



1. **RESUMEN**

1.1. **Nombre del proyecto, localización, clasificación sectorial, componentes del proyecto, fase que postula, entidad promotora, ejecutora y operadora**

1.1.1. *Nombre del Proyecto*

Estudio Integral Técnico Económico Social y Ambiental TESA: "Sistema de Microriego Presurizado Suaruro"

1.1.2. *Localización*

El proyecto esta localizado en la Comunidad de Suaruro, perteneciente al Distrito 1 del Municipio de Entre Ríos, Primera Sección de la Provincia O'connor del Departamento de Tarija.

1.1.3. *Clasificación Sectorial*

Sector: Agropecuario

Subsector: Agrícola

Tipo de Proyecto: Microriego

1.1.4. *Componentes del Proyecto*

- Infraestructura

1.1.5. *Fase a la que Postula*

Ejecución

1.1.6. *Entidad Promotora, Ejecutora y Operadora*

➤ *Entidad Promotora*

Gobierno Municipal de Entre Ríos

➤ *Entidad Ejecutora*

PRONAREC

Gobierno Municipal de Entre Ríos



Comunidad Beneficiaria

➤ *Entidad Operadora*

Comité de Microriego del Proyecto

Beneficiarios de la Comunidad de Suaruro

1.2. Problema a Solucionar

- ✓ La comunidad de **Suaruro** de vocación agrícola y pecuaria, con características agroecológicas y con una potencialidad en recursos hídricos, edáficos, humanos y con disponibilidad de recursos naturales necesarios para la producción agropecuaria, constituye un potencial productivo para la provincia O'Connor.
- ✓ La comunidad cuenta en la actualidad con subsistemas de riego, donde las obras de captación son precarias, canales de conducción de tierra, estos canales presentan problemas por que en todo el recorrido del canal hay filtraciones especialmente en los cruces de las quebradas, donde los pasos son precarios con palos y piedras, en estos lugares existen bastantes pérdidas de agua. La derivación a los canales secundarios es de forma tradicional con piedras y barro donde se ven muchas filtraciones.
- ✓ La pérdida de agua hace que en el recorrido del canal hacia abajo no llegue la suficiente agua, o en el peor de los casos que no llegue nada de este líquido elemento para el riego de los cultivos; por tanto se requiere hacer una infraestructura adecuada para que el agua sea aprovechada por las familias campesinas, para poder mejorar las áreas de cultivo y les ayudaría a resolver este problema.

1.3. Justificación

Las actuales acequias de riego benefician a 21 familias, con una superficie de 16 ha, estos subsistemas presentan deficiencias en su conducción, distribución del agua, lo cual no permite incrementar mayor superficie de riego aguas debajo de los diferentes



subsistemas actuales; de esta manera no se puede regar y aprovechar más cantidad de suelo apto para la agricultura y riego.

Existen recursos hídricos que no están siendo captados eficientemente y por otro lado existe un potencial agrícola, que no puede ser activado por que no se dispone del recurso agua, lo que se constituye en una limitante para que las familias campesinas puedan generar mayores ingresos y por consiguiente mejorar la calidad de vida en la comunidad.

Con la implementación del proyecto de microriego se pretende incrementar la oferta de agua, mediante la construcción de una obra principal, aducción y conducción por tubería para reducir las pérdidas por conducción y la construcción de obras de arte complementarias. Asimismo, el proyecto plantea incrementar **100.57** ha con riego a gravedad y **113.78** ha con riego tecnificado, bajo riego permanente diversificando la producción agrícola y favoreciendo a **21** familias, velar por el manejo racional y sostenible de los suelos, a través de una adecuada rotación de cultivos, incorporación de especies y variedades adaptadas a la zona, prácticas agronómicas que permitan mantener la fertilidad del suelo (uso de abonos orgánicos).

1.4. Objetivos, alcance o metas del proyecto

a. Objetivo general

El objetivo principal del proyecto es: Coadyuvar a mejorar la calidad de vida de las familias campesinas de la comunidad de **Suaruro**, mediante el incremento de sus ingresos económicos provenientes de la producción agrícola, a través de la implementación de infraestructura de riego presurizado.

b. Objetivos específicos

- ✓ Crear condiciones de almacenamiento para asegurar la oferta de agua para riego presurizado, mejorar las condiciones de captación, conducción y distribución de agua, incrementando de esta manera la eficiencia del sistema.
- ✓ Optimizar el uso de los recursos hídricos de la zona con la implementación de infraestructura de riego presurizado.



- ✓ Dotar de riego permanente y seguro (riego óptimo) a 64 ha, durante el año agrícola.
- ✓ Beneficiar a 21 familias de manera directa.
- ✓ Mejorar los rendimientos de los cultivos bajo riego, a través de la aplicación de técnicas de riego a gravedad mejorado y presurizado.
- ✓ Fortalecer las organizaciones comunales del ámbito del proyecto.

c. Metas

- ✓ Una obra de toma, tipo presa derivadora, de 21.00 metros de longitud.
- ✓ Una Cámara de Carga y desarenadora.
- ✓ Una aducción principal con 4.89910 Km de tendido de Tubería de los cuales 4.00 km serán con tubería de PVC y 0.8991 Km con Tubo Negro.
- ✓ Un canal de aducción principal de hormigón Ciclópeo, se sección rectangular con capacidad para transportar 35 l/s.
- ✓ 1 puentes de Hormigón Armado.
- ✓ 3 Puentes Colgantes.
- ✓ 21 familias de la comunidad son capacitadas en operación, mantenimiento, administración y asistencia técnica durante la etapa de ejecución del proyecto.
- ✓ 28 cámaras de distribución.
- ✓ 28 cámaras para los cabezales.
- ✓ 4 equipos móviles de riego aspersión.
- ✓ 4 equipos móviles de riego a goteo.

d. Población Beneficiaria

La población beneficiaria constituyen todas las familias regantes de la comunidad de Suaruro, que alcanza a un total de 21 familias.



1.5. Costo del Proyecto y fuentes de financiamiento

1.5.1. Costos de Inversión

Los costos de inversión para la ejecución del proyecto se detalla a continuación:

Cuadro 1: Resumen de la Inversión

Nº	DESCRIPCION	MONTO Bs	MONTO \$us.	%
I	PRESUPUESTO DE INFRAESTRUCTURA	1 612 824.31	228 122.25	100.00

Fuente: Datos de Evaluación

* Alternativa elegida

El costo de indemnización, no está siendo considerado con el proyecto, tomando en cuenta que existe aceptación total para la construcción del sistema de microriego, no es necesario aplicar costos de indemnización.

Los costos de mitigación ambiental, son considerados en los estudios ambientales de acuerdo a la categorización respectiva, el cual se detalla en la sección Anexos (Estudio Ambiental).

1.5.2. Fuentes de Financiamiento

Las posibles fuentes de financiamiento son:

Cuadro 2: Fuentes de Financiamiento

DESCRIPCION	MONTO Bs	MONTO \$us.	Porcentaje de Aporte (%)
I INFRAESTRUCTURA	1 612 824.31	228 122.25	100.00
PRONADDEC	1 128 977.02	159 685.58	70.00
Gobierno Municipal de Entre Ríos	352 079.55	49 799.09	21.83
Aporte comunal	131 767.75	18 637.59	8.17

Fuente: Datos de Evaluación



1.6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Después de todo el análisis realizado del proyecto a nivel de diseño final, se concluye y recomienda lo siguiente:

1.6.1. Conclusiones

- ✓ El proyecto "Sistema de Microriego Presurizado Suaruro", es viable desde el punto de vista técnico, social y económico, ya que se cuenta con todos los recursos necesarios (hídricos, edáficos y humanos) para la implementación y posterior funcionamiento del mismo.
- ✓ Con respecto a lo social e institucional, se puede indicar que la construcción del sistema de riego cuenta con el respaldo y acuerdo de todos los beneficiarios y entidades públicas, demostrando el interés y la capacidad de realizar trabajos comunitarios, por lo que se considera factible socialmente.
- ✓ El proyecto considera la ampliación de la superficie cultivada con riego siendo el área incremental de 113.78 ha. aplicando riego por aspersión y goteo.
- ✓ Se generarán importantes incrementos en la producción y en el ingreso familiar.

1.6.2. Recomendaciones

- ✓ La Evaluación tanto técnica, como económica, arrojan resultados que permiten indicar que el proyecto es técnicamente viable y económicamente factible. Por lo que se recomienda pasar a la fase de ejecución inmediata del mismo.
- ✓ Es muy recomendable hacer sistemas de riego a goteo o aspersión, en lugares donde no existe suficiente cantidad de agua para satisfacer las necesidades de riego.
- ✓ Para un buen funcionamiento de este tipo de sistemas es necesario, hacer un diseño paralelo de riego parcelario por surcos, hasta que los comunarios se habitúen a regar con presurizado.



2. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROYECTO.

2.1. Identificación de problemas, potencialidades y justificación del proyecto.

2.1.1. Identificación de problemas.

En la actualidad el área de influencia cuenta con sistemas de riego que han sido construidos por los mismos comunarios, estas acequias de tierra, y obras de toma sencillas, las cuales solo funcionan en ciertos periodos del año, ya que en épocas de lluvia son dañadas por las crecidas del río Suaruro.

Los sistemas de riego en estas comunidades son todavía rudimentarios y de baja eficiencia, contando mayormente con canales de tierra.

La eficiencia del sistema de riego es baja, por la conducción por los canales de tierra compactada y por aplicar el agua con métodos de riego por inundación y/o surcos en parcela.

En las épocas más críticas (septiembre a noviembre y marzo a mayo) no se cuenta con un caudal apropiado para cubrir el requerimiento de los cultivos.

Existe una baja producción agrícola a causa de la escasez y el mal manejo del agua en la región, y grandes terrenos en descanso.

2.1.2. Potencialidades.

Los principales cultivos agrícolas que se desarrollan en la zona son: cítricos, durazneros, arveja, maíz, hortalizas menores, etc. Esta es una zona que tiene un gran potencial agrícola que está siendo desaprovechado, a consecuencia de que no existe un sistema de riego que garantice su funcionalidad durante todo el año.

2.1.3. Justificación del proyecto.

A través de recorridos conjuntos se logró observar que la comunidad de Suaruro posee una importante cantidad de tierras, aptas para riego y producción agropecuaria, que ante el deficiente aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles con fines de riego, la producción que obtienen en esta comunidad no es la adecuada.

Los sistemas de riego existentes en la zona han sido construidos por los mismos comunarios, estas obras son rudimentarias y sufren daños en cada crecida del río, por lo tanto solo funcionan ciertos periodos del año.

Para la siembra grande, se tiene una productividad marginal ya que existe la presencia de riesgos de pérdida de las cosechas por la irregularidad de las precipitaciones, puesto que en estas épocas los sistemas de riego no se encuentran en funcionamiento por el daño que ocasionan las crecidas del río.

Los comunarios comentan que tiempos atrás, en la zona existía mucha producción de cítricos que en la actualidad se ha reducido considerablemente, debido a las sequías que afectan a nuestro departamento en los últimos años.

Como se puede observar, en esta zona un sistema de riego es de vital importancia, para mejorar la calidad de vida de los comunarios, es una necesidad urgente para que la zona recupere y mejore su actividad agrícola.

2.2. Ubicación del área del Proyecto.

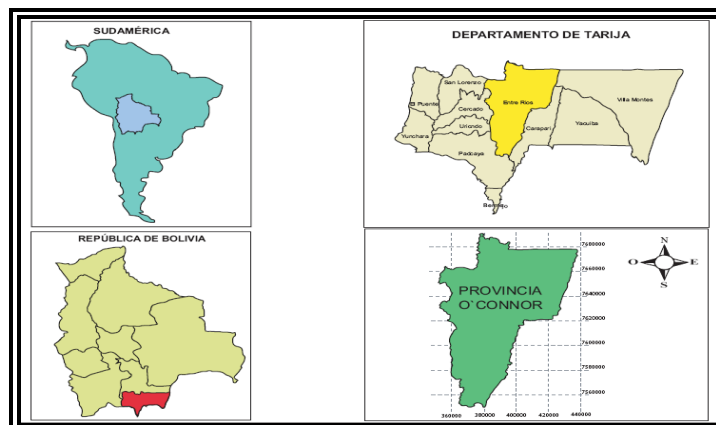
La comunidad de Suaruro se encuentra ubicada, en el municipio de Entre Ríos, de la provincia O'Connor del departamento de Tarija.

Para llegar a este sitio de proyecto se debe ir de Entre Ríos por el camino al chaco hasta el cruce de Cañadas, luego se debe ingresar por el camino comunal hacia el sur hasta llegar a Suaruro y posteriormente a trancas. El tiempo necesario para llegar al sitio de proyecto desde Entre Ríos es de 1 hora con 45 minutos aproximadamente.

Coordenadas:

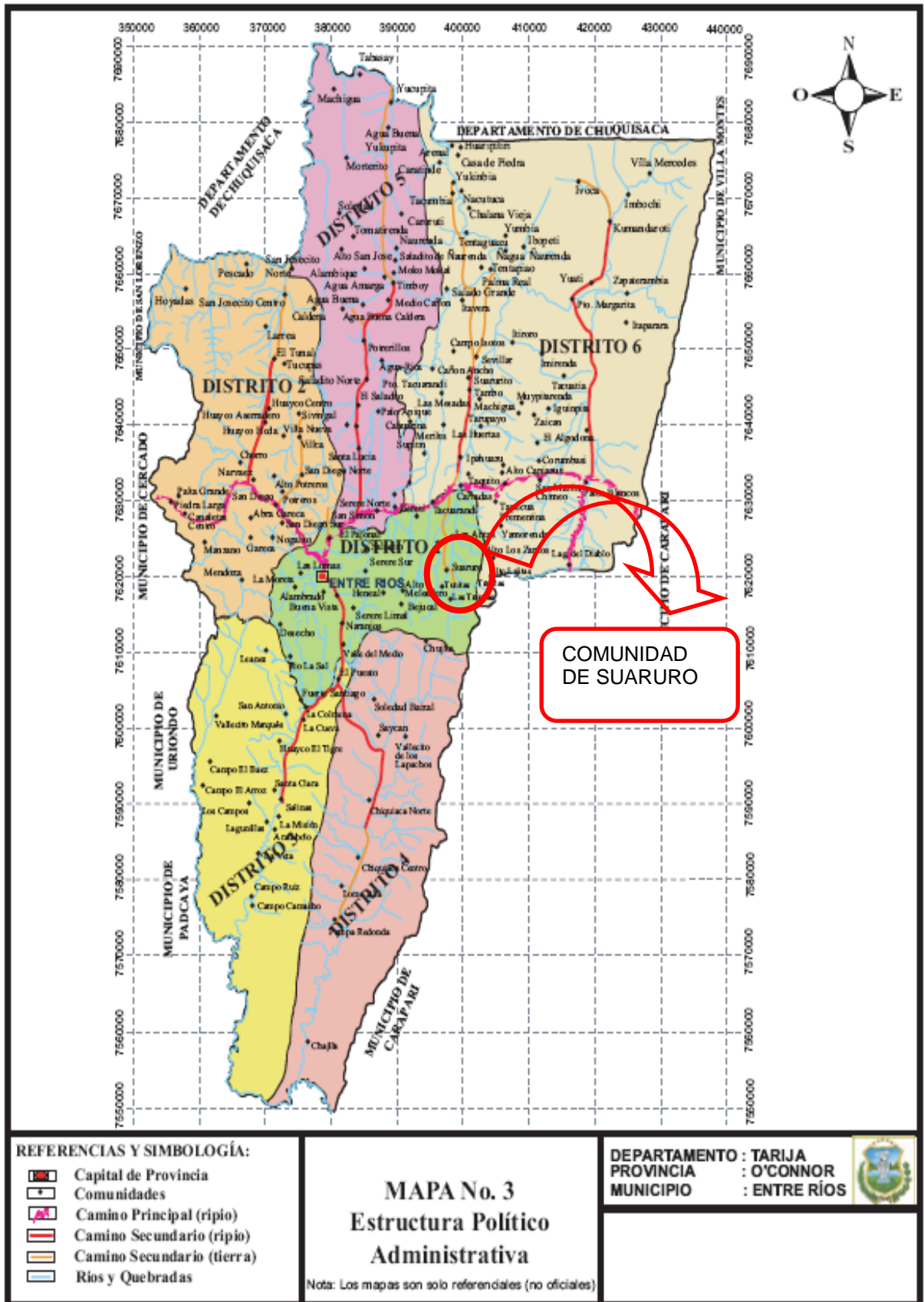
- Latitud sur 21° 32' 59,2"
- Longitud este 63° 58' 51,2"
- Altura 1262 msnm

Croquis.

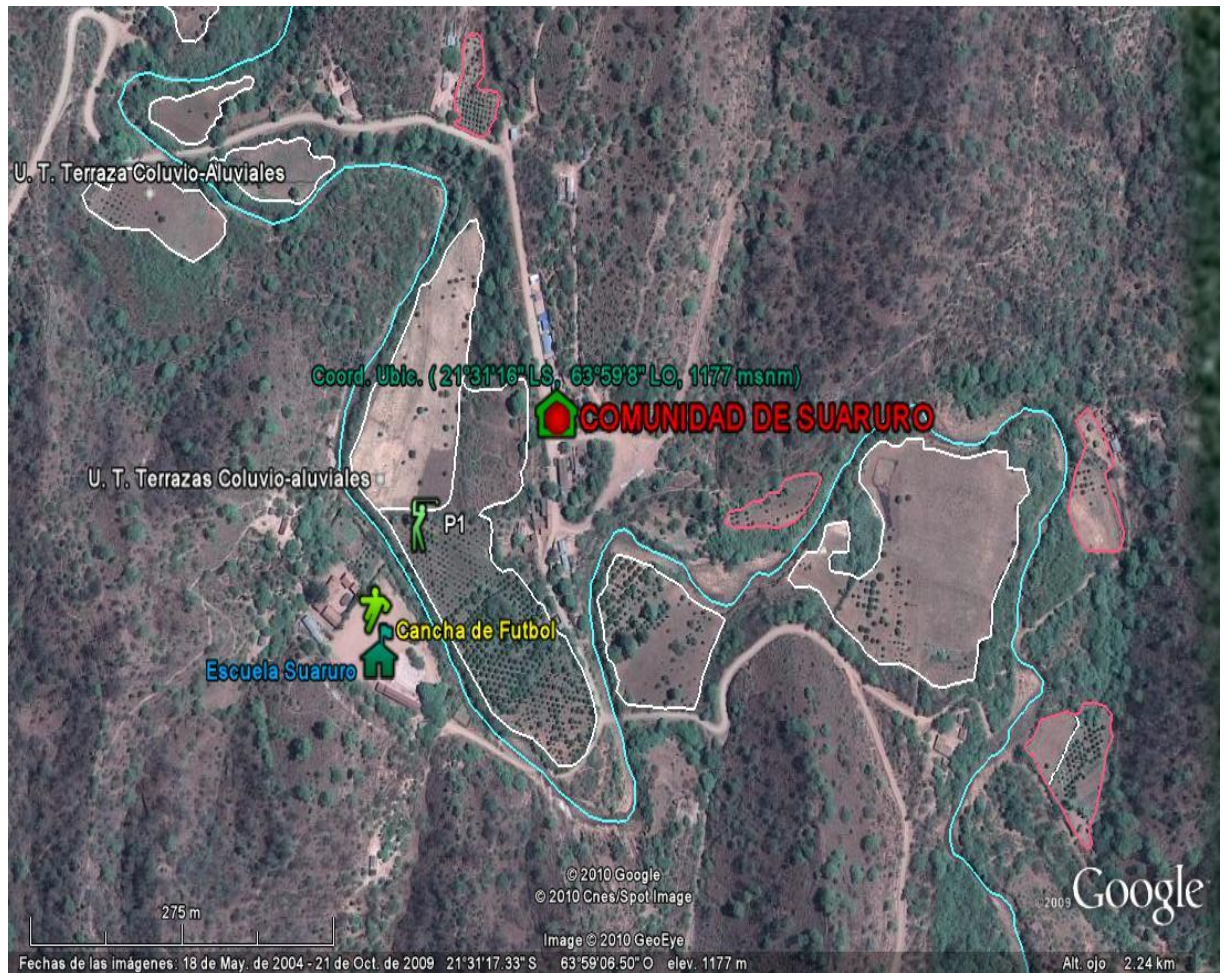




CONVENIO GTZ - PROAGRO CHACO
 "ESTUDIO INTEGRAL TESA SISTEMA MICRORIEGO PRESURIZADO SUARURO"



Mapa del Lugar



2.3. Características de la cuenca de aprovechamiento.

2.3.1. Datos Generales

La cuenca del río Trancas en la que desemboca la **río de Suaruro**, está ubicado en el departamento de Tarija al sur de Bolivia entre $21^{\circ} 32' 59.2''$ de Latitud Sur y $63^{\circ} 58' 51.2''$ de Longitud Oeste, a una altura promedio de 1262 msnm.

La región de estudio cuenta con un sistema hidrográfico pequeño que se caracteriza por presentar una configuración de pendientes muy pronunciadas. La Obra de Toma se encuentra sobre el río **Trancas a 1262 m.s.n.m.**, la obra de toma se encuentra en el límite de Trancas con **Suaruro**, donde termina la comunidad de Trancas. La cuenca



del río Trancas nace en la serranía de **Suaruro** y toma el nombre del río Trancas, este río se caracteriza por no ser permanente en diferentes años.

El río Trancas tiene más afluentes a lo largo de su recorrido hasta desembocar en el río **Suaruro**.

2.3.2. Características Biofísicas

2.3.2.1. Fisiografía

2.3.2.1.1. Parámetros de Forma de la Cuenca

La cuenca de aporte del río Suaruro presenta las siguientes características morfológicas:

Cuadro: Parámetros Característicos Cuenca Suaruro

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	32.165
Perímetro (Km)	P	23.8
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	9.48
Desnivel (m)	DH	350
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	1210
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	1560
Índice de Compacidad	$I_p = 0.282094791 \frac{P}{\sqrt{A}}$	1.18
Factor de Forma	$K_f = \frac{A}{L_p^2}$	0.36
Pendiente Relativa	$IR = \sqrt{\frac{\Delta H}{1000L_p}}$	0.19
Alejamiento Medio	$A_m = \frac{L_p}{\sqrt{A}}$	1.67
Pendiente media del río		3.69%
Densidad de Drenaje (Km/Km ²)	$D = \frac{L_p}{A}$	0.295



2.3.2.2. Uso Actual del Suelo

Las tierras de mayor valor agrícola y con regadío están ubicadas en la zona coluvio-aluvial y en menor escala en los pies de montes, donde se cultiva a secano y se practica una agricultura de subsistencia.

Un análisis de la sub-cuenca de aprovechamiento de los recursos hídricos y por uso de la tierra indica mayor superficie cultivada en la zona de **Suaruro**, estos suelos son generalmente de origen coluvio-aluvial y de origen coluvial, fácilmente erosionables.

La mayoría de las tierras se riegan con agua proveniente del río Suaruro y en menor proporción se riega con agua procedente de las quebradas menores, vertientes.

2.3.2.3. Cobertura

Según las características de la composición florística de la zona de influencia del proyecto se encuentran los siguientes tipos de vegetación: **Bosque ralo, Xeromorfico deciduo por sequía submontano** y Aéreas agrícolas y pasturas.

Bosque ralo, Xeromorfico deciduo por sequía submontano

En el estrato arbóreo son representativas las especies *Cordia tricótoma* (Vell.) Arrab. ex.Steudel (afata, lanza amarilla, mindiola); *Prosopis alba* Griseb. (algarrobo blanco), *Caesalpinia paraguariensis* Burkart (algarrobilla, guayacán), los arbustos se hallan representados por *Ruprechtia sp.* (moradillo, duraznillo morado), *Mimozyanthus sp.* (iscallante), entre las gramíneas son más abundantes *Setaria geniculata* (L.) P.Beauv. (cola de zorro), *Pseudechinolaena sp.* (Pasto monteño) y otras que forman la composición botánica de la unidad.

Áreas agrícolas y pasturas (sembradas y de sucesión secundaria)

Con esta denominación se agrupa a las áreas alteradas por la actividad agrícola y ganadera y otras, en la zona de trabajo, se localizan en paisaje de terrazas, piedemontes y en algunos casos en parte de serranías de la comunidad de Suaruro, donde existe los mejores suelos, con aptitud para usos agrícolas a secano y a riego principalmente de maíz, maní, papa, algunas hortalizas y algunos frutales como cítricos. También se tiene pastizales y arbustales secundarios como resultado de la sucesión en los terrenos en descanso y abandonados recubiertos actualmente con



especies nativas como *Baccharis dracunculifolia* De Candolle (thola cerreña, thola), *Vernonia sp.4* (lapa lapa, tallos cuadrangulares) y otras.

2.3.2.4. Características Socioeconómicas.

La existencia de diferentes pisos ecológicos, unidades climáticas y ambientes homogéneos de producción en la sub-cuenca, permiten una diversidad considerable de cultivos, tales como hortalizas, frutales, tubérculos y raíces, dependiendo de la ubicación en la sub-cuenca y la disponibilidad de riego.

Entre las hortalizas y leguminosas que son producidas en la sub-cuenca, en orden de importancia según la superficie cultivada, se encuentra maíz, papa, cebolla y maní.

La producción global de productos básicos de la cuenca como son el maíz, y la papa, en relación a la población, cubre el 20 % de la demanda (PERTT-GTZ -1988); es decir, la producción no autoabastece la demanda actual en alimentos de los pobladores de la sub-cuenca.

Si analizamos la producción, en diferentes unidades climáticas consideradas observamos que existe una mayor producción en la unidad con clima semiárido correspondiente a la parte media y baja de la sub-cuenca, principalmente las zonas con riego, ubicadas a ambos márgenes de la comunidad de **Suaruro**. La producción en estas comunidades además de servir para el consumo familiar, es comercializada fuera de la sub-cuenca en volúmenes bajos, como es la producción de Cítricos y Maíz.

Una de las razones por las cuales el agricultor cambia de variedad es debido a que su propia semilla ha perdido productividad y se ha observado o ha escuchado de las ventajas comparativas en producción de las nuevas variedades introducidas en los ensayos experimentales o en las parcelas demostrativas.

Un análisis global de la cuenca permite diferenciar dos épocas de siembra en los cultivos anuales denominados como **“miska” o siembra de invierno, y la siembra tardía o siembra grande**, que se le realiza con las primeras lluvias.

Solamente se puede sembrar en los dos periodos mencionados en las comunidades que disponen de agua para riego y con mejores condiciones climáticas.

2.4. Condiciones socioeconómicas de los beneficiarios.

2.4.1. Comunidad involucrada en el proyecto

La comunidad involucrada con el proyecto de microriego presurizado es **Suaruro**.

2.4.2. Población beneficiaria del proyecto

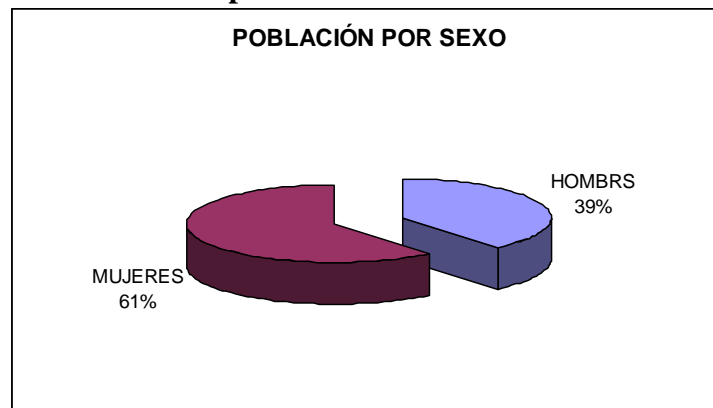
El proyecto beneficiará es de 21 familias.

CUADRO: Población por sexo comunidad

HOMBRS	%	MUJERES	%
31	38,75	49	61,25

Fuente: Elaboración propia en base a Encuestas de campo

Grafico: Población por Sexo Comunidad de Suaruro



Se puede observar del Cuadro mostrado que aproximadamente el 39 % de la población son varones y 61 % de población son mujeres

2.4.2.1. Estabilidad poblacional emigración – inmigración

El movimiento migratorio humano se define “Como desplazamiento de un individuo de un lugar a otro” pudiendo clasificarse en definitivo y temporal.

2.4.2.1.1. Emigración

En la provincia O’connor se evidencian dos tipos de migración: la migración definitiva y la temporal.



La migración temporal identifica a los pobladores que por falta de riego y caminos adecuados imposibilitan las oportunidades de trabajo, lo que a su vez conlleva inseguridad alimentaria por falta de ingresos, emigran temporalmente entre los meses de mayo a noviembre principalmente a Entre Ríos, Yacuiba y al Norte Argentino.

Las personas que migran constituyen generalmente la mano de obra no calificada que van a cubrir los trabajos más pesados que existen en los lugares de destino, como ser de peones en el norte argentino y de empleadas domésticas en el caso de las mujeres.

Otra causa de la migración temporal es también por motivos de estudio, esto se da por la juventud que con la esperanza de un mejor futuro, busca su superación a través de su capacitación intelectual, optando por concluir con los estudios superiores ingresando a la universidad, migrando especialmente a la capital departamental para lograr tal objetivo. Según conversaciones con los comunarios de Suaruro se evidenció que es la gente joven la que se traslada a centros de mayor actividad económica del interior del país en busca de fuentes de trabajo o centros de educación superior (principalmente a la ciudad de Tarija) y que las personas mayores a 50 años ya no migran, siendo estas personas las que se dedican a tiempo completo a la actividad agrícola principalmente.

Cabe aclarar que la mayoría de las personas jóvenes que emigran, lo hace de manera temporal y que generalmente regresan a la comunidad para las épocas más pesadas de la producción agrícola (siembra y cosecha)

2.4.2.2. Índice de Crecimiento Poblacional

Recurriendo a los datos del CNPV INE 2001 se obtiene que el índice de crecimiento poblacional de la primera sección de la provincia O'Connor (Entre ríos) es de 1.13% que difiere del total registrado en la provincia O'Connor de 1.97%. Si analizamos las condiciones socioeconómicas de la zona de proyecto de acuerdo a la información obtenida en la comunidad en la comunidad se ha registrado el crecimiento poblacional especialmente de aquellas personas que han contraído matrimonio en la comunidad y han formado su propia familia.



Con las nuevas políticas tanto departamentales como nacionales de activación y apoyo al sector productivo y de mejoramiento de las carreteras y caminos de acceso vecinales se tiene proyectado próximamente la ejecución de proyectos de gran impacto para la región lo que incentivará el crecimiento poblacional en la comunidad de **Suaruro**.

Por lo tanto, se considerará un crecimiento poblacional igual al registrado en la primera sección de la provincia O'Connor de 1.13%.

2.4.2.3. Composición Familiar

Según el levantamiento de datos, las familias de la **zona de Suaruro** están compuestas por un promedio de 4 miembros por familia entre mujeres y hombres, que es un parámetro que está muy aproximado con la media municipal y departamental que es de 4.4 a 4.3 miembros por familia respectivamente, según el diagnóstico territorial del municipio de Entre Ríos, elaborado en base a CNPV-2001 (INE).

2.4.2.4. Población Económicamente Activa (PEA)

La principal actividad en la comunidad es la agropecuaria, dentro de ésta se destaca la agricultura y ganadería. Es importante relevar que las mujeres participan de manera activa en las tareas agrícolas. Los niños sin distinción de sexo participan en ambas actividades y algunos casos lo hacen desde muy temprana edad aunque está participación es muy variable durante el periodo de actividades escolares, sin embargo es más frecuente a partir de los 15 años que empiezan a ganar un jornal de trabajo.

La **Población Económicamente activa**, como se indicó la población beneficiaria del proyecto, se encuentra entre los 25 - 69 años, la misma representa un 50.70 % de la población total.

2.4.2.4.1. Lenguaje de la Población

En función a las encuestas realizadas, en la comunidad de **Suaruro**, para el análisis socioeconómico, se ha podido evidenciar que el 100%, de la comunidad, habla en su totalidad el castellano.



2.4.2.5. Índice de Pobreza

En el área del proyecto, las familias cuentan con escasos recursos económicos para la realización de los trabajos agrícolas, puesto que los recursos que perciben por concepto del uso de la tierra solo alcanzan para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, educación y otros, no siendo posible invertir en el mejoramiento de sus sistemas de producción, siendo necesario darle una impulso institucional para revertir esta situación. Es decir que existen bajos niveles de ingresos per cápita en la mayor parte de la población del área y consecuentemente se produce una alta tasa de migración hacia los centros poblados, la república Argentina, Yacuiba u otros.

La pobreza está asociada a un estado de necesidad, carencia o privación de los bienes y servicios necesarios para el sustento familiar.

Los niveles de pobreza que refleja el Municipio de Entre Ríos son muy elevados y preocupantes según cifras del Censo 2001 que detallamos a continuación:

Cuadro: Índice de Pobreza en la Primera Sección Provincia O'Connor Departamento de Tarija

POBLACION SEGUNCENSO 2001							
			No pobres		pobres		
TOTAL	Que residen en vivienda colectiva	Que residen en vivienda colectiva	Necesidades Básicas satisfechas	Umbral de pobreza	Pobreza moderada	Indigencia	marginalidad
19260	1178	18082	508	1652	8125	7748	39

2.4.3. Lista de Beneficiarios del Sistema de Riego (familias)

La participación de la comunidad beneficiaria en la ejecución del proyecto y posterior operación del sistema es total, confirmando a través de la lista de beneficiarios de 21 familias, mediante firmas y sellos respectivos de la comunidad; dicho listado se adjunta en sección anexos (Documentos Legales).

2.4.4. Tenencia de la Tierra de los Beneficiarios y Tamaño Medio y el Área Cultivable por Familia (ha/Flia).

Una característica común en las zonas, es la parcelación paulatina de las tierras por efecto de la sucesión hereditaria, proceso que en muchos casos ha ocasionado la pérdida del título de propiedad, con efectos negativos en la seguridad alimentaria y



familiar. De acuerdo a la encuesta efectuada en el área de proyecto la estructura de la tenencia de tierras de los beneficiarios del proyecto es la que se muestra en el Cuadro siguiente:

Cuadro: Características de la Tenencia de la Tierra

FORMA DE TENENCIA	Porcentaje
Compra	28,95
Herencia	65,79
Posesión	5,26

En la zona del proyecto el promedio de tenencia de tierra por familia es aproximadamente de **3.09 hectáreas por beneficiario**, dato promediado en función de las encuestas realizadas en la comunidad.

2.4.5. Actividades Económicas Principales de los Beneficiarios

Los habitantes de las comunidades beneficiarias tienen en común a la actividad agrícola y la ganadera que en el mayor de los casos la misma es solo para el consumo.

La agricultura es la que se constituyen en la principal fuente de ingresos (aunque escasos); esto por el hecho de que gran parte de la producción agrícola actualmente es destinada al consumo. Por otro lado se constituye en una fuente de ingresos digna de mención el hecho de la migración temporal ya que la mayoría de los emigrantes lo hacen por motivo de trabajo.

En cuanto a la producción agrícola sobresalen el maíz, la papa, arvejas, maní y otros. El destino final de estos productos además del consumo es la comercialización en el mercado de la capital Tarija y la comunidad de Entre Ríos, aunque según entrevistas se tiene que en promedio solo el 15.8% de la producción se destina al mercado y lo restante queda para el consumo.

En la producción ganadera, en la comunidad, es regular y generalmente se lo hace solamente en el caso de emergencia. El ganado que se comercializa es el vacuno, porcino, ovino, caprino y aves de corral.



La población, se dedica a la agricultura, ganadería y caza. Sin embargo de las visitas realizadas a la comunidad se pudo observar que la gran mayoría de la población de la Comunidad de Suaruro cuenta con terrenos de cultivos y que la agricultura es la actividad principal de la población y que la ganadería, caza son actividades secundarias de esta gran mayoría.

2.5. Características fisiográficas y agro climáticas de la zona de riego.

Esta unidad fisiográfica se halla formada por serranías paralelas entre si que coinciden con grandes alineamientos anticlinales, alargados, asimétricos, con uno de los flancos más extendidos que los otros dando lugar a una morfología de "cuestas". En medio de estos cordones hay valles sinclinales angostos y anchos. Las serranías anticlinales constituyen importantes estructuras petrolíferas.

Desde el punto de vista tectónico, todo el sector muestra una zona con buzamientos de los estratos en la dirección Oeste – Este. Se observan abanicos aluviales de buena magnitud. Los procesos tectónicos y la posterior erosión han dado lugar a una topografía muy variada y muy característica.


La zona del proyecto se caracteriza por presentar un clima "Megatermal Subhúmedo" de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite (1996) y "Mesotermico con invierno seco y caliente" de acuerdo a la clasificación de W. Köpen.

De acuerdo al mapa ecológico, la zona del proyecto de encuentra en la Región Templada de tierras de valle, y según la clasificación de Rivera el proyecto se encuentra en al Región Ecológica Subandino y pie de monte – Bosque semihúmedo submontano (Bosque tucumano-boliviano). Este bosque corresponde a una formación que se extiende desde el norte de la Argentina hasta la latitud de la ciudad de Santa Cruz. Crece sobre una secuencia de serranías que en general tienen una orientación norte-sur, con rocas sedimentarias y metamórficas; los valles son profundos con suelos más o menos fértiles derivados de sedimentos terciarios hasta cuaternarios. El clima se caracteriza por 3-5 meses secos; la temperatura promedio anual varía según los pisos altudinales, desde 23 °C en la región de Palos Blancos hasta 20° C en la zona



de Entre Ríos. Las familias arbóreas más importantes son las Myrtaceae, Podocarpaceae, Juglandaceae, Butulaceae, Lauraceae y Miliaceae. El bosque es mayormente siempre verde con un dosel de 25-30 m de alto; la estructura es compleja con tres estratos y una gran cantidad de epífitas.

A continuación se presenta el resumen climático de las estaciones que se encuentran más cercanas al área del proyecto.



RESUMEN CLIMATOLÓGICO
Período Considerado: 1973 - 2008

Estación: EL PAJONAL (Entre Rios) Latitud S.: 21° 30' 11"
 Provincia: O'CONNOR Longitud W.: 64° 10' 14"
 Departamento: TARIJA Altura: 1.260 m.s.n.m.

Indice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	28,1	27,4	26,5	23,9	21,5	20,8	21,5	24,4	26,1	28,2	27,6	28,5	25,4
Temp. Min. Media	°C	17,1	16,7	16,3	14,1	11,0	7,2	6,0	7,8	10,1	13,8	15,2	16,4	12,6
Temp. Media	°C	22,6	22,1	21,4	19,0	16,2	14,0	13,8	16,1	18,1	21,0	21,4	22,4	19,0
Temp.Max.Extr.	°C	40,0	36,0	36,0	33,0	33,9	35,3	36,2	39,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Temp.Min.Extr.	°C	8,0	6,8	9,0	1,0	-1,0	-6,0	-7,0	-6,9	-7,0	0,8	3,0	8,0	-7,0
Días con Helada		0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	8
Humed. Relativa	%	75	77	79	80	78	74	70	65	64	64	67	71	72
Nubosidad Media	Octas	5	5	5	6	5	5	4	3	3	4	5	5	5
Insolación Media**	Hrs	5,7	5,8	6,0	6,6	7,5	7,3	7,5	7,7	7,3	7,2	6,5	6,1	6,7
Evapo. Media**	mm/día	5,01	4,58	4,73	3,37	2,73	2,62	2,82	4,18	4,87	5,32	5,19	5,08	4,21
Radiación Solar**	cal/cm2/día	467,7	451,2	425,6	402,1	375,3	352,7	352,6	393,1	420,4	458,7	467,5	464,5	419,3
Precipitación	mm	224,1	199,1	206,9	95,3	21,9	10,3	4,5	5,5	14,1	61,7	127,9	198,7	1169,8
Pp. Max. Diaria	mm	142,9	95,2	103,0	103,0	45,4	20,0	12,2	21,0	46,0	88,8	104,5	107,2	142,9
Días con Lluvia		14	14	16	10	6	5	2	2	3	7	11	12	102
Velocidad del viento	km/hr	4,8	4,7	4,4	5,2	5,3	6,0	6,5	7,6	9,9	7,3	7,2	6,4	6,3
Dirección del viento		N	NE	N	NE	NE	N	N	N	N	N	N	N	N

*Datos 1976 - 1995



RESUMEN PLUVIOMETRICO (mm)
Periodo considerado 1975 - 2009

Estación: PALOS BLANCOS
Provincia: GRAN CHACO
Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 24' 54"
Long. W.: 63° 46' 53"
Altura: 763 m.s.n.m

VALOR	PRECIPITACION (mm)			PREC.MAX. Diaria (mm)		DIAS CON LLUVIA		
	MAXIMA	MEDIA	MINIMA	MAXIMA	AÑO	MAXIMA	MEDIA	MINIMA
ENERO	392,2	152,9	55,0	103,2	2003	22	7	3
FEBRERO	231,0	101,8	42,0	90,0	1982	10	6	2
MARZO	242,1	112,8	5,3	109,3	1995	12	6	1
ABRIL	208,0	37,8	0,0	88,7	1997	10	3	0
MAYO	53,1	6,8	0,0	23,0	1976	5	1	0
JUNIO	37,2	2,8	0,0	13,0	1986	4	1	0
JULIO	10,5	0,6	0,0	10,5	1979	2	0	0
AGOSTO	20,2	2,1	0,0	20,2	1981	3	0	0
SEPTIEMBRE	62,5	8,8	0,0	39,5	1989	4	1	0
OCTUBRE	115,4	36,1	0,0	85,3	1981	6	3	0
NOVIEMBRE	139,1	70,5	3,5	72,6	1989	9	5	1
DICIEMBRE	334,7	127,2	36,4	89,5	1988	12	7	1
TOTAL		660,2				99	39	8
MAXIMA				109,3				
MEDIA								

2.6. Sistemas de Producción Agropecuaria.

2.6.1. Cultivos a Temporal y Bajo Riego

En los últimos años las áreas a secano han reducido notablemente debido a la irregularidad de las precipitaciones pluviales de esta zona de chaco y como consecuencia se obtiene bajos rendimientos y bajos volúmenes de producción agrícola.

2.6.1.1. Cultivos en la Época de Verano

Los cultivos que se siembran en la época de verano con riego complementario son generalmente los tradicionales como ser:

2.6.1.1.1. Maíz Grano

Este es un cultivo al que se le da múltiples y variados usos desde la alimentación humana (familiar), pasando por los trueques o intercambios con otros productos (papa, carne, etc.), de otras zonas de la provincia, hasta la utilización para engorde de animales domésticos (chanchos, gallinas y otros), los cuales van a complementar a la dieta familiar; aun hay mas con este cultivo, el rastrojo como forraje seco en invierno



para el ganado bovino. La siembra se la realiza en el mes de Diciembre y la cosecha en abril.

2.6.1.1.2. Maní

Es uno de los cultivos que actualmente se produce netamente para el consumo, ya que es un que aporta muchas proteínas, que se adapta muy bien a las condiciones físicas y químicas de los suelos, sin embargo por la alta demanda en los mercados regionales y nacionales, se pretende incrementar la producción, es un cultivo alternativo que proporcionara los mayores ingresos económicos para los agricultores de la zona. Es un cultivo de ciclo vegetativo largo (7 meses aproximadamente), la siembra se realiza en el mes de diciembre y la cosecha del producto se efectúa en el mes de mayo-junio.

2.6.2. Cultivos Bajo Riego Permanente

Los cultivos bajo riego permanente que actualmente se cultivan son:

2.6.2.1. Papa Miska

Es uno de los productos agrícolas imprescindible de dieta familiar campesina, se cultiva en toda la zona del proyecto, actualmente los rendimientos son bajos debido a diferentes factores climáticos adversos, el ataque de plagas y a la falta de riego principalmente. Es un cultivo que se siembra en dos épocas, en agosto (miska) y febrero la papa tardía y la cosecha se realiza en noviembre y julio respectivamente.

La producción de papa, generalmente es para el consumo familiar, quedando excedentes para la comercialización en la zona y en los mercados regionales.

Este cultivo hay que tener cuidado en la época de siembra para escapar de las heladas que no coincidan con las fases sensibles del ciclo biológico del cultivo.

2.6.2.2. Frutales (Cítricos)

Aquí están contemplados por orden de importancia la naranja, mandarina y otros. Estos cultivos en especial naranja y mandarina son consumidos en fresco, con una muy buena aceptación en el mercado y los demás frutales son plantaciones aisladas y sus productos son destinados generalmente al autoconsumo. Además se determina



utilizar cultivos anuales de ciclo corto y se proyecta el uso del agua en menos proporción en periodos de estiaje y mayor porcentaje en el periodo de lluvias.

2.6.2.3. Hortalizas

Entre las principales hortalizas que se cultivan en la zona son: tomate, ají, pimiento, arveja, etc. Por su gran contenido nutritivo, son una de las hortalizas muy importante para el consumo familiar de los habitantes de la zona y de generación de ingresos económicos adicionales, la siembra de estas hortalizas en invierno se realiza en agosto para cosechar en octubre. El tomate, pimentón, ají, se siembra en marzo para cosecha en mayo-junio-julio.

2.6.3. Cedula de los Cultivos

La cedula actual de los cultivos de la comunidad es:

Cuadro: Cedula de Cultivos

CULTIVO (Ha)	Total	J-N	D-M
Maíz(grano)	6		6
Maní(tardía)	5		5
Papa(precoz)	2		2
Cítricos	2	4	
Lechuga y hortalizas	1	1	
Total ha cultivadas con riego	16	5	13

En la actualidad se siembran los cultivos anteriormente indicados en el Cuadro en las dos temporadas del año, con mayor superficie sembrada a secano, con el aporte de las lluvias para su producción.

De las 64 ha cultivadas, 16 cuentan con riego suplementario, mientras tanto 48 ha son cultivadas en verano con riego complementario, la época de estiaje que abarca desde mayo hasta octubre permitirá que el uso de los canales de riego sea permanente, además dependerá del tipo de cultivo de la época.

Los cultivos en tierras que carecen de riego (temporales) se realizan solo en la época de verano (noviembre- abril), mientras que en la época de estiaje estas no son



aprovechadas con cultivos, lo que representa una disminución en el nivel de ingreso de los campesinos.

Los porcentajes asignados a cultivos tempranos (invierno miska) y de año (verano siembra grande) corresponde a las 16 ha cultivadas.

2.6.4. Rendimientos

La productividad agrícola en la comunidad de Suaruro actualmente está por debajo del promedio de la provincia en la mayoría de los productos, esto debido a que existe una serie de factores que impiden llegar al máximo rendimiento de la producción, entre ellos podemos indicar: el difícil acceso a créditos, falta de asistencia técnica, y sobre todo la falta de obras hidráulicas estables en el sistema de riego con que se cuenta.

Los rendimientos actuales de los cultivos de la zona de influencia del proyecto se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro: Rendimientos de los Cultivos

Cultivo	Rendimiento t/ha
Maíz(grano)	2.50
Maní(tardía)	1.15
Papa(precoz)	7.00
Cítricos	6.00
Lechuga y hortalizas	6.00

2.6.5. Calendario de las Siembras por Año

En función a la disponibilidad de agua para riego, en algunas parcelas se realizan dos cosechas por año, de acuerdo al calendario que se indica en el siguiente Cuadro.

Cuadro: Calendario actual de los cultivos

Nº	CULTIVO (Ha)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
1	Maíz(grano)							S				C	
2	Maní(tardía)	C						S					
3	Papa(precoz)			S			C						
4	Cítricos	C	C	P								C	C
5	Lechuga y hortalizas			S		C							

2.7. Recurso Agua: Disponibilidad y Calidad de Agua.

2.7.1. Fuente de Agua Superficial

La fuente principal del de aprovechamiento del recurso agua es una fuente superficial, donde la comunidad de Suaruro tiene derecho al agua sobre del Rió Suaruro, ubicada en la cuenca del mismo nombre.

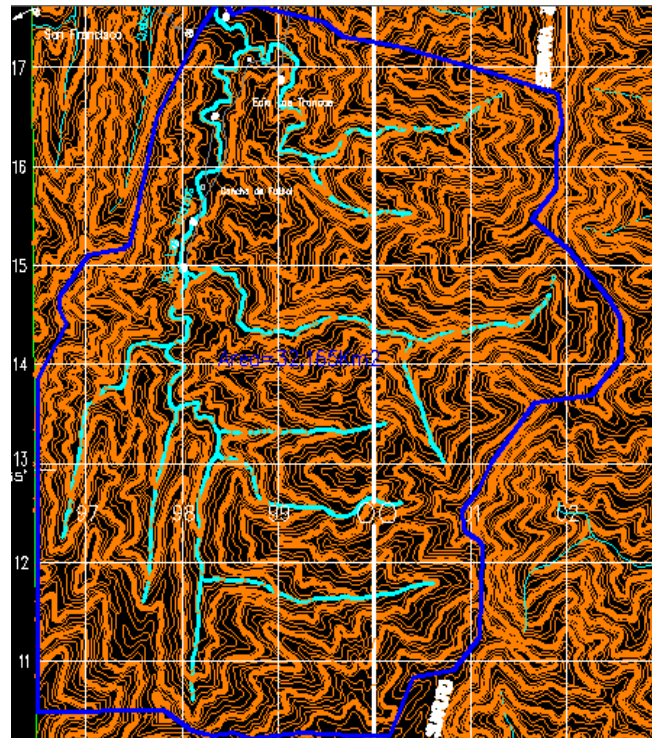
En la área de aporte de la cuenca del Rió Suaruro se tiene números afluentes, que nacen de la serranía Suaruro, que pasa por la comunidad de Trancas y que a la altura de esta comunidad se encuentran numerosos subsistemas de riego que tienen sus obras de captación de este mismos Rió.

2.7.2. Hidrología de la Cuenca

2.7.2.1. Ubicación Hidrográfica

La cuenca del río Trancas en la que desemboca la **río de Suaruro**, está ubicado en el departamento de Tarija al sur de Bolivia entre $21^{\circ} 32' 59.2''$ de Latitud Sur y $63^{\circ} 58' 51.2''$ de Longitud Oeste, a una altura promedio de 1262 msnm.

Imagen: Cuenca del Río Suaruro



Fuente: Cartas Hidrográficas del Instituto Geográfico Militar



La comunidad de Suaruro tiene derecho al agua sobre del Río Suaruro, ubicada en la cuenca del mismo nombre.

En la área de aporte de la cuenca del Río Suaruro se tiene números afluentes, que nacen de la serranía Suaruro, que pasa por la comunidad de Trancas y que a la altura de esta comunidad se encuentran numerosos subsistemas de riego que tienen sus obras de captación de este mismos Río.

Por tal efecto la obra de captación del presente proyecto se ubica en los límites de estas dos comunidades, esto por razones de no perjudicar a los regantes de la comunidad de Trancas.

De acuerdo a las cartas del I.G.M. (Instituto Geográfico Militar, en escala 1:50000, el área del proyecto se ubica en la Carta N° 6629 III.

2.7.2.2. Características Biofísicas de la Cuenca

La cuenca del río Suaruro presenta los siguientes parámetros de forma, los parámetros relativos al relieve y parámetros relativos al drenaje:

- ✓ El área de la cuenca es de 3216.00 ha ó 32.16 km²
- ✓ La red de cauces, incluyendo el principal, tiene una longitud total de: 9.48 km.
- ✓ Densidad de drenaje de 0.29 km/km²
- ✓ La longitud del río principal es de 9.48 km
- ✓ El perímetro de la cuenca alcanza a los 23.79 km.,
- ✓ Relación área a perímetro es de 1.35 km²/km.
- ✓ La altura del punto más alto de la cuenca es de 19 m.s.n.m.
- ✓ La altura del punto más bajo es de 1940 m.s.n.m.
- ✓ El desnivel entre el punto más alto y el punto más bajo es de 1210 m.
- ✓ La pendiente media del río es de 3.69 %



2.7.2.3. Análisis Pluviométrico

2.7.2.3.1. Datos Disponibles

Para realizar el análisis pluviométrico se utilizaron los datos de la estación climatológica de **Pajonal**, debido a que es la más próxima a la cuenca en estudio.

La información disponible fue la siguiente:

- ✓ Resumen climatológico
- ✓ Registro histórico de precipitaciones medias anuales.
- ✓ Registro histórico de precipitaciones máximas en 24 horas.

(ver anexo 1 Estudio Hidrológico).

2.7.2.3.2. Análisis de Frecuencia de Precipitación

Para el cálculo de la intensidad, se debe efectuar un análisis de frecuencia de precipitación con la finalidad de establecer la altura de precipitación máxima para un periodo de retorno.

Período de retorno T (años) es el tiempo que transcurre en el cual una cierta variable hidrológica es alcanzada o excedida al menos una vez con una probabilidad ($P = 1/T$). Su estimación tiene que ver con la determinación del riesgo hidrológico con el que se diseña una cierta obra.

Posteriormente se define el período de retorno más aconsejable para este tipo de obras.

El tiempo de concentración (t_c), es el tiempo que tarda el agua o una determinada gota de agua en llegar desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de control hidrológico, su determinación se los efectuará posteriormente.

2.7.2.3.3. Precipitaciones Máximas Diarias

La estación pluviométrica de **Pajonal** cuenta con información de precipitaciones máximas diarias que se produjo cada año, las mismas que se muestra en el siguiente Cuadro.



CONVENIO GTZ - PROAGRO CHACO
"ESTUDIO INTEGRAL TESA SISTEMA MICRORIEGO PRESURIZADO SUARURO"



Cuadro: Precipitación Máxima Diaria (mm)

Estación: EL PAJONAL (Entre Rios)

Provincia: O'CONNOR

Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 30' 11"

Long. W.: 64° 10' 14"

Altura: 1,260 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Maxima
1973	49,6	57,2			10,6	6,2	4,0	3,9	4,2	9,5			
1974													
1975	70,0	80,5	25,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	13,5	40,0	26,2	80,5
1976	53,0	90,0	60,0	27,0	0,0	0,0	0,0	5,0	8,3	27,3	3,0	100,0	100,0
1977	21,0	80,0	80,0	40,0	15,0	8,0	6,0	20,0	26,5	14,0	67,2	29,1	80,0
1978	56,3	40,3	20,9	19,0	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	35,1	31,6	107,2	107,2
1979	30,1	91,6	27,9	7,5	4,3	16,7	12,2	4,1	10,6	26,0	40,9	62,8	91,6
1980	142,9	47,2	43,7	6,9	2,9	5,2	0,2	3,3	0,0	27,5	104,5	66,3	142,9
1981	57,2	49,2	45,4	99,4	7,2	1,0	3,4	3,7	1,9	14,8	44,8	45,9	99,4
1982	45,1	95,2	33,1	23,0	10,6	2,0	3,1	2,1	14,2	35,1	74,1	34,6	95,2
1983	59,6	40,2	23,6	14,5	4,7	6,5	2,2	1,9	6,7	22,1	56,8	53,6	59,6
1984	70,1	27,6	81,5	7,1	27,0	4,1	2,5	15,7	10,6	34,1	31,5	48,2	81,5
1985	49,7	49,9	33,4	52,4	4,0	2,5							
1986												28,0	
1987	104,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
1988					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	34,0	83,0	
1989	23,0		37,0	20,0	2,0	20,0	5,0	0,0	20,0	15,0		8,0	
1990	30,0	40,0	69,3	66,6	6,5	1,4	0,0	6,3	0,0	19,8	31,0	34,7	69,3
1991	59,5	81,0	103,0	103,0	5,5	1,2	5,0	2,2	17,0	16,4	26,2	93,0	103,0
1992	30,1	47,8	48,2	9,2	5,6	8,5	0,7	21,0	3,6	1,2	96,0	36,2	96,0
1993	57,0	26,3	51,8	44,6	1,7	4,4	5,0	0,8		19,5	66,0	76,0	
1994	50,0	30,8	40,6	22,4	9,3	0,7	0,0	0,3	46,0	74,6	56,3	44,0	74,6
1995	85,1	29,3	68,2	0,6	13,0	0,0	0,4	0,9	6,0	15,1	35,0	31,0	85,1
1996	41,7	42,2	51,4	74,1	45,4	2,6	0,0	5,1	7,6	21,6	25,3	88,6	88,6
1997	35,0	75,6	35,4	32,2	2,6	4,2	1,0	3,0	5,0	8,2	19,8	32,3	75,6
1998	33,8	34,8	14,6	12,0	5,8	1,6	2,8	4,0	2,0	29,0	25,4	35,1	35,1
1999	58,1	35,6	40,2	14,8	11,6	5,8	1,0	3,0	13,3	20,0	20,0	20,2	58,1
2000	98,8		58,2	28,4	10,6		2,2						
2001		40,4	89,2	11,6	11,8	3,2	0,0	0,0	11,6	88,8	53,0	72,0	
2002	44,0	27,0	94,0	29,0	3,0	4,2	4,0	0,0	0,0	63,0	49,0	61,0	94,0
2003	103,2	38,4	47,4	0,0	8,4	4,8	0,0	1,0	0,0	20,0	49,2	35,2	103,2
2004	49,2	45,0	51,0	34,0	5,1	4,1	0,0	0,0	27,1	12,1	31,0	30,3	51,0
2005	52,1						4,2	0,0	1,4	16,4	32,4	95,0	
2006		53,5	47,4	42,0	8,2	8,4	7,3	0,0	0,0	30,5	28,5	65,8	
2007	85,8	66,4	52,6	23,5	3,6	8,3	0,0			23,3	39,0	60,5	
2008	38,4	93,3	60,2	43,1	6,2	2,6	1,3	5,0	3,0	6,4	26,5	84,5	93,3
2009	33,8	29,3	49,8	56,7		2,8	0,4	0,5	22,3	0,2	27,4		
MEDIA	142,9	95,2	103,0	103,0	45,4	20,0	12,2	21,0	46,0	88,8	104,5	107,2	142,9

Fuente: SENAMHI TARIJA



Para la determinación del caudal máximo de crecidas es necesario ordenar la información climatológica de las lluvias máximas horarias, en año hidrológico, considerando que si falta un dato entre los meses de Octubre a Marzo se descarta el año:

Cuadro: Precipitación Máxima en 24 hr.(mm) en Año Hidrológico

Estación: EL PAJONAL (Entre Ríos)

Lat. S.: 21° 30' 11"

Provincia: O'CONNOR

Long. W.: 64° 10' 14"

Departamento: TARIJA

Altura: 1,260 m.s.n.m.

AÑO	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	Total
72-73				203,4	187,9			39,0	8,4	7,9	11,1	4,2	
73-74	19,3												
74-75				276,3	179,5	42,0	46,5	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	
75-76	23,0	103,3	59,6	210,5	185,8	181,0	50,0	0,0	0,0	0,0	5,0	8,3	826,5
76-77	38,3	10,0	428,0	122,0	168,2	274,1	251,0	45,5	27,1	12,0	22,5	36,0	1434,7
77-78	14,0	202,7	130,0	185,1	177,9	93,8	64,2	1,9	2,5	0,0	0,0	0,0	872,1
78-79	79,0	127,4	267,7	123,8	305,0	251,7	50,3	9,1	19,2	23,2	9,9	11,0	1277,3
79-80	34,9	90,7	264,6	291,0	223,1	222,9	15,2	3,2	13,8	0,4	9,5	0,0	1169,3
80-81	66,7	270,6	130,4	377,8	244,7	198,9	343,4	19,5	3,8	7,4	4,4	4,4	1672,0
81-82	46,2	187,1	176,7	174,1	394,9	185,5	93,1	18,9	3,4	11,2	4,5	38,1	1333,7
82-83	58,1	114,3	129,0	172,5	147,2	52,7	56,6	23,9	15,7	7,3	4,8	11,1	793,2
83-84	37,5	151,6	169,4	400,9	193,7	305,8	33,9	46,9	17,0	4,3	32,5	10,6	1404,1
84-85	105,0	143,6	215,3	222,0	210,3	120,1	134,0	5,1	7,8				
85-86													
86-87			212,0	461,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
87-88								0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
88-89	50,0	71,0	260,0	95,0		133,5	52,0	4,0	44,5	5,0	0,0	20,0	
89-90	33,0		35,5	93,0	202,8	165,3	274,0	17,9	1,4	0,0	6,3	0,0	
90-91	70,8	97,0	127,6	228,9	217,2	363,7	150,9	9,1	3,0	8,3	2,2	28,0	1306,7
91-92	53,6	73,1	202,6	157,6	217,2	151,0	30,4	15,1	12,5	1,2	21,8	8,6	944,7
92-93	3,2	181,6	197,7	182,2	93,6	237,0	118,3	2,1	5,9	7,7	0,8		
93-94	49,7	175,5	282,0	190,5	199,1	154,8	62,4	15,0	1,3	0,0	0,4	51,9	1182,6
94-95	183,5	210,9	105,5	315,6	98,5	418,5	0,6	63,1	0,0	0,8	2,0	6,0	1405,0
95-96	72,4	89,4	123,2	265,7	133,5	164,0	131,4	149,7	6,6	0,0	5,1	16,0	1157,0
96-97	61,1	81,7	345,6	160,3	317,0	233,3	67,5	3,5	13,3	3,7	4,2	17,5	1308,7
97-98	23,4	81,7	125,8	88,2	86,7	73,3	68,1	21,4	9,0	5,6	11,4	6,2	600,8
98-99	67,0	155,7	146,6	205,8	173,2	207,0	97,3	43,0	16,7	3,9	3,0	30,9	1150,1
99-00	81,6	97,6	59,4	218,6		326,3	70,8	31,6		5,0			



00-01					126,0	274,8	46,6	14,8	7,2	0,0	0,0	18,0	
01-02	113,4	107,6	160,6	72,8	184,8	180,9	31,0	5,0	7,4	7,4	0,0	0,0	870,9
02-03	199,4	171,4	174,6	345,2	83,0	228,0	0,0	19,0	10,8	0,0	1,0	0,0	1232,4
03-04	60,8	119,2	118,4	249,5	99,5	204,7	187,4	27,3	5,4	0,0	0,0	56,7	1128,9
04-05	23,5	140,7	247,3	131,9						5,8	0,0	1,4	
05-06	27,8	99,2	283,6		232,0	262,8	164,1	31,7	37,9	17,7	0,0	0,0	
06-07	129,1	170,8	371,9	546,8	454,0	251,7	111,3	18,7	13,6	0,0			
07-08	66,5	94,4	225,1	179,4	238,4	246,4	55,3	16,4	13,3	2,2	8,1	4,0	1149,5
08-09	20,0	89,0	385,2	210,2	110,4	315,9	148,4		4,7	1,5	0,5	23,9	
09-10	0,2	90,2											
MEDIA	59,8	126,6	198,7	223,7	196,2	210,4	97,0	21,9	10,1	4,4	5,3	14,4	1168,4

Fuente: SENAMHI TARIJA

2.7.2.4. Caudal Máximo

El caudal máximo fue determinado por el método Racional, para el que inicialmente se estudio la cuenca hidrográfica del río Hondura, la cuenca se delimitó en la carta geográfica del IGM a escala 1:50000 6829 – 03, de donde se obtuvieron los datos morfológicos de la cuenca.

2.7.2.4.1. Características Morfológicas de la Cuenca

Es necesario contar con las características morfológicas de la cuenca las cuales se describen a continuación:

A= Área de la cuenca (Km²)

L= Longitud de Cauce Principal (Km)

J = Pendiente media del río, que es igual al desnivel entre los extremos de la corriente dividido entre su longitud medida en planta. [m/m].

a= Punto más alto de la cuenca [m.s.n.m.].

b= Punto más bajo de la cuenca [m.s.n.m.].

H = Desnivel entre "a" (punto más alto) y "b" (punto más bajo).

2.7.2.4.2. Periodo de Retorno

El periodo de retorno para el cual se calculará el caudal máximo de crecida es de 20 años.



2.7.2.4.3. Cálculo del Tiempo de Concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración se utiliza las diferentes formulas mostradas a continuación, para luego obtener una media entre los tiempos de concentración más relevantes:

Giandotti.-

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 * L}{25.3 * J * L}$$

Donde:

A= Área de la cuenca [Km²]

L = Longitud del cauce [km]

J = Pendiente media del río [m/m].

Ventura y Heras.-

$$T_c = 0.05 \sqrt{\frac{A}{J}}$$

Donde:

A= Área de la cuenca [Km²]

J = Pendiente media del río [m/m].

Chereque.

$$T_c = \left(0.871 \cdot \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} =$$

Donde:

L = Longitud del cauce [km]

H = Desnivel entre "a" (punto más alto) y "b" (punto más bajo).

California.-

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{J}} \right)^{0.77}$$

Donde:

L = Longitud del cauce [km]

J = Pendiente media del río [m/m].

2.7.2.4.4. Cálculo de Lluvias Máximas en Tiempos Inferiores a las Diarias.

Para el cálculo de las lluvias máximas diarias para diferentes periodos de retorno utiliza la Ley de Gumbell.



Para efectuar el análisis de frecuencia de precipitaciones, empleamos los datos de la Estación **Pajonal**. Con los datos de precipitación máxima para 24 horas se efectúa el análisis de frecuencia, utilizando la ecuación de Gumbell, para el cálculo de la altura de precipitación diaria para un cierto periodo de retorno T mediante la siguiente ecuación:

$$h_{iT} = EdP \times \left(\frac{T_c}{\alpha} \right)^\beta \times [1 + KdP \times \text{Log}(T)]$$

Donde:

h_{iT} : Altura de lluvias máximas horaria (mm)

EdP : Moda ponderada

KdP : Característica ponderada

Tc : Tiempo de duración de la lluvia menor a 24 h.

β : Coeficiente angular que varia entre 0.2 y 0.3. Para Tarija 0.2

α : Equivalente de lluvia diaria igual a 12, para cuencas con área mayor a 10 Km² y para cuencas con área menor a 10 Km es igual 2.

T : Periodo de retorno de retorno. (años)

Cuadro: Alturas de Lluvias Máximas horarias (mm)

T (años)	h_{iT} (mm)
10	34,74898219
20	38,31709829
50	43,0338912
100	46,6020073
200	50,1701234
1000	58,45503241

2.7.2.4.5. Cálculo de la Intensidad de Precipitación.

Para calcular la intensidad de precipitación, con los valores de la anterior tabla empleamos la ecuación:

$$I_{MÁX} = \frac{h_{MÁX}}{T_c}$$

Donde:



I=Intensidad de precipitación en, (mm/hora)

hMÁX= Altura de lluvia máxima horaria (mm)

Tc = Tiempo de concentración (horas)

Cuadro: Intensidades de Lluvia horaria (mm/h)

T(años)	i (mm/h)
10	25,183
20	27,768
50	31,187
100	33,773
200	36,358
1000	42,362

2.7.2.4.6. Estimación de Máximos Caudales por el Método Racional

A partir de las precipitaciones generadas en el proceso descrito en el anterior punto fue posible generar el caudal máximo de diseño por el método racional.

Este método es mucho más coherente que las fórmulas empíricas, ya que en su cálculo introduce parámetros importantes como la intensidad horaria de lluvia para un periodo de retorno determinado y el coeficiente de escorrentía de la cuenca.

La estimación del caudal máximo se realiza mediante la siguiente ecuación matemática:

$$Q_{MÁX} = \frac{C \cdot I_{MÁX} \cdot A}{3.60}$$

Donde:

Q = Caudal máximo [m³ / s]

A=Área de la cuenca [Km²]

C =Coeficiente de escorrentía



$I =$ Intensidad de lluvias, con una duración igual al tiempo de concentración para un periodo de retorno T [mm/hr]

Tomando en cuenta que la cuenca en estudio tiene características de tener suelos con áreas boscosas, terrenos agrícolas y pastizales, con pendientes del orden del 10% al 30 %, el coeficiente de escorrentía adoptado es de: $C = 0.22$ (Fuente: Hidrología de Wendor Chereque Moran-1989, Lima -Perú)

2.7.2.5. Caudales Medios Mensuales

Los caudales de agua que presenta el río, son variables dependiendo de la época en el año. Datos de aforos completos para esta cuenca no se dispone, sin embargo se realizó un aforo de caudal para la época seca en el mes de noviembre, cuyo caudal medido superficial registrado fue de 21 l/s, que representa la disponibilidad de agua en la época crítica. El mismo es un caudal que según, los comunarios, se mantiene a lo largo de la época seca disminuyendo el mismo en muy poca cantidad.

La oferta mensual de agua fue calculada en función de aforos realizados en el río **Suaruro**. El proceso de estimación se muestra en la sección de anexos.

En el Cuadro siguiente se muestra los caudales medios mensuales disponibles por el segundo método por ser el que mejor simula las condiciones climáticas de la zona:

Cuadro 23: Caudal Medio Mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
$V_{med}(m^3)$	1750299	1217600	1141500	380500	152200	144590	129370	106540	76100	304400	761000	1445899	7609997
$Q_{med}(l/s)$	653,487	503,307	426,187	146,798	56,825	55,7832	48,3012	39,7775	29,3596	113,65	293,596	539,837	241,311

2.7.2.6. Caudal Mínimo

En la visita de campo se realizó un aforo del caudal del **Río Trancas**, a nivel de donde será ubicada la Obra de Toma. Este aforo, aunque constituye solamente un dato puntual, puede servir como referencia, dado que se visitó la toma fuera del periodo de lluvias, en el mes de Julio.

El aforo se realizó mediante el método de velocidad – sección, se midió dos secciones transversales del río distantes a una longitud conocida, se hizo flotar en el río un objeto liviano de manera tal que se pueda medir el tiempo en que el objeto se



desplace de la sección 1 a la sección 2 con lo cual se determina la velocidad aproximada del río.

Para determinar el caudal que escurre por el río se utilizo la ecuación de continuidad, para lo cual se promedio las secciones medidas en el río y se la multiplico por la velocidad del río obtenida.

$$Q_{MÍN} = A \cdot V$$

Donde:

QMÍN = Caudal mínimo del río [m3 / s]

A=Área de la sección del río [m2]

Las secciones medidas tienen la siguiente geometría:

Cuadro: Caudal Mínimo Mensual

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
V _{min} (m ³)	196	139	189	83	29	15	11	10	8	19	35	81	815

Fuente: Estudio Hidrológico

2.7.3. Uso de Agua Actual

El río Suaruro, se constituye en la principal fuente de agua para el proyecto, tomando en cuenta que dependen del caudal de esta fuente para mantener sus actividades productivas además de proveer el caudal necesario para el consumo animal.

El agua proveniente de esta fuente es enteramente para el riego, durante el periodo invernal, cuenta con éste recurso que está disponible.

En el siguiente Cuadro indicamos el uso a que en la actualidad se destina.

Cuadro: Uso Actual del Agua

Fuente de agua	Uso Actual
Rio Suaruro	Uso Agrícola y Ganadero

Fuente: Estudio de la Calidad del Agua

Con la implementación del Proyecto los usuarios obtendrán sus derechos al uso del agua para riego, de acuerdo al aporte en mano de obra que realicen en la construcción de la infraestructura de riego. Estos derechos serán comunales y al interior de cada comunidad.



2.7.3.1. Uso para terceros

En la comunidad de *Suaruro* existen otros sistemas de riego aguas arriba de la obra de toma, ubicados en la comunidad de Trancas, por las características hidrológicas de la zona este elemento es insuficiente para el abastecimiento permanente durante todo el año por lo que se considera la aplicación del riego mediante métodos tecnificados donde los caudales de aplicación son menores, con la finalidad de hacer un mejor uso. Por tanto en el proyecto se ha considerado el uso a terceros y como el caudal ecológico que se debe dejar en el lecho del río, para no interrumpir sus necesidades biológicas de la fauna piscícola, es importante indicar que el agua sería aprovechado para el riego de los cultivos agrícolas.

Cuadro: Caudal Derecho a Terceros

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Q(aguas arriba)20%	130.70	100.66	85.24	29.36	11.36	11.16	9.66	7.96	5.87	22.73	58.72	107.97	48.26
Q(ecolog)10%	65.35	50.33	42.62	14.68	5.68	5.58	4.83	3.98	2.94	11.36	29.36	53.98	24.13
Q(der a terc y ecológ)	196.05	150.99	127.86	44.04	17.05	16.73	14.49	11.93	8.81	34.09	88.08	161.95	72.39

2.7.4. Calidad del agua.-

El 11 de mayo de 2010 se realiza la toma de muestra de agua del río Suaruro, para sus respectivos análisis físico-químicos en el Laboratorio de Aguas – APROTEC(Tecnología para la Protección Ambiental), los resultados de los análisis se presentan en el Cuadro siguiente.

Cuadro: Características físico – químicas del agua del Río Suaruro

NUMERO	TIPO DE ANALISIS	SIMBOLOGIA	UNIDADES	RESULTADOS
2	Temperatura	T	°C	18.8
5	pH	pH		7.30
6	Conductividad Eléctrica	CE	µmho/cm	486.00
9	Carbonatos	CO3	meq/l	0.00
10	Bicarbonatos	HCO3	meq/l	2.20
19	Sodio	Na+	mg/l	12.00



20	Dureza (como CaCO ₃)		D	mg/l	232.20
21	Calcio		Ca ⁺²	mg/l	64.00
23	Potasio		K ⁺¹	mg/l	4.50
27	Magnesio		Mg ⁺²	mg/l	17.54
OBSERVACIONES					
CLASIFICACION DE ACUERDO A SU APTITUP PARA RIEGO					CLASE
Conductividad (µmho/cm)			486.00	C2: 250-750 (µmho/cm)	
Índice de Absorción de Sodio R.A.S.			0.67	S1: 0 - 10	
Ca+Mg+Na	5.17	p(Ca+Mg+Na)	2.24		
Ca+Mg	4.64	p (Ca+Mg)	2.60		
CO ₃ +HCO ₃	2.00	p(CO ₃ +HCO ₃)	2.61		

Fuente: Reporte Análisis del Laboratorio.

2.7.4.1. Análisis Físico – Químico con fines de riego

Salinizacion: La muestra de agua de esta fuente presenta valor de la **Conductividad Eléctrica (C.E.)** dentro de los rangos permitidos por la FAO, en esta importante fuente es decir los valores determinados en laboratorio son: 311.04 mg/l inferiores a 2000 mg/l en el río **Suaruro** y se puede utilizar para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado, pero este se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad como son los de la comunidad.

La Relación de absorción de Sodio Ajustado los valores reportado e interpretados de la fuente de agua es de 0.67 meq/l, inferior a los rangos permitidos por la FAO, < a 3 meq/l. Por tanto desde el punto de vista de la sodicidad del agua es recomendable para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

El valor de pH de 7.30 ligeramente ácido reportado del laboratorio, nos muestra un valor que están dentro del rango de las directrices de la FAO, de riego superficial de 6 a 8.5 y riego presurizado de 7 a 8, para riego sin causar problemas al desarrollo



normal de los cultivos, con este valor de pH determinado se recomienda el uso con fines agrícolas.

El Magnesio presenta un valor de 46.85 mg/l Mg^{2+} que no tiene una calificación peligrosa.

2.7.4.2. Calificación del agua con fines de riego

La clasificación de la fuente es la siguiente:

- ✓ Clase **C2** Agua de Salinidad media, que puede utilizarse siempre y cuando haya cierto grado de lavado. Clase **S1** Agua baja en contenido de sodio, que puede ser utilizable para el riego de la mayoría de los cultivos y suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. *Por tanto la clasificación final de las aguas C2-S1: son aguas de buena calidad aptas para riego.*
- ✓ En cuanto al efecto sobre la reducción de la Infiltración presenta un clasificación de Ligera Reducción a la Infiltración. Por lo que se debe tener en cuenta a la hora de aplicar el agua al suelo.

2.8. Evaluación de Suelos en el Área de Influencia

2.8.1. Unidades Fisiográficas.

En el área de influencia del proyecto se puede observa el paisaje edáfico dominante con las siguientes unidades fisiográficas predominantes.

2.8.1.1. Planicie Coluvio-Aluvial

Estas unidades se caracterizan por presentar áreas planas o casi planas. Este paisaje presenta dos subdivisiones.

2.8.1.1.1. Aluviones Recientes (Símbolo AL)

Son aquellos depósitos dejados por los ríos, los cuales al emerger de la montaña y penetraren los terrenos bajos, dejan materiales gruesos al comienzo y finos al final. En general están condicionados a niveles de base local, con relieve plano o inclinado.

2.8.1.1.2. Terrazas Aluviales, Recientes, Sub-Recientes y Antiguos (Símbolo TAR, TABR, TAA)

Son aquellas superficies topográficas que indican a los niveles anteriores a los pisos de valle formando diversos niveles o pisos altitudinales, que varían con la edad de



origen. Generalmente se encuentran próximos a los lechos de los Ríos y están formados por sedimentos aluviales, principalmente dejados por la del río de trancas y quebradas menores.

El relieve que presentan estas unidades es plano o casi plano.

2.8.1.1.3. Terrazas Antiguas Disectadas (SÍMBOLO TD)

Son las mismas unidades que la anterior (Ta), con la diferencia de que estas por la erosión sufrida, presentan un paisaje entrecortado o disectado.

2.8.1.2. Tierras Misceláneas

Se denominan con este nombre a las áreas que tienen poco o nada de suelos o por ser inaccesible imposibilitan su clasificación, como por ejemplo: tenemos las playas de ríos, bofedales y afloramientos rocosos.

2.8.2. Método de Levantamiento, Normas y Terminología

La metodología seguida en el presente trabajo, se efectuó en tres etapas o fases sucesivas, las que se describen a continuación.

2.8.2.1. Primera Fase

La primera parte se llevo a cabo en gabinete, la que consistió en:

- Acopio de datos e información existente.
- Interpretación de fotografías del programa electrónico de Internet Google Heart, las que sirvieron para elaborar el mapa base.
- Delimitación de zonas fisiográficas con ayuda del plano general del levantamiento topográfico y fotografías del el programa electrónico de Internet Google Heart.
- Selección de datos técnicos relacionados con la zona a estudiarse.
- Elaboración del mapa base mediante conjuntos de datos del levantamiento topográfico del sistema principal, el perímetro de riego y fotografías del el programa electrónico de Internet Google Heart.

2.8.2.2. Segunda Fase

2.8.2.2.1. Fase de Reconocimiento Preliminar

Que consiste en un corto reconocimiento de las áreas de estudio en el que se verifica a grandes rasgos de las características donde previamente se visualizan los posibles lugares de observación.



2.8.2.2.2. Fase de Acopio de Información de Campo

Consistió en los trabajos específicamente de campo, durante los cuales se realizó un estudio sistemático de los suelos, procediéndose a la apertura de calicatas para la observación física-morfológica de los diferentes horizontes que componen el perfil de las distintas unidades taxonómicas.

De estos perfiles se extrajeron muestras de tierras para su respectivo análisis Físico-Químico en el laboratorio APROTEC Tecnología para protección ambiental. Según los resultados del análisis, la calificación de suelos con fines de riego, de acuerdo a los parámetros de calificación emitidos por la FAO en su texto "Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos", la composición e interpretación física – química de la muestra extraída en el mes de mayo del 2010, se establecieron las unidades de mapeo y su clasificación, los cuales se adjunta en la sección de Anexos.

2.8.2.3. Tercera Fase

La tercera y última fase se realizó en gabinete y consistió en lo siguiente:

- Interpretación e intrapolación de la información obtenida en el campo y correcciones o ajustes de la fotointerpretación efectuada previamente.
- Descripción de las unidades edáficas en base al examen físico morfológico y los resultados de laboratorio.
- Preparación y conducción del mapa de suelo indicando la superficie ocupada por cada unidad y clase de suelo.
- Interpretación de las unidades de suelos en relación a su aptitud o capacidad agrícola.
- Elaboración del mapa de clasificación de suelos.

2.8.3. Descripción de las Clasificaciones Edáficas

Para describir las características edáficas, se tomaron en cuenta los siguientes parámetros.

2.8.3.1. Color

Relaciona el contenido de materia orgánica, condición de drenaje, aeración de suelo. Dicho color se determina- comparando una muestra de suelo con la tabla de colores "Munsell" proporcionándonos el matiz, luminosidad e intensidad.



La fuente de luz se usa comúnmente para la observación de los colores, es la luz de un cielo claro.

2.8.3.2. Textura

Se refiera las proporciones relativas de las particular individuales inferiores a 2mm. O sea el contenido de arcilla, dependiendo de ella la rapidez de absorción de agua por el suelo(infiltración), velocidad de movimiento de agua a través del suelo(permeabilidad) y el poder de retención de agua, que influyen en el coeficiente de marchitez y la asimilación de los de los elementos nutritivos de las plantas.

De acuerdo a la nomenclatura de textura, presentada por el departamento de agricultura de los EE.UU. se tiene los siguientes grupos texturales.

En el **Cuadro siguiente** de textura el símbolo cartográfico representa el tipo de suelos dentro las diferentes series estudiadas.

Cuadro: Designaciones de Textura

Grupo textural	Grupo textural	Símbolo Cartografía	Nombre de la fracción de suelo
Fina	Muy fina	a	Arcilla
	Fina	b	Arcillo Limoso
		c	Arcillo Arenoso
	Moderadamente Fina	d	Franco Arcillo Limosa
		e	Franco Arcillosa
		f	Franco arcillo arenosa
Mediana	Mediana	g	Limo
		h	Franco limoso
		j	Franco
		k	Franco arenosa muy fina
Gruesa	Moderadamente gruesa	i	Franco arenosa fina
		m	Franco arenosa
	Gruesa	n	Areno francosa fina
		p	Areno francosa muy



		fina
	r	Areno francosa
	s	Areno francosa Gruesa
	t	Arena muy fina
	u	Arena fina

Fuente: USDA

2.8.3.3. Estructura

Indica la forma como se agrupan y disponen las partículas de arena, limo y arcilla en el perfil edáfico.

2.8.3.4. Consistencia

Comprende de los atributos del suelo expresado por el grado y la calidad de la cohesión y adherencia o por la resistencia a la información o ruptura; estas fuerzas son de intensidad variable y puede medirse en seco, húmedo y mojado.

2.8.3.5. Otras Características

Entre las que tiene n importancia tenemos el drenaje, pendiente, profundidad del suelo, presencia de carbonatos, presencia de grava y piedra, grado de erosión y etc.

2.8.3.5.1. Drenaje

Es la propiedad de los suelos que permiten el movimiento de exceso de agua a través del perfil y del sustrato.

De acuerdo a las observaciones en le campo se tienen las siguientes clases de drenaje.

a) Escasamente Drenado

El agua es eliminada tan lentamente que el suelo permanece mojado por largos periodos de tiempo, El escaso drenaje es debido a una capa freática alta o a una capa de permeabilidad lenta.

b) Imperfectamente Drenado

El agua es eliminada del suelo con lentitud suficiente para mantener mojado durante periodos muy apreciables de tiempo, pero no todo el tiempo.

c) Moderadamente Bien Drenado

El agua se elimina del suelo con cierta lentitud de modo que el perfil permanece mojado durante periodos cortos, pero apreciables.



d) Bien Drenado

El agua es eliminado del suelo con facilidad, pero no rápido.

e) Excesivamente Drenado

El agua es eliminada del suelo muy rápidamente y pueden ser escarpados, muy porosos o ambas cosas.

2.8.3.5.2. Pendiente

Se entiende por pendiente del suelo la inclinación del área del suelo y es el resultado de la división de la diferencia de nivel entre dos puntos por la distancia horizontal entre ellos, que expresado en porcentaje tenemos:

Cuadro: Pendiente del Suelo

Símbolo cartográfico	%	Equivalencia
A	A 0 – 2	Plano o casi plano.
B	B 2 – 6	Suavemente inclinado.
C	C 6 – 13	Inclinado
D	D 13 – 25	Moderadamente escarpado.
E	E 25 – 55	Escarpado.
El símbolo cartográfico es aprovechado para designar la fase dentro de las series de suelo.		

2.8.3.5.3. Profundidad de Suelos

Es la profundidad a la cual pueden llegar las raíces de las plantas, sin obstáculos físicos ni químicos de ninguna naturaleza. Estos términos cuantitativamente se expresan de la siguiente manera:

- 0 – 25 cm.** Muy profundo
- 25 – 50 cm.** Superficial
- 50 – 100 cm** Moderadamente profundo
- 100 – 150 cm** Profundo
- Más de 150 cm** Muy profundo



2.8.3.5.4. Presencia de Carbonatos.- Principalmente de Ca. y Mg.

Registrándose como no calcáreo, ligeramente calcáreo, calcáreo y fuertemente calcáreo.

2.8.4. Interpretación de los Análisis Físico – Químicos

Para la interpretación de los resultados del laboratorio se toman en cuenta, las normas establecidas por el Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT).

Mediante la interpretación adecuada de los resultados de laboratorio, se podrá determinar un uso apropiado de los suelos, mejorando su producción y la productividad de los cultivos basándose en sus requerimientos y necesidades, que varía de acuerdo al cultivo a ser establecido.

La interpretación de los resultados de laboratorio serán evaluados en base a los siguientes parámetros:

Cuadro: Salinidad

C. E. en mmhos/cm.	CLASIFICACIÓN
4 o menos	No salino
4.1 – 8.0	Ligeramente salino
8.1 – 15.0	Moderadamente salino
15.1 - 30.0	Salino
30.1 o más	Extremadamente salino

Fuente: CIAT

Cuadro: pH o Reacción del Suelo

VALOR DEL pH	CLASIFICACIÓN
8.1 o más	Fuertemente alcalino
7.6 – 8.0	Moderadamente alcalino
7.1 – 7.5	Suavemente alcalino
6.6 – 7.0	Neutro
6.0 – 6.5	Suavemente ácido
5.3 – 5.9	Moderadamente ácido
4.5 – 5.2	Fuertemente ácido
4.4 o menos	Muy fuertemente ácido

Fuente: CIAT

Cuadro: Materia Orgánica

% DE MATERIA ORGÁNICA	CLASIFICACIÓN
Más de 21	Muy alto
20.0 – 10.0	Alto
9.0 – 4.7	Moderadamente alto
4.6 – 4.5	Moderado
2.5 – 2.4	Bajo
Menos de 1	Muy bajo

Fuente: CIAT

Cuadro: Alcalinidad

%DE SODIO INTERCAMBIABLE	CLASIFICACIÓN
Menos de 15	No alcalino
16 – 20	Ligeramente alcalino
21 – 40	Moderadamente alcalino
41 – 60	Suavemente alcalino
Más de 60	Extremadamente alcalino

Fuente: CIAT

Cuadro: Fertilidad de Suelo

N° de Muestra	Grado	MO %	P ppm	K meq/100gr	Calcio meq/100 gr	Magnesio meq/100 gr
Perfil 1 Horizonte Ap	1	2.26 (> 2 %) [1]	4.32 (≤ 5 ppm) [3]	0.54	6.0 (>4 meq/100 gr) [1]	1.95 (≥1≤4 meq/100 gr) [2]

Fuente: Reporte de Laboratorio con la ayuda de Consultora: SPT Consultores

2.8.5. Clasificación de Tierras con Fines de Riego

La clasificación de tierras con fines de riego, es la interpretación de las características y cualidades físico-químicas de los suelos en función de su aptitud para el riego.

En el presente trabajo se adopta el sistema de Clasificación de "BUREU OF RECLAMACIÓN" de los EE.UU., en este estudio se tomara en cuenta los factores físicos de la tierra: suelo topografía, drenaje, etc.



2.8.5.1. Principios de Clasificación

El propósito de esta clasificación, es conocer la aptitud de la tierra para una explotación agrícola bajo riego. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Una comparación del recurso tierra y experiencias económicas de otras áreas similares en características físicas y climáticas.

Análisis de las probables influencias de los factores físicos individuales de las tierras, sobre la economía de la producción y el costo de desarrollo de la tierra.

Una separación de los factores físicos (suelo, drenaje y topografía) en categorías que tengan aproximadamente igual significación económica.

Los factores deben ser evaluados, según el criterio del manual de USBR, pueden ser agrupados en tres categorías

2.8.5.1.1. Factor Suelo

Para conocer la aptitud de la tierra desde el punto de vista del riego, se deben considerar las características físicas y químicas del perfil del suelo como ser: la profundidad efectiva, textura, estructura, infiltración, percolación, capacidad de retención de humedad, fertilidad, salinidad o elementos tóxicos.

2.8.5.1.2. Factor Topográfico

Del análisis de este factor, se evalúa el grado de pendiente, el relieve y la posición. El factor topográfico es importante para la determinación de la factibilidad o no del riego y el costo de desarrollo de la tierra.

2.8.5.1.3. Factor Drenaje

Este factor considera la eliminación del exceso de agua por simple escurrimiento laminar o canales abiertos. Para evaluar este factor, se tomara en cuenta la conductividad hidráulica del perfil, la profundidad de la capa impermeable, topografía y la profundidad de la napa freática.

2.8.5.2. Clasificación de las Tierras para Agricultura Bajo Riego

Esta clasificación se basa en la propuesta del "BUREAU OF RECLAMATION" que es una interpretación de las características físicas – químicas de las diferentes condiciones de los suelos en función de su aptitud para el regadío. En esta clasificación, se propone seis clases de tierras cuyas definiciones se muestran en orden creciente de limitaciones en el uso y que se subdividen en subclases.



2.8.5.2.1. Clases

- Clase 1

Las tierras de esta clase son muy apropiadas para el riego y tienen escasas limitaciones que restringen su uso y se adaptan a una amplia serie de cultivos.

- Clase 2

En esta clase se clasifican a las tierras moderadamente apropiadas para el riego y poseen algunas limitaciones que reducen la elección de los cultivos o requieren prácticas especiales de conservación, una pequeña limitación con respecto a cualquiera de las características de la tierra de la clase 1 coloca generalmente esta, en la clase 2

- Clase 3

Las tierras de esta clase son poco apropiadas para el riego y tiene limitaciones muy severas que restringen la elección de los cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso y practicas especiales de conservación o una combinación de ambos, las tierras son capaces de producir por lo menos pocas cosechas.

- Clase 4

Las tierras de esta clase son muy poco apropiadas para el riego y tienen limitaciones muy serias que restringen la elección de los cultivos, requieren un manejo muy cuidadoso y practicas especiales de conservación. Las tierras de esta clase deben ser capaces de producir por lo menos pocas cosechas.

- Clase 4 E

(Cuarta especial) Esta clase se considera de CONDICIONES ESPECIALES, las cuales no cumplen con los requerimientos mínimos para las clases 1 a 4, condiciones climáticas favorables y con prácticas especiales de manejo y conservación de tierras y aguas, pueden ser aptas para cultivos especializados.

-Clase 5

Estas tierras no son arables bajo las condiciones naturales, pero tienen un valor potencial suficiente como para hacer en ellas estudios especiales antes de completar su clasificación definitiva. La designación de la clase 5 es tentativa y debe ser cambiada a la propia clase arable o a la clase 6, antes de terminar la clasificación de la tierra.



- Clase 6

Las tierras de esta clase, no son apropiadas para el cultivo de regadío y corresponden a aquellas que no cumplen con los requerimientos mínimos para las clases 1 a 5, que están fuera del alcance del agua de riego, que constituyen áreas urbanas o rurales, o que por alguna otra condición resultan inadecuadas para el riego. Generalmente esta clase comprende: tierras irregulares, quebradas, escarpadas o muy erosionadas, de textura muy ligera o muy pesada, suelos muy delgados y tierras con drenaje inadecuado y alto contenido de sales solubles o de sodio.

2.8.5.2.2. Subclases

Las subclases de aptitud de tierras para el regadío esta constituida por un grupo de suelos dentro de una clase que poseen los mismos tipos de limitaciones predominantes y permanentes para usarlas en el riego.

Las subclases nos proporcionan información mas detallada con respecto al tipo de limitación a una combinación de limitaciones.

- Subclase (s)

Donde las limitaciones de suelo o zona radical es un riesgo dominante para su uso. Estas limitaciones con el resultado de factores tales como suelos delgados, pedregosidad, baja capacidad de retención de humedad, fertilidad baja, salinidad, alcalinidad, etc.

- Subclase (t)

Limitaciones topográficas donde las pendientes fuertes, onduladas o disectadas o una combinación de ambas, presenta riesgos en el manejo del agua de riego.

-Subclase (d)

Es la limitación o riesgo dominante en el uso de las tierras bajo riego, entre los criterios para determinar que los suelos que pertenecen a esta subclase se encuentran el drenaje deficiente, humedad, nivel freático alto e inundaciones.

- Subclase (e)

La susceptibilidad a la erosión es el factor principal que presenta esta subclase para el uso de estas tierras. Cuando los suelos poseen más de una limitación se indica cada una de ellas, colocando primero la limitación dominante.



2.9. Sistema de riego actual.

2.9.1. Descripción de la Infraestructura de Riego Actual

En la actualidad la comunidad de Suaruro, cuenta con una infraestructura del sistema de micro riego rustica, la cual consta de aproximadamente 4 pequeñas tomas tradicionales con sus respectivos canales de tierra que captan agua para riego de diferentes quebradas y algunas del río Tancas. Estos pequeños sistemas están ubicados en ambos márgenes del río Tancas y su infraestructura ha sido construida por los mismos comunarios, quienes se encargan también de su mantenimiento.

En el mantenimiento de las tomas y de las acequias participan todos los usuarios de cada canal. El tipo de mantenimiento que frecuentemente realizan los usuarios es el rutinario por lo menos tres a cuatro veces al año en los meses de febrero, julio y octubre. También se realiza mantenimiento de emergencia.

Las herramientas manuales que normalmente se emplean son el azadón, azada, pala, picota, etc.

2.9.2. Gestión del Sistema de Riego

La gestión de agua en cada uno de las acequias es independiente, no tienen acuerdos entre toma por qué no les falta el agua durante todo el año, sin embargo para los sistemas que captan agua de quebradas.

El acceso al agua de riego en el periodo de verano es libre, en tanto que en el periodo de estiaje principalmente desde el mes de agosto a noviembre, es a través de turnos en cada canal en caso que existir déficit de agua en la fuente.

En el mantenimiento de las tomas y de las acequias participan todos los usuarios. El tipo de mantenimiento que frecuentemente realizan los usuarios es el rutinario por lo menos dos a tres veces al año en los meses de febrero, julio y octubre. También se realiza mantenimiento de emergencia.

Actualmente la gestión de los sistemas de riego se basa en aspectos de organización de usuarios, derechos de agua, distribución del agua (Operación), mantenimiento del sistema y acuerdos que norman las actividades inherentes al riego, no existen Reglamentos Internos y Manuales de Operación y mantenimiento, donde se aplican parcialmente y en los sistemas tradicionales generalmente se manejan de acuerdo a las tradiciones usos y costumbres de la zona.

En cuanto al acceso al riego en el margen derecha del río de trancas se observan dos pequeños sistemas de riego.

2.9.2.1. Acuerdos

Los acuerdos sobre los diversos aspectos de la gestión para el beneficio del recurso agua, pasan por un proceso de discusión que culminan en acuerdos que se detallan a continuación:

- ✓ Respetar el orden de agua que solicita cada usuario.
- ✓ El ingreso de un partidario o arrendatario le habilita con todas las obligaciones que conlleva el derecho de uso de agua.
- ✓ Asistir a los trabajos de limpieza, cuando así se lo requiera.
- ✓ Los ausentes a los trabajos de limpieza o rehabilitación de las tomas, son compensados posteriormente según un acuerdo interno entre el grupo de familias beneficiarias.
- ✓ Respecto a aportes económicos, no existe por su participación en forma igualitaria en la gestión de riego.

2.9.2.2. Organización

Los usuarios del sistema a partir de la toma están organizados en forma simple para un mejor aprovechamiento del agua. La labor del encargado de agua aún se considera una obligación social no remunerada. Las responsabilidades más importantes de los encargados de agua son: hacer cumplir el orden de riego, convocar trabajos de mantenimiento.

2.9.2.3. Derechos al Agua

Actualmente la adquisición de los derechos de agua y tierra es por compra o sucesión hereditaria. La venta de terrenos incluye el derecho al uso de agua, pero existen excepciones de solo de venta de derecho al uso de agua. Por otra parte el fraccionamiento de la tierra por procesos de herencia permitió la habilitación de nuevos usuarios con derecho al uso de agua, lo que antes fueron pocos usuarios, hoy son unidades de varias familias.



Foto 1: Canal Existente



Según los usos y costumbres de la zona de influencia del proyecto el derecho al agua está ligado a la superficie de tierra bajo riego de cada familia, es decir que no existe tierra sin derecho a agua de riego. La superficie de tierra bajo riego de cada usuario es variable, consiguientemente, cada familia tiene diferente aporte en los jornales de mantenimiento, es decir está en función del área aprovechada bajo riego.

Actualmente, el sistema respecto a los derechos es cerrado. El derecho de agua pasa de padres a hijos por herencia, el jefe de familia puede ceder una parte de su terreno a su hijo, pero siempre con derecho al agua de riego.

La participación en los trabajos de mantenimiento y en las diferentes actividades comunales garantiza el derecho al uso de agua de riego.

En la práctica, el derecho de acceso al uso de agua para riego implica necesariamente una obligación relacionada con la responsabilidad y aporte que debe darse para la limpieza de las sequías o canales de tierra.

2.9.2.4. Nivel Individual de los Derechos al Agua (Derechos al Uso de la Infraestructura)

Los derechos individuales son independientes en cada sistema de micro riego, en el caso del presente estudio, las obligaciones para ganar el derecho al uso de la infraestructura los usuarios tienen que aportar trabajo para las relimpias, máximo ½ a 1 jornal por familia, sin embargo es variable según la época y en cuanto a los aportes económicos o se realiza.

2.9.2.5. Distribución o Reparto del Agua

Generalmente la distribución de los sistemas de micro riego tradicional en la época de estiaje, dentro del área de influencia del proyecto se inicia a partir de la cola y termina en la cabecera.

2.9.2.5.1. Operación Adoptada para el Funcionamiento de los Sistema de Micro Riego

Para el control de la operación de los sub sistemas de microriego es de un encargado de grupo, cuya función dura generalmente un año y su función específica de cada encargado es controlar el orden de riego de una a dos veces por semana para cada familia en su sector y la duración del turno por familia hasta que termine de regar, siendo la operación continua en el periodo de mayor demanda (agosto a noviembre).

2.9.2.5.2. Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento son de tipo rutinario y se realizan en función de las necesidades de reparación de los daños causados por las riadas. Los usuarios mencionaron que las fechas tradicionales que acuden para hacer la limpieza de canales son al

inicio y terminación de la temporada de lluvias.

La modalidad de limpieza es por "suyos". El

trabajo se divide en función a la cantidad de tierras que cada uno posee y en algunas excepciones al número de regantes. La distribución de los suyos es de acuerdo a la posición que tienen las parcelas respecto a la toma y esta distribuido de arriba hacia abajo.



Foto 2: Canal Existente con mantenimiento tradicional

2.9.2.5.3. Tipos de Mantenimiento

Los tipos de mantenimiento en los sistemas tradicionales generalmente son los rutinarios, preventivos y en menor proporción de emergencia y de rehabilitación; con mayor ocupación de mano de obra.

Como los usuarios ya tienen experiencia en realizar estos cuatro tipos de mantenimiento es de esperar que con el proyecto disminuya el



Foto 3: Puente Rustico

volumen de trabajo para realizar mantenimiento y al contar con una organización fortalecida el mantenimiento de las diferentes obras se realice con la oportunidad y la calidad del caso.

Los usuarios en los sistemas de riego tradicionales realizan mantenimiento rutinario conforme lo ejecutan actualmente, en el mes de de julio y noviembre en el canal cuando captan agua del río de trancas. También hacen el mantenimiento de las acequias, las tomas rusticas, este mantenimiento es en el mes de junio cuando se inicia el calendario agrícola.

2.9.2.5.4. Costo de Mantenimiento

El costo de mantenimiento consiste en el aporte de los jornales durante el mantenimiento de los sistemas de micro riego, que según el tamaño del mismo se emplea desde 1 a 2 jornales por familia, costo de 2 jornales, monetizados 70 Bs., considerando a 35 Bs/Jl.

2.9.3. Área Actual de Riego

De la zona de riego, se deducen lo siguiente:

- La superficie cultivable alcanza a 16 Has. Esta superficie se la presenta como una estimación sin proyecto. Los resultados finales serán cuando se presenten los mapas temáticos para cada especialidad.
- La superficie total cultivada en dos épocas de acuerdo a información proporcionada por los agricultores mediante encuestas y la información del



Foto 4: Cultivo de papa actual

área de influencia del proyecto actual, alcanza a 16 Has., que se encuentran a riego bajo la influencia de las acequias tradicionales. Como se puede apreciar el total de las hectáreas regadas benefician alrededor de 21 familias.

- Existe un área media regada anualmente de aproximadamente 16 Has, como consecuencia de la falta de un sistema de riego mejorado y porque la mayoría de la población no tiene suficientes recursos económicos para invertir en la producción de cultivos de mercado, cuyos insumos cada vez son más caros.
- En el potencial a incorporarse en la situación con proyecto, se cuantificarán las tierras que se encuentran bajo la influencia de la futura red de riego, cuyas áreas podrán ser habilitadas para la producción agrícola.

Por lo tanto el área potencial a ser incorporado podría alcanzar a un 72% de la superficie cultivable de 64 Has en la primera alternativa; esto se determinará de acuerdo a los estudios de ingeniería y agronomía, que se presentarán en la situación con proyecto.



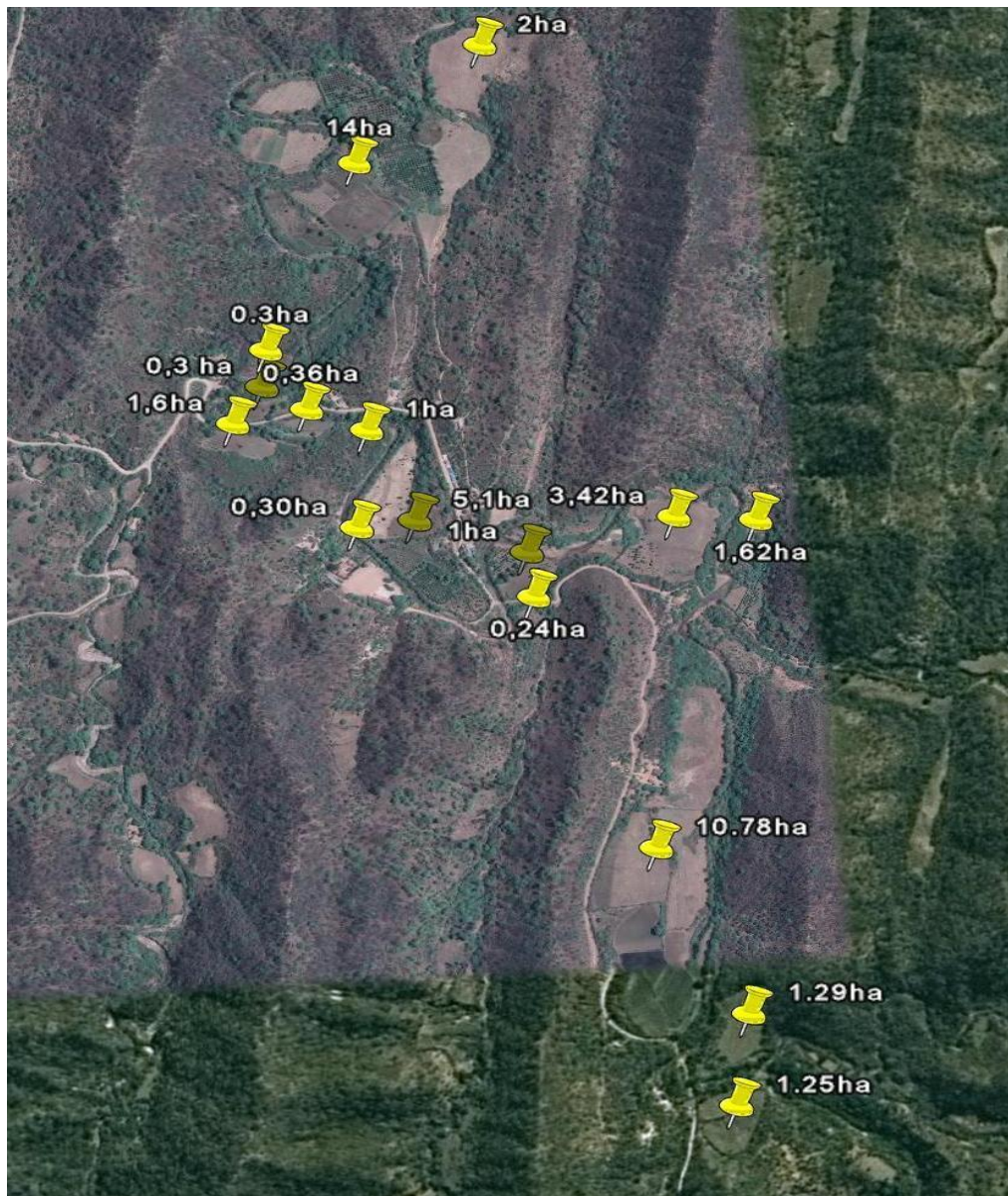
CALENDARIO DE CULTIVOS ACTUALES SUARURO

Invierno - Primavera

Verano - Otoño

Nº	CULTIVO (Ha)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	Total
1	Maiz(grano)							6	6	6	6	6		6
2	Mani(tardia)	5						5	5	5	5	5	5	5
3	Papa(precoz)			2	2	2	2							2
4	Citricos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	Lechuga y hortalizas			1	1	1								1
	Total ha cultivadas con riego	9	4	7	7	7	6	15	15	15	15	15	9	16

Terreno en descanso (ha.)	60	60	56	56	56	56	47	47	47	47	47	47	60
Total área cultivable (ha)	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64





2.10. Aspectos ambientales.

En las visitas a la comunidad se apreció agentes de deterioro ambiental, debido a que las actividades no se planifican y por ende las condiciones originales del medio ambiente, siendo el principal problema la ausencia de un manejo adecuado de los recursos naturales, lo cual trae como consecuencia la presencia de fenómenos que afectan directamente a la conservación y mantenimiento del medio ambiente, entre los cuales se puede mencionar: la tala indiscriminada, chaqueos, la erosión, salinización, depredación de las praderas naturales y otros problemas.

Es una realidad comprobable, en efecto la degradación progresiva del ecosistema de la zona y la intensificación de fenómenos naturales como las riadas y heladas, así como el deterioro de la cuenca hidrográfica, la pérdida de la biodiversidad y de lo que es peor desde el punto de vista productivo, la disminución de la capacidad productiva del suelo y de otros recursos naturales disponibles, además de la degradación del hábitat, y alteración del modo de vida de los originarios del lugar.

Entonces la asistencia técnica y las medidas de mitigación ambiental respecto al tema ambiental estará orientada a la sistematización de nuevas áreas productivas con un manejo sostenible de los recursos naturales renovables, para tal efecto se realizará un asesoramiento en los siguientes aspectos:

- ✓ Manejo de **cultivos en áreas de pendiente** con la utilización de curvas de nivel, terrazas y zanjas de infiltración etc., con la finalidad de disminuir los riesgos de erosión y arrastre de material, evitando la alteración del suelo y la calidad de las aguas por el aumento de sólidos en suspensión.
- ✓ Evitar la **tala indiscriminada** de los bosques nativos del lugar y mas al contrario realizar actividades de manejo y conservación de la flora del lugar especialmente de las partes altas de la cuenca de aporte.
- ✓ Evitar en lo posible los **chaqueos** para la habilitación de áreas agrícolas, en algunos casos es la causa de incendios forestales.



- ✓ Evitar la contaminación acuática por escurrimiento de **agroquímicos** y cenizas provenientes del chaqueo que modifican las características químicas de sistemas acuáticos.
- ✓ Desarrollar capacidades en la explotación forestal en forma racional con la implantación de cobertura vegetal.

2.10.1. Sistema de Producción Pecuario

Uno de los problemas más urgentes de la ganadería en la zona es el sobre pastoreo y la degradación de monte natural, debido a la explotación indiscriminada del mismo y al crecimiento de la población de grandes pequeños rumiantes dentro de un frágil equilibrio ecológico. La degradación del monte natural se expresa por la casi total desaparición del estrato herbáceo, invasión de especies indeseables y pobre regeneración de especies forestales importantes. Además, el sobre pastoreo ha provocado pérdida de estructura y fertilidad de los suelos compactación y erosión en algunas áreas aledañas a la zona de estudio.

Para remediar el sobre pastoreo se plantea introducir pastos cultivados que baya a complementar la alimentación del ganado especialmente en el periodo de escasa cobertura vegetal (junio a octubre).

2.10.2. Fauna

La fauna típica de la zona está bastante impactada por la presencia humana y solo tienen las serranías colindantes como áreas de protección natural. De igual manera se puede observar que en determinadas épocas emigran de acuerdo a sus preferencias alimentarias. La fauna de la zona son mamíferos en pequeña escala (venado, gato montes, zorro, hurón, oscallo, comadreja, liebre, vizcacha y conejos), aves (perdiz, lechuza, palomas, águilas, loros, carpinteros), Reptiles (lagartija, culebra, víbora) y peces (suche, trucha, carachi) en los ríos.

En este sentido durante la construcción e implementación del sistema de riego presurizado se debe tener conocimiento de los valores de conservación como ser:

- ✓ Definir hábitat crítico para la conservación de especies amenazadas.

- ✓ Como regular el régimen hídrico y la fuente de agua para las poblaciones piscícolas.

2.11. Actividades preparatorias.

Durante la fase de identificación, los resultados logrados son la aceptación de los beneficiarios de Suaruro a la construcción del sistema de microriego presurizado según las recomendaciones realizadas durante esta fase.

Una vez habiendo consensuado con los comunarios de Trancas en la ubicación de la obra de toma, definiendo también el trazo con el nuevo sistema de microriego presurizado, no existe mayor dificultad, existiendo consenso con los beneficiarios a la construcción del nuevo sistema.

a. Diseño Participativo del proyecto

Para la realización de los estudios del Sistema de Microriego Presurizado, la entidad proponente ha realizado de manera concertada con la comunidad beneficiaria el planteamiento de las obras que se diseñaron tomando en cuenta las demandas de la misma comunidad, como el criterio técnico del proponente.



Foto: Reunión con Supervisión, GTZ, Beneficiario y Consultora

El presente estudio es consecuencia de diferentes actividades efectuadas en la zona de riego, con la finalidad de interpretar la necesidad de mejorar sus acequias de riego, valorar sus potenciales y limitaciones para proyectar las obras, se ha logrado involucrar a los usuarios en diferentes actividades:

- ✓ Reuniones participativas para escuchar la demanda de los usuarios.
- ✓ Reconocimiento de campo por distintos sectores de las acequias de riego acompañado de los usuarios, comité de riego y dialogo con las familias encontradas durante los recorridos.
- ✓ Reuniones de análisis y discusión de posibles alternativas sobre el trazo y de las obras de captación del sistema.
- ✓ Participación de los beneficiarios durante la realización de encuestas socioeconómicas de campo.
- ✓ Participación de los usuarios durante la etapa de estudios y levantamiento topográfico.
- ✓ Participación y recorridos con el supervisor del estudio designado del Municipio y supervisor del



Foto 6: Levantamiento Topográfico

- PROAGRO/GTZ.
- ✓ Recorrido de campo, discusión y consenso de alternativas durante la presentación en reunión general de los beneficiarios.
 - Visitas de campo, con el fin de obtener información del área de riego, análisis de alternativas viendo el punto de vista de los comunarios y otros datos que serán necesarios para el diseño del sistema de micro riego.
 - Recorrido con la empresa consultora SPT, autoridades del municipio de Entre Ríos y comunarios desde la toma hasta el final de la aducción.



Recopilación de información existente de diferentes fuentes confiables, entre estas precipitaciones pluviales de estaciones que están más próximas a la zona



(SENAMHI), datos de caudales específicos y otros (Secretaría de RR NN. y medio ambiente), información general del área de influencia del proyecto (Alcaldía de Entre Ríos).

Recopilación de imágenes satelitales del área de riego (Google Earth Pro.)

Se busco proyectos que se realizaron cerca de la zona, para obtener información útil para el diseño del sistema de micro riego.

b. Justificación y concertación

Una vez ubicado el nuevo trazo del sistema de microriego presurizado, se ha planteado las alternativas respectivas, analizadas en los puntos anteriores; a través del diálogo y la concertación con los directos beneficiarios por sector y grupo de personas, y realizar los trabajos de levantamiento topográfico y los diseños correspondientes.

El nuevo trazo considerado en la situación con proyecto, ha sido concertados con los beneficiarios de tal manera las familias regadoras se encuentran plenamente de acuerdo con el sistema de microriego presurizado.



3. EL PROYECTO.

3.1. Objetivos, Componentes y Resultados del Proyecto

3.1.1. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es: Coadyuvar a mejorar la calidad de vida de las familias campesinas de la comunidad de Suaruro, mediante el incremento de sus ingresos económicos provenientes de la producción agrícola, a través de la implementación de infraestructura de riego presurizado.

3.1.1.1. Objetivos específicos

- ✓ Crear condiciones de almacenamiento para asegurar la oferta de agua para riego presurizado, mejorar las condiciones de captación, conducción y distribución de agua, incrementando de esta manera la eficiencia del sistema.
- ✓ Optimizar el uso de los recursos hídricos de la zona con la implementación de infraestructura de riego presurizado.
- ✓ Dotar de riego permanente y seguro (riego óptimo) a 64 ha, durante el año agrícola.
- ✓ Beneficiar a 21 familias de manera directa.
- ✓ Mejorar los rendimientos de los cultivos bajo riego, a través de la aplicación de técnicas de riego a gravedad mejorado y presurizado.
- ✓ Fortalecer las organizaciones comunales del ámbito del proyecto.

3.1.2. Componentes

Los componentes planteados del presente proyecto son los siguientes:

- Infraestructura

3.1.3. Alcances y/o Metas

- ✓ Una obra de toma, tipo presa derivadora, de 21 metros de longitud.
- ✓ Una Cámara de Carga y desarenadora.
- ✓ Una aducción principal con 4.89910 Km de tendido de Tubería de los cuales 3.85 km serán con tubería de PVC y 0.85 Km con Tubo Negro.
- ✓ Un canal de aducción principal de hormigón Ciclópeo, se sección rectangular con capacidad para transportar 35 l/s.



- ✓ 1 puente de Hormigón Armado.
- ✓ 3 Puentes Colgantes.
- ✓ 21 cámaras prediales
- ✓ 21 derivaciones con tubería de PVC con una longitud total de 1.07 km.
- ✓ 21 familias de la comunidad son capacitadas en operación, mantenimiento, administración y asistencia técnica durante la etapa de ejecución del proyecto.

3.1.4. Actividades

Las principales actividades del proyecto se detallan a continuación por componente.

INFRAESTRUCTURA

- ✓ *Trabajos Preliminares*
- ✓ *Obra de Toma*
- ✓ *Aducción con Tubería PVC. 6"*
- ✓ *Red de Distribución*
- ✓ *Cámara de Llave de Paso*
- ✓ *Puentes Colgantes*
- ✓ *Puente Acueducto de Hormigón Armado*
- ✓ *Cámara de Distribución de H°C°*
- ✓ *Tanque de Regulación H°C° 180 M3*
- ✓ *Red de Distribución a Parcelas Aspensor*
- ✓ *Red de Distribución a Parcelas Goteo*
- ✓ *Excavación de Terreno Semiduro*

3.1.5. Resultados del proyecto.

Con este proyecto se logrará incrementar el área bajo riego óptimo a 80ha que se lograran cultivar en dos periodos, de esta manera se mejorará de manera notable la producción y el mejoramiento económico de la comunidad en su conjunto.



3.2. Sistema de producción agropecuaria y situación del mercado.

Dada las condiciones agroecológicas de la comunidad de Suaruro, de vocación agrícola y pecuaria, los cultivos más prominentes son las hortalizas por su rápido desarrollo y proximidad al mercado para la comercialización; los frutales como los cítricos de mayor demanda en el mercado por las bondades de la fruta.

3.2.1. Posibles Escenarios de la Producción Agropecuaria Con Proyecto y su Articulación al Mercado

Tomando como referencia la situación actual de la producción agrícola que se desarrolla en la zona del proyecto, el sistema de producción que se propone, está en función de la vocación productiva de la zona orientada hacia la seguridad alimenticia y nutricional de la población beneficiaria y la generación de excedentes productivos para los mercados, cuya venta permita mejorar los ingresos familiares y el nivel de vida de la población en general.

Como se detalla en el Cuadro a continuación, con el proyecto se logrará un incremento de los volúmenes de producción en todos los cultivos. Este incremento es debido al riego que permitirá a los cultivos expresar su potencial genético, asegurar la floración y el adecuado cuajado de los frutos.

Para la situación con proyecto, el destino de la producción es similar a la de la situación "sin" proyecto.

Los volúmenes de la producción destinados a la venta tienden a aumentar, por el incremento de los rendimientos, debido al riego. Estos incrementos a su vez, no son extraordinarios, pues para conseguir eso, se necesita no solo del riego, si no que además se requiere en la zona créditos, material genético de calidad y asistencia técnica permanente.

En cuanto a los volúmenes que serán utilizados como semilla para la siguiente siembra, se han calculado en base a recomendaciones técnicas. Las semillas serán compradas para maíz, maní, papa, arveja, tomate y hortalizas, y para cada campaña agrícola deben ser adquiridas. Para cítricos se deben adquirir plantines de variedades injertados de viveros certificados.



El modelo productivo del pequeño productor está basado en la estrategias productivas que mantiene su tradicionalidad en función a la concepción campesina y están sometidos a la elevada dependencia de insumos externos, fertilizantes y pesticidas que no son usadas en condiciones óptimas de acuerdo al requerimiento del cultivo para obtener un producto competitivo de calidad, y siempre la producción del pequeño productor estará en desventaja con relación a los grandes productores de otras zonas por los recursos económicos que se requiere para contar con una producción con tecnología de competitividad en el mercado consumidor.

Por los resultados de las encuestas y entrevistas de campo, la comercialización de productos se efectúa los días jueves, sábado en los mercados de Entre Ríos y Tarija donde compradores de la ciudad de Tarija (mayoristas) acuden a efectuar la adquisición de productos de manos de los productores. En el caso de los cítricos, los mayoristas además entran hasta las parcelas para comprar la fruta o realizan convenios para decepcionar la fruta ya en el mercado de Tarija inclusive.

3.2.2. Determinación del Área de Cultivo Con Proyecto, (Cedula de Cultivos a Temporal y Con Riego, Indicando Superficies Aproximadas y Rendimientos)

3.2.2.1. Cédula de cultivos bajo riego con proyecto

La cedula de cultivos para la situación del sistema de riego mejorado, básicamente mantiene la mismas composición actual, debido principalmente a que los usuarios ya cuenta con experiencia para la producción de los mismos, sin embargo, según las tendencias de la producción, por parte de los futuros beneficiarios, los cultivos orientados al mercado, principalmente hortalizas que incrementaran las superficies de cultivo. Así mismo algunos cultivos pueden ser adelantados en cuanto a las fechas de siembra con la finalidad de aprovechar los mejores precios de mercado local y como también para escapar la presencia de los fenómenos naturales como las heladas.

En el Cuadro siguiente se muestra la cédula de cultivos con proyecto.



Cuadro: Cédula de cultivos Con proyecto

N°	CULTIVO (Has)	Invierno - Primavera						Verano - Otoño						Sup. Total ha	Inv- Pri J-N	Ver- Oto D-M	%
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY				
1	Maíz(grano)							30	30	30	30	30		30		30	26
2	Maíz(choclo)				7	7	7	7						7	7		6
3	Maní(tardía)	6						6	6	6	6	6	6	6		6	5
4	Maní(precoz)			8	8	8	8	8	8	8				8	8		7
5	Papa(tardía)	16	16							16	16	16	16	16		16	14
6	Papa(precoz)			5	5	5	5							5	5		4
7	Arveja(verde)	19	19	19								19	19	19	19		17
8	Tomate(precoz)	8	8	8	8									8	8		7
9	Lechuga y hort. menores			4	4	4								4	4		3
10	Cítricos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		3
11	Lechuga y hort. menores									8	8	8	8	8		8	7
	Total ha con riego	53	47	48	36	28	24	55	48	64	64	64	53	115	55	60	100

Terreno en Descanso (ha.)	11	17	16	28	36	40	9	16	0	0	0	11
Total área cultivable (ha)	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64

9	4
64	64

Fuente: Elaboración propia. Balance Hídrico.

3.2.2.2. Calendario agrícola bajo riego con proyecto

Para plantear el calendario agrícola con el Proyecto se ha tomado en cuenta las experiencias de los propios agricultores en cuanto a las mejores épocas de siembra, considerando el clima y precios de los mercados.

Entre los principales cultivos en orden de importancia son: Maíz, Papa, Maní, Arveja, Tomate y diversos tipos de Hortalizas, entre los frutales los Cítricos.

El siguiente cuadro muestra el calendario agrícola con proyecto:

Cuadro: Calendario agrícola Con proyecto

CULTIVO (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz(grano)							S				C	
Maíz(choclo)				S			C					
Maní(tardía)	C						S					
Maní(precoz)			S						C			
Papa(tardía)		C							S			
Papa(precoz)			S			C						



Arveja(verde)			C									S	
Tomate(precoz)	S			C									
Lechuga y hortalizas menores			S		C								
Cítricos			P									C	C
Lechuga y hortalizas menores											S		C

Fuente: Elaboración propia, Balance Hídrico.

Ref.: S=Siembra; C=Cosecha; P=Plantación

3.2.2.3. Área bajo riego óptimo con proyecto

El área bajo riego óptimo con proyecto en función al balance de la oferta (ver Anexo 3).

Según el Cuadro mencionado no existe un déficit de agua para todo el año en el área del proyecto.

Cuadro: Áreas bajo riego óptimo en la situación Con proyecto

Cultivos	Con Proyecto (ha)	Área Bajo Riego Óptimo (ha)
Maíz(grano)	30	30.00
Maíz(choclo)	7	7.00
Maní(tardía)	6	6.00
Maní(precoz)	8	8.00
Papa(tardía)	16	16.00
Papa(precoz)	5	5.00
Arveja(verde)	19	19.00
Tomate(precoz)	8	8.00
Lechuga y hortalizas menores	4	4.00
Cítricos	4	4.00
Lechuga y hortalizas menores	8.00	8.00
TOTAL ha.	115.00	115.00

Fuente: Elaboración propia en base al Balance Hídrico.

En la situación sin proyecto el área bajo riego óptimo es 2.44 ha y con proyecto es de 115,00 ha, con la implementación de un sistema de riego tecnificado.



3.2.2.4. Determinación del área incremental

El Cuadro siguiente, se muestra un resumen comparativo de la situación Sin y Con proyecto.

Cuadro: Resumen comparativo de situación Sin/Con proyecto Sistema Tecnificado

CULTIVOS	Área Real Sin Proyecto	Área Optima Sin Proyecto	Área Real Con Proyecto	Área Optima Con Proyecto	Área Incremental
Maíz(grano)	6	0.46	30	30	29.54
Maíz(choclo)	5	0.38	7	7	6.62
Maní(tardía)	2	0.15	6	6	5.85
Maní(precoz)	2	0.15	8	8	7.85
Papa(tardía)	0	0	16	16	16.00
Papa(precoz)	0	1.22	5	5	3.78
Arveja(verde)	0	0	19	19	19.00
Tomate(precoz)	0	0	8	8	8.00
Lechuga y hortalizas menores	1	0.08	4	4	3.92
Cítricos	0	0	4	4	4.00
Lechuga y hortalizas menores	0	0	8	8	8.00
TOTAL	16	2.44	115	115	113.78

Fuente: Elaboración propia en base al Balance Hídrico.

Según las vocaciones agrícolas y las condiciones climáticas de la comunidad de Suaruro, es posible realizar siembras en las dos temporadas al año, lo que las áreas incrementales con riego optimo tecnificado son 113.78 hectáreas incrementales óptimamente debido al proyecto. La superficie incremental es superior al área física, debido al doble cultivo.

3.2.2.5. Rendimientos en la situación bajo riego óptimo

Los rendimientos de cultivos estimados con proyecto se han obtenido mediante entrevistas con los agricultores y de zonas cercanas. El Cuadro siguiente, muestra estos rendimientos.



Cuadro: Rendimientos Con proyecto (t/ha)

Cultivo	Rendimiento tn/ha
Maíz(grano)	5.00
Maíz(choclo)	4.61
Maní(tardía)	2.50
Maní(precoz)	2.00
Papa(tardía)	10.00
Papa(precoz)	10.00
Arveja(verde)	6.00
Tomate(precoz)	10.00
Lechuga y hortalizas men	8.00
Cítricos	8.00
Lechuga y hortalizas men	9.00

Fuente: Elaboración propia. Entrevistas 2010, Costos de Producción.

3.3. Sistema de riego proyectado (diseño conceptual del proyecto)

3.3.1. Planteamiento del proyecto

El sistema de riego presurizado tiene las características propias de un canal forzado de riego, con una obra de toma, rejilla de ingreso(bocatoma), desarenador, red de aducción tubería PVC, estanque, conducción por tubería PVC y tubería F°F° Dúctil, ramales, cámaras (llaves) de distribución ramales, cámaras prediales, puentes y compuertas de distribución, hidrantes.

El funcionamiento del sistema será permanente, distribuyendo los caudales mediante turnos de riego durante el periodo de estiaje y la aplicación mediante riego por aspersión y goteo, reglamentado por la misma organización creada para el efecto, mediante una capacitación en Asistencia Técnica, Gestión de Riego y Desarrollo Comunitario.

El sistema beneficiará a 21 familias y 64.0 ha cultivables.

3.3.2. Infraestructura Hidráulica

a) Obra de toma.- La obra de captación se constituye la parte fundamental del sistema de microriego. El buen diseño y funcionamiento será fundamental para el éxito del sistema de microriego; para este fin se plantea el diseño de un azud derivador emplazado transversalmente al lecho del río Suaruro en los límites de la comunidad de Trancas y Suaruro.



b) Cámara de Carga y Desarenadora: Ubicado a unos metros de la obra de toma , con la finalidad de permitir la sedimentación de los materiales granulares que entran por el bocatoma y que puedan dañar internamente la tubería con los efectos de fricción y de la misma manera el cabal de hormigón ciclópeo que se encuentre aguas abajo

c) Aducción Inicial: se plantea una línea de aducción inicial que se plantea, es la de un sistema a presión mediante la disposición de tubería de fierro negro que puedan ir enterradas en los primeros 60 metros y ancladas hasta la progresiva 1+100, posterior a ello nuevamente enterrada.

d) Estanque: Se plantea la construcción de un estanque con la finalidad de almacenar el agua y aumentar la oferta.

e) Aducción Principal: El cual consistirá en un sistema de aducción por gravedad de tubería,, con una sección hidráulica circular de máxima eficiencia, manteniendo pendientes del 0.2 % al 1 %. Esta aducción Principal estará ubicada a la margen izquierda del río Suaruro.

f) Sistema de Aplicación: Se plantea la dotación de un stop de equipos y accesorios de aplicación de riego por medio de aspersión y goteo.

Obras de arte.- Se ha plantea la construcción de las siguientes obras de arte:

Puente Acueducto de Hormigón Armado: En los pasos de las quebradas donde el caudal de agua de la misma es grande se plantea el diseño de puentes canales de hormigón armado para la conducción del agua, los que se dispondrán para salvar el paso de depresiones topográficas y/o quebradas. La sección y geometría del puente dependerá del tipo de aducción que se tenga en el tramo (sistema a presión).

Puentes Acueductos Colgantes: se plantea con la finalidad de salvar el paso de depresiones topográficas y/o quebradas. El diámetro del cable principal, diámetro de cables de suspensión, altura de torres, dimensiones de la fundación de las torres y los bloques de anclaje dependerán de la longitud de estos puentes y del diámetro de tubería que soportaran. Estos puentes están ubicados al inicio de la aducción donde el sistema funciona a presión.



Paso de camino y canal tapado

Considerando que el trazo del sistema pasa por el camino es necesario la construcción de este tipo de obras para facilitar la libre transitabilidad de movilidades.

Obras complementarias.- Con el fin de lograr un buen funcionamiento, es necesario la implementación de obras complementarias, como ser, cámaras de entrada a tuberías, cámaras de distribución, cámaras prediales, compuertas para la distribución, red de hidrantes, juntas de dilatación y otras obras menores.

3.3.3. Balance Hídrico Actualizado.

3.3.3.1. Definiciones.

a.- Introducción

El cálculo del Área Bajo Riego Optimo (ABRO) es un criterio técnico de elegibilidad para proyectos de riego, definido por el Vice Ministerio de Desarrollo Rural y Riego, para fines de planificación de los recursos en el sector público. Fue aprobado mediante Resolución Ministerial No. 095/02.

El ABRO es una herramienta donde los cultivos no expresan ningún déficit hídrico, es decir, que la oferta de agua en el área considerada, se encuentra en equilibrio con la demanda hídrica de los cultivos implantados.

En proyectos de mejoramiento de sistemas de riego existentes, es necesario conocer el ABRO en las condiciones actuales de gestión de riego del sistema, de tal manera que permita hacer una proyección para las condiciones de vida una vez ejecutado el proyecto de riego.

Por consiguiente, el ABRO es una herramienta donde interviene varios factores relacionados con las condiciones climáticas, las características de los diferentes cultivos y de disponibilidad de agua para el sistema de riego y proyecto.

En este documento se presentan los conceptos y definiciones para el cálculo del área bajo riego óptimo en sistemas de riego, como fundamento teórico para la determinación de la demanda y oferta de riego.



Para la realización del balance hídrico del sistema de riego, es necesario conocer algunas definiciones que intervienen en la determinación de las demandas de agua de los cultivos y por ende de las áreas incrementales con el proyecto.

b.- Balance Hídrico de los cultivos

Es la relación entre la oferta y la demanda, la cantidad de agua que cubre las necesidades de los cultivos, según las diferentes fases de crecimiento de las plantas y calendarios agrícolas establecidos para el proyecto de riego. El agua requerida por los cultivos es variable en los diferentes meses, como también las precipitaciones a lo largo de todo el año, donde el balance hídrico resulta también variable y presenta déficit que determinan la necesidad de recurrir al riego.

c.- Área Regable

Es el número de hectáreas con vocación agrícola, destinadas a la agricultura dentro del área de influencia del sistema de riego y que eventualmente pueden recibir agua. Esta es una medida física de carácter permanente, que para nuestro caso asciende a 64 hectáreas.

d.- Área Regada

Es el número de hectáreas que reciben riego por lo menos una vez en un ciclo agrícola, dentro del área de influencia del sistema de riego, es una medida variable año tras año, de agua en el sistema de riego y de la estrategia productiva y de riego de los usuarios.

e.- Área Bajo Riego Óptimo (ABRO)

Es el número de hectáreas que se riegan óptimamente con la disponibilidad y demanda de agua calculada en el sistema de riego. Es una medida teórica basada en las cédulas y calendarios de los cultivos para el cálculo de las hectáreas incrementales dentro de los proyectos de riego.

f.- Área Incremental

Es la diferencia entre el área bajo riego óptimo en la situación con proyecto, menos el área bajo riego óptimo en la situación sin proyecto. Esta área, es el resultado del



incremento de agua de riego, debido al mejoramiento de las condiciones agrícolas. Se dice cultivo regado cuando la planta no sufre estrés hídrico y recibe riegos oportunos.

Para identificar y analizar la viabilidad de los proyectos de riego, es importante conocer las necesidades de agua de riego con respecto a la producción agrícola. En este sentido, para el proyecto de riego, el área incremental forma parte de las condiciones de elegibilidad para su financiamiento y tipificación.

Por tanto, el valor del área incremental expresa el efecto directo del incremento de agua sobre la situación productiva de los sistemas de riego ampliados.

3.3.4. Calendarios y Cedula de los Cultivos

En las condiciones climáticas de la zona, solo se desarrolla una agricultura a secano y en menor escala bajo riego, con el aprovechamiento de la fuente principal del Río Suaruro y demás afluentes.

3.3.4.1. Calendarios de Cultivos

Entre los principales cultivos en orden de importancia son: Maíz, Papa, Maní, Arveja, Tomate y diversos tipos de Hortalizas, entre los frutales los Cítricos.

Cuadro: Calendarios de los Cultivos

CULTIVO (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz(grano)							S				C	
Maíz(choclo)				S			C					
Maní(tardía)	C						S					
Maní(precoz)			S						C			
Papa(tardía)		C							S			
Papa(precoz)			S			C						
Arveja(verde)			C									S
Tomate(precoz)	S			C								
Lechuga y hortalizas menores			S		C							
Cítricos			P								C	C
Lechuga y hortalizas menores										S		C

S=Siembra; C=Cosecha; P=Plantación

Los requerimientos de agua de los cultivos están en función de las eficiencias del sistema de riego actual y del planteado con el proyecto, como además de la disponibilidad de agua.



El manejo del agua de riego en la comunidad es mediante turnos según las versiones de los comunarios, donde los beneficiarios han obtenido su derecho por los aportes en trabajo y aportes económicos.

3.3.4.2. Cedula Actual

Según las visitas realizadas en marzo y mayo del 2010, durante la fase de recopilación de información de campo, se han identificado los siguientes cultivos que en la actualidad se practican y son los mas comunes y rentables según lo indicaban los comunarios beneficiarios, a continuación se indican los cultivos que se siembran según las temporadas del año.

De estas observaciones y según el levantamiento topográfico del sistema de riego se ha podido estimar que en la actualidad solamente existe una área regada de 16 ha, del total del área regable de 64 ha, de las cuales la mayor parte se siembra en las temporadas de verano-otoño, esto por la disponibilidad de agua y de la características propia de la comunidad. Esta superficie no es aprovechada y regada óptimamente debido a la mala característica del sistema actual donde se observa que las eficiencias de captación, conducción, distribución son muy bajas y a esto se suma la gran perdida de agua durante la aplicación a nivel del predio por desconocimiento de un uso eficiente y adecuado del agua de riego, características propias de los suelos, estas apreciaciones se pueden observar en el balance hídrico en la sección anexos.

Cuadro: Cedula de Cultivos Suaruro

Nº	CULTIVO (Ha)	Invierno - Primavera						Verano - Otoño						Total
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
1	Maíz(grano)							6	6	6	6	6		6
2	Maní(tardía)	5						5	5	5	5	5	5	5
3	Papa(precoz)			2	2	2	2							2
4	Cítricos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	Lechuga y hortalizas			1	1	1								1
	Total ha cultivadas con riego	7	2	5	5	5	4	13	13	13	13	13	7	16

Terreno en descanso (ha.)	9	14	11	11	11	12	3	3	3	3	3	9
Total área cultivable (ha)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16



3.3.4.3. Cedula Propuesta

Los cultivos que se presentan a continuación son los que se plantea con la implementación del proyecto, estos cultivos responden a las condiciones climáticas de la zona y características propias del lugar.

Según el levantamiento topográfico del canal principal como de los ramales se pudo delimitar el área regable el cual se constituye en un área regada con el proyecto que son 64 ha aptas para riego y haciendo un uso racional y sostenible del suelo, esto a permitido planificar las siembras según los calendarios agrícolas de la zona.

A continuación se muestran los cultivos y las superficies planificadas a sembrarse con la dotación de agua permanente durante todo el año sin déficit hídrico con un caudal de captación de **35 l/s del Río Suaruro** durante todo el año.

Cuadro: Cedula de Cultivos Suaruro

Nº	CULTIVO (Has)	Invierno - Primavera						Verano - Otoño					Total	Inv-Pri	Ver-Oto		
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR				MAY	
1	Maiz(grano)							30	30	30	30	30		30		30	
2	Maiz(choclo)				7	7	7	7						7	7		
3	Mani(tardia)	6						6	6	6	6	6	6	6		6	
4	Mani(precoz)			8	8	8	8	8	8	8				8	8		
5	Papa(tardia)	16	16							16	16	16	16	16		16	
6	Papa(precoz)			5	5	5	5							5	5		
7	Arveja(verde)	19	19	19									19	19	19		
8	Tomate(precoz)	8	8	8	8									8	8		
9	Lechuga y hortalizas menores			4	4	4								4	4		
10	Citricos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
11	Lechuga y hortalizas menores									8	8	8	8			8	
12																	
	Total ha cultivadas con riego	53	47	48	36	28	24	55	48	64	64	64	64	53	115	55	60

Terreno en Descanso (ha.)	11	17	16	28	36	40	9	16	0	0	0	11		9	4
Total área cultivable (ha)	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64		64	64

3.3.5. Datos Agrometeorológicos

Para la realización del balance hídrico se consideraron los datos de la estación climatológica de Entre Ríos(Pajonal), con un periodo de registro de 36 años, a continuación se muestra el resumen climatológico:



Cuadro : Resumen Climatológico Estación Entre Ríos (Pajonal) 1973 – 2009

Índice	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temp. Max. Media	°C	28.0	27.5	26.5	23.9	21.5	20.8	21.4	24.4	26.0	28.2	27.7	28.4	25.4
Temp. Min. Media	°C	17.1	16.8	16.3	14.1	11.0	7.2	6.0	7.7	10.0	13.9	15.3	16.4	12.7
Temp. Media	°C	22.6	22.2	21.4	19.0	16.2	14.0	13.7	16.1	18.0	21.0	21.5	22.4	19.0
Temp. Max. Extr.	°C	40.0	36.0	36.0	33.0	33.9	35.3	36.2	39.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Temp. Min. Extr.	°C	8.0	6.8	9.0	1.0	-1.0	-6.0	-7.0	-6.9	-7.0	0.8	3.0	8.0	-7.0
Días con Helada		0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	8
Humedad Relativa	%	75	77	79	80	78	74	70	64	63	64	67	72	72
Nubosidad Media	Octas	5	5	5	6	5	4	4	3	3	4	5	5	5
Insolación Media**	hr	5.7	5.8	6.0	6.6	7.5	7.3	7.5	7.7	7.3	7.2	6.5	6.1	6.7
Evapo. Media**	mm/día	5.01	4.58	4.73	3.37	2.73	2.62	2.82	4.18	4.87	5.32	5.19	5.08	4.21
Radiación Solar**	cal/cm ² /día	467.7	451.2	425.6	402.1	375.3	352.7	352.6	393.1	420.4	458.7	467.5	464.5	419.3
Precipitación	mm	223.7	196.2	210.4	97.0	21.9	10.1	4.4	5.3	14.4	59.8	126.6	197.2	1166.9
Pp. Max. Diaria	mm	142.9	95.2	103.0	103.0	45.4	20.0	12.2	21.0	46.0	88.8	104.5	107.2	142.9
Días con Lluvia		14	14	16	10	6	5	2	2	3	7	11	13	102
Velocidad del viento	km/hr	7.6	8.4	7.0	9.2	8.0	9.2	9.7	12.6	14.9	9.6	10.9	13.2	10.0
Dirección del viento		N	NE	N	NE	NE	N	N	N	N	N	N	N	N

*Datos 1976 – 1995 Fuente: SENAMHI

Debido a las características de la variabilidad de la precipitación en función de la orografía, se ha considerado como la media simple de las Estaciones de Entre Ríos y Palos Blancos, para la estimación del ABRO.

Cuadro: Altura de Precipitación Media (mm)

ESTACION	Unidad	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
Entre Ríos	mm	218.1	197.3	210.4	97.0	21.9	10.1	4.4	5.3	14.4	59.8	126.6	197.2	1162.5
Palos Blancos	mm	150.1	103.4	112.8	37.8	6.8	2.8	0.6	2.1	8.8	36.1	70.5	127.2	659.1
PROMEDIO	mm	184.1	150.4	161.6	67.4	14.3	6.4	2.5	3.7	11.6	47.9	98.6	162.2	910.8

Fuente: Elaboración propia en base de los datos del SENAMHI

Los datos correspondientes a la serie de registros se encuentra en el anexo. (ver anexo 21 Datos Climatológicos).

3.3.6. Oferta de Agua

3.3.6.1. Caudales Medios Mensuales

Los volúmenes de escurrimientos que se presentan a continuación corresponde al resultado de los estudios hidrológicos, realizados para la el diseño de las obras de captación y protección.



Cuadro: Los caudales medios mensuales estimados en la cuenca de aporte del Río Suaruro

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Q _{med} (m ³)	1750299	1217600	1141500	380500	152200	144590	129370	106540	76100	304400	761000	1445899	7609997
Q _{med} (l/s)	653.49	503.31	426.19	146.80	56.82	55.78	48.30	39.78	29.36	113.65	293.60	539.84	241.31

Fuente: Estudio Hidrológico

3.3.6.2. Caudal Ecológico y Caudal Derecho a Terceros

El caudal ecológico son las aguas en escurrimiento o almacenadas que deben ser preservadas y respetadas en cantidades que permitan la conservación ambiental y ecológica, además de preservar los hábitat naturales de biodiversidad.

En el presente proyecto se ha considerado para preservar la vida vegetal y animal el 10% del caudal mínimo del río que debe dejarse libre como caudal ecológico, a continuación se indica este importante caudal.

Se han identificado obras de captación aguas arriba entre ellas Trancas, etc., para este fin se ha considerado un caudal de 20%.

Cuadro: Caudal de Derecho a Terceros Río Suaruro

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Q(aguas arriba)20%	130.70	100.66	85.24	29.36	11.36	11.16	9.66	7.96	5.87	22.73	58.72	107.97	48.26
Q(ecol)10%	65.35	50.33	42.62	14.68	5.68	5.58	4.83	3.98	2.94	11.36	29.36	53.98	24.13
Q(der a terc y ecol)	196.05	150.99	127.86	44.04	17.05	16.73	14.49	11.93	8.81	34.09	88.08	161.95	72.39

Fuente: Estudio Hidrológico

3.3.6.3. Oferta Real

A continuación se presenta la oferta real de captación de agua del Río Suaruro.

Cuadro: Caudal Disponible Sistema Suaruro

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Q disponible (l/s)	457.44	352.31	298.33	102.76	39.78	39.05	33.81	27.84	20.55	79.55	205.52	377.89	168.92

Fuente: Estudio Hidrológico

3.3.7. Eficiencia Total del Sistema de Riego

La eficiencia total del sistema de riego es la relación entre el volumen de agua utilizado por los cultivos y el volumen de agua suministrado desde la fuente de captación. Tiene cuatro componentes principales, como se expresa en la siguiente relación: E. captación * E. conducción * E. distribución * E. aplicación.

En el siguiente Cuadro se muestra los valores de las eficiencias estimadas para el sistema de riego, considerando las características de la obra de captación actual, canal de conducción principal, canales de distribución y el manejo que se le da al agua dentro de la parcela.

Cuadro: Eficiencia de Riego Sistema a Gravedad

Tipo de eficiencia	S/P	C/P
Captación	0.50	0.95
Conducción	0.35	0.98
Distribución	0.35	0.95
Aplicación	0.35	0.60
Eficiencia del sistema= [Ef. captación * Ef. conducción * Ef. distribución * Ef. aplicación.]	0.0214	0.53067

Fuente: Balance Hídrico

Cuadro: Eficiencia de Riego Sistema Tecnificado

Tipo de eficiencia	S/P	C/P
Captación	0.50	0.95
Conducción	0.35	0.98
Distribución	0.35	0.95
Aplicación	0.35	0.85
Eficiencia del sistema= [Ef. captación * Ef. conducción * Ef. distribución * Ef. aplicación.]	0.0214	0.75178

Fuente: Balance Hídrico

La eficiencia total del sistema de riego en la situación sin proyecto son muy bajas debido a que las obras de captación son totalmente precarias, el canal actual de tierra con malezas, el terreno es muy gravoso y con pendientes de la solera del canal es muy variable y mínimas; los canales de distribución se encuentran en las mismas condiciones de poco mantenimiento; por tanto las eficiencias de aplicación también



son bajas debido a que no hay un adecuado uso y manejo del agua a nivel parcelario y existe mucho derroche, alto nivel de escurrimiento al final de los surcos, lo que produce además erosión y pérdida de la fertilidad de los suelos.

Por lo que el mejoramiento de las eficiencias del sistema es el objetivo y el punto clave de la situación con proyecto con el planteamiento de los dos sistemas de aplicación del agua a Gravedad y Tecnificado y esto se nota en el Cuadro anterior.

3.3.8. Requerimiento de riego

3.3.8.1. Evapotranspiración del Cultivo (ET_c)

La evapotranspiración del cultivo (ET_c), se refiere a la evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades que crece en un campo extenso (una o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelos, incluida una fertilidad y una agua suficientes en el que se llega a potencial de plena producción de ese cultivo con arreglo al medio vegetal dado.

Para estimar la evapotranspiración del cultivo (ET_c) para periodos de 30 o 10 días, se emplea la siguiente relación:

$$ET_c = ET_o * K_c$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo, en *mm/mes*, *mm/día* o *mm/dec*

ET_o = Evapotranspiración del cultivo de referencia, en *mm/día*

K_c = Coeficiente de cultivo

El cálculo de esta variable se ha realizado en el programa ABRO(Área Bajo Riego Optimo), utilizando datos climáticos de temperaturas máximas, mínimas, de la Estación Climatológica de Entre Ríos y Palos Blancos, mediante el Método de Penman Monteith.

Los resultados determinados para la zona agro-climática son los siguientes:



3.3.8.2. Cálculo de la Evapotranspiración (Método Penman Monteith) Programa Área Bajo Riego Óptimo (ABRO)

Cuadro: Temperatura Mínima (° C)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
7.2	6.0	7.7	10.0	13.9	15.3	16.4	17.1	16.8	16.3	14.1	11.0

Fuente: Balance Hídrico

Cuadro: Temperatura Máxima (° C)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
20.8	21.4	24.4	26.0	28.2	27.7	28.4	28.0	27.5	26.5	23.9	21.5

Fuente: Balance Hídrico

Cuadro: Humedad Relativa (%)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
0.74	0.70	0.64	0.63	0.64	0.67	0.72	0.75	0.77	0.79	0.80	0.78

Fuente: Balance Hídrico

Cuadro: Horas sol (Horas)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
7.3	7.5	7.7	7.3	7.2	6.5	6.1	5.7	5.8	6.0	6.6	7.5

Fuente: Balance Hídrico

Cuadro: Velocidad del Viento (m/s)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
2.5	2.7	3.5	4.1	2.7	3.0	3.7	2.1	2.3	1.9	2.5	2.2

Fuente: Balance Hídrico

Cuadro: ETo Calculado (mm/día)

JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
2.32	2.54	3.59	4.40	4.72	4.78	4.79	4.31	4.11	3.69	3.15	2.61

Fuente: Balance Hídrico

3.3.8.3. Cálculo de precipitación efectiva (PRONAR Bolivia)

Para el cálculo de la precipitación efectiva se ha utilizado las precipitaciones medias mensuales de las estaciones de Entre Ríos(Pajonal) y Palos Blancos:



La precipitación efectiva se ha calculado de acuerdo a la expresión de trabajo de campo del **PRONAR**, en la región agroclimática de **Chaco** cuya expresión es:

$$P_{ef} = (P_{tot} - 20) * 0.80 \quad \text{Formula para Chaco}$$

P_{ef} = Precipitación efectiva (mm/mes)

P_{tot} = Precipitación media mensual (mm/mes)

Cuadro 70: Precipitación Efectiva (mm)

Meses	Días	Precipitación Media mm	Pe mm
Enero	31	184.1	131.28
Febrero	28	150.4	104.32
Marzo	31	161.6	113.28
Abril	30	67.4	37.92
Mayo	31	14.3	0.00
Junio	30	6.4	0.00
Julio	31	2.5	0.00
Agosto	30	3.7	0.00
Septiembre	30	11.6	0.00
Octubre	31	47.9	22.32
Noviembre	30	98.6	62.88
Diciembre	31	162.2	113.76

La precipitación efectiva durante los meses de abril a septiembre es prácticamente nula, las precipitaciones ocurridas en este lapso no llegan efectivamente a mojar el suelo hasta la *CC* (Capacidad de campo), por lo que no se consideran como lluvias beneficiosas, esto es un indicador que es necesario el riego como suplemento a la lluvia.

3.3.8.4. Coeficiente de Cultivo (K_c)

El valor del coeficiente de cultivo K_c , representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que produzcan rendimientos óptimos ó máximos.



3.3.8.4.1. Consideraciones generales para su elección del (K_c)

Los factores que repercuten en el valor del coeficiente de cultivo (K_c), son principalmente las características del cultivo, las fechas de plantación o siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo y su duración del periodo vegetativo, las condiciones climáticas y especialmente durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de las lluvias ó del riego.

3.3.8.4.2. Fases de desarrollo de los cultivos

Las fases de desarrollo de los cultivos son las siguientes:

Fase inicial: comprende la germinación y crecimiento inicial, cuando la superficie del suelo esta cubierta apenas o nada por el cultivo.

Fase de desarrollo: comprende desde el final de la fase inicial hasta que se llega a una cubierta sombreada efectiva completa.

Fase de mediados: desde que se obtiene la cubierta sombreada efectiva completa hasta el momento de iniciarse la maduración.

Fase de finales: desde el final de la fase de mediados hasta que se llega a la plena maduración o a la recolección.

3.3.8.5. Evapotranspiración del cultivo de referencia ET_c

$$ET_c = K_c * ET_o$$

La evapotranspiración del cultivo es el producto de la $ET_o * K_c$, se considera también como evapotranspiración real ETR . Los valores han sido determinados directamente en la planilla de cálculo del **PRONAR** – BOLIVIA.

3.3.8.5.1. Grafica de la Evapotranspiración y de la Curva de Coeficiente

A continuación de presenta los curvas de los valores K_c s:

Grafico: ETc y Kc Maíz (grano)

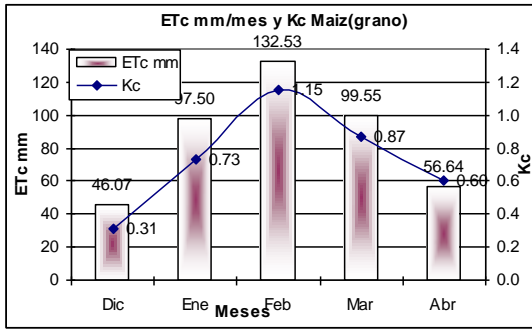


Grafico: ETc y Kc Maíz(choclo)

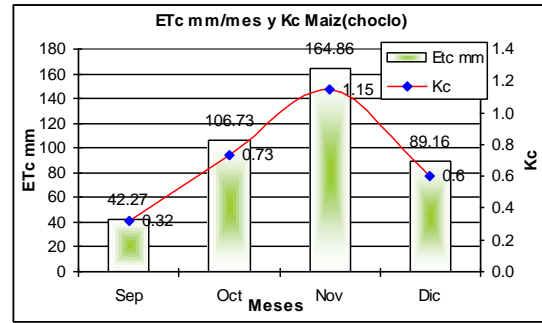


Grafico: ETc y Kc Maní(tardía)

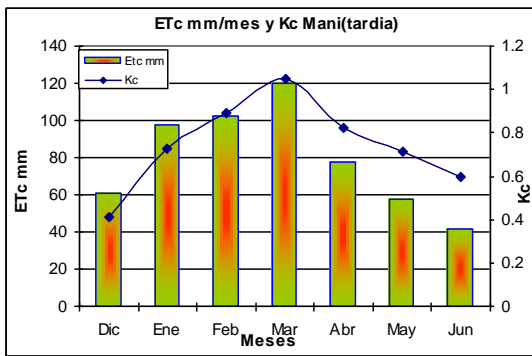


Grafico: ETc y Kc Maní(precoz)

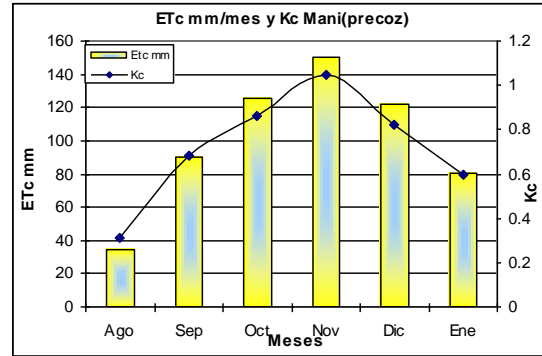


Grafico: ETc y Kc Papa(tardía)

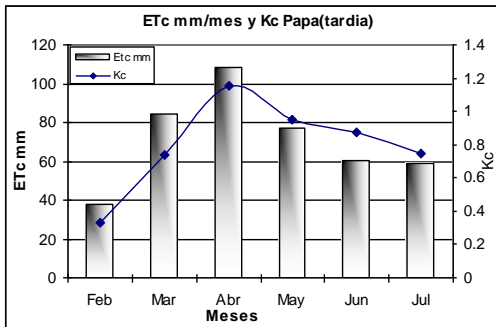


Grafico: ETc y Kc Papa(precoz)

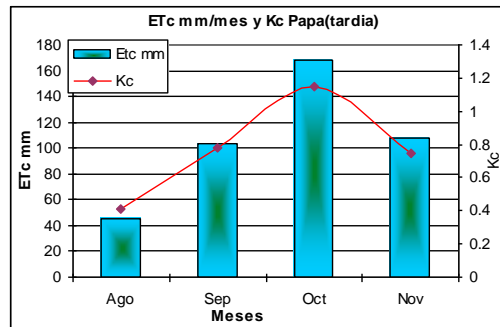


Grafico: ETc y Kc Arveja(verde)

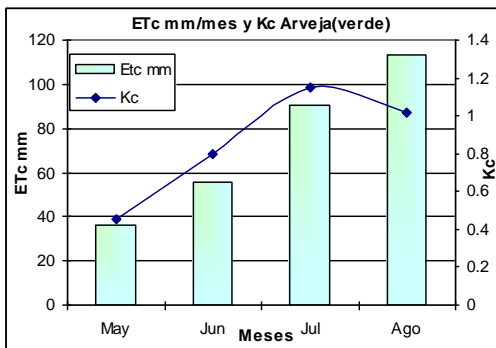


Grafico: ETc y Kc Tomate(precoz)

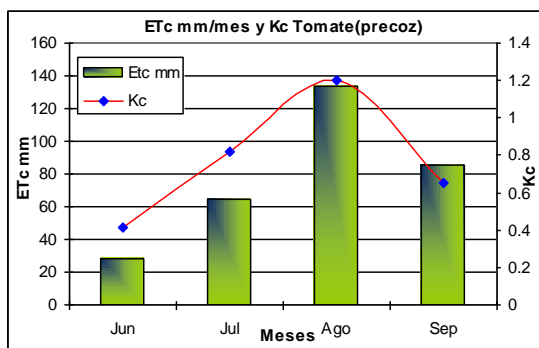


Grafico: ETc y Kc Lechuga y hortalizas menores

Grafico: ETc y Kc Cítricos

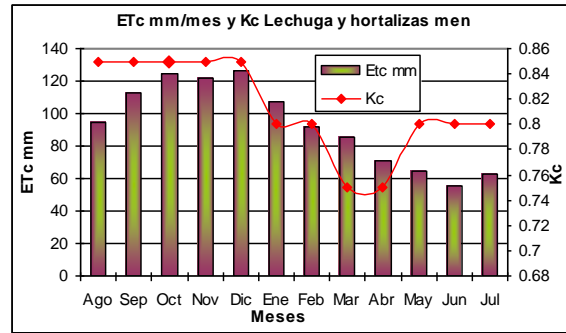
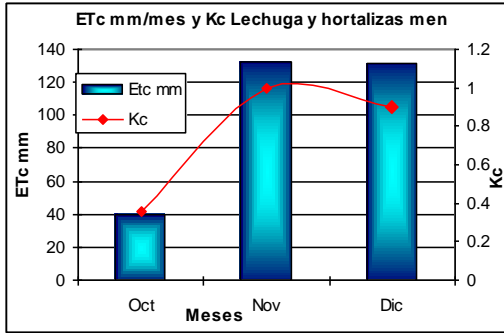
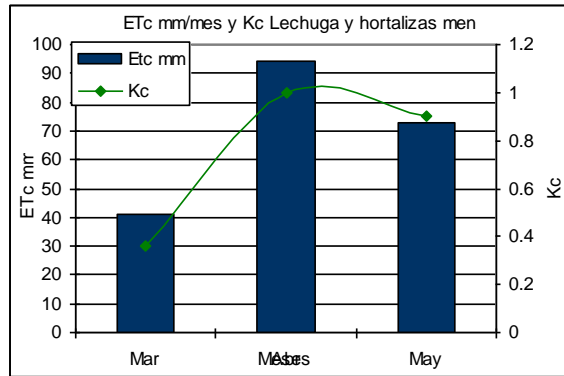


Grafico: ETc y Kc Lechuga y hortalizas men



3.3.9. Demanda de agua para riego

3.3.9.1. Demanda Neta ó Necesidades Netas de riego

Las necesidades de riego se refieren a la cantidad de agua y al momento de su aplicación con el objeto de compensar los déficit de humedad del suelo durante el periodo vegetativo de un cultivo dado.

Estas necesidades de riego quedan determinadas por la evapotranspiración del cultivo menos el agua que han aportado las precipitaciones, las aguas subterráneas, la acumulación de agua en el suelo debido a anteriores precipitaciones o aportaciones de agua superficial y subterránea.

La demanda neta de riego, puede expresarse de la siguiente manera:

$$Dn = ETc - Pe$$



Donde:

D_n = Demanda neta de riego, en mm

ET_c = Evapotranspiración del cultivo también, en mm

P_e = Precipitación efectiva, en mm

3.3.9.2. Demanda Bruta ó Necesidades Brutas de riego

Para obviar los fallos evitables e inevitables de la aplicación de agua, es preciso aumentar las necesidades netas de riego, en función de la eficiencia de aplicación del riego, para obtener las necesidades brutas de agua del cultivo.

En la práctica, todos los sistemas de riego en su operación presentan pérdidas de agua por escorrentía, percolación y otros conceptos, por lo que se hace necesario introducir un factor de eficiencia de riego para estimar las demandas brutas de riego.

La demanda bruta de riego se puede calcular con la siguiente expresión:

$$D_b = \frac{D_n}{E_f} * 10$$

Donde:

D_b = Demanda bruta de riego, en m^3/mes

D_n = Demanda neta de riego, en mm

E_f = Eficiencia de aplicación del riego, en *fracción*

Las demandas de agua de los cultivos del sistema de riego tanto en la fase sin proyecto como en la fase con proyecto se encuentran en el Anexo Balance Hídrico

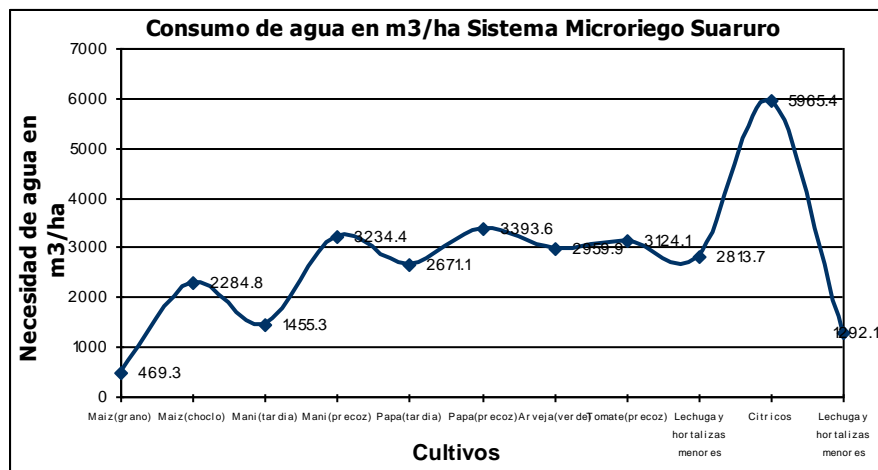
3.3.9.3. Requerimiento de agua en m^3/ha

Los requerimientos de agua de los cultivos del área de influencia del proyecto se presenta en el Cuadro de más adelante, de acuerdo a los cultivos planteados con proyecto, a continuación se muestran en el presente Cuadro:

Cuadro: Requerimiento de Agua en m³/ha Suaruro Sistema a Gravedad

Cultivos	Sup. Real Ha	Sup. Óptima Ha	Req. Neto m ³ Total Anual	Requerimiento óptimo m ³ /Ha	Periodo de Desarrollo
Maíz(grano)	30	26.55	12460.16	469.3	Dic - Abr
Maíz(choclo)	7	6.20	14165.79	2284.8	Ago - Dic
Maní(tardía)	6	5.31	7727.89	1455.3	Dic - Jun
Maní(precoz)	8	7.08	22899.87	3234.4	Ago - Feb
Papa(tardía)	16	14.16	37822.68	2671.1	Feb - Jun
Papa(precoz)	5	4.43	15033.51	3393.6	Ago - Nov
Arveja(verde)	19	16.82	49785.35	2959.9	May - Ago
Tomate(precoz)	8	7.08	22118.88	3124.1	Jun - Sep
Lechuga y hortalizas menores	4	3.54	9960.58	2813.7	Ago - Oct
Cítricos	4	3.54	21117.37	5965.4	Ago - May
Lechuga y hortalizas menores	8.00	7.08	9 148.29	1292.1	Mar-May

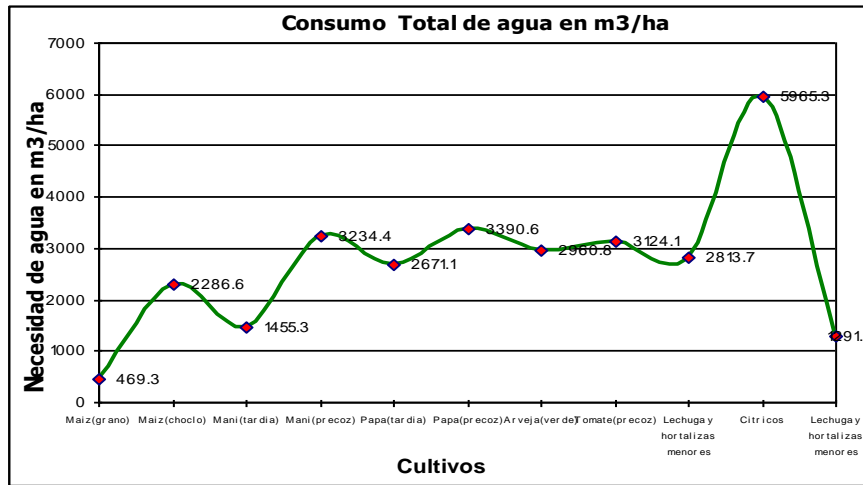
Grafico: Consumo de Agua de los Cultivos Suaruro Sistema a Gravedad



Cuadro: Requerimiento de Agua en m³/ha Suaruro Sistema Tecnificado

Cultivos	Sup. Real Ha	Sup. Óptima Ha	Req. Neto m ³ Total Anual	Requerimiento óptimo m ³ /Ha	Periodo de Desarrollo
Maíz(grano)	30	30.00	14079.24	469.3	Dic - Abr
Maíz(choclo)	7	7.00	16006.50	2286.6	Ago - Dic
Maní(tardía)	6	6.00	8732.06	1455.3	Dic - Jun
Maní(precoz)	8	8.00	25875.49	3234.4	Ago - Feb
Papa(tardía)	16	16.00	42737.39	2671.1	Feb - Jun
Papa(precoz)	5	5.00	16953.08	3390.6	Ago - Nov
Arveja(verde)	19	19.00	56254.50	2960.8	May - Ago
Tomate(precoz)	8	8.00	24993.03	3124.1	Jun - Sep
Lechuga y hortalizas menores	4	4.00	11254.86	2813.7	Ago - Oct
Cítricos	4	4.00	23861.37	5965.3	Ago - May
Lechuga y hortalizas menores	8.00	8.00	10 334.77	1291.8	Mar - May

Grafica: Consumo de Agua de los Cultivos Suaruro Sistema Tecnificado



3.3.10. Área de riego incremental

El área de riego incremental para el proyecto considera el total de la superficie cultivada sin proyecto y el total de la superficie disponible con el proyecto, sin embargo el área de riego óptimo está en función a las eficiencias de riego estimadas sin el proyecto y el mejoramiento del sistema de riego con proyecto.

3.3.10.1. Zona de Riego.

A continuación se indican las áreas físicas en la situación actual y las áreas físicas con el proyecto.

Cuadro: Superficies Físicas Bajo Riego

SUPERFICIES (ha)	S/P	C/P
Área regada	16	64
Área potencial a regar		48

3.3.10.2. Áreas Sembradas y Regadas Óptimamente

En el Cuadro siguiente se observan las áreas sembradas y regadas óptimamente en las situaciones Sin Proyecto y Con Proyecto.

Según las vocaciones agrícolas y las condiciones climáticas de la comunidad de Suaruro, es posible realizar siembras en las dos temporadas al año, lo que las áreas incrementales con riego optimo son 100.57 hectáreas incrementales óptimamente debido al proyecto. A continuación se puede observar lo anterior indicado:



Cuadro: Sistema por Gravedad

CULTIVOS	Área Real Sin Proyecto	Área Óptima Sin Proyecto	Área Real Con Proyecto	Área Óptima Con Proyecto	Área Incremental
Maíz(grano)	6.00	0.46	30	26.55	26.09
Maíz(choclo)	5	0.38	7	6.2	5.82
Maní(tardía)	2	0.15	6	5.31	5.16
Maní(precoz)	2.00	0.15	8	7.08	6.93
Papa(tardía)	0	0	16	14.16	14.16
Papa(precoz)	0	0	5	4.43	4.43
Arveja(verde)	0	0	19	16.82	16.82
Tomate(precoz)	0	0	8	7.08	7.08
Lechuga y hortalizas menores	1.00	0.08	4	3.54	3.46
Cítricos	0	0	4	3.54	3.54
Lechuga y hortalizas menores	0	0	8	7.08	7.08
TOTAL	16	1.22	115	101.79	100.57

Fuente: Balance Hídrico

Según las vocaciones agrícolas y las condiciones climáticas de la comunidad de Suaruro, es posible realizar siembras en las dos temporadas al año, lo que las áreas incrementales con riego óptimo tecnificado son 113.78 hectáreas incrementales óptimamente debido al proyecto. A continuación se puede observar lo anterior indicado:

Cuadro: Sistema Tecnificado

CULTIVOS	Área Real Sin Proyecto	Área Óptima Sin Proyecto	Área Real Con Proyecto	Área Óptima Con Proyecto	Área Incremental
Maíz(grano)	6	0.46	30	30	29.54
Maíz(choclo)	5	0.38	7	7	6.62
Maní(tardía)	2	0.15	6	6	5.85
Maní(precoz)	2	0.15	8	8	7.85
Papa(tardía)	0	0	16	16	16.00
Papa(precoz)	0	1.22	5	5	3.78
Arveja(verde)	0	0	19	19	19.00
Tomate(precoz)	0	0	8	8	8.00
Lechuga y hortalizas menores	1	0.08	4	4	3.92
Cítricos	0	0	4	4	4.00
Lechuga y hortalizas menores	0	0	8	8	8.00
TOTAL	16	2.44	115	115	113.78

Fuente: Balance Hídrico



3.4. Gestión del riego

3.4.1. Producción agrícola futura

a. Cédula de cultivos con proyecto

En la situación con proyecto la cédula de cultivos planteada mantiene las costumbres de los campesinos de la zona; por otra parte se pretende incrementar las áreas cultivables, con la introducción de algunas variedades mejoradas de interés comercial y para la diversificación de la producción agrícola en la comunidad de Suaruro.

En el Cuadro siguiente se presenta la cédula de cultivos, para las épocas de siembra de invierno y verano, lo que es conocido en la zona también como (siembra misk`a, siembra tardía y siembra grande).

Cuadro: Cédula de cultivos con proyecto

Nº	CULTIVO (Has)	Invierno - Primavera						Verano - Otoño						Total
		JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
1	Maíz(grano)							30	30	30	30	30		30
2	Maíz(choclo)				7	7	7	7						7
3	Maní(tardía)	6						6	6	6	6	6	6	6
4	Maní(precoz)			8	8	8	8	8	8	8				8
5	Papa(tardía)	16	16							16	16	16	16	16
6	Papa(precoz)			5	5	5	5							5
7	Arveja(verde)	19	19	19									19	19
8	Tomate(precoz)	8	8	8	8									8
9	Lechuga y hortalizas menores			4	4	4								4
10	Cítricos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
11	Lechuga y hortalizas menores										8	8	8	8
Total ha cultivadas con riego		53	47	48	36	28	24	55	48	64	64	64	53	115
Terreno en Descanso (ha.)		11	17	16	28	36	40	9	16	0	0	0	11	
Total área cultivable (ha)		64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	

Fuente: Balance Hídrico

b. Calendario agrícola con proyecto

El calendario de cultivo para la situación Con Proyecto se detalla a continuación:



Cuadro: Calendario de Producción Con Proyecto

CULTIVO (Has)	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Maíz(grano)							S				C	
Maíz(choclo)				S			C					
Maní(tardía)	C						S					
Maní(precoz)			S						C			
Papa(tardía)		C							S			
Papa(precoz)			S			C						
Arveja(verde)			C									S
Tomate(precoz)	S			C								
Lechuga y hortalizas menores			S		C							
Cítricos			P								C	C
Lechuga y hortalizas menores										S		C

S=Siembra; C=Cosecha; P=Plantación

Tiempo Transcurrido Siembra a Cosecha

3.4.2. La gestión de riego en la situación con proyecto.

a. Organización

En la situación con proyecto se prevé que el proceso de administración y manejo del nuevo sistema de microriego presurizado, se realice en torno a un Comité de Microriego conformado con los representantes de los beneficiarios de la comunidad; éste Comité de Microriego será elegido de acuerdo a los usos y costumbres de la comunidad aprovechando las experiencias de algunos de los regadores en materia de organización.

Los cargos para el Comité de Microriego de acuerdo a la funcionalidad y tradición en la comunidad, se detalla en la siguiente figura.





Las funciones y responsabilidad de los cargos mencionados anteriormente se detallan a continuación:

La Asamblea de Usuarios: Es la instancia donde se deciden las actividades de Operación y Mantenimiento del sistema de microriego presurizado, donde participan la mayoría de los regantes. Una vez cumplida las gestiones de las autoridades de riego, la asamblea tiene la potestad de elegir o ratificar las autoridades.

Juez de agua: Es una autoridad de mucha importancia para el funcionamiento del sistema, su responsabilidad se inicia desde la obra de toma hasta el último regador, controlando el caudal de entrada y la repartición del agua a los usuarios en función a los jornales acumulados y/o superficie de cultivo existente; debe realizar un recorrido permanente al sistema de microriego presurizado dando solución a los conflictos que se suscitan con los regadores respecto a los derechos al agua y distribución de caudales u horas de riego.

Responsable de Mantenimiento: Es aquella persona que tiene bajo su responsabilidad el mantenimiento de la red de conducción y las obras de arte construidas en el sistema, es decir todas las actividades requeridas para las reparaciones de sectores dañados por agentes climáticos (riadas principalmente), serán responsabilidad de organizar el operativo de mantenimiento conjuntamente con el Juez de aguas y los beneficiarios del sistema de microriego presurizado.

Tesorero: Su responsabilidad es recolectar y administrar los aportes en dinero o material para las actividades de mantenimiento del Sistema de Microriego Presurizado. Será necesario que cuente con un registro permanente de los usuarios y sus aportes realizados con una constancia de firma del regador.

Vocales, serán los responsables de comunicar a los regantes para las reuniones, trabajos a realizarse en todo el Sistema y otros eventos.

Los cargos anteriormente explicados deberán renovarse cada 2 años, de esta manera se permitirá a los responsables tener un seguimiento permanente al sistema; debiendo realizarse en Asamblea de todos los Usuarios del Sistema de Microriego Presurizado.



b. Derechos al agua

Los derechos al agua como una fuente de recurso natural, para uso agrícola está sustentado en los Derechos Adquiridos durante la apertura de varias acequias hace muchos años atrás; de esta manera todos los actuales regadores tienen ganado su Derecho al agua sin ninguna restricción y sus respectivos beneficiarios son los que ostentan el Derecho al Sistema, tomando como base ser comunario afiliado a la OTB o Corregimiento y al orden de sus cuotas anuales.

Otros de los derechos que podemos mencionar, es el haber participado en la apertura de sus acequias actuales y levantamientos topográficos de campo, con aporte en jornales de trabajo hasta lograr el paso del agua a través del sistema.

Finalmente las familias nuevas que ingresarán con el sistema de microriego presurizado, adquirirán su derecho a través de la participación durante la fase de ejecución del proyecto cuantificado en Horas u Jornales invertidos, de tal manera sea su respaldo para ostentar el derecho al nuevo Sistema de Microriego Presurizado.

c. Operación y Formas de Distribución

La propuesta de operación del sistema de microriego presurizado, se desarrollará dentro del marco de las tradiciones y costumbres, es decir la operación de riego (registro de regadores anual, control de caudales, formas de distribución, épocas de riego, regulación de compuertas, hidrantes, control de pérdidas de agua durante en la conducción y riego propiamente dicho, etc.).

Las personas directas responsables de la fase de operación es el Juez de Aguas, en directa relación con los beneficiarios del proyecto; la entrada de la cantidad de agua en la boca toma debe ser regulada de acuerdo al calendario de siembra y mes del año, es decir según la demanda de agua de los cultivos en m³, además se debe considerar las épocas de estiaje y de abundancia de agua en el río para encausar mayor o menor cantidad de agua a la red de aducción y almacenamiento de agua de riego.

Es necesario al inicio de cada gestión agrícola, que se inicia durante el mes de julio-agosto (siembra misk`a), el Juez de agua debe registrar a todos los regadores en la temporada, para planificar las actividades de operación (distribución de turnos, control de compuertas, hidrantes, robo de agua, pérdidas de agua durante el riego etc.).



Las formas de distribución del agua para riego, que se plantean con el proyecto son el Riego por Turnos y Riego Libre, cada uno de acuerdo a la época de realización, es decir el primero durante el estiaje a partir del mes de Julio hasta Diciembre; posteriormente durante la época de lluvias ingresaría la modalidad de riego libre entre los meses de Enero hasta Junio.

La cantidad de hectáreas disponibles para riego más las incrementales, de manera individual para cada propietario, se considerará para la futura distribución del agua en horas el cual debe alcanzar a una jornada de 8 horas de riego.

La frecuencia de riego de cada parcela se debe considerar la Frecuencia Inicial, es decir 7 días de periodo de retorno desde el riego inicial y el próximo, posteriormente las otras frecuencias no deben pasar de 15 días en el riego por gravedad y 8 días en el riego tecnificado, y de esta manera evitar que las plantas ingresen a un déficit de agua hasta llegar al Punto de Marchites Permanente (PMP), cuando la planta ya no puede recuperar más su turgencia.

La forma de realizar el riego a nivel parcelario es iniciando el turno desde el último regador, terminando en el primero; de esta manera se logra muchas ventajas entre las cuales mencionamos:

- El tiempo transcurrido desde el cierre de la compuerta, hasta el inicio del regador siguiente es nulo, porque el flujo del agua continuaba cuando el regador anterior realizaba su actividad, además el agua sobrante entre la primera compuerta y la segunda, puede ser aprovechada sin ningún problema.
- La eficiencia de conducción es mayor manteniendo un flujo constante por el canal de riego.
- Se mejora la distribución del agua para las parcelas a irrigar mediante el riego por gravedad.
- Se optimiza el agua en la parcela con la aplicación del riego a aspersión y goteo.

Los métodos de riego planteados de acuerdo al tipo de infraestructura construido en primera fase, son el de gravedad mediante una distribución en surcos, surcos en zigzag, melgas, o inundación, éste último cuando se realiza el riego de pre-roturación.

Las técnicas de riego a gravedad deben ser realizadas por los beneficiarios, a través de la adquisición de conocimientos o experiencias de otros regadores, donde se debe regular la longitud del surco, la pendiente, el ancho entre surcos de acuerdo al tipo de implemento a utilizarse; de esta manera se garantizará un uso correcto del agua durante el riego.

Como una segunda fase se plantea la introducción de métodos de riego tecnificados, aspersión y goteo, mediante la distribución de equipos y accesorios móviles para un determinado grupo de regantes de acuerdo a la disponibilidad del caudal de oferta en la red de distribución principal y tanque de almacenamiento, las técnicas de aplicación de estos métodos de riego deben ser adquiridos mediante la realización de talleres de capacitación en campo por parte de la entidad Acompañante con agricultores pilotos.

d. Mantenimiento

Una vez construido el sistema de microriego presurizado y entregado a la organización, se debe realizar una **tarea continua y/o periódica con la finalidad de conservar y prolongar en buen estado de las obras hidráulicas y equipos de riego**, por tanto se inician las actividades de mantenimiento en el sistema de microriego presurizado y de esta manera mantener un flujo de agua constante en todo el sistema.

Los problemas comunes que se presentan en los sistemas de riego tecnificado son: obstrucción de emisores (goteros, micro aspersores y aspersores), obstrucción de filtros (malla, anillas, grava), desajuste de válvulas y roturas y obstrucción de tuberías (principales, secundarias y laterales).

Los tipos de actividades de mantenimiento que se plantean para las obras son:

Mantenimiento Rutinario: Se refiere a los trabajos de mantenimiento ejecutada en forma permanente por los usuarios, destacando la limpieza de la infraestructura de riego en general: obra de toma, retiro de piedras y grava de los



*Foto 8: Limpieza de tuberías y cámaras
Fuente: PIEN RIEGO*



desarenadores, limpieza de las cámaras de entradas a tuberías, retiro de material vegetal acumulado en la rejilla de la boca toma, compuertas de distribución y la reparación de las partes dañadas: resanes del material concreto, soldaduras de compuertas y válvulas, reemplazo de empaques de válvulas, sustitución de redes rotas o con fisuras y sustitución de emisores.

Mantenimiento Preventivo, éste tipo de mantenimiento es para prevenir posibles problemas en la red de conducción, almacenamiento y obras de arte, es decir cuando se presenta problemas de rajaduras, esta actividad también permite prevenir daños en el futuro, mediante limpiezas periódicas de desarenadores, reservorios, cámaras de carga y/o rompepresión, filtros, engrasadas y repintadas de partes metálicas y válvulas, de redes y emisores.

Mantenimiento de emergencia: Son todas aquellas actividades a ejecutarse en forma rápida cuando se presentan daños ocasionados por factores externos (clima, hombre, animales) que comprometen el funcionamiento de la infraestructura de riego.

Limpieza de los deslizamientos en los canales y tanque de almacenamiento, reposición inmediata de la obra de toma, obras de arte, tuberías rotas, válvulas, filtros, bombas, líneas móviles de riego y emisores.

En lo que se refiere a los aportes de los beneficiarios, para las actividades de mantenimiento, los mismos deben ser registrados por la autoridad de riego Juez de Agua; los aportes pueden ser en moneda vigente o material de construcción y accesorios de reposición.



4. DISEÑO DE LAS OBRAS DEL SISTEMAS DE RIEGO

4.1. Análisis de alternativas.

4.1.2. Planteamiento de Alternativas con Proyecto

Se ha realizado el análisis de dos alternativas técnicas las cuales se describe a continuación:

4.1.2.1. Primera Alternativa

La primera Alternativa plantea los siguientes componentes:

- Obra de Toma: Tipo presa derivadora, ubicada en el río Trancas.
- Cámara de Carga y Desarenadora: Ubicado a unos metros de la obra de toma, con la finalidad de permitir la sedimentación de los materiales granulares que entran por el bocatoma y que puedan dañar internamente la tubería con los efectos de fricción y de la misma manera el cabal de hormigón ciclópeo que se encuentre aguas abajo.
- *Aducción Inicial*: La línea de aducción inicial que se plantea, es la de un sistema a presión mediante la disposición de tubería de Fierro Negro que puedan ir enterradas en los primeros 60 metros y ancladas hasta la progresiva 0+90, posterior a ello nuevamente enterrada y finalmente terminar en un Tanque de descarga que haga el cambio del sistema a presión.
- *Aducción Principal*: El cual consistirá en un sistema de aducción por gravedad de Hormigón Ciclópeo, con una sección hidráulica rectangular de máxima eficiencia, manteniendo pendientes del 0.2 % al 1 %. Esta aducción Principal estará ubicada a la margen derecha del camino a Tancas.
- Puentes Acueductos de Hormigón Armado: los que se dispondrán para salvar el paso de depresiones topográficas y/o quebradas, los mismos estarán constituidos de hormigón armado. La sección y geometría del puente dependerá del tipo de aducción que se tenga en el tramo (sistema por gravedad o sistema a presión)
- Puentes Acueductos Colgantes: los que se dispondrán para salvar el paso de depresiones topográficas y/o quebradas. El diámetro del cable principal, diámetro de cables de suspensión, altura de torres, dimensiones de la fundación de las torres y los bloques de anclaje dependerán de la longitud de estos puentes y del diámetro de tubería que soportaran. Estos puentes están ubicados al inicio de la aducción donde el



sistema funciona a presión, en las derivaciones a la margen derecha del camino a Trancas.

4.1.2.2. Segunda Alternativa

La segunda alternativa planteada tiene prácticamente los mismos componentes que en la alternativa 1, con los únicos cambios de que para derivar agua a la margen izquierda del Río no se utilizara tanque de almacenamiento.

4.1.2.3. Análisis Comparativo de las Alternativas Estudiadas Para Riego Presurizado, Riego por Gravedad, Ubicación de las Obras de Captación y Trazado del Canal.

El riego presurizado busca mejorar la uniformidad y eficiencia de riego, con relación al riego superficial, aunque con ciertas limitaciones, dada las condiciones de presiones bajas de funcionamiento así como de modificaciones y adaptaciones.

4.1.2.4. Ubicación de las Obras de Captación y Trazado del Canal

a. Obra de toma

La obra de toma se ubica en un estrecho del río en el sector denominado La abra colorada, en el límite de Suaruro y la comunidad de trancas.

b. Canal de aducción

El canal de aducción comprende asta el desarenador, esta ubicado a continuación de la obra de toma, en el margen izquierdo del río de Suaruro.

c. aducción conducción

La conducción de la tubería de PVC se encuentra en todo el tramo del trazo de la red, que esta dentro de la comunidad de Suaruro.

d. Obras de arte

En el trayecto de diseño se encuentran varias obras de arte, entre las cuales mencionamos el puente colgante, en el río de Suaruro. La regulación de la entrada de agua a la parcela, se realizara mediante la apertura de llaves.

4.1.3. Justificación de la Alternativa Elegida

Una vez analizado las alternativas planteadas y según las condiciones de la zona de estudio para la ejecución del proyecto se puede percibir en primer lugar que la disponibilidad de agua es suficiente para satisfacer los requerimientos de todas las áreas aptas para la producción agrícola, tomando en cuenta incluso los derechos de



terceros de todos los beneficiarios que usan agua proveniente de la subcuenca de aporte tanto aguas arriba como abajo de la zona de influencia del proyecto, en este sentido para la segunda alternativa planteada según el balance hídrico se tiene mayor beneficio económico, la cual cumple con todos indicadores socioeconómicos y financieros para su aprobación por el PRONAREC, por el mayor cobertura de superficie bajo riego, mayor número de familias y la menor ocupación de mano de obra para el mantenimiento; asimismo se garantizara el acceso a áreas que actualmente se producen a secano.

Como la vocación de la comunidad de estudio es también pecuaria es importante producir mayor volumen de forraje para cubrir la falta de alimento en la época de estiaje, ya que actualmente el ganado por efecto del fenómeno de transhumancia pierde mucha energía y peso, en este sentido las áreas nuevas a incorporar bajo riego se pretende destinar a la producción de forrajes, que se pueden adaptar muy bien a suelos de clase 4s y 4st, sin embargo para el presente proyecto no se tomo en cuenta la clase 5, debido al alto costo de acondicionar los suelos para obtener una mayor producción agrícola.

Al tratarse de una infraestructura nueva que beneficiara a todas las familias del margen derecho de la Río de Trancas , se ha observado gran interés por las familias que se encuentran en este sector de la comunidad, asimismo según las encuestas hasta las familias más pobres con tradición de riego están produciendo en forma limitada porque solamente tienen acceso a sus pequeñas obras de captación que en la época de estiaje se secan.

Para facilitar la gestión de riego se contara con una sola organización que garantice la funcionalidad y operación del sistema, a través de las obras propuestas tanto de captación, conducción principal y distribución a nivel de bloques de riego, con caudales manejables, que serán simultáneos con la finalidad de adecuar a una optima frecuencia de riego.

Los recursos limitados de la mayoría de la población beneficiaria no ha permitido hasta la fecha incorporar nuevas áreas de cultivo que actualmente están en descanso, aunque pueden tener acceso al riego del río Trancas, no es posible por el terreno, con indicios del proceso de erosión en la zona



de ladera y el alto costo de mantenimiento en mano de obra, ocupada para rehabilitar cada año los sistema de micro riego tradicionales existentes en la comunidad con una superficie bajo riego de 65 Ha, quedando al margen aproximadamente 6 Has con dificultades de acceso, pese a tener libertad en el uso del agua sin limitaciones del preciado elemento con una flexibilidad en la gestión de riego por la cobertura pequeña de los sistemas de micro riego como consecuencia de las pérdidas significativas de agua en los sistemas rudimentarios.

En este sentido se implementara un sistema nuevo con mayor cobertura de aducción principal priorizando las áreas de mayor productividad con la finalidad de facilitar la gestión de riego ya que las familias beneficiarias no están acostumbradas a esperar turnos de riego con menor tiempo de riego, en este sentido con el planteamiento de una distribución simultanea a través de las derivaciones dentro de la red de riego con el manejo de caudales no erosivos, se garantiza el funcionamiento eficiente del sistema de riego con el apoyo del servicio de acompañamiento.

4.2. Diseño de las obras de ingeniería a detalle.

Para el diseño del presente estudio es consecuencia de diferentes actividades efectuadas en la zona de riego, con la finalidad de interpretar la necesidad de mejorar su sistema de microriego presurizado, valorar sus potenciales y limitaciones para proyectar las obras, se ha logrado involucrar a los usuarios en diferentes reuniones de y observaciones en el campo para el planteamiento de las diferentes obras hidráulicas.

Las características del diseño están basadas en la disponibilidad del recurso agua, la situación topográfica y el uso de las tierras agropecuarias; está planteada con una tecnología sencilla, con el menor costo posible, asegurando la estabilidad y funcionalidad del sistema, bajo los principios del desarrollo sostenible y sustentable.

En base a este planteamiento se han realizados los estudios necesarios que se indican a continuación:



4.2.1. Topografía

Se han utilizado las cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar IGM:

IGM Tarija Hojas 6829 III

Las mismas que han servido para la definición del plano general del área del proyecto y la delimitación de la cuenca de aporte.

Se ha realizado el levantamiento topográfico con una brigada topográfica, equipada con estación total y GPS.

Los estudios topográficos realizados es la base cartográfica; para los diseños de las obras se ha requerido hacer levantamientos topográficos a semidetalle; tanto del trazo de la aducción principal, como de los lugares donde se emplazaran las obras de arte, para las obras de toma se han realizado los levantamientos a detalle.

Los levantamientos topográficos para la aducción principal se realizaron en franjas de un ancho promedio de 20 m siguiendo los ejes del trazo existente y trazos de acuerdo a las presiones requeridas y sugerencias de los beneficiarios.

Para las obras de toma los levantamientos topográficos se han realizado a detalle y 50 metros tanto aguas arriba como abajo.

Para permitir el replanteo de obras en la fase de ejecución, se marcaron (BM) a lo largo de todo el trazo, obras principales y complementarias. Las planillas de campo de los datos topográficos se adjunta en el Anexos (ver anexo 18).

4.2.2. Obras de Captación

La obra de captación esta ubicada sobre el río Suaruro, cuyo emplazamiento es de tipo transversal al lecho y capta las aguas por un orificio lateral.

4.2.2.1. Plano de Emplazamiento

En la siguiente figura se muestra el emplazamiento de la obra de captación propuesta con el proyecto:

Imagen: Plano en Planta Obra de Toma

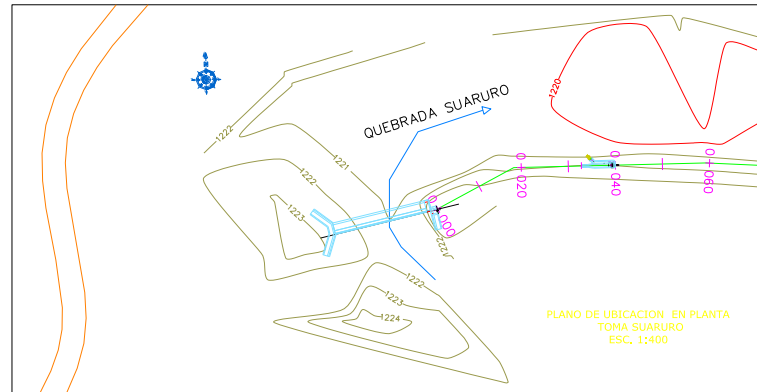
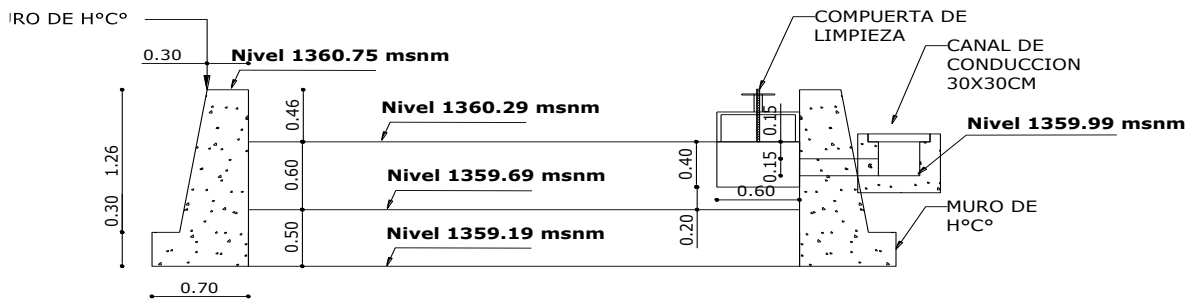


Gráfico: Plano em corte Obra de Toma



4.2.2.2. Hidrología

El conocimiento del comportamiento y de las características hidrológicas es muy importante en el diseño de las obras de captación por tal sentido se realizó el estudio hidrológico de la cuenca de aporte hasta la altura de la ubicación de la obra de toma, con la finalidad de determinar los caudales de máximas crecidas y dimensionar la infraestructura de la obra de captación.

A continuación se indican las características de la cuenca de aporte:

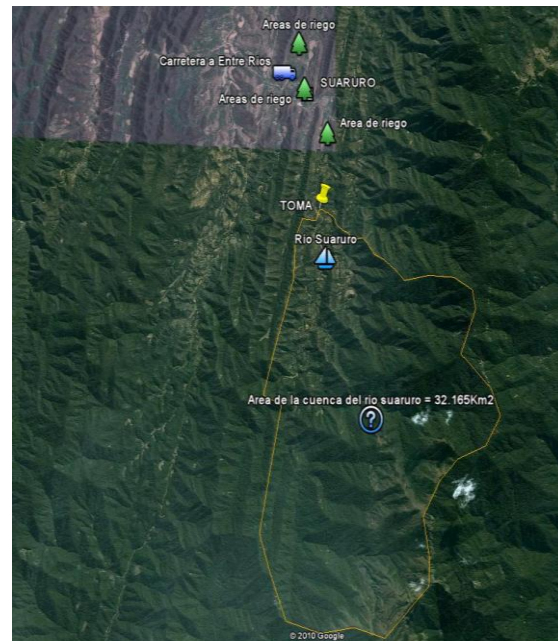
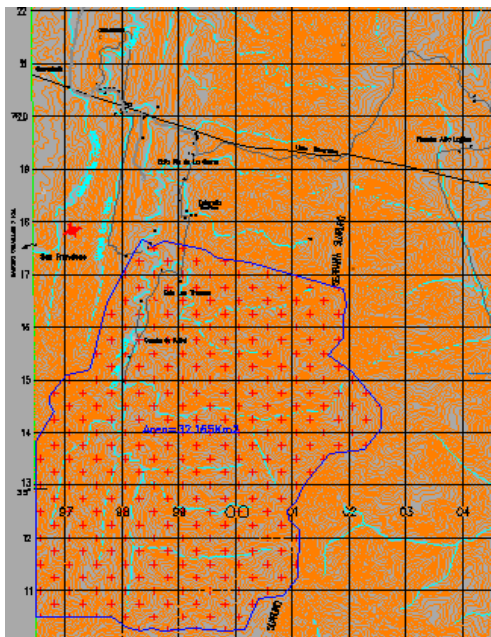
4.2.2.2.1. Características físicas de la cuenca de Aporte

En el siguiente Cuadro se presentan las características físicas más importantes las mismas que han sido estimadas sobre la base de la cartografía a escala 1:50.000 N° 6829 III del Instituto Geográfico Militar y de las imágenes satelitales.

Cuadro: Parámetros Físicos cuenca de aporte

Parámetro	Símbolo o Fórmula	Magnitud
Área de Drenaje (Km ²)	A	32.165
Perímetro (Km)	P	23.8
Longitud Cauce Principal (Km)	Lp	9.48
Desnivel (m)	DH	350
Cota inferior del río	(m.s.n.m.)	1210
Cota Superior del río	(m.s.n.m.)	1560
Índice de Compacidad	$I_p = 0.282094791 \frac{P}{\sqrt{A}}$	1.18
Factor de Forma	$K_f = \frac{A}{L_p^2}$	0.36
Pendiente Relativa	$IR = \sqrt{\frac{\Delta H}{1000L_p}}$	0.19
Alejamiento Medio	$A_m = \frac{L_p}{\sqrt{A}}$	1.67
Pendiente media del río		3.69%

Imagen 5: Mapa de la Cuenca de Aporte del Río Guadalquivir





4.2.2.2. Tiempo de Concentración

Hidrológicamente está demostrado que el caudal máximo en una corriente de agua para una sección particular de interés, se produce para una lluvia o tormenta cuya duración es igual al tiempo de concentración.

El tiempo de concentración queda definido como el tiempo que tardaría una gota de agua en llegar a la sección de interés, desde el punto más alejado de la cuenca.

Para la estimación del tiempo de concentración se han analizado varias ecuaciones empíricas, correspondientes a diferentes autores que a continuación se indican:

FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE T_c

FORMULA KIRPICH,Z.P.(CALIFORNIANA)

$$T_c = \left(\frac{0.871 * Lp^3}{DH} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 1.34 \text{ [hrs.]}$$

FORMULA VENTURA Y HERAS

$$T_c = 0.05 \sqrt{\frac{A}{J}}$$

$$T_c = 1.48 \text{ [hrs]}$$

FORMULA GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4 * \sqrt{A} + 1.5 * L}{25.3 * J * L}$$

$$T_c = 4.17 \text{ [hrs.]}$$

FORMULA BASSO

$$T_c = 0.067 \left(\frac{L}{J^{0.5}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 1.35 \text{ [hrs.]}$$

Despreciando los valores que se encuentran alejados, y tomando el promedio entre las tres ecuaciones se tiene lo siguiente:

$$T_c = 1.39 \text{ [hrs.]}$$



Este valor es aceptado, debido a la topografía de la cuenca que presenta pendientes un poco bajas, y su área es de magnitud considerable, por lo tanto la velocidad de escurrimiento del agua es baja y el tiempo de concentración es un poco grande (*ver anexo 1 Estudio Hidrológico*).

4.2.2.2.3. Caudales

4.2.2.2.3.1. Caudales Medios Mensuales

a. Coeficiente de escorrentía

La escorrentía media anual de la cuenca puede calcularse a partir de la estimación de las pérdidas hídricas anuales medias, que por cualquier causa, no se transforma en escurrimiento superficial.

De los resultados obtenidos, se observa que el excedente o escorrentía es de 180 mm y que esta se produce solo en los meses de febrero y marzo. Si dividimos este valor de escorrentía entre la precipitación anual, obtenemos un coeficiente de escurrimiento $C_e = 0.20$ (*ver anexo 5 Estudio Hidrológico*).

En la zona del proyecto durante la época de estiaje se presentan pocas precipitaciones, por lo que el caudal disminuye notablemente en los Meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre. Esto obedece a que la cuenca Suaruro, se caracterizan por tener laderas vertientes empinadas, afloraciones rocosas y una ausencia marcada de manantiales relevantes, lo que determina un régimen de escorrentías mensuales que sigue de cerca el de las precipitaciones. Bajo estos criterios se ha estimado la distribución porcentual de la escorrentía anual que se indica en el Cuadro que sigue.

Cuadro. Distribución porcentual de la escorrentía cuenca Suaruro

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Q (%)	23.00	16.00	15.00	5.00	2.00	1.90	1.70	1.40	1.00	4.00	10.00	19.00

Fuente: MTCB Consultores



Cuadro. Escorrentía Mensual Río Suaruro (sitio de la Toma)

	Ene	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Q_{medio} (m³)	1748040.5	1216028.2	1140026.4	380008.8	152003.5	144403.3	129203	106402.5	76001.8	304007.04	760017.6	1444033.44	7600176
Q_{medio} (l/s)	652,64	485,32	425,64	146,61	56,75	55,71	48,24	39,73	29,32	113,50	293,22	539,14	241.24

Fuente: Estudio Hidrológico

Calculo de caudales medios mensuales 2º método.

De la bibliografía que presenta el servicio departamental de recursos naturales, se tiene los coeficientes de distribución de caudales medios mensuales de algunas estaciones hidrométricas, entre estas tenemos para la estación de Pajonal en Entre Ríos, la cual esta próxima a nuestra cuenca en estudio y presenta características similares, por esta razón se tomaran estos coeficientes para determinar los caudales medios mensuales.

Cuadro. Coeficiente de distribución de caudales mensuales

ESTACIÓN:	Entre Ríos (9)	San Telmo (12)	Balapuca (14)	Aguas Blancas (15)	El Puente (1)
Río:	Pajonal	Grande de Tja	Bermejo	Bermejo	San Juan del Oro
Modulo m3/s	2,53	128,70	84,65	89,53	15,8
Octubre	0,25	0,19	0,20	0,20	0,16
Noviembre	0,48	0,48	0,46	0,46	0,19
Diciembre	0,94	1,18	1.05	1,09	1,08
Enero	2,74	2,11	2,27	2,19	3,16
Febrero	2,47	2,69	2,65	2,79	2,91
Marzo	2,13	2,64	2,78	2,63	1,84
Abril	1,30	1,30	1,26	1,24	0,70
Mayo	0,56	0,54	0,52	0,51	0,57
Junio	0,37	0,31	0,30	0,31	0,44
Julio	0,31	0,23	0,21	0,22	0,38
Agosto	0,25	0,18	0,17	0,18	0,32
Septiembre	0,20	0,15	0,14	0,16	0,22

Fuente: RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES Y SUS POSIBILIDADES DE APROVECHAMIENTO EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA (Ing. Alfonso Vacaflores).



Cuadro. Escorrentía Mensual Río Suaruro (sitio de la Toma)

	Ene	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Q_{medio} (l/s)	661	594.86	513.84	313.61	135.09	89.26	74.78	60.31	48.25	60.31	115.80	226.77	241.24

Fuente: Estudio Hidrológico

4.2.2.3.2. Caudales Máximos

Método Racional

$$Q_{MAX} = \frac{c \cdot i \cdot A}{3.6}$$

i = Intensidad de Lluvia (mm/h):

A = Área de la cuenca (km²):

C = Coeficiente de Escorrentía (adimensional)

Calculo de los parámetros necesarios.

Moda: $Ed = Media - (0.45 \times Sd)$

CARAC: $Kd = \frac{Sd}{0.557 \times Ed}$

Cuadro. Precipitación Máximas 24h (mm)

PAJONAL			
N°	Máximos	Max-Media	(Mx-me)^2
1	80,50	-4,93	24,27
2	100,00	14,57	212,40
3	80,00	-5,43	29,44
4	107,20	21,77	474,10
5	91,60	6,17	38,12
6	142,90	57,47	3303,25
7	99,40	13,97	195,27
8	95,20	9,77	95,53
9	59,60	-25,83	666,99
10	81,50	-3,93	15,41
11	69,30	-16,13	260,05
12	103,00	17,57	308,84
13	96,00	10,57	111,81



14	74,60	-10,83	117,20
15	85,10	-0,33	0,11
16	88,60	3,17	10,07
17	75,60	-9,83	96,55
18	35,10	-50,33	2532,72
19	58,10	-27,33	746,72
20	94,00	8,57	73,51
21	103,20	17,77	315,91
22	51,00	-34,43	1185,16
23	93,30	7,87	62,00

Cuadro: Parámetros Estadísticos

NUMERO DE DATOS	DESVIO ESTANDAR	MEDIA	MODA	CARACTERISTICAS
23	22,234	85.4	75.421	0.529

Cuadro. Precipitación Máximas 24h (mm)

PALOS BLANCOS			
N°	Máximos	Max-Media	(Mx-me)^2
1	70,30	0,59	0,34
2	100,00	30,29	917,25
3	35,00	-34,71	1205,05
4	74,30	4,59	21,03
5	57,30	-12,41	154,10
6	85,30	15,59	242,93
7	54,50	-15,21	231,46
8	80,40	10,69	114,20
9	62,00	-7,71	59,50
10	47,00	-22,71	515,92
11	92,00	22,29	496,68
12	98,60	28,89	834,41
13	66,80	-2,91	8,49
14	45,20	-24,51	600,93
15	77,00	7,29	53,09
16	62,30	-7,41	54,96
17	109,30	39,59	1567,07



18	88,70	18,99	360,48
19	45,10	-24,61	605,84
20	60,10	-9,61	92,43
21	82,30	12,59	158,41
22	63,20	-6,51	42,43
23	60,20	-9,51	90,51
24	63,70	-6,01	36,17
25	63,40	-6,31	39,86
26	70,20	0,49	0,24
27	65,20	-4,51	20,37
28	63,30	-6,41	41,14
29	79,00	9,29	86,23

Cuadro. Parámetros Estadísticos

NUMERO DE DATOS	DESVIO ESTANDAR	MEDIA	MODA	CARACTERISTICAS
29	17,578	69,7	61,804	0,511

Calculo de la Moda Ponderada Edp

$$\text{Moda.Ponderada: Edp} = \frac{(\text{EdPajonal} * 22) + (\text{EdPalosBlancos} * 29)}{23 + 29}$$

$$\text{Moda.Ponderada: Edp} = \frac{(75.421 * 23) + (61.804 * 29)}{23 + 29}$$

$$\text{Moda.Ponderada: Edp} = 67.827$$

Calculo de la Característica Ponderada Kdp

$$\text{Característica.Ponderada: Kdp} = \frac{(\text{KdPajonal} * 23) + (\text{KdPalosBlancos} * 29)}{23 + 29}$$

$$\text{Característica.Ponderada: Kdp} = \frac{(0.529 * 23) + (0.511 * 29)}{23 + 29}$$

$$\text{Característica.Ponderada: Kdp} = 0.519$$



a. Calculo de Lluvias Máximas en 24 h Para Diferentes Tiempos de Retorno

Ley Gumbell Modificada

$$htc.T = Edp * \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta * \left[1 + Kdp * \log T \right]$$

Donde:

- HtcT: Precipitación máxima diaria para un periodo T de retorno (mm)
- Edp: Moda ponderada (mm)
- t: Tiempo de concentración de la cuenca (hrs)
- Kdp: Característica ponderada (mm)
- T: Periodo de retorno (años)
- α : Coeficiente (2 para cuencas pequeñas; 12 para cuencas grandes)
- β : Coeficiente (0.5 para nuestro medio)

PERIODO T=20 años

$$htc T = 38,31709829$$

PERIODO T=50años

$$htc T = 43,0338912$$

PERIODO T=100años

$$htc T = 46,6020073$$

b. Calculo de Intensidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno

$$Im \acute{a}x..T = \frac{htc.T}{t_c}$$

PERIODO T=20años

$$Imax T = 27,768$$



PERIODO T=50años

$$I_{max T} = 31,187$$

PERIODO T=100años

$$I_{max T} = 33,773$$

c. Determinación del Coeficiente de Esgurrimiento "C"

(Método de la Secretaria de Recursos Hidráulicos)

Coeficiente de esgurrimiento anual.-

- **Utilización.-** Se empleará para determinar los esgurrimientos probables en forma aproximada.
- **Factores.-** Depende fundamentalmente de tres factores: la precipitación, el tipo de suelo y el uso (o la cubierta) del suelo. Otro factor, que es la pendiente media de la cuenca, no se ha tomado en consideración.
- **Precipitación.-** Se hará intervenir la precipitación anual, en milímetros para el cálculo del esgurrimiento anual.
- **Tipo de Suelos.-** Los suelos interesan en cuanto a su mayor a menor permeabilidad y se clasifican en tres tipos:
 - A. Suelos muy permeables, tales como arenas profundas y loes poco compactos.
 - B. Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loes algo mas compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos.
 - C. Suelos casi impermeables, tales como arenas o loes muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.

Formulas: Para $K < 0.15$, se usará la formula:

$$C_e = \frac{K * (P - 250)}{2000}$$



Para $K > 0.15$, se usará la formula:

$$C_e = \frac{K * (P - 250)}{2000} + \frac{K - 0.15}{1.5}$$

P = Precipitación anual en (mm).

C_e = Coeficiente de escurrimiento anual.

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

Rango de Validez.

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

Cuadro: Tabla – Valores de “k”

Uso (o cobertura) del suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal: % del suelo cubierto o pastoreo			
Mas del 75% - poco	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% - regular	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% - excesivo	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto mas del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Cascos y zonas con edificaciones	0.26	0.29	0.32
Caminos, incluyendo derecho de vía	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30



En nuestro caso la cuenca presenta un suelo medianamente permeable que se encuentra cubierta de bosque con un % de suelo cubierto de 25 a 50%, y un pequeño porcentaje de cultivos por lo tanto se asume un valor de:

$$k = 0.26$$

$$C_e = \frac{k * (P - 250)}{2000} + \frac{(k - 0.15)}{1.5}$$

$$C_e = \frac{0.26 * (820 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5}$$

$$C_e = 0.15$$

Criterio 2

Cuadro: Tabla de coeficientes de escurrimiento usados para la fórmula Racional.

VALORES DE C (Criterio I)		
Naturaleza de la Superficie	Pendiente de 5 a 10%	Pendiente de 10 a 30%
Cultivos Generales	0,6	0,72
Cultivos de Pastos	0,36	0,42
Cultivos de Bosques	0,18	0,21
Áreas desnudas	0,80	0,90

ALORES DE C (Criterio II)	
Área residencial urbana sólo casas	0,3
Apartamentos con espacios verdes	0,5
Área de edificios comerciales e industriales	0,9
Áreas boscosas, dependiendo del suelo	0,05-0,20
Parques, terrenos agrícolas y pastizales	0,05-0,30
Asfalto o pavimento de concreto	0,85

$$C_e = 0.18$$



Estos valores son coeficientes de escurrimiento anual, considerando un coeficiente de escurrimiento para un periodo de lluvia cuando el suelo se encuentra completamente saturado se tomara un valor de 0.20, por seguridad.

$$C_e = 0.20$$

$$Q_{MAX} = \frac{c \cdot i \cdot A}{3.6}$$

Cuadro 87: Caudal Máximo

T (años)	Qmax (m ³ /s)
50	54.58

Fuente: Estudio Hidrológico

4.2.3. Diseño Hidráulico de la obra de toma

La obra de toma está ubicada transversalmente al lecho del río con una longitud de 21 m, en el margen izquierdo al lecho se encuentra empotrada en una longitud de 1.44 m. a la roca; en el margen derecho sobre el azud se encuentra un canal de desfoque de 0.50 x 0.50 m.; en el muro de protección se encuentra la bocatoma de una dimensión de 1.0 x 0.20 m de sección, dotada de rejilla y compuerta de protección para limpieza, con capacidad de captación igual a 0.12 m³/s. La solera al ingreso a la toma está en el nivel 2124,80 m.s.n.m.

El desripiador tiene una longitud de 8.35 m., con un vertedero de excedencias, una compuerta de limpieza y la compuerta de fondo para el ingreso del agua al canal de aducción en el cual se encuentra un colchón dissipador de energía, la cota de ingreso al desripiador se encuentra a 2124.60 m.s.n.m.

Todas las anteriores obras se encuentra protegidas por un muro de protección de sección trapezoidal en el margen derecho del lecho del río con una longitud de 16.37 m. y una altura de 2.90m. aguas arriba.

Aguas abajo del inicio del canal de aducción se encuentran un muro de protección de una longitud de 98.0m.

4.2.4. Diseño estructural

4.2.4.1. Obra de Toma

La sección efectiva se determina en función del caudal de diseño, el diseño de la reja de protección y a los niveles de fluctuación del curso de agua.

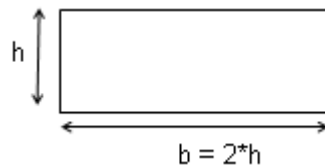
$$A = \frac{Q}{C_d * \sqrt{2 gH}}$$

A = Área del Orificio

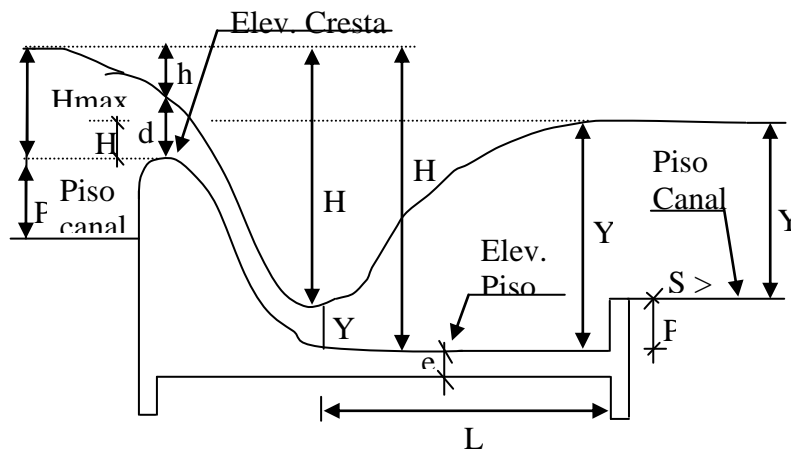
H = Diferencia de niveles antes y después del Orificio

Cd = Coeficiente de Descarga para el Orificio

Q = Caudal de Derivación en m³/s



4.2.4.2. Sistema de disipación de energía



$$V1 = (2 * g * H)^{1/2}$$

Qmax = caudal máximo (m³/s)

L = ancho del río o azud (m)



$$Y1 = Q / (V * d)$$

Numero de Froud

$$F = V / (g * D)^{0,5}$$

$$y2/y1 = 0,5 * ((1 + 8 * F^2) - 1)$$

Longitud del Resalto

$$L = 5 * (Y2 - Y1)$$

Profundidad del Colchón

$$P = 1,05 * (Y2 - Yn)$$

4.2.4.3. Obras Complementarias (Muros de Encauce, Compuertas y Otros) Diseño Estructural de las Obras Hidráulicas y Obras Complementarias.

4.2.4.3.1. Altura del Agua Sobre la Cresta del Vertedero en Crecidas

Dependerá de la longitud del azud se determina a partir de la siguiente expresión:

$$Q = C * L * Hd^{\frac{3}{2}} \qquad Hd = \left(\frac{Q}{C * L} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

Hd : Carga de diseño [m]

C : Coeficiente de descarga

L : Longitud de la cresta de control [m]

Q : Caudal de diseño [m³/s]

La longitud de la cresta del azud se determina de acuerdo a las características topográficas y geológicas del sitio en que se localice.

Se deberá calcular también el caudal unitario y el tirante crítico para estas condiciones, a través de las siguientes expresiones:

$$q = \frac{Q}{L} \qquad yc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

Donde:

Q= Caudal máximo de crecida [m³/s]

q= Caudal Unitario [m²/s]



L= Longitud del Azud [m]
 g= Aceleración de la gravedad [m/s²]
 yc= Tirante crítico [m]

4.2.4.3.2. Perfil del Azud

Los perfiles tipo Creager o cimacios son función de la carga hidráulica por encima de la cresta del vertedero. Debido a que la forma de este perfil debe ser exacta, presenta valores tipo de las coordenadas de esta sección del azud.

Cuadro: Perfil del Azud

X	Y
0,2	-0,02078
0,4	-0,074911
0,8	-0,270056
1,2	-0,571771
1,6	-0,973551

Donde:

X e Y son las coordenadas del perfil.

$$Y = \frac{-0.5 * X^{1.85}}{Hd^{0.85}}$$

Es la carga hidráulica total aguas arriba del azud

La altura de un azud “h” es determinante para el diseño de obras complementarias que se encuentran aguas debajo de la presa, las más importantes son: El colchón hidráulico, escalón estabilizador del colchón hidráulico, los dados disipadores al pie de la presa y el zampeado.

4.2.4.4. Estabilidad del Azud

El diseño de la estructura debe contemplar un requisito de estabilidad, lo que exige un análisis de todas las acciones internas y externas que obran en la estructura, por otra parte, se traduce en la determinación de un factor de seguridad “f”, confiable. Es necesario comprobar la estabilidad del azud, asegurar que las fuerzas a que está sometido no produzcan hundimientos, deslizamientos o volcamientos.

4.2.4.4.1. Volteo

Es la tendencia al volcado de la estructura, esta se produce por la tendencia al giro alrededor del pie de la estructura. El cálculo del factor de seguridad por volteo "fv" se hace mediante la expresión siguiente:

$$f_v = \frac{\sum M_r}{\sum M_v}; \quad f_v \geq 1.5$$

Donde:

$\sum M_r$ = Suma de momentos resistentes.

$\sum M_v$ = Suma de momentos que producen volteo (incluye la fuerza por subpresión)

Al final del cálculo de las fuerzas de volteo se determinará el factor de Seguridad al volteo, que podrá ser registrada en la tabla siguiente:

Cuadro: Fuerzas

CONCEPTO	FUERZA [Ton]	BRAZO	MOMENTO
Fv1	4,025	1,250	5,031
Fv2	3,627	0,750	2,720
Fv3	3,052	1,333	4,070
Fv4	2,839	0,250	0,710
Fv5	1,327	2,250	2,986
Fv6	1,327	1,667	2,212
Fv7	-4,193	1,667	-6,988
Fh1	5,625	1,118	6,289

4.2.4.4.1.1. Empuje Estático del Agua

Dada por la siguiente expresión:

$$F_A = \frac{\gamma}{2}(2 \cdot H + h) \cdot h$$

El punto de aplicación de esta fuerza a partir del fondo será a un $1/3 \cdot h$

Donde:

h L = Espesor de la losa por debajo del azud



4.2.4.4.1.2. Peso Propio

De la presa derivadora

$$W = \gamma_H * A * 1.m$$

Donde:

W : Peso propio en, kg.

γ_H : Peso específico del material a construir el azud en, kg/m³.

A : Área de la longitudinal en, m².

4.2.4.4.2. Deslizamiento

La fuerza horizontal FH tiende a desplazar la estructura en dirección horizontal y las fuerzas que se oponen son debidas a la fricción y por la resistencia al corte de la estructura o de su cimentación. Cuando la resistencia es menor suele construirse estructuras como el dentellón, ya sea al pie o al talón de la estructura, el factor de seguridad por deslizamiento "fd", se determina por la expresión:

$$f_D = \frac{\mu \cdot \sum F_V}{\sum F_H} ; \quad f_D \geq 1.5$$

Donde:

$\sum F_V$ = Suma de fuerzas verticales (incluye la fuerza por subpresión)

$\sum F_H$ = Suma de fuerzas horizontales

μ = Coeficiente de fricción por deslizamiento entre la estructura y el terreno

4.2.4.4.3. Socavación

El efecto de la caída libre de la lámina vertiente que impacta en el terreno natural o al pie de la estructura revestida produce socavación, dependiendo de la capacidad de erosión del material del cual está compuesto el cauce. Si existe revestimiento, este será desgastado por el impacto producido por el material que acarrea el río. La profundidad límite o final de socavación se puede calcular con alguna de las ecuaciones aproximadas.

4.2.4.4.3.1. Según Lacey

$$D_s = 1.35 \left(\frac{q^2}{f} \right)^{1/3}$$



Donde:

D_s = Profundidad de socavación por debajo de la superficie de agua de la máxima crecida en m

q = Caudal Unitario en $m^3/seg/m$

f = Factor de Lacey de una muestra representativa del material del lecho

El factor de Lacey de acuerdo a la experiencia Paquistaní se puede estimar de acuerdo a la siguiente tabla:

Cuadro: Valores del Coeficiente "f"

Material	Valor de f
Rocas masivas (diámetro 70 cm)	40
Rocas	38
Pedrones y Lajas	20
Piedras y Lajas	6
Piedras pequeñas y gravas gruesas	4,7
Arenas Gruesas	1,52
Arenas Medianas	1,3
Limos Standart	1
Limos Finos	0,85

Si al aplicar la ecuación anterior se determina que la máxima profundidad de socavación, entonces es necesaria la construcción de colchones disipadores. Esto sucede en ríos con lechos arenosos o de sedimento muy fino.

4.2.4.5. Planos Constructivos

Los planos de diseño de la obra de toma y todos sus componentes se encuentran en el anexo de planos principalmente los planos de detalles.

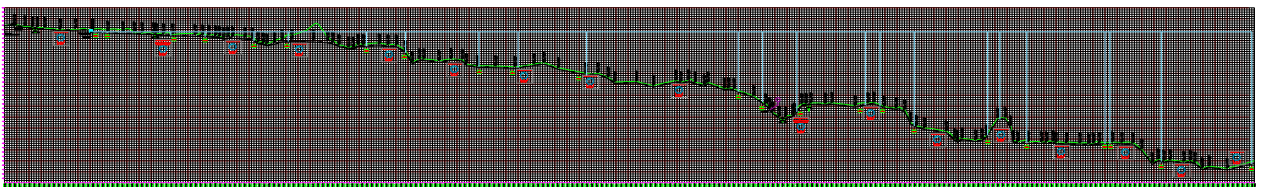
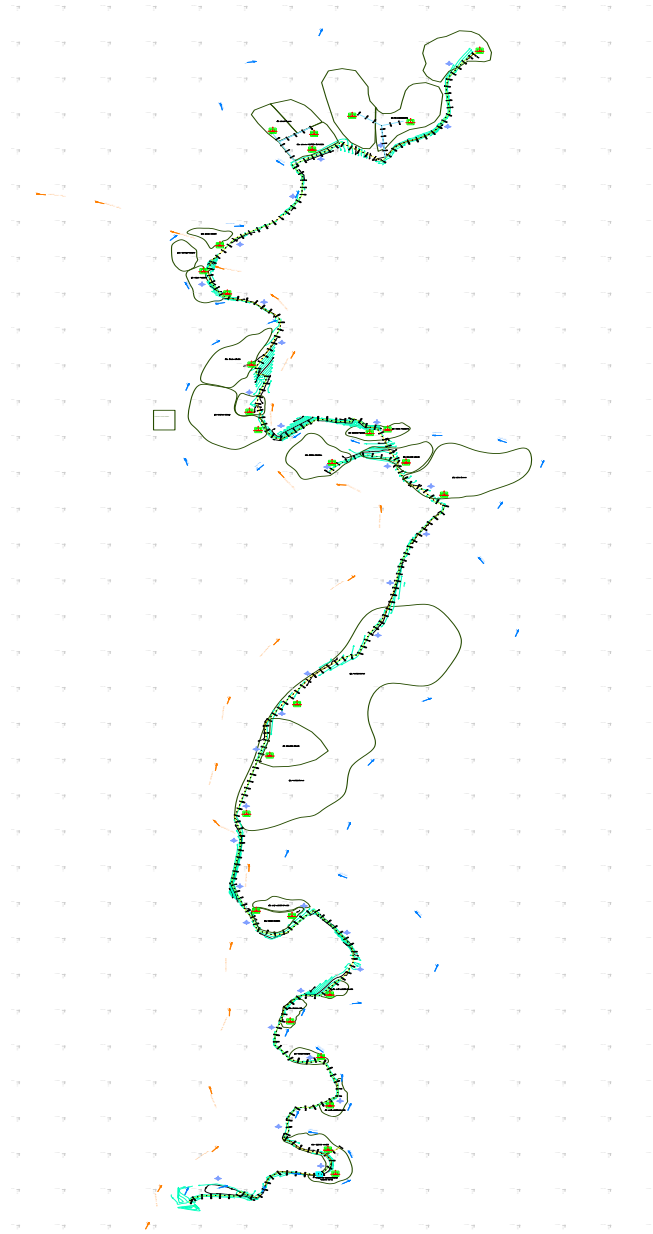
4.2.4.6. Cómputos Métricos

Con los diseños propuestos del azud y sus elementos se encuentran en la parte del anexo 6 del presente estudio.

4.2.4.7. Plano de Ubicación del sistema de riego y áreas de cultivo

A continuación se muestra el esquema hidráulico de la red principal con sus áreas de influencia de riego.

Imagen: Plano General del Sistema





4.3. Diseño de la Aducción por Tubería

La aducción por tubería es la sucesión de tubos y piezas especiales, que unidas adecuadamente pueden formar una estructura de conducción de agua para riego.

Las tuberías son una buena alternativa de conducción de agua para riego en las siguientes situaciones:

- Cuando la ladera por donde se requiere llevar el agua es inestable y amenaza constantemente con derrumbes que pongan en serio riesgo la operación de un canal.
- Cuando el terreno es demasiado rocoso y la construcción del canal resulta difícil y costosa.

Para su respectivo control, se encuentran en el anexo 6 Memoria de Claculo.

3.3.1. Descripción y Ubicación

El diámetro de la tubería de conducción tendrá será definida de manera tal que la línea piezométrica del sistema no se encuentre por debajo de la cota radier del tendido de tubería.

Se diseño el sistema para un caudal de 35 l/s, con una tubería de PVC y tubo negro, los mismos se detallan en los planos de obras de arte.

La conducción mediante un sistema a presión comienza a partir de la progresiva 0+40 hasta la progresiva 5+960

3.3.2. Diseño Hidráulico

El diseño de conducciones entubadas en zona montañosa está limitado por los valores máximos admisibles de presión y de velocidad que caracterizan a cada tubería de cierto material y cierto espesor. En lo posible se iguala las pérdidas de carga total con el desnivel del terreno entre los dos puntos de transporte de agua, a fin de obtener el menor diámetro de tubería, el diseño del trazo deberá tomar en cuenta el alejamiento admisible de la línea de presión hidrostática. Así mismo, el cálculo del diámetro deberá tomar en cuenta la velocidad máxima admisible por el material, sobre todo si se tiene presente la capacidad erosiva del agua con alto contenido de sólidos en



suspensión y la mayor sensibilidad al golpe de ariete que tiene un flujo de gran velocidad.

Para las tuberías de PVC, la velocidad máxima no debe ser mayor a 5 m/s.

- Se debe registrar los datos básicos para el cálculo del Sistema a presión.
- El caudal que conduce el canal "Q" [m³/s]
- Definir la velocidad mínima de Auto limpieza "VMÍN" [m/s]
- Definir la velocidad máxima recomendable "VMÁX" [m/s]
- En función diámetro calculado se asume un diámetro comercial.
- Se calcula la velocidad del flujo en el ducto:

$$V_D = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

- Pérdidas por fricción:

$$H_f = \frac{10,643 \cdot Q^{1,852} \cdot L}{C^{1,852} \cdot D^{4,87}}$$

- Pérdida de carga total

$$h_T = \sum h_{Accesorios} + h_f$$

4.3.3. Diseño del Sistema de Riego por Aspersión

En este acápite se determina los parámetros hidrofísicos del riego en relación al tipo de suelo de la zona de riego.

a) Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (LAM)

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo expresa la lamina de agua que un suelo puede almacenar entre los límites de capacidad de campo (CC) y punto de marchitez Permanente (PMP) por cada metro de profundidad de suelo

$$LAM = \frac{(CC - PMP) \cdot Da \cdot 10}{Dw} = (\text{mm/m})$$



Donde

PMP= contenido de humedad en el punto de marchitez permanente en base a peso seco del suelo(%)

Da = Densidad aparente del suelo (g/cm³)

Dw = densidad del agua = 1 g/cm³

b) lamina de agua aprovechable a la profundidad de 30 y60 cm (mm)

$$LAMz = LAM(mm/m)*z(m)$$

Donde

LAMz= LAM= lámina de agua disponible, en mm de agua de cada capa a la profundidad z

LAM= lámina de agua disponible, en mm de agua en una capa X de suelo de un metro de profundidad.

Z= profundidad de suelo a 0.3y 0.15 (m)

Lamina de agua rápidamente aprovechable ala profundidad radicular efectiva o lamina neta (Ln)

$$Ln = \frac{\text{suma } (LAMz)*N.R}{100}$$

Donde

LAMz= sumatoria de las laminas en cada capa, hasta la profundidad efectiva de rais.

N.R. = nivel de reposicion o porcentaje de agua de agotamiento del agua aprovechable

d) profundidad radicular efectiva (Pef)

$$Pef = 3/4*P$$

Donde

Pef = profundidad radicular efectiva (m)

P = profundidad radicular total del cultivo (m)



e) lamina bruta de riego (Lb)

$$Lb = \frac{L_n}{E_f\%/100}$$

Donde

Lb = lamina bruta en (mm)

L_n = lamina neta en (mm)

E_f = eficiencia del sistema, se puede estimar a partir de tablas o ensayos experimentales.

f) frecuencia de riego (Fr)

$$Fr = \frac{L_n}{ET} = (\text{días})$$

Donde

Fr = Es el numero de días que hay entre dos riegos sucesivos, es decir, el numero de días que el cultivo, a través de la evapotranspiración, demora en consumir la lamina de agua aplicada al suelo.

L_n = lamina neta en (mm)

ET = Evapotranspiración diaria (mm/día)

g) ciclo de riego (Cr)

Corresponde al numero continuo de días durante los cuales se plantea utilizar el sistema de riego, garantizando un margen de seguridad en tiempo para reparaciones, mantenimiento, labores de cultivos y días festivos. Necesariamente implica un sobre dimensionamiento de los equipos, cuya conveniencia amerita un analisis.

$$Cr = Fr - DP(\text{días})$$

Donde

Cr = Es el numero de días continuos de riego en el campo (días)

Fr = Es el máximo numero de días que puede haber entre dos riegos sucesivos (días)

DP = Días de paro destinados a reparaciones, mantenimiento, labores agrícola etc.



c) Precipitación horaria del aspersor

Es la cantidad de agua que se aplica en forma de lluvia en un determinado tiempo. Es importante comparar este valor con la velocidad de infiltración básica, de manera que la $PHr < I_b$

$$PHr = q * (m^3 \text{ 7hr}) * 1000 / A_{asp} \text{ m}^2$$

d) tiempo de riego por posición del aspersor (Tr)

El tiempo de riego es la relación entre la lamina bruta calculado y la precipitación horaria del riego del aspersor.

$$Tr = Lb \text{ (mm)} / PHr \text{ (mm/hr)}$$

4.3.4. Diseño del Sistema de Riego por Goteo

Secesión del emisor

Tomando en cuenta la rotación propuesta se propone una cintas de goteo por la fácil colocación y desmontaje de los laterales para cada cultivo. En el mercado hay cintas goteo de 16 y 20 mm En este caso se selecciona una cinta de 16mm por su menor costo. En caso que no cumpla las expectativas durante el diseño se puede evaluar el uso de cintas de 20mm se selecciona inicialmente una cinta con un caudal medio de 5 litro por hora por metro lineal. Si no

Cumple los criterios de diseño propuestos se podrá cambiar a otra cinta de mayor o menor caudal.

Tiempo de Aplicación

El tiempo de aplicación necesario para reponer la evapotranspiración del cultivo, esta en función de:

- √ El valor de evapotranspiración diaria de diseño, estimado con la herramienta ABRO en 4,78 mm por día.
- √ La frecuencia de aplicación se establece en día por medio. Por tanto se debe aplicar

La tasa de aplicación del emisor, se calcula con la relación:

$$I = \frac{q_e}{b * r} * 1000$$



El tiempo de aplicación máxima

$$T_{ap} = \frac{Lb}{I}$$

La frecuencia de aplicación se establece en días por medio

Lb = Lámina de riego bruta

Diseño de laterales

La dirección de plantación depende de la ventilación dentro del cultivo. En este caso, las hileras de cultivo esta a lo ancho de la parcela. Por tanto se propone como primera y más económica opción el uso de laterales de

Se determina el número de emisores en el lateral

$$n_e = \frac{L_L}{b}$$

L_L = Longitud del lateral (m)

b = Distancia entre emisor (m)

Caudal lateral

Ecuación para cintas de goteo

$$Q_L = L * q_{ec}$$

q_{ec} = Caudal de un emisor por metro lineal

Perdida de presión permitida (Pp)

En función del valor de uniformidad que se desee alcanzar y el valor de coeficiente de descarga x del emisor. En este caso, se elige: 90%.

Una uniformidad del

$$\frac{P_p}{P_n} = \frac{(1 - \text{uniformidad})}{x} \quad P_p = \frac{(1 - \text{uniformidad}) * P_n}{x}$$

X = exponente de descarga con un valor 0,5

P_p = perdida de presión permitida bar

P_n = Presión nominal del aspersor (mca)



Perdida admisibles

Es una unidad que se distribuye en un 55% en los laterales (Ppl) y un 45% en el secundario (Pps) Por lo tanto hay que verificar que la perdida de carga en el lateral no exceda

$$P_{pl} = 55\% * P_p$$

$$P_{ps} = 45\% * P_p$$

$$\Delta H_L = \frac{1.13 * 10^{11} * \left[\frac{Q_L}{C} \right]^{1.852} * D^{-4.87} * F * L_L}{100}$$

AHL= perdida de carga en el lateral mca

LL= Longitud del lateral m

QL= Caudal lateral (m³/hr)

C = coeficiente de fricción de la tubería (adimensional)

D= diámetro interior (mm)

F= factor de reducción de Christiansen (adimensional)

Presión de ingreso lateral (PiL)

Con la finalidad de garantizar el funcionamiento de goteros a presiones cercanas a su presión nominal, es necesario ingresar al lateral con una presión adicional de 77% de la pérdida AHL

Presión adicional AHL=0,77*AHL

$$P_{iL} = P_n + \Delta H_L$$

PiL=Presión de ingreso lateral

Calculo de número de emisores en la lateral:

$$n_L = \frac{L_s}{r}$$

Ls= Longitud del secundario

r = espaciamiento entre laterales

Caudal lateral

$$Q_s = n_L * Q_L$$

Para determinar el diámetro de la tubería se utiliza la ecuación de pérdida de carga con salida múltiple.



4.4. Acceso y Materiales de Construcción

Los **materiales locales como los agregados (piedra, grava, arena, ripio, etc.)** exigidos para la construcción de las diferentes estructuras planteadas, están plenamente garantizados, por las características del lecho del Río Suaruro donde predominan sectores pedregosos y con deposiciones de agregados en toda su extensión, cuya cantidad y calidad están validados por el uso que se le da actualmente para diferentes construcciones que se realizan en la comunidad y las localidades cercanas, encontrándose en volúmenes necesarios y suficientes.

4.5. Estrategias de Ejecución.

4.5.1. Ejecución de las obras

La ejecución del proyecto se realizará tomando en cuenta los siguientes aspectos:

a. Modalidad de ejecución

Por la magnitud de las obras, deberá ser licitada y encargada a una empresa constructora de experiencia, al igual que la supervisión de los trabajos de ingeniería del proyecto, también se requerirá de la licitación para la asistencia técnica integral/acompañamiento de manera que se asegure una buena ejecución y un adecuado y oportuno control de calidad de obras.

b. Proceso constructivo

Se comenzará con el acopio y aprovisionamiento de los agregados (arena, grava y piedra), disponible en el lecho del río y de las quebradas o bancos mas cercanos al lugar de obra, cemento, fierro, tubería y accesorios de los mercados de la Ciudad de Tarija y/o de la Ciudad de Santa Cruz.

La empresa contratista adjudicada es la responsable de las actividades de excavación en roca y relleno de las tuberías en profundidades indicadas en los planos de rasante o planta perfil, se debe priorizar la mano de obra local, mientras que el acopio y carguío de estos materiales locales que se realizara mediante volquetas, el costo del transporte correrá a cargo de la empresa constructora.



De manera paralela la empresa deberá aprovisionarse del material no local (cemento, madera de encofrado, fierro de construcción, tuberías y otros), de acuerdo a los volúmenes que se muestran en los cómputos métricos.

Una vez obtenido el material suficiente se procede a la ejecución misma de la obra. En el Cuadro siguiente se detalla el proceso constructivo.

Cuadro: Proceso constructivo

En la obra de toma	En la Red de Conducción	En las obras de arte
<ul style="list-style-type: none"> • Replanteo de la obra. • Excavación en terreno semiduro. • Vaciado H°Cº en fundaciones y elevaciones. • Provisión y colocación de rejilla. • Colocación de tapas metálicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Replanteo del trayecto del canal (ingreso) y de la tubería matriz. • Excavaciones en terreno Semiduro. • Excavación en roca • Relleno y compactado. • Empedrado y vaciado de la solera del canal de ingreso. • Encofrado y vaciado de las paredes del canal de ingreso. • Tendido de tubería PVC y sellado. • Ejecución de cama de arena • Colocación de accesorios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Replanteo de obras. • Construcción de Cámaras prediales, de distribución y purga de lodos. • Construcción de puentes canales de hormigón armado. • Construcción de puentes colgantes. • Paso de caminos. • Ejecución de tapas metálicas.



c. Organización del Trabajo Comunitario

Durante la fase de inversión del proyecto, la comunidad beneficiaria participará durante toda la ejecución del sistema como parte interesada, brindando el apoyo necesario a la empresa constructora.

Mediante actas y compromisos establecidos, la comunidad pondrá una contraparte que será concretado en trabajos específicos como mano de obra no calificada, cuyo porcentaje está calculado según los volúmenes de obra y costo total para la participación de la comunidad beneficiaria.

d. Trabajos adicionales

Tomando en cuenta que la construcción del nuevo Sistema de Microriego Presurizado, no influirá en los actuales sub sistemas, no es necesario realizar ninguna construcción adicional para el normal funcionamiento de las acequias; a partir de la obra de toma progresiva 0+00 hasta la progresiva 5+110.717 el sistema tiene un trazo distinto casi paralelo al camino principal Suaruro-Trancas.

En el sitio de la construcción de la obra de toma, las aguas serán desviadas por un margen a fin evitar complicaciones durante la excavación y fundaciones del hormigón; el agua desviada nuevamente ingresará sin problemas a su cauce y posteriormente a la obra de toma de la acequia actual.



5. FICHA AMBIENTAL.

Al tratarse de un proyecto de beneficio social tratándose de una tubería enterrada, los impactos mayormente serán positivos, con impactos negativos insignificantes, puesto que es una obra que dará un mejor aspecto a la comunidad.



6. COMPUTOS METRICOS.

Cuadro: Cómputos Métricos

No			
ITEM		UNID.	TOTAL
MODULO I: OBRA DE TOMA (TOMA DE FONDO)			
1	Replanteo	m2	
			237,32
2	Excavación 0-4m c/agotamiento y entibado	m3	
			150,80
3	Excavación terreno semiduro 0-2m	m3	
			15,99
4	Hormigón Ciclópeo (HO 1:2:3 - 50% PD)	m3	
			290,29
5	Juntas de Dilatación	pza	
			8,00
6	Hormigón Armado Tapas	m3	
			1,77
7	Prov. y Coloc. Rejilla Metálica	m2	
			0,48
8	Prov. y Coloc. Compuerta Metálica tipo gusano	pza	
			2,00
9	Prov. y Coloc. Compuerta de madera	pza	
			1,00
10	Zampeado de piedra	m3	
			0,09
MODULO II: ADUCCION			
1	INSTALACIONES GENERALES		
	INSTALACION DE FAENAS	GBL	1,00
	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUB.	ML	5282,85
2	ADUCCIÓN CON TUBERÍA PVC. 8" (360.00 M)		
	EX. ROCA 0-2 M. RAMAL1 (0+190-0+240)	M3	26,94
	EXCAVACION TERRENO SEMIDURO 0-2 M.	M3	80,97
	CAMA CON MATERIAL CERNIDA	ML	72,16



CONVENIO GTZ - PROAGRO CHACO
"ESTUDIO INTEGRAL TESA SISTEMA MICRORIEGO PRESURIZADO SUARURO"



	PROV. Y TEND. DE TUBERIA PVC D = 8"	ML	360,00
	PRUEBA HIDRAULICA	M3	360,00
	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/COMPACT.	M3	35,75
3	RED DE DISTRIBUCIÓN CON PVC 8" (4922.85 M)		
	EXC. ROCA 0-2 M RAMAL1 (0+620-0+660), (0+920-1+020), (1+120-1+160),	M3	601,05
	EXCAVACION TERRENO SEMIDURO 0-2 M	M3	3590,48
	CAMA CON MATERIAL CERNIDA	M	787,66
	PROV. Y TEND. DE TUBERIA PVC D = 8"	ML	4922,85
	PRUEBA HIDRAULICA	M3	4922,85
	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/COMPACTADORA	M3	3403,87
4	CÁMARA DE LLAVE DE PASO - 1 UNIDAD		
	EXCAVACION TERRENO SEMIDURO 0-2 M.	M3	0,38
	PISO EMPEDRADO E = 15 CM	M2	0,64
	PISO CARPETA DE H°S° DOSIF. 1:2:4, E = 5 CM	M2	0,25
	MURO DE H°C° DOSIF. 1:2:4; 50% P.D.	M3	0,26
	PROV. Y COL. DE TAPA METALICA (70 x 70) CM	PZA	1,00
	PROV. Y COL. DE TAPA METALICA (50 x 50) CM	PZA	1,00
	PROV. Y COL. ACCESORIOS P/CAMARA DE LLAVE 2"	GBL	1,00
5	PUENTE ACUEDUCTO COLGANTE		
	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM.	0,055
	EXCAVACION DE 0 - 2 m. - SUELO SEMI DURO (COM)	M3.	9,400
	RELLENO Y COMPACTADO S/MATERIAL DE PRESTAMO (COM)	M3.	2,662
	PROVISION Y TENDIDO TUB. F°F° DUCTIL D = 8"	M.	55,00
	PROV. Y COLOC. CABLE P/PUENTE COLG. + ACCES D = 3/8"	M.	10,00
	PROV. Y COLOC. CABLE P/PUENTE COLG. + ACCES D = 1/2"	M.	45,00
	TORRE MET. P/ PUENTE COLG. H = 1.21 (D = 1 1/2" Y D = 2")	PZA.	2,00
	TORRE MET. P/ PUENTE COLG. H = 2.60 (D = 1 1/2" Y D = 2")	PZA.	2,00
	TORRE MET. P/ PUENTE COLG. H = 2.20 (D = 1 1/2" Y D = 2")	PZA.	2,00
	H°C° P / ELEVACIONES (DOSIF. 1:2:3 50 % P.D.	m.3	13,52
	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM.	0,020
	EXCAVACION DE 0 - 2 m. - SUELO SEMI DURO (COM)	M3.	10,836
	RELLENO Y COMPACTADO S/MATERIAL DE PRESTAMO (COM)	M3.	0,561
	H°C° P / ESTRIBOS (DOSIF. 1:2:3 50 % P.D.	M3.	2,916
	H°A° P/ PUENTE SECCIÓN T (DOSIF. 1:2:3)	M3.	3,00
	H°A° P/ COLUMNA (DOSIF. 1:2:3)	M3.	0,70



	ZAPATAS DE H°A° (DOSIF. 1:2:3)	M3.	0,68
	ELEMENTOS DE SUJECIÓN P/TUBERÍA	PZA.	11,00
7	CAMARA DE DISTRIBUCION DE HoCo (7 UNIDADES)		
	EXCAVACIÓN	M3	0,48
	PISO EMPEDRADO E = 15 CM	M2	3,43
	PISO CARPETA DE HoSo. DOSIF. 1:2:4, E = 5 CM	M2	1,12
	MURO DE HoCo DOSIF. 1:2:4, 50% P.D.	M3	1,50
	PROV. Y COL. DE TAPA METALICA 50 X 50 CM	PZA	7,00
	PROV. Y COL. ACCESORIOSP/CAMARA DISTRIBUCION 2 PULG.	PZA	7,00
MODULO III: TANQUE			
1	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	m2	286,00
2	EXCAVACIÓN 0-2M (SEMIDURO)	m3	271,39
3	H° TIPO A	m3	9,91
	H°C°	m3	86,11
4	ACERO ESTRUCTURAL	kg	777,22
5	PISO DE CEMENTO S/EMPEDRADO	m2	120,00
6	CAMARA H°C° 90X80 (INGRESO TANQUE)	pza	1,00
7	CAMARA H°C° 90X80 (SALIDA TANQUE)	pza	1,00
8	REVOQUE INTERIOR	m2	204,05
	REVOQUE EXTERIOR	m2	9,68
	PROV. Y COLOC. ACC. CAMARA DE ENTRADA	glb	1,00
	PROV. Y COLOC. ACC. CAMARA DE SALIDA	glb	1,00
	PROV. Y COLOC. ACC. REBOSE Y LIMPIEZA	glb	



			1,00
	PROV. Y COLOC. ACC. VENTILACIÓN	glb	1,00
	PROV. Y COLOC. TAPA METALICA P/CAMARAS DE INGRESO Y SALIDA	pza	1,00
	CERCO DE ALAMBRE DE PUAS	glb	1,00
	PUERTA	glb	1,00
MODULO IV: RED DE DISTRIBUCION A PARCELAS ASPERSION			
	REPLANTEO	m2	100
	Prov. Y Tendido Tubería SDR 21 2"	ml	525
	Prueba Hidráulica Tubería Hasta	ml	525
	Desinfección de tubería hasta	ml	525
	Prov. Y Coloc. Acc. De Riego	GB	21
	Prov. Y Coloc. Acc. Cabezal de Riego	GB	21



7. PRESUPUESTO Y ESTRUCTURA FINANCIERA.

7.1. Introducción

El presente capítulo está íntegramente dedicado al cálculo y análisis de precios unitarios y presupuesto de Obra. Para este fin, ha sido necesario identificar, como marco referencial, los conceptos generales sobre los cuales se basa el presente estudio.

Uno de los principales criterios con los que se lleva a cabo el cálculo de los costos de construcción en obras de ingeniería, es el de establecer a priori el precio total de una determinada obra de ingeniería, con el propósito de identificar las actividades que tengan mayor o menor incidencia en el precio final, es decir, establecer entre todas las actividades aquellas que afectándolas entre más o menos influyan en el costo óptimo de la obra.

El concepto generalizado, con el cual se enfrenta en cálculo de costos y presupuestos, sostiene que no es posible hablar de resultados exactos e invariables ya que estos dependen de una serie de factores tales como:

Fluctuación de precios en el mercado, adopción de diversos criterios de parte de ingenieros, para el cálculo de rendimiento de mano de obra y equipo de construcción, así como para la adopción de porcentajes del costo directo destinado a gastos generales, utilidades, etc.

7.2. Precios Unitarios

Los componentes básicos para el análisis de los precios unitarios empleados para el proyecto son:

Costos Directos: Contempla los costos de mano de obra (calificada y no calificada), materiales, herramientas maquinaria y equipo de construcción.

Costos Indirectos: Comprende la administración central y la dirección de obra, como ser los gastos generales específicamente necesarios para la realización de las obras, las utilidades y los impuestos de ley.



El análisis de precios unitarios corresponde al estudio de las actividades a realizar de cada componente, verificando los costos de cada material, sus rendimientos, la mano de obra, herramientas y equipos. Como así también los costos indirectos y sus incidencias como beneficios sociales, gastos generales, utilidades y toda la parte impositiva.

Todos los costos, rendimientos y parámetros están de acuerdo a precios de mercado.

Para la confección de la estructura económica de precios unitarios, se tomaron en cuenta los siguientes porcentajes:

- Beneficios sociales un 55 % del Subtotal de la mano de obra:
- IVA un 14.94 % del de la suma parcial del: Sub total de la mano de obra y Cargas Sociales.
- Desgaste de herramientas menores un 5 % del Total de mano de Obra.
- Gastos generales y administrativos un 10% de la suma parcial del: Total materiales, Total mano de obra y Total equipo maquinaria y herramientas.
- Utilidad un 10% de la suma parcial del: Total materiales, Total mano de obra, Total equipo maquinaria y herramientas y Total gastos generales y administrativos.
- Impuesto a las transacciones un 3.09 % de la suma parcial del: Total materiales, Total mano de obra, Total equipo maquinaria y herramientas, Total gastos generales y administrativos y Total Utilidad.

Con la ayuda de una planilla de “**Microsoft Office Excel**” y el **Software de cálculo de Presupuesto Presupp 2004**, se realizaron todos los cálculos para obtener los presupuestos respectivos.

El tipo de cambio utilizado es de 7.07 Bs/\$us.

El análisis correspondiente a los ítems que se tiene en el proyecto se muestra en la sección **anexos** correspondiente (ver anexo 7 Precios Unitarios).



7.3. Presupuesto de Obra

El presupuesto general de infraestructura está constituido en un módulo general, a su vez este módulo se subdivide en sub módulos en los que se incluyen las actividades a desarrollar en el proyecto.

Revisado el cálculo de precios unitarios, para cada actividad del proyecto y definidas las cantidades o volúmenes de obras respectivas, se presentan en el **anexo 6** el listado del presupuesto de obras, considerando la unidad de cada actividad, su cantidad, precio unitario y precio total de cada ítem tomando en cuenta los porcentajes de incidencias y modelo a desarrollar presentado por las Normas Básicas de Administración de Bienes y Servicios. El presupuesto general de obras civiles del proyecto alcanza a:

Presupuesto general de las obras civiles es de: **1612824.31 Bs.**

PRESUPUESTO GENERAL

PROYECTO: MICRORIEGO ZUARURO

Moneda: Bolivianos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
1.- OBRA DE TOMA						
1	REPLANTEO	M2	237,32	4,60	1.091,20	
2	EXCAVACION 0-40 M C/AGOTAMIENTO Y ENTIBADO	M3	150,80	139,62	21.053,96	
3	EXCAVACION DE 0 - 2 M. TERRENO SEMIDURO	M3	15,99	24,95	398,87	
4	HORMIGON CICLOPEO 1:2 3(50% PD)	M3	290,29	822,87	238.872,33	
5	JUNTAS DE DILATACION E=1/2"	PZA	8,00	5,83	46,66	
6	HORMIGON ARMADO TAPAS	M3	1,77	1.840,29	3.257,32	
7	PROV. COLOC. REJILLA METALICA	M2	0,48	476,47	228,71	
8	COMPUETA METALICA TIPO GUSANO 0.35X0.35	PZA	2,00	577,23	1.154,45	
9	ZAMPEADO DE PIEDRA	M3	0,09	611,22	55,01	
SUBTOTAL OBRA DE TOMA						266.158,51
2 TRABAJOS PRELIMINARES						
1	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00	848,97	848,97	
2	REPLANTEO Y CONTROL DE LINEAS DE TUB.	ML	5.282,85	0,36	1.880,69	
SUBTOTAL TRABAJOS PRELIMINARES						2.729,66
3 ADUCCIÓN CON TUBERÍA PVC. 8"						
3	EXCAVACION EN ROCA	M3	26,94	59,51	1.603,23	
4	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO SEMI DURO (COM)	M3	80,97	25,19	2.039,96	
5	CAMA CON MATERIAL CERNIDA	M3	72,16	33,30	2.402,57	



CONVENIO GTZ - PROAGRO CHACO
"ESTUDIO INTEGRAL TESA SISTEMA MICRORIEGO PRESURIZADO SUARURO"



6	PROVISION Y TENDIDO TUBERIA PVC 8" CLASE 6	M	360,00	103,80	37.366,56	
7	PRUEBA HIDRAULICA	ML	360,00	0,17	59,76	
8	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/COMPACT.	M3	35,75	25,83	923,35	
SUBTOTAL ADUCCION CON TUBERIA PVC. 8"						44.395,43
4 RED DE DISTRIBUCION						
9	EXCAVACION EN ROCA	M3	601,05	59,51	35.769,09	
10	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO SEMI DURO (COM)	M3	2.590,48	25,19	65.264,55	
11	CAMA CON MATERIAL CERNIDA	M3	787,66	33,30	26.225,14	
12	PROVISION Y TENDIDO TUBERIA PVC 8" CLASE 6	M	4.922,85	103,80	510.972,14	
13	PRUEBA HIDRAULICA	ML	4.922,85	0,17	817,19	
14	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/COMPACT.	M3	3.403,87	25,83	87.915,15	
SUBTOTAL RED DE DISTRIBUCION						726.963,26
5 CAMARA DE LLAVE DE PASO						
15	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO SEMI DURO (COM)	M3	0,38	21,83	8,30	
SUBTOTAL CAMARA DE LLAVE DE PASO						8,30
6 CAMARA DE LLAVE DE PASO						
16	PISO EMPEDRADO E = 15 CM	M2	0,64	22,98	14,70	
SUBTOTAL						14,70
6 CAMARA DE LLAVE DE PASO						
17	PISO CARPETA DE H°S° DOSIF. 1:2:4, E = 5 CM	M2	0,25	39,70	9,93	
18	MURO DE H° C° DOSIF: 1:2:4, 50% P.D.	M3	0,26	708,24	184,14	
19	PROV. Y COL. DE TAPA METALICA 70 X 70 CM	PZA	1,00	228,27	228,27	
20	PROV. Y COL. DE TAPA METALICA 50 X 50 CM.	PZA	1,00	172,14	172,14	
SUBTOTAL CAMARA DE LLAVE DE PASO						594,48
7 PUENTES COLGANTES						
21	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM	0,06	454,48	27,27	
SUBTOTAL						27,27
7 PUENTES COLGANTES						
22	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO SEMI DURO (COM)	M3	9,40	25,19	236,82	
23	RELLENO Y COMPACTADO S/MATERIAL DE PRESTAMO (COM)	M3	2,66	17,73	47,19	
24	PROVISION Y TENDIDO TUB. F°F° DUCTIL D= 8" PROV. Y COLOC. CABLE P/PUENTE COLG.+ ACCES	M	65,00	309,76	20.134,40	
25	D=3/8" (P-1)	M	10,00	230,10	2.301,01	
26	PROV. Y COLOC. CABLE P/PUENTE COLG.+ ACCES D=1/2" (P2)	M	35,00	332,57	11.639,95	
27	PROV. Y COLOC. CABLE P/PUENTE COLG.+ ACCES D=1/2" (P3)	M	20,00	297,99	5.959,78	
28	TORRE MET. P/PUENTE COLG. H=1.21 (D=11/2" Y D=2") P1-T1-T2	PZA	1,00	1.562,24	1.562,24	
SUBTOTAL PUENTES ACUEDUCTOS						41.881,39
8 PUENTES COLGANTES						
29	TORRE MET. P/PUENTE COLG. H=2.60 (D=11/2" Y D=2") P2-T1-T2	PZA	1,00	2.624,87	2.624,87	
SUBTOTAL						2.624,87
8 PUENTES COLGANTES						
30	TORRE MET. P/PUENTE COLG. H=2.20 (D=11/2" Y D=2") P3-T1	PZA	1,00	1.353,68	1.353,68	
31	TORRE MET. P/PUENTE COLG. H=1.54 (D=11/2" Y D=2") P3-T2	PZA	1,00	1.100,79	1.100,79	



CONVENIO GTZ - PROAGRO CHACO
"ESTUDIO INTEGRAL TESA SISTEMA MICRORIEGO PRESURIZADO SUARURO"



32	H°C° P/ELEVACIONES (DOSIF. 1:2:3 50 % P.D.)	M3	13,52	679,04	9.180,65	
SUBTOTAL PUENTES ACUEDUCTOS						11.635,12
9 PUENTE ACUEDUCTO DE HORMIGON ARMADO						
33	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM	0,02	452,26	9,05	
34	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO SEMI DURO (COM)	M3	10,84	25,19	272,96	
35	RELLENO Y COMPACTADO S/MATERIAL DE PRESTAMO (COM)	M3	0,56	17,73	9,95	
36	H°C° P/ESTRIBOS (DOSIF. 1:2:3 50 % P.D.)	M3	2,92	678,42	1.980,98	
37	H°.A° P/ PUENTE SECCIÓN T (DOSIF 1:2:3)	M3	3,00	2.149,78	6.449,34	
38	H°.A° P/ COLUMNAS (DOSIF 1:2:3)	M3	1,05	2.613,46	2.744,13	
39	ZAPATAS DE H°.A°. (DOSIF 1:2:3)	M3	0,90	1.712,22	1.541,00	
40	ELEMENTOS DE SUJECIÓN P/TUBERÍA	PZA	11,00	64,15	705,61	
SUBTOTAL PUENTE ACUEDUCTO DE HORMIGON ARMADO						13.713,02
10 CAMARA DE DISTRIBUCION DE H°C°						
41	EXCAVACION DE 0-2 M - SUELO SEMI DURO (COM)	M3	0,48	25,19		
42	PISO EMPEDRADO E = 15 CM	M2	3,43	23,48	80,53	
43	PISO CARPETA DE H°S° DOSIF. 1:2:4, E = 5 CM	M2	1,12	39,70	44,47	
44	MURO DE H° C° DOSIF: 1:2:4, 50% P.D.	M3	1,50	708,24	1.062,36	
45	PROV. Y COL. DE TAPA METALICA 50 X 50 CM.	PZA	7,00	172,14	1.204,95	
SUBTOTAL CAMARA DE DISTRIBUCION DE H°C°						2.392,31
11. TANQUE DE REGULACION H°C°180 m3						
1	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS TANQUE	M2	286,00	42,55	12169,30	
2	EXCAVACION DE 0 - 2 M TERRENO SEMIDURO	M3	271,39	29,87	8106,42	
3	HORMIGON TIPO A	M3	9,91	2195,56	21758,00	
4	ACERO ESTRUCTURAL	KG	777,22	15,46	12015,82	
5	ZAMPEADO DE PIEDRA BRUTA PISO	M2	120,00	627,63	75315,60	
6	H°C° 1:2:3 50% P.D.	M3	86,12	754,76	64999,93	
7	CAMARA DE H°C° 90 X 80 INGRESO A TANQUE	PZA	1,00	678,76	678,76	
8	CAMARA DE H°C° 90 X 80 SALIDA DE TANQUE	PZA	1,00	678,76	678,76	
9	REVOQUE INTERIOR IMPERMEABLE CON SIKA	M2	204,05	110,81	22610,78	
10	REVOQUE EXTERIOR DE CEMENTO	M2	9,68	86,13	833,74	
11	PROV. Y COLOC. ACC. CAMARA INGRESO	GLB	1,00	18935,62	18935,62	
12	PROV. Y COLOC. ACC. CAMARA SALIDA	GLB	1,00	12214,69	12214,69	
13	PROV. Y COLOC. ACC. REBOSE Y LIMPIEZA	GLB	1,00	20497,35	20497,35	
14	PROV. Y COLOC. TAPAS P/CAMARAS /METALICA	PZA	1,00	412,89	412,89	
15	CERRAMIENTO TANQUE " ALAMBRE PUAS	GLB	1,00	2140,17	2140,17	
16	PUERTA CON ALAMBRE PUAS	GLB	1,00	158,96	158,96	
SUBTOTAL TANQUE DE REGULACION H°C°180 m3						273526,79
12. RED DE DISTRIBUCION A PARCELAS ASPERSOR						
1	REPLANTEO DE PARCELA	GB	28,00	39,52	1106,56	
2	PROVISION Y TENDIDO TUBERIA SDR 21 2"	ML	28,00	34,62	969,36	
3	PRUEBA HIDRAULICA TUBERIA HASTA 2"	ML	28,00	3,12	87,36	
4	DESINFECCION DE TUBERIA HASTA 2"	ML	28,00	2,90	81,20	
5	PROV. Y COLOC. ASPERSORES Y ACCESORIOS	GB	4,00	5680,71	22722,84	
6	PROV. Y COLOC. ACC. DE TUBERIA 2"	GLB	28,00	1202,66	33674,48	
7	PROV. Y COLOC. ACC. CABEZAL DE RIEGO	GLB	28,00	1033,79	28946,12	
8	BOMBA DE 5,5 PH HONDA NATUSACO	PZA	2,00	5760,00	11520,00	



CONVENIO GTZ - PROAGRO CHACO
"ESTUDIO INTEGRAL TESA SISTEMA MICRORIEGO PRESURIZADO SUARURO"



9	CAMARA DE CABEZAL	GLB	28,00	1033,79	28946,12	
SUBTOTAL RED DE DISTRIBUCION A PARCELAS ASPERSOR						128054,04
13. RED DE DISTRIBUCION A PARCELAS GOTEO						
1	REPLANTEO DE PARCELA	GB	28,00	40,69	1139,32	
2	PROVISION Y TENDIDO TUBERIA SDR 21 2"	ML	28,00	34,62	969,36	
3	PRUEBA HIDRAULICA TUBERIA HASTA 2"	ML	28,00	3,12	87,36	
4	DESINFECCION DE TUBERIA HASTA 2"	ML	28,00	2,90	81,20	
5	PROV. Y COLOC. ACC. DE RIEGO	GB	4,00	12342,51	49370,04	
6	PROV. Y COLOC. ACC. CABEZAL DE RIEGO	GLB	28,00	1659,21	46457,88	
SUBTOTALRED DE DISTRIBUCION A PARCELAS GOTEO						98105,16
14 EXCAVACION DE TERRENO SEMIDURO						
1	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL C/COMPACT.	M3	1.740,91	25,78	44880,53	
2	EXCAVACION DE 0 - 2 M TERRENO SEMIDURO	M3	3979,93	25,83	102793,63	
SUBTOTALRED EXCAVACION DE TERRENO SEMIDURO						147674,16
						9,2 %
COSTO TOTAL DEL PROYECTO						1.612.824,31
COSTO TOTAL DEL PROYECTO (\$US)			7,07			228.122,25

7.4. Aporte comunal

El aporte comunal estará a cargo de los beneficiarios directos del proyecto, quienes deberían aportar con la mano de obra no calificada como ser: limpieza y desbroce, excavación manual, dependiendo de la disponibilidad de los mismos para su empleo en la obra hasta un total del 8.17% del costo del proyecto.

Para este sentido se ha considerado un costos de aporte de **131,767.75 Bs.**

7.5. Estructura Financiera

Cuadro: Estructura De Financiamiento

DESCRIPCION	MONTO Bs	MONTO \$us.	Porcentaje de Aporte (%)
I INFRAESTRUCTURA	1 612 824.31	228 122.25	100.00
PRONADEC	1 128 977.02	159 685.58	70.00
Gobierno Municipal de Entre Ríos	352 079.55	49 799.09	21.83
Aporte comunal	131 767.75	18 637.59	8.17



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Después de todo el análisis realizado del proyecto a nivel de diseño final, se concluye y recomienda lo siguiente:

8.1. Conclusiones

- ✓ El proyecto "Sistema de Microriego Presurizado Suaruro", es viable desde el punto de vista técnico, social y económico ya que se cuenta con todos los recursos necesarios (hídricos, edáficos y humanos) para la implementación y posterior funcionamiento del mismo.
- ✓ Con respecto a lo social e institucional, se puede indicar que la construcción del sistema de riego cuenta con el respaldo y acuerdo de todos los beneficiarios y entidades públicas, demostrando el interés y la capacidad de realizar trabajos comunitarios, por lo que se considera factible socialmente.
- ✓ El proyecto considera la ampliación de la superficie cultivada con riego siendo el área incremental de 100.27 ha en aplicación de riego por gravedad y 113.78 ha. en aplicación de riego aspersión y goteo.
- ✓ Se generarán importantes incrementos en la producción y en el ingreso familiar.

8.2. Recomendaciones

- ✓ La Evaluación tanto técnica, como económica, arrojan resultados que permiten indicar que el proyecto es técnicamente viable y económicamente factible. Por lo que se recomienda pasar a la fase de ejecución inmediata del mismo.
- ✓ Es muy recomendable hacer sistemas de riego a goteo o aspersión, en lugares donde no existe suficiente cantidad de agua para satisfacer las necesidades de riego.
- ✓ Para un buen funcionamiento de este tipo de sistemas es necesario, hacer un diseño paralelo de riego parcelario por surcos, hasta que los comunarios se habitúen a regar con presurizado.



9. BIBLIOGRAFIA.

Diseño de obras de riego en zonas montañosas

PRONAR

Riegos localizados de alta frecuencia

Fernando Pizarro

Manual de riego tecnificado para los valles

Paul Hogesdam – Carlos Rios

Recursos Hídricos Superficiales y sus posibilidades de aprovechamiento en el Dpto de Tarija

(Ing. Alfonso Vacaflores)

Cátedra de Ingeniería Rural

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real

Manual de Diseño de Obras de Toma Tipo Presa Derivadora

Viceministerio de aguas

PDM del municipio de Entre Ríos

ABRO 3.1

PRONAR

Conceptos Básicos de Riego

PRONAR

Hidrología Aplicada

Chereke

www.ingenieriaRural.com