVISIÓN Y COLOC. DE VALVULA CORTINA Ø 8" P/TUBERIA Ø 16"	PZA	9.00	1,704.58	15,341.26
127	PROVISIÓN Y COLOC. DE VALVULA CORTINA Ø 8" P/TUBERIA Ø 18"	PZA	3.00	1,955.33	5,865.98
128	PROVISIÓN Y COLOC. DE VALVULA CORTINA Ø 8" P/TUBERIA Ø 24"	PZA	2.00	2,330.10	4,660.20
129	CAMA DE ARENA PARA TUBOS	M3	833.88	17.04	14,208.48
130	HORMIGÓN CLASE A P/DESARENADOR	M3	90.96	329.00	29,926.02
131	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/DESARENADOR	KG	2,683.60	4.30	11,539.48
132	JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y DILATACIÓN P/DESARENADOR	ML	28.60	26.21	749.52
133	SELLADO DE JUNTAS DE DILATACIÓN P/DESARENADOR	ML	28.60	4.59	131.27
134	HORMIGÓN CLASE A P/CAMARAS	M3	42.78	329.00	14,074.71
135	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/CAMARAS	KG	83.47	4.30	358.92
136	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/DADOS DE ANCLAJE	M3	75.76	98.74	7,480.85
137	TAPA METÁLICA DE LA CAMARA DE VALVULAS	PZA	20.00	116.67	2,333.46
<b>SUBTOTAL SIFONES INVERTIDOS</b>					<b>1,125,659.35</b>
<b>11. PASOS DE QUEBRADA</b>					
138	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA PASOS DE QUEBRADA	M3	16.95	2.14	36.32
139	RELLENO ESTRUCTURAL	M3	106.45	12.02	1,279.10
140	HORMIGON CLASE A P/PASOS DE QUEBRADA	M3	69.72	350.33	24,424.94



Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
141	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/PASOS DE QUEBRADA	KG	3,662.00	4.30	15,746.60
142	COLCHONETAS RENO 6X2 M E=0.23 M PROVISION Y CONSTRUCCION	M3	60.72	106.57	6,471.05
<b>SUBTOTAL PASOS DE QUEBRADA</b>					<b>47,958.01</b>
<b>12 ATAJADOS DE TIERRA</b>					
<b>12.1. ATAJADOS DE TIERRA Y TUBERIA DE APORTE</b>					
143	LIMPIEZA - DESBROCE Y DESTRONQUE	HA	0.91	1,140.53	1,037.88
144	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA P/ATAJADOS	M3	28,781.57	7.28	209,414.70
145	CONFORMACIÓN DE TERRAPLEN	M3	2,855.83	2.05	5,854.45
146	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE GEOMEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	M2	1,772.59	16.22	28,751.41
147	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA TUBERIA	M3	1,624.50	2.14	3,481.30
148	RELLENO ESTRUCTURAL DE LA TUBERIA	M3	1,586.28	12.02	19,060.74
149	HO CO CON 50% P.D. P/DISIPADOR DE ENERGIA DE LA TUBERIA	M3	1.44	107.31	154.53
150	TUBERIA PVC Ø 6" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	1,210.00	38.97	47,150.07
151	TUBERIA PVC Ø 8" JUNTA ELASTICA PROV. Y COLOC.	ML	500.00	60.91	30,457.00
152	HORMIGON SIMPLE P/SOPORTE DE TUBERIA Ø=6"	M3	0.18	290.82	52.35
153	CAMA DE ARENA PARA TUBOS	M3	128.25	17.04	2,185.25
154	PROV. Y COLOC. DE BOMBA DE AGUA 7.5 HP	PZA	3.00	1,557.57	4,672.72
155	REJILLA DE ENTRADA P/OBRA DE TOMA	PZA	4.00	66.36	265.42
156	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN TUBERÍA DE F.G. Ø=3"	ML	82.06	40.26	3,303.98
157	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN VALVULA MARIPOSA D=75 MM C/BRIDAS	PZA	4.00	864.01	3,456.05
158	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/CAMARA DE VALVULAS	M3	0.91	128.22	116.68
159	HORMIGON CLASE A P/TAPA DE CAMARA DE VALVULAS	M3	0.10	350.33	35.03
160	ACERO ESTRUCTURAL FYK=4200 KG/CM2 P/TAPA DE LA CAMARA	KG	3.80	4.30	16.34
161	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/VERT-RAPIDAS-CUENCO AMORT.	M3	7.85	128.22	1,006.56
162	HORMIGÓN CICLOPEO CON 50% P.D. P/BEBEDEROS	M3	20.39	112.92	2,302.40
<b>SUBTOTAL ATAJADOS DE TIERRA Y TUBERIA DE APORTE</b>					<b>362,774.86</b>
<b>12.2. CASETA DE BOMBEO</b>					
163	REPLANTEO EN GENERAL	M2	9.72	0.63	6.09
164	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	4.32	6.62	28.59
165	CIMIENTO DE HO CO 50% PIEDRA DESPLASADORA 1:2:4	M3	4.32	107.31	463.58
166	VIGA DE SOBRECIMIENTO DE HO HA	M3	0.81	507.50	411.07
167	EMPEDRADO Y CONTRAPISO DE HO	M2	4.69	18.40	86.31
168	MURO LADRILLO ADOBITO 15 CM.	M2	46.44	26.43	1,227.55
169	REVOQUE DE MORTERO DE CEMENTO	M2	51.84	22.06	1,143.75
170	PINTURA EXTERIOR E INTERIOR SOBRECIMIENTO	M2	51.84	5.52	285.95
171	VIGA DE ENCADENADO DE HO AO	M3	0.81	581.20	470.77
172	CUBIERTA CALAMINA GALV. NO. 28	M2	14.40	39.46	568.22
173	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE MADERA	M2	4.80	143.51	688.83
174	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE VENTANA DE MADERA	M2	0.54	56.94	30.75
175	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE VIDRIO DOBLE (3 MM.)	M2	0.54	17.51	9.46
176	QUINCALLERIA P/PUERTA EXTERIOR	PZA	3.00	22.33	66.98
177	INSTALACION ELECTRICA PUNTOS DE LUMINARIA	PTO	3.00	29.28	87.83
<b>SUBTOTAL CASETA DE BOMBEO</b>					<b>5,575.73</b>
<b>12.3. CERRAMIENTO DE LOS ATAJADOS</b>					
178	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	0.77	6.62	5.10
179	HORMIGON CICLOPEO CON 50% P.D. P/BASE DE ANCLAJE DEL PORTÓN	M3	0.77	103.49	79.68
180	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN PORTÓN DE MADERA	PZA	4.00	233.47	933.88



Ítem	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
181	CERRAMIENTO DE ALAMBRADO DE LOS ATAJADOS (H=2 M)	ML	764.00	8.80	6,723.20
<b>SUBTOTAL CERRAMIENTO DE LOS ATAJADOS</b>					<b>7,741.86</b>
<b>SUBTOTAL ATAJADOS DE TIERRA</b>					<b>376,092.45</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>10,590,893.78</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro: VI.6**  
**Resumen Costo total infraestructura proyecto**  
**(Dólares americanos)**

Descripción	Costo Total (\$us)
Obras Preliminares	41,824.35
Presa	3,841,935.80
Vertedero	380,500.64
Obra de Toma	272,524.93
Desfogue de Fondo	189,504.87
Azud Derivador	951,797.91
Desarenador	34,465.56
Canales de Traslase	2,817,033.82
Canales de Riego	511,596.09
Sifones Invertidos	1,125,659.35
Pasos de Quebrada	47,958.01
Atajados de Tierra	376,092.45
<b>Costo Total del Proyecto</b>	<b>10,590,893.78</b>

Fuente: Elaboración propia.

En el **Anexo 4**, se presentan los cálculos de cuantificación de volúmenes, para cada una de las obras propuestas en el proyecto.

### VI.3. PRESUPUESTO DEL SERVICIOS DE ACOMPAÑAMIENTO

La comunidad beneficiaria y la Entidad de Acompañamiento, antes y una vez iniciada la ejecución del proyecto, tendrán una ardua tarea de organizar todo el proceso, empezando con la organización y fortalecimiento de la organización local, quien será el interlocutor directo ante los demás actores involucrados en el proyecto; por otro lado deberá iniciarse el proceso de priorización de las actividades y temas a tratarse durante el periodo del servicio, que deberá ser fruto de una dinámica de participación y consensuación entre los usuarios y la Entidad de Acompañamiento, donde también tendrá un rol importante el Supervisor del Acompañamiento.

Paralelamente a estas acciones, también se deberá iniciar con la planificación de los aportes de contraparte, lo cual implica el establecimiento de acuerdos y normas que deben ser escritas más tarde en los productos y documentos consolidados y finalmente ya en la fase inicial de la operación del proyecto, se debe dejar claramente establecido los requerimientos y necesidades de asesoramiento en la producción agrícola bajo riego, que sirva de base



para el inicio de la Asistencia Técnica, quien tendrá la misión de consolidar el aparato productivo de la comunidad y dejar encaminado la gestión de riego orientado hacia una sostenibilidad y autogestión.

Todo este proceso implica que debe ser adecuadamente apoyado por un presupuesto acorde a las necesidades de las acciones a emprender, tal como se ha planteado el servicio de Acompañamiento que tendrá una duración de dos años en la fase constructiva y dos meses en la en la fase operativa, mientras que la Asistencia Técnica tendrá una duración de 2 años cuyo presupuesto estará en función de las prioridades y necesidades que definan durante el periodo de duración del Acompañamiento.

Sobre esta base consensuada y aprobada por las instancias correspondientes, se definirá la modalidad de la Asistencia Técnica, estructura administrativa, dependencias, presupuestos y otros aspectos que deben estar definidos antes de la finalización del servicio de Acompañamiento. Dentro del periodo breve de transición debe existir suficiente conciencia y predisposición para respetar lo que se ha acordado con los beneficiarios con la eventualidad de que evidentemente pueden existir situaciones donde sea necesario revisar y readecuar algunas actividades de acuerdo a la evolución de la Asistencia Técnica.

El presupuesto elaborado para el servicio de Acompañamiento considerando todas las actividades a cumplirse durante los dos años y dos meses, más el presupuesto para la Supervisión de Acompañamiento, se detalla en el cuadro: III.24.

No se ha incluido un probable desempeño de un Acompañamiento durante la fase del Estudio a Diseño Final, por ser una experiencia que aún no se ha realizado y normalmente los costos y los principios sobre los cuales se deben desarrollar las acciones del Acompañamiento durante la elaboración de los estudios a Diseño Final no están totalmente desarrollados y consensuados por lo que no amerita su inclusión en el presupuesto, además de que este Acompañamiento no es compartido por los entes financieras o entidades Contratantes, por lo que se estaría desvirtuando el presupuesto en acciones que no están dentro de los alcances normales de los servicios de Acompañamiento.

**Cuadro: VI.7**  
**Presupuesto General Servicio de Acompañamiento por Actividades**  
**Proyecto de Riego Presa "Quebrada Grande"**

Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (\$us)	Costo (\$us)
<b>Apoyo en fortalecimiento institucional</b>				<b>77,800.00</b>
- Equipo técnico del Acompañamiento	Años	2.00	32,000	64,000.00
- Costos de transporte	Global	1.00	1,200	1,200.00
- Gastos de oficina	Años	2.00	2,300	4,600.00
- Equipamiento de la oficina	Global	1.00	1,200	1,200.00
- Apoyo a la Comunidad en las gestiones internas y externas	Global	1.00	500	500.00
- Apoyo a la Comunidad en la gestión de riego	Global	1.00	700	700.00
- Apoyo a la Comunidad en aspectos productivos	Global	1.00	2,000	2,000.00
- Apoyo a la Comunidad en aspectos de mercado y transporte	Global	1.00	700	700.00
- Tratamiento de temas transversales	Global	1.00	700	700.00
- Material de escritorio	Años	2.00	500	1,000.00
- Seguros	Años	2.00	600	1,200.00
<b>Eventos de capacitación</b>				<b>21,150.00</b>
- Realización de talleres en diferentes temas	Eventos	12.00	400.00	4,800.00
- Realización de cursos en diferentes temas	Eventos	12.00	450.00	5,400.00
- Realización de seminarios en diferentes temas	Eventos	12.00	400.00	4,800.00
- Viajes de intercambio de experiencias	Viajes	1.00	2,500.00	2,500.00
- Implementación de parcelas demostrativas parte agrícola	Unidades	1.00	950.00	950.00



Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario (\$us)	Costo (\$us)
- Equipos y material didáctico	Global	1.00	1,600.00	1,600.00
- Material de escritorio y comunicaciones	Global	1.00	1,100.00	1,100.00
<b>Generación de productos</b>				<b>6,750.00</b>
- Estatutos y Reglamentos	Global	1.00	600.00	600.00
- Manual de O+M a nivel técnico	Global	1.00	600.00	600.00
- Manual de O+M A nivel de usuario	Global	1.00	600.00	600.00
- Documento consolidado de aportes	Global	1.00	700.00	700.00
- Manuales técnicos sobre temas productivos y otros	Global	1.00	600.00	600.00
- Cartillas informativas sobre diferentes temas	Global	1.00	600.00	600.00
- Material de escritorio	Global	1.00	350.00	350.00
- Equipamiento	Global	1.00	2,100.00	2,100.00
- Costos de impresión	Global	1.00	600.00	600.00
<b>Total</b>				<b>105,700.00</b>

Fuente: Elaboración propia sobre la base de las condiciones socioeconómicas locales

#### VI.4. PRESUPUESTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El asesoramiento referido a la operación y mantenimiento del sistema de la presa Quebrada Grande, será responsabilidad de un equipo técnico especializado, durante los dos primeros años, tiempo necesario en los que se apoyará la definición de:

- Operación de las obras de cabecera.
- Operación de la obra de toma.
- Operación y distribución del agua.
- Mantenimiento en todos sus niveles.
- Administración de los recursos.
- Servicios y su disponibilidad.

El detalle de los eventos a considerar dentro la gestión organizativa del proyecto se indica en el cuadro 4.6. Donde debe considerarse aspectos de elementos estimados para apoyar a su sostenibilidad a través de cursos-talleres, la elaboración de manuales en el ámbito técnico de la operación, mantenimiento y organización, y como apoyo a la toma de decisiones.

##### VI.4.1. Presupuesto de administración, operación y mantenimiento

El presupuesto necesario para las actividades de operación y mantenimiento de la infraestructura a construirse se muestra en el cuadro: IV.8 para los dos primeros años y en el cuadro: IV.8 para los restantes años.

**Cuadro VI.8**  
**Presupuesto de administración, operación y mantenimiento.**  
**Durante los dos primeros años de funcionamiento**  
**(Dólares americanos)**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Ingeniero Civil especialista en obras hidráulicas	Mes	12	1.500,00	18.000,00
Ingeniero Mecánico especialista en instalaciones hidromecánicas	Mes	6	1.500,00	9.000,00
Economista	Mes	2	1.500,00	3.000,00
Maquinaria y equipo (100 horas anuales)	Hora	50	50,00	2.500,00
Maquina de soldar, repuestos mecánicos	Glb	1	1.000,00	1.000,00
Limpieza anual (50 jornales)	Jornal	50	5,00	250,00
Reparación de las obras principales	Glb	1	500,00	500,00



Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Reparación de obras de arte	Glb	1	200,00	200,00
Papeles, fotocopias, fotografías	Glb	1	100,00	100,00
Costos de teléfono, fax, comunicaciones y arreglo oficina	Glb	1	100,00	100,00
<b>Total anual</b>				<b>34.650,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro VI.9**  
**Presupuesto de Administración, Operación y Mantenimiento.**  
**Durante los restantes años de funcionamiento del proyecto**  
**(Dólares americanos)**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Ingeniero Civil especialista en Obras hidráulicas (Tiempo Parcial)	Mes	2	1.500,00	3.000,00
Ing Mecánico esp. en Inst. Hidromecánicas (Tiempo parcial)	Mes	2	1.500,00	3.000,00
Economista (Tiempo parcial)	Mes	1	1.500,00	1.500,00
Técnico de Obras Civiles	Mes	3	500,00	1.500,00
Técnico de obras mecánicas	Mes	3	500,00	1.500,00
Técnico agrónomo	Mes	3	500,00	1.500,00
Maquinaria y equipo	Hora	10	50,00	500,00
Maquina de soldar, repuestos eléctricos y mecánicos	Glb	1	500,00	500,00
Limpieza anual	Jornal	50	5,00	250,00
Hormigón para reparación de las obras principales	Glb	1	500,00	500,00
Reparación de canales	Glb	1	200,00	200,00
Papeles, fotocopias, fotografías	Glb	1	100,00	100,00
Costos de teléfono, fax, comunicaciones y arreglo oficina	Glb	1	100,00	100,00
<b>Total anual</b>				<b>14.150,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**VI.5. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO**

El presupuesto detallado para la construcción del sistema de riego denominado Presa Quebrada Grande se muestra en **Anexo 4**.

**VI.6. ESTRUCTURA FINANCIERA**

En el cuadro: IV.9 se presenta la estructura del costo total del proyecto incluyendo las etapas de construcción, supervisión y acompañamiento.

**Cuadro VI.10**  
**Costo total proyecto de riego Presa Quebrada Grande**

Rubro	Fuente de Financiamiento	Costo (\$us)	Porcentaje
<b>Construcción de las obras</b>		<b>10,590,893.78</b>	<b>94.34</b>
Inversión	Prefectura de Tarija	10,590,893.78	94.34
<b>Costo Acompañamiento</b>		<b>105,700.00</b>	<b>0.94</b>
Acompañamiento	Gobiernos Municipales de Cercado y Uriondo	105,700.00	0.94
<b>Costo supervisión</b>		<b>529,544.69</b>	<b>4.72</b>
Supervisión	Gobiernos Municipales de Cercado y Uriondo	529,544.69	4.72
<b>Costo total</b>		<b>11,226,138.47</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia.



## **CAPITULO VII ESPECIFICACIONES TECNICAS**

### **VII.1. DISPOSICIONES GENERALES**

#### **VII.1.1.INTERPRETACIONES**

Las Especificaciones Técnicas indicadas a continuación son especificaciones generales, puesto que las especificaciones de cada uno de los ítems de la obra están adjuntos en el anexo correspondiente.

#### **VI.1.2. PROGRAMADO DETALLADO DE CONSTRUCCION**

Con anterioridad al inicio de los trabajos el Contratista deberá presentar un programa pormenorizado de construcción de las obras identificándose los diversos frentes de trabajo. Para las construcciones y otros trabajos que deban ejecutarse en las vías de acceso, el trabajo deberá organizarse de tal manera de evitar o minimizar los inconvenientes del tráfico vehicular y peatonal. Esta programación deberá considerar la ejecución de los diversos componentes del proyecto y tomar las previsiones para evitar interferencias, y deberá estar debidamente conciliado con el cronograma de los trabajos que deben ejecutar los comunarios como contraparte.

El programa detallado de trabajo será sometido a consideración de la empresa Supervisora de Obra para su aprobación lo cual no exime al Contratista su responsabilidad respecto a la adecuada planificación de las obras.

#### **VI.1.3. TERRENOS Y DERECHOS DE SERVIDUMBRE**

El contratante proporcionará los derechos necesarios para la utilización de los terrenos en los que las obras serán implementadas; sin embargo es responsabilidad del Contratista recabar de las autoridades pertinentes los permisos y en su caso, coordinar con las autoridades locales el cierre temporal de algunos caminos de acceso y de modificación del tráfico vehicular.

#### **VI.1.4. SEÑALIZACION ANUNCIANDO EL PROYECTO**

El Contratista deberá colocar dos letreros anunciando el proyecto según la leyenda, dimensiones y otras especificaciones a ser provistas por el Contratante. Estos letreros serán colocados en lugares visibles y que no afecten el tráfico vehicular, tránsito de peatones y la seguridad de las personas. El Contratista será responsable de obtener los permisos necesarios para la colocación de los letreros.

#### **VI.1.5. SEÑALIZACIONES DE SEGURIDAD**

El contratista deberá ejecutar la señalización necesaria para preservar bienes y servicios así como para garantizar la seguridad de las personas durante toda la etapa de construcción.



La señalización consistirá en letreros con suficiente visibilidad para el tráfico peatonal será preservado mediante barreras con cintas llamativas y/o señales visibles necesarias para anunciar precaución o peligro. Se deberá tener especial cuidado en la señalización nocturna, la misma que deberá ser lo suficientemente visible y segura, de tal manera que dure toda la noche y advierta a las personas de los peligros de la obra con la suficiente anticipación.

En lo posible, la entrada a cada propiedad colindante con la construcción deberá mantenerse libre en cada momento, a menos que el Contratante autorice su bloqueo por el tiempo absolutamente necesario para la construcción.

El Contratista es el único responsable por los daños que pudiera ocasionar a terceros.

#### **VI.1.6. APROVISIONAMIENTO DE AGUA**

El Contratista es responsable del aprovisionamiento de agua para cubrir las necesidades de la Obra. El Contratante y la empresa Supervisora de Obra, no garantizarán la cantidad y calidad de suministro de agua. En época de estiaje el suministro de agua a la población tiene preferencia ante las necesidades de la obra ejecutada por el Contratista.

#### **VI.1.7. ENERGIA ELECTRICA**

En caso de que el Contratista necesitara energía eléctrica para las obras, deberá informarse sobre la posibilidad de conexión existente y solicitar ante las autoridades competentes la autorización correspondiente.

El Contratista, instalará y proveerá todas las conexiones eléctricas necesarias para la ejecución del proyecto, debiendo éstas y el consumo que implican gastos económicos, correr por su cuenta.

#### **VI.1.8. PROTECCION Y REPARACIONES DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES**

El Contratista será responsable de proteger todas las instalaciones e infraestructura existentes en los sitios de las obras tales como: árboles, postes, cercos, letreros, señalizaciones, acueductos, tuberías de agua potable, alcantarillados, desagües pluviales, canales, cables eléctricos, cámaras, tuberías de gas, edificaciones y otros, de tal manera que no se afecten durante la construcción de las obras. En el caso de dañar cualquier elemento, éste deberá ser reparado o reemplazado de manera que quede en igual o mejores condiciones que las originales. El costo total de las medidas previsoras, así como de las reparaciones y reposiciones será cubierto íntegramente por el Contratista.

#### **VI.1.9. ELIMINACION DE OBSTRUCCIONES**

El Contratista deberá eliminar y derribar todas las estructuras y escombros y otros obstáculos de cualquier clase que no permitan la realización adecuada de las obras.

En los casos en que las obstrucciones fueran de tal tipo que el dueño no estuviera obligado a quitarlas, el Contratista deberá quitar, reparar y volver a colocar tales mejoras y correr con los gastos correspondientes.



#### **VI.1.10. LIMPIEZA**

El Contratista se encargará de la limpieza general de las construcciones y obras hasta su recepción provisional. Tan pronto se hubieran concluido las obras, el Contratista realizará todos los trabajos de habilitación de las vías y su limpieza. Bajo el término de limpieza se entiende también el retiro de la basura y escombros.

#### **VI.1.11. PLANOS DE LAS OBRAS "TAL COMO FUERON CONSTRUIDAS"**

El Contratista será responsable de preparar y suministrar al Contratante planos generales y de detalle de las obras "tal como fueron construidas" de todos los componentes del proyecto, debidamente aprobados por la empresa Supervisora de Obra. Estos planos deberán presentarse en forma detallada todos los elementos necesarios para describir las obras en la forma como se han construido e instalado, tales como planos de ubicación, planta y perfil, cortes, secciones y detalles constructivos, dimensiones, cotas y otros, en las escalas adecuadas.

Para las obras civiles e instalaciones se deberá entregar los planos conforme a ejecución una vez concluidas las obras.

A tal efecto, el Contratante suministrará un juego "de segundo original" de los planos de proyecto, para que sobre éste el Contratista dibuje "como construido".

Estos planos deberán tener la fecha de actualización como construida, indicar "plano como construido" y el nombre y firma del Supervisor de Obra, del Director de Obra y del personal técnico del Contratista que efectuó la actualización.

#### **VI.1.12. NORMAS PARTICULARES DE MEDICION**

Para el caso de los ítems involucrados, como el tendido de tuberías para la conducción de agua y la construcción de canales cualquiera sea su tipo, el pago se autorizará únicamente por tramo totalmente terminado. Es decir que los ítems de replanteo, excavación de zanjas, relleno, y construcción del canal o tendido de tubería y prueba se pagarán solo cuando en un determinado tramo se hayan concluido con la totalidad de estos ítems, dejando el terreno en el mismo o mejor estado del que se encontraban previo a la ejecución de los trabajos.



## CAPITULO VIII EVALUACION DEL PROYECTO

### VIII.1. FACTIBILIDAD PRIVADA Y SOCIECONOMICA

#### VIII.1.1. Análisis Financiero y Económico

El análisis económico y financiero parte de la realización de un flujo de caja que permite identificar las categorías de costos y beneficios de los diferentes componentes del proyecto para cada año de operación que proporciona la información sobre ingresos y gastos esperados por año. Por otra parte, permite determinar el período que cubre el análisis (en este caso se ha realizado el análisis para un período de 25 años).

Los cálculos económico-financieros se detallan en el **Anexo 5**, el mismo que se resume en los indicadores que se consignan en el cuadro: VIII.1.

**Cuadro: VIII.1**  
**Evaluación económica y financiera**

Indicador	Costo (\$us)
Costo Total Proyecto (inversión, supervisión y acompañamiento)	11,226,138.47
TIR <sub>f</sub>	15.6%
VAN <sub>f</sub> (12.81%)	1,869,361.24
TIR <sub>e</sub>	14.8%
VAN <sub>e</sub> (12.67%)	1,640,807.70

*Fuente: Elaboración propia.*

Como podemos observar en el cuadro VIII.1 el proyecto es rentable tanto desde el punto de vista privado como socioeconómico.

### VIII.2. FACTIBILIDAD SOCIAL

#### VIII.2.1. Criterios Socioeconómicos y Culturales

Como se ha visto en la descripción de las características socioeconómicas del proyecto, el mismo que al ser un proyecto de riego, esta previsto beneficiar a los agricultores de las comunidades de Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud.

Los beneficiarios del sistema de riego para su actividad agrícola, se trata de agricultores con ingresos económicos insuficientes para lograr calidad de vida adecuada y poder tener un desarrollo social adecuado como comunidad.

El proyecto fundamentalmente está dirigido al mejoramiento de la productividad a través de la dotación de un riego permanente para diversificación de las actividades de cada uno de los agricultores, éste les va a permitir contar con un mayor ingreso económico en cuanto a comercialización, pero también se verán en la necesidad de una mayor contratación de mano de obra en época de cosecha, por lo que se generará empleo temporal para los



mismos comunarios y para inmigrantes temporales, en todo el proceso de los cultivos en general. Una mayor producción, probablemente genere actividades complementarias que active la economía de la población.

Los efectos socioculturales del proyecto se observarán en la mejora del nivel de vida de los usuarios, incremento de sus ingresos y los beneficios colaterales que la comunidad percibirá a través del desarrollo económico de la zona, además podrán recibir cursos específicos destinados a la capacitación en mejoramiento de técnicas de producción agrícola, y en el uso racional de los recursos agua y tierra.

Los efectos en la gestión y organización de los usuarios, se verán modificados y deberán adecuarse a las nuevas necesidades que les permitirá generar una instancia de desarrollo participativo y autogestionario a través de la Organización de la comunidad beneficiaria, con la participación de hombres y mujeres. Entre las actividades a desarrollar para solucionar estos cambios a presentarse, podemos indicar los siguientes:

- Hacer la entrega agua de riego para la comunidad de Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, durante el tiempo requerido, en forma equitativa y oportuna, en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de agua de los cultivos.
- Mantener las diferentes estructuras instaladas del sistema, para garantizar el funcionamiento a través de la vida económica del proyecto.
- Adiestramiento de los recursos humanos a través de la capacitación; de este adiestramiento depende en gran medida el éxito de la gestión del sistema.
- Protección de los derechos de agua tanto de todo el sistema, con respecto a otras comunidades, como de cada sector y parcela.

### VIII.3. FACTIBILIDAD AMBIENTAL

- **Efectos de la infraestructura en las condiciones ambientales**

La infraestructura de la presa de regulación no tendrá ningún efecto desfavorable en las condiciones ambientales, puesto que permitirá tener un caudal mínimo de estiaje en la Quebrada Grande, siendo que actualmente este caudal medio de estiaje es menor en 50% del tiempo, además que permitirá atenuar las crecidas máximas del río que causa estragos fundamentalmente aguas abajo, a los habitantes cercanos al cauce de la Quebrada.

- **Impactos adversos significativos en la gestión del sistema**

En la gestión del agua, no se podrá observar ningún impacto adverso significativo, ya que, por una parte el agua destinada al riego, es de una calidad inmejorable que no podrá alterar las condiciones naturales del suelo, por otra parte mediante la capacitación de los usuarios se optimizará el uso del recurso hídrico que será regulado, de modo que se tendrá un manejo y conservación racional del recurso suelo y agua.

- **Evaluación de impactos ambientales en el desarrollo del proyecto**

Los impactos ambientales del proyecto, de acuerdo a lo que se acaba de indicar, no ofrecerán alteraciones significativas de ninguna índole, manteniéndose así, en las mismas condiciones ambientales antes de implementarse el proyecto.



Sin embargo podrá verse una mejora en el área a incrementarse bajo riego, puesto que estos nuevos terrenos estarán ocupados por nuevos cultivos, con lo que podrá obtenerse un microclima favorable en dicha zona.

#### **VIII.4. SUPUESTOS Y RIESGOS IMPLICADOS**

- **Supuestos relevantes para el logro de los resultados y del objetivo del proyecto**

Para el logro de los resultados, los supuestos elementos que se consideran son:

- a) La empresa contratista es una empresa boliviana, empresa que contará con precios unitarios esperados durante la etapa de construcción.
- b) La entidad financiera desembolsa los recursos oportunamente.

Para el logro del objetivo, los supuestos relevantes a tener en cuenta son:

- a) Los precios de los materiales, maquinaria y equipo no sufren alteraciones considerables.
- b) La estrategia para el asesoramiento en operación, mantenimiento y desarrollo agrícola, se cumple de acuerdo a lo previsto.
- c) Los rendimientos agrícolas estimados alcanzan los niveles esperados.
- d) La operación y mantenimiento de las obras hidráulicas es realizada de acuerdo las recomendaciones previstas para obras de la magnitud del presente proyecto.

- **Evaluación de riesgos (supuestos críticos, para el logro del objetivo del proyecto)**

En realidad no se tienen riesgos significativos para la mayoría de los factores relacionados con la ejecución de las obras, puesto que los precios de cada uno de los ítems son los previstos en el mercado boliviano.

Situación similar se ha desarrollado el cálculo de los beneficios esperados por venta de los productos agrícolas puesto que los valores asumidos son valores del mercado local, siendo los mismos menores con relación a otros departamentos y menores en relación a los países vecinos.

#### **VIII.5. EVALUACION GENERAL DEL PROYECTO – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL ESTUDIO**

##### **Evaluación y ponderación del proyecto en su conjunto y propuesta toma de decisiones**

El proyecto de modo general responde adecuadamente a los criterios económicos y financieros; asimismo, responde a los criterios socio - económicos porque permitirá generar actividad económica importante para la comunidades de Laderas Norte, Laderas Centro y Laderas Sud, principalmente, así como a inmigrantes temporales para el sistema de producción agrícola previsto, a más de asegurar la subsistencia y el acceso al mercado, los efectos socio - culturales también se verán favorecidos puesto que los beneficiarios a través de los cursos de capacitación sobre las técnicas adecuadas para el desarrollo agrícola, estarán en condiciones de mejorar su organización y la participación en el desarrollo productivo en la zona, y mejorar la productividad de la actividad agrícola.



La gestión y organización de los usuarios del sistema de riego a crearse, mejorará sustancialmente también a través de la capacitación, lográndose optimizar el uso del agua y del suelo y realizar los debidos mantenimientos del sistema de riego oportunamente de modo que las obras hidráulicas tengan una duración igual o mayor al número de años del horizonte del proyecto considerado.

Por último el proyecto responde favorablemente a los criterios medio ambientales, puesto que la infraestructura de regulación mediante una presa no tiene efectos desfavorables en las condiciones ambientales, y en la gestión del sistema no se tendrán impactos adversos de ninguna índole (en razón de que la calidad de las aguas no presenta riesgos en su uso, y con la capacitación se podrá hacer un uso racional del suelo y el agua).