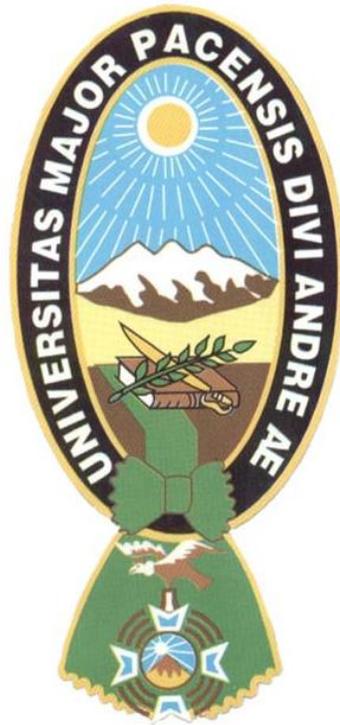


**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**PROYECTO DE COSECHA DE AGUA PARA LA MEJORA Y
DIVERSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO
DE SAN PEDRO DE CURAHUARA**

ORLANDO MARTINEZ RAMIREZ

**LA PAZ – BOLIVIA
2013**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE COSECHA DE AGUA PARA LA MEJORA Y
DIVERSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL MUNICIPIO DE
SAN PEDRO DE CURAHUARA**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

ORLANDO MARTINEZ RAMIREZ

Asesor:

Ing. Milton Reynaldo Rocha

Revisores:

Ing. Ph. D. Aquiles Arce Laura

Ing. Genaro Serrano Coronel

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

Dedicatoria

Este trabajo, está dedicado a mis padres Roberto y Julia por darme su amor, comprensión, esfuerzo y lucha constante para darme una educación. A mi esposa Emma, mis hijos Abraham, Gustavo, Franz Roberto y Karina. Porque ellos son mi inspiración para que termine este trabajo

A mis hermanos Rigoberto, Javier y Concepción por su amistad y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

Agradezco a la Universidad Mayor de San Andrés, por todos los conocimientos adquiridos, especialmente a la Facultad de Agronomía, y a todos los docentes, personal administrativo por su colaboración.

A mis revisores Ingeniero Ph D. Aquiles Arce Laura e Ingeniero Genaro Serrano por la paciencia y tolerancia que me han tenido y por las sugerencias que me han dado.

A mi asesor Ingeniero Milton Reynaldo Rocha, quien con paciencia me ha escuchado y dedicado su tiempo, además me ha brindado su apoyo incondicional y me ha dado sugerencias y sobretodo ánimo para concluir este trabajo.

A la Ingeniera Ph D. Carmen del Castillo y María Esther que siempre me han alentado animando y colaborando durante este proceso.

A los agricultores de la comunidad de Villa Remedios y en especial a las autoridades comunales quienes me han brindado su apoyo durante las visitas a la comunidad.

A mis amigos, por brindarme siempre su apoyo moral, especialmente a Carlos Mita y Javier Mariño por su amistad y colaboración.

INDICE GENERAL

Dedicatoria.....	
Agradecimiento.....	
Resumen o Abstrac	
I. INTRODUCCION	11
1.1 Planteamiento del Problema	11
1.2 Justificación	11
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Metas.....	13
II. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Contexto Normativo	14
2.1.1 Los recursos Hídricos en la Constitución Política del Estado	14
2.1.2 Normativas en el Sector Riego.....	14
2.2 Marco Conceptual.....	14
2.2.1 Cada Gota es Importante	14
2.2.2 Zonas Agroecológicas de Bolivia con Demanda de Riego	15
2.2.3 Sistema de Riego.....	15
2.2.4 Proyecto.....	16
2.2.4.1 Proyectos de riego	16
2.2.5 Guías para la Elaboración de Proyectos Mayores y Menores	16
2.2.6 Características de un Estudio de Identificación	17
2.2.7 Fuentes de agua	18
2.2.8 Hidrología	19
2.2.9 Ciclo hidrológico.....	19
2.2.10 Precipitación	20
2.2.10.1 Formas de precipitación	20
2.2.11 Escurrimiento	21
2.2.11.1 Escurrimiento superficial	22
2.2.11.2 Escurrimiento Sub-superficial.....	22

2.2.11.3	Escurrimiento subterráneo	23
2.2.12	Relación precipitación – escorrentía	23
2.2.13	Cartografía	23
2.2.14	Fuentes de aguas Meteóricas	24
2.2.15	Cosecha de agua.....	24
2.2.16	Cosecha de aguas de lluvia	25
2.2.17	Microrepresas de Tierra	25
2.2.18	Aspectos Técnicos	25
2.2.18.1	Normas, criterios y Parámetros de Diseño	25
2.2.18.2	Propiedad y derechos de agua.....	26
2.2.18.3	Ubicación del lugar del emplazamiento de la microrepresa	26
2.2.18.4	Topografía.....	26
2.2.18.5	Características del suelo	27
2.2.18.5.1	Suelo en el lugar de la obra	27
2.2.18.5.2	Suelo en el área de aporte	28
2.2.18.6	Área de la cuenca de aporte y coeficiente de escorrentía	28
2.2.18.6.1	Determinación de la escorrentía superficial.....	28
2.2.18.6.2	Determinación del coeficiente de escorrentía (C)	29
2.2.19	Determinación de la superficie del área de aporte (A).....	30
2.2.19.1	El uso del agua para riego	31
2.2.20	Diseño de la Microrepresa	33
2.2.20.1	Altura del volumen muerto	35
2.2.20.2	Altura de diseño	35
2.2.20.3	Altura de bordo libre.....	35
2.2.20.4	Ancho de coronamiento	36
2.2.20.5	Inclinación de los taludes	36

III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA _____ 37

3.1	Descripción de la zona de estudio.....	37
3.1.1	Localización y ubicación geográfica	37
3.1.1.1	Vías de acceso	37
3.1.1.2	Límites Territoriales.....	40
3.1.2	Condiciones Socioeconómicas de la Población	40
3.1.2.1	Aspectos sociales	40
3.1.2.1.1	Población	40

3.1.2.1.2 Estabilidad poblacional.....	40
3.1.2.1.3 Lenguaje	41
3.1.2.1.4 Nivel de Pobreza	41
3.1.2.1.5 Salud.....	41
3.1.2.1.6 Servicios básicos	42
3.1.2.1.7 Educación	42
3.1.2.1.8 Organizaciones sociales existentes.....	42
3.1.2.2 Aspectos económicos	43
3.1.2.2.1 Tenencia de tierra y área cultivada por familia	43
3.1.2.2.2 Actividades económicas principales	44
3.1.2.2.3 Distribución de roles agroproductivos dentro de la familia	44
3.1.2.2.4 Acceso a crédito.....	45
3.1.3 Descripción Agropecuaria y del Mercado.	45
3.1.3.1 Actividad Agrícola	45
3.1.3.1.1 Cultivos, destino y valor de la producción	47
3.1.3.1.2 Calendario Agrícola.....	47
3.1.3.2 Actividad Pecuaria.	48
3.1.3.3 Nivel Tecnológico.....	49
3.1.3.4 Acceso a ferias y mercados	50
3.1.4 Características fisiográficas y agroclimáticas	50
3.1.4.1 Fisiografía	50
3.1.4.2 Cobertura Vegetal.	50
3.1.4.3 Precipitación Pluvial y Temperatura	50
3.1.5 Recurso Agua: Disponibilidad y Calidad.....	52
3.1.5.1 Características de la cuenca de aporte	52
3.1.5.1.1 Descripción fisiográfica de la cuenca	52
3.1.5.2 Derechos de terceros.....	53
3.1.5.3 Disponibilidad de agua.....	53
3.1.5.4 Calidad del agua	54
3.1.5.5 Sistema de riego actual.....	54
3.1.5.6 Características del suelo en el área de riego.....	54
3.2 Metodología	55
3.2.1 Fase de inmersión inicial y preparatoria	55
3.2.1.1 Reunión inicial y planificación de actividades	55
3.2.2 Trabajo de Campo	56
3.2.2.1 Diagnostico de la situación actual de la comunidad	56

3.2.2.1.1 Encuesta.....	56
3.2.2.1.2 Taller Comunal.....	56
3.2.2.2 Relevamiento de información Técnica para el estudio	56
3.2.2.2.1 Diseño participativo del proyecto.....	56
3.2.2.2.2 Levantamiento Topográfico.....	56
3.2.2.2.3 Diseño participativo de ubicación de obras de arte	57
3.2.2.2.4 Instrumentos de valoración social – Documentos Legales	57
3.2.3 Trabajo de gabinete	57
3.2.3.1 Determinación del área de riego incremental	58
3.2.3.2 Diseño de las obras	58
3.2.3.3 Cómputos métricos	58
3.2.3.4 Análisis de Precios Unitarios.....	58
3.2.3.5 Calculo del presupuesto de infraestructura.	59
3.2.3.5.1 Calculo del Presupuesto de acompañamiento, supervisión.....	59
3.2.3.5.2 Evaluación socioeconómica y financiera de la implementación del sistema de riego	59
3.2.3.6 Elaboración de la ficha ambiental.....	59

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA..... 60

4.1 Producción Agropecuaria.....	60
4.1.1 Sistema de Producción Propuesto	60
4.1.2 Destino de la producción.....	61
4.1.3 Valoración de la Producción.....	61
4.1.4 Incremento del Valor Neto de la producción.....	62
4.2 Determinación del área de riego incremental	63
4.2.1 Área de riego incremental propuesta	63
4.2.2 Demanda de Agua	64
4.2.2.1 Calculo de evapotranspiración potencial (ETo)	64
4.2.2.2 Requerimiento de riego a nivel parcelas	65
4.3 Gestión del Sistema de Riego Propuesto	66
4.3.1 Organización.....	66
4.3.2 Derechos de Agua	67
4.3.3 Operación y Mantenimiento	67
4.3.4 Distribución del agua	68
4.4 Diseño participativo de las obras del sistema de riego.....	69

4.4.1	Análisis de alternativas	69
4.4.2	Diseño de Infraestructura	70
4.4.2.1	Aspectos técnicos	70
4.4.2.1.1	Normas, Criterios y Parámetros de Diseño	70
4.4.2.2	Estudios Básicos	71
4.4.2.2.1	Levantamiento Topográfico	71
4.4.2.2.2	Hidrología	72
4.4.2.2.3	Estudios geotécnicos	72
4.4.2.3	Diseño de obras principales	72
4.4.2.3.1	Diseño de la microrepresa	73
4.4.2.3.2	Diseño de obra de toma	74
4.4.2.3.3	Diseño de vertedero de excedencias	75
4.4.2.3.4	Diseño de obras de conducción	75
4.4.2.3.5	Diseño de obras de arte	76
4.4.3	Estrategia de Ejecución: logística, modalidad y cronograma	77
4.4.3.1	Modalidad de Ejecución de obras	77
4.4.3.2	Procesos constructivo	77
4.4.3.3	Cronograma de ejecución	77
4.4.3.4	Cómputos métricos de las obras propuestas	77
4.4.3.5	Especificaciones técnicas	77
4.5	Acompañamiento / Asistencia Técnica Integral	78
4.5.1	Acompañamiento a la ejecución de obras	78
4.5.1.1	Actividades principales del servicio de acompañamiento	78
4.5.1.2	Estrategia de ejecución de servicios de acompañamiento	81
4.6	Presupuesto y Estructura Financiera	81
4.6.1	Presupuesto de Obras	81
4.6.1.1	Precios Unitarios	81
4.6.1.1.1	Costo de Materiales	82
4.6.1.1.2	Costo de Mano de Obra	82
4.6.1.1.3	Costo de Herramientas y Equipo	82
4.6.1.1.4	Gastos Generales	82
4.6.1.1.5	Utilidad	83
4.6.1.1.6	Impuestos	83
4.6.1.1.7	Beneficios Sociales	83
4.6.1.2	Presupuesto de obras civiles de proyecto	83
4.6.1.3	Presupuesto de Asistencia Técnica Integral (ATI)	83

4.6.1.4 Presupuesto de supervisión de obras	84
4.6.1.5 Estructura Financiera	87
4.7 Evaluación Socioeconómica y Financiera	88
4.8 Evaluación Ambiental.....	89
V. SECCIÓN CONCLUSIVA _____	91
5.1 Conclusiones	91
5.2 Recomendaciones	94
VI. BIBLIGRAFÍA _____	95
ANEXOS _____	

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Textura de suelos aptos para represas	27
Cuadro 2.	Coeficiente de escorrentía (c)	30
Cuadro 3.	Eficiencia en aplicación de riego	33
Cuadro 4.	Ancho de la corona	36
Cuadro 5.	Inclinación de taludes.	36
Cuadro 6.	Vías de Acceso	39
Cuadro 7.	Población de la comunidad por sexo.....	40
Cuadro 8.	Tenencia de tierra a nivel familiar.....	43
Cuadro 9.	Roles por género en la actividad pecuaria	45
Cuadro 10.	Producción agrícola	46
Cuadro 11.	Estructura del Sistema Agrícola en la Comunidad de Villa Remedios.....	47
Cuadro 12.	Calendario Agrícola en la Comunidad de Villa Remedios	48
Cuadro 13.	Producción pecuaria	49
Cuadro 14.	Datos Termo pluviométricos – Estación de Patacamaya.....	51
Cuadro 15.	Datos de Temperatura	51
Cuadro 16.	Disponibilidad de agua en la cuenca de Chaqueri.....	54
Cuadro 17.	Cedula de cultivo	60
Cuadro 18.	Mercados y Ferias.....	61
Cuadro 19.	Valor Neto de la Producción Agrícola Futura	62
Cuadro 20.	Área Bajo Riego Optimo (ABRO)	63
Cuadro 21.	Calculo de Evapotranspiración.....	65
Cuadro 22.	Cronograma de actividades de Operación y Mantenimiento	68
Cuadro 23.	Descripción de la distribución de agua por turnos/semana	69
Cuadro 24.	Coeficiente de Escorrentía por el método de Prevert Edminster .	71
Cuadro 25.	Características Geométricas de la Microrepresa	74
Cuadro 26.	Cálculo de diámetro de tubería	76
Cuadro 27.	Presupuesto general de obras civiles.....	85
Cuadro 28.	Presupuesto de Asistencia Técnica Integral.....	86
Cuadro 29.	Presupuesto de Supervisión de Obras	87
Cuadro 30.	Estructura Financiera por Entidad	88
Cuadro 31.	Indicadores Financieros y Socioeconómicas.....	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ciclo Hidrológico	20
Figura 2.	Cuenca Hidrográfica	28
Figura 3.	Corte Transversal de una presa	34
Figura 4.	Mapa Departamental de La Paz.....	38
Figura 5.	Mapa del Municipio de San Pedro de Curahuara	38
Figura 6.	Ubicación de la Comunidad Villa Remedios	39
Figura 7.	Mapa de la cuenca.....	53
Figura 8.	Organigrama de Comité de Riego.....	67

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Datos Climáticos
Anexo 2.	Hidrología
Anexo 3.	Balance Hídrico (ABRO)
Anexo 4.	Estudio de Suelos
Anexo 5.	Memoria de cálculos
Anexo 6.	Cómputos métricos
Anexo 7.	Presupuesto, cronograma
Anexo 8.	Especificaciones Técnicas
Anexo 9.	Agro economía
Anexo 10.	Ficha Ambiental
Anexo 11.	Documentos de compromisos Institucionales
Anexo 12.	Memoria Fotográfica
Anexo 13.	Planos Constructivos

RESUMEN

El agua de riego para la producción agrícola es una de las propuestas estratégicas que se viene trabajando en el país desde diferentes sectores y programas con el propósito de mejorar la calidad de vida de las familias campesinas, y también la seguridad y soberanía alimentaria de los habitantes de nuestra Bolivia.

El objetivo de este trabajo ha sido realizar el Estudio de Identificación – Proyecto de cosecha de agua para mejorar la producción agrícola en la comunidad Villa Remedios, Municipio de San Pedro de Curahuara, el cuál se elaboró bajo los lineamientos de la Guía para la elaboración de proyectos de riegos menores del SENARI.

Este trabajo propone aprovechar las aguas de lluvia, mediante la construcción de un sistema de almacenamiento de agua (microrepresa de tierra), que contribuirá a mejorar la calidad de vida de 56 familias de población en la comunidad de Villa Remedios, mediante la producción agrícola de papa, cebada, cebolla y zanahoria en 18.02 ha de cultivo bajo riego óptimo.

Para este sistema de almacenamiento de agua, se aprovecharán todas las aguas de lluvia que caen en la micro cuenca de Chaqueri, lugar de jurisdicción de la comunidad, estas aguas de escorrentía captada por las laderas en la cuenca serán conducido a la microrepresa.

La infraestructura será implementada en un tiempo de 5 meses y contempla la construcción de una microrepresa (pequeña presa de tierra), una obra de toma, cámara de llaves, un Vertedero de excedencias, tuberías de conducción de agua y 10 cámaras de distribución de agua.

El costo de la infraestructura asciende a 63.238,77 \$us y el presupuesto de acompañamiento y supervisión a 5.059,1 \$us. La evaluación realizada indica que el VAN privado y social son mayores a cero y el TIR privado y socioeconómica esta alrededor del 23%, los cuales son superiores a la tasa de interés de oportunidad, de acuerdo a estos datos se entiende que la propuesta de inversión es rentable. Así mismo la ficha ambiental realizada para la propuesta cae en la Clasificación III.

Por otro lado, viendo los criterios de elegibilidad el costo por familia beneficiada de esta propuesta asciende a 1.120,59 \$us, monto que se encuentra dentro el parámetro establecido para el altiplano.

SUMMARY

The irrigation water for agricultural production is one of the strategic proposals have been working in the country from different sectors and programs with the aim of improving the quality of life of the peasant families, and also the food security and sovereignty of the inhabitants of our Bolivia.

The objective of this work has been to make the Identification Study - Draft water harvesting to improve agricultural production in the community Villa Remedies, Municipality of San Pedro Curahuara, which has been developed under the guidelines in the Guide to the preparation of minor irrigation projects of the - SENARI.

This work proposes to make the waters of rain, through the construction of a water storage system (micro earth dam), which will help improve the quality of life of 56 families of population in the community of Villa remedies, through the agricultural production of potato, barley, onion and carrot in 1802 has been of optimal crop under irrigation.

For this water storage system, will benefit from all the waters of rain that fall in the micro-watershed of Chaqueri, place of jurisdiction for the community, these waters of runoff captured by the slopes in the basin will be led to the micro dam.

The infrastructure will be implemented in a time of 5 months and involves the construction of a micro dam (small earth dam), a work of takes, house of keys, a landfill of overstocking, water pipes and 10 chambers of water distribution.

The cost of the infrastructure amounts to \$us 63,238.77 and the budget of accompaniment and supervision to 5,059.1 \$us. The evaluation indicates that the VAN private and social are greater than zero and the TIR and private socio is around 23 %, which is higher than the rate of interest of opportunity, according to these data it is understood that the proposed investment is profitable. At the same time the environmental tab carried out for the proposal falls into the classification III.

On the other hand, seeing the eligibility criteria for cost per family benefit from this proposal amounts to \$1,120.59 us, an amount that is within the parameter set for the altiplano.

I. INTRODUCCIÓN

El riego es una actividad agrícola que determina no solo la generación de alimentos si no que en muchos casos significa el mejoramiento del nivel de vida de los usuarios en muchas partes del mundo debido a sus grandes ventajas cuantitativas y cualitativas no solo en lo referente a la importancia social, económica y medio ambiental, sino sobre la integridad que este tema tiene relación al componente suelo, vegetación, animales e inclusive la atmosfera.

1.1 Planteamiento del Problema

En gran parte de la región altiplánica la existencia de recursos hídricos es mínima, las fuentes de agua son escasas y comprenden solamente la presencia de fuentes superficiales como son los ríos; que en su mayoría son temporales.

La falta de agua es una realidad que no podemos ignorar porque afecta negativamente el desarrollo social de los países. En el territorio de Bolivia, existe diferentes fuentes de agua, estas pueden ser aguas de lluvia, superficiales, subterráneas y sub-superficiales. En particular en el altiplano, existen fuentes de agua que se pueden aprovechar, una de las soluciones para hacer frente a la escasez de agua se refiere al aprovechamiento eficiente de la precipitación pluvial, es decir, el agua de lluvia. El agua pluvial generalmente es de muy buena calidad y sólo requiere de una filtración simple antes de almacenarla. Muchas veces los pobladores del área rural, aun conociendo la existencia de este recurso natural, por falta de información o técnicas alternativas no pueden captarlo.

1.2 Justificación

Las características climatológicas de la zona están asociadas a las reducidas temperaturas atmosféricas y los largos períodos de sequía, que originan condiciones muy severas para la producción de cultivos agrícolas, así como para el consumo del ganado y otros.

En este sentido, la acumulación de agua en épocas de lluvia del año surge como alternativa el aprovechamiento de aguas de lluvia. Este concepto es el punto de apoyo de las comunidades del municipio de San Pedro de Curahuara, para la construcción de microrepresas de tierra o Atajados, que permita lograr de satisfacer la demanda del riego de las tierras agrícolas con las que se cuenta en la zona.

El principal problema en el municipio de San Pedro de Curahuara es común, “la falta de agua”, no solo para riego y para el ganado, sino incluso para la alimentación de los mismos habitantes. Con la cosecha de agua se pretende aliviar de alguna manera la escasez de agua que resulta en una alternativas para mejorar esta situación, los agricultores han solicitado en varias ocasiones en las zonas altas la construcción de microrepresas (pequeña presa de tierra) y atajados, que permitirá a las familias campesinas garantizar sus cosechas, tener agua para el riego y diversificar la producción agrícola.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Establecer una propuesta técnica de cosecha de agua para el mejoramiento y diversificación de la producción agrícola en la comunidad de Villa Remedios del Municipio de San Pedro de Curahuara.

1.3.2 Objetivos específicos

- Implementar un sistema de almacenamiento de agua, para el aprovechamiento del recurso a través de la construcción de microrepresa de tierra, para la producción agrícola en la comunidad de Villa Remedios.
- Diversificar la producción agrícola con nuevos cultivos y huertos familiares bajo riego.
- Determinar los costo de inversión del sistema de micro riego

- Evaluar económica y socialmente la implementación del proyecto

1.4 Metas

- Construcción de una microrepresa de tierra de 6.0 metros de altura máxima, con una capacidad de almacenamiento de 47.079,42 m³, vertedor de excedencias y obra de toma.
- Construcción de un canal principal de aducción con tubería de PVC de 4" con una longitud de 1000 m y cámaras de distribución cada 100 m para las áreas de riego.
- Incorporación de un área bajo riego optimo de 18.02 ha (cebolla, Zanahoria, papa y cebada).

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Contexto Normativo

2.1.1 Los recursos Hídricos en la Constitución Política del Estado

Art. 373. El agua constituye un derecho fundamental para la vida. Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales y subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos, y cumplen una función social cultural y ambiental. El estado reconocerá, respetará y protegerá los usos y costumbres de las comunidades, de sus autoridades locales y de las organizaciones indígena originaria campesina sobre el derecho, el manejo y la gestión sustentable del agua.

2.1.2 Normativas en el Sector Riego

- Ley de Riego 2878, la ley tiene por objeto establecer las normas que regulan el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en las actividades de riego para la producción agropecuaria y forestal.

- **Decretos Reglamentarios:**

Decreto Supremo N 28817, establece el marco general e institucional.

Decreto Supremo N 28818, Reconocimiento de los derechos de uso y aprovechamiento de recursos hídricos para riego.

Decreto Supremo N 28819, Reglamenta la gestión de los sistemas de riego, su administración y manejo.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Cada Gota es Importante

Tres cuartas partes de tierra están cubiertas de agua, pero solo una reducida porción de la misma esta disponible como agua dulce, de esta cantidad, cerca del

70% se utiliza para producir alimentos. La agricultura es una de las actividades que más agua consume: utiliza cerca del 70% del total de agua dulce procedente de los lagos, cursos de agua y acuíferos, y hasta el 95% en países de desarrollo. La importancia de proteger los ríos y cauces de irrigación, mejorar las técnicas de regadío y los métodos de manejo de ganado son aspectos fundamentales (FAO, 2007).

2.2.2 Zonas Agroecológicas de Bolivia con Demanda de Riego

El 78% de la población boliviana se concentra en el 40% del territorio nacional, principalmente en la región del altiplano con el 52% de la población y el 27% territorio, y en los valles con 26% de población y el 13% del territorio, evidenciando una gran presión al desarrollo y a los recursos naturales. La primera región con adversas condiciones meteorológicas para el desarrollo de una agricultura permanente y la segunda con condiciones fisiográficas y topográficas limitadas, en ambas regiones se concentra cerca del 45% de la fuerza laboral del país y esta es la que posee la mayor experiencia en la gestión del riego. En el Plan Nacional de Desarrollo de Riego se define como área de prioridad para riego, a este conjunto de regiones, que por sus características climáticas presenta un mínimo de 6 meses de déficit hídrico al año, periodo en que la escasez de agua representa un obstáculo mayor para el desarrollo de las actividades agrícolas.

2.2.3 Sistema de Riego

Se define como un conjunto de elementos físicos e infraestructura, área de riego y organización de regantes diferenciados de otros, ubicados en un espacio territorial determinado y dispuesto con el propósito del aprovechamiento de una fuente de agua con fines productivos, agropecuarios y forestales, basados en acuerdos y normas convenidas y reconocidas por la ley y según usos y costumbres (Ley de Promoción y Apoyo al Sector Riego N0. 2878, 2004).

2.2.4 Proyecto

Según JICA-Proyecto Suma Uma (2010), proyecto, es un propósito planificado que consiste en el desarrollo de un conjunto de actividades secuenciales, interrelacionadas y coordinadas cuyo propósito es lograr un objetivo planteado y concreto, sujeto a condiciones de calidad, costo y tiempo. Un proyecto esta orientado a la ejecución.

2.2.4.1 Proyectos de riego

Montaño (2010), un “proyecto de riego” puede definirse como un conjunto de acciones destinadas a incorporar, ampliar, mejorar o simplemente modificar en algún aspecto los elementos de un sistema de riego y/o las condiciones de gestión existentes y por correspondencia la cantidad o forma de dotación de agua con fines productivos agropecuarios. El propósito de los proyectos de riego no es la construcción de infraestructura; este es solo un medio para hacer llegar el agua hasta la planta y contribuir al bien estar de las familias campesinas.

Todo proyecto o sistema de abastecimiento de agua para riego, contempla tres componentes importantes: (1) infraestructura hidráulica, (2) gestión de agua y (3) producción agropecuaria. En la práctica todos estos componentes son importantes. Hasta la fecha se han implementado diferentes proyectos de riego, utilizando para este objeto fuentes de agua que provienen de vertientes u ojos de agua, y recolección de aguas de lluvia (K’otañas) y embalses de ríos o lagos, es decir aguas superficiales.

2.2.5 Guías para la Elaboración de Proyectos Mayores y Menores

Según Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMA y A) y el Servicio Nacional de Riego (SENARI), con participación del Programa de Desarrollo Agropecuario (PROAGRO), han preparado las Guías para la Elaboración de Proyectos Mayores y Menores, con la finalidad de complementar las normativas básicas generales que rigen los estudios de Preinversión establecidos por el Órgano Rector Sistema Nacional de Inversión Publica (SNIP).

Según dicha normativa, se consideran proyectos menores los que tienen un costo de inversión menor a un millón de bolivianos, los cuales reciben el nombre de Estudio de Identificación (EI), y proyectos mayores los que tienen un costo de inversión superior al millón de bolivianos, que reciben el nombre de Estudio Integral Técnico, Económico, Social, Ambiental (TESA).

El directorio del SENARI, en uso de sus específicas funciones y facultades resolvió aprobar las Guías de Pre inversión para proyectos de Riego, el mismo que adquiere la calidad de instrumento oficial para la elaboración de proyectos. También, aprobó que todas las instituciones, organismos, empresas y organizaciones relacionadas con el sector, ejecuten estudios de riego aplicando de carácter obligatorio el instrumento oficial. (Resolución administrativa del Directorio N 050 /2008. Sesionada a los 3 días de diciembre de 2008)

2.2.6 Características de un Estudio de Identificación

El Ministerio de Ambiente y Agua y Servicio Nacional de Riego (2010). Guía para la elaboración de Proyectos Menores, indica que el estudio de identificación (EI) para proyectos de riego menores (con costo inferior al millón de Bs.) es un estudio a nivel de diseño final que justifica y permite la ejecución del proyecto debiendo por tanto obtener los siguientes resultados.

- Una solución viable para el uso y aprovechamiento de agua en la producción agrícola mediante la construcción o el mejoramiento de un sistema de riego menor.
- Una solución técnica y socialmente aceptable, económicamente rentable, social y ecológicamente sostenible, y libre de factores de riesgo que impidan su ejecución.

Sus resultados específicos son:

- Diseño final de Ingeniería de las obras principales, de las obras auxiliares de las obras complementarias.

- Costos de inversión, supervisión y acompañamiento.
- Funcionamiento del futuro sistema de sistema de riego definido, con costos, resultados productivos.
- Evaluación socioeconómica, evaluación financiera, privada, evaluación técnica y evaluación ambiental.
- Organización campesina requerida.

2.2.7 Fuentes de agua

Entre las fuentes de agua que pueden aprovechar con fines de riego, según Montaña (2011), citado por Centro Agua UMSS (2011), se tiene las siguientes:

- Agua superficial (ríos permanentes, ríos intermitentes, arroyos y quebradas)
- Agua subterránea (pozos perforados, pozos excavados y manantiales).
- Embalses de agua (lagos y lagunas naturales, embalses artificiales y estanques de agua atajados)

Al tratar el ciclo hidrológico del agua, de acuerdo a la forma en que se encuentra en la naturaleza, las distintas fuentes de provisión de agua, según (MASIL Consultora, s/f), son las siguientes.

- Aguas Meteóricas
- Aguas Superficiales
- Aguas Sub-Alveas
- Aguas Subterráneas

2.2.8 Hidrología

Según Villón (2011), la hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

El mismo autor menciona que la hidrología proporciona al ingeniero o hidrólogo, los métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas.

También se define a la hidrología como la ciencia que se ocupa del estudio del ciclo hidrológico.

Por su parte Chereque (1989), sostiene que la Hidrología esta ligada al estudio de fenómenos naturales, de manera que los métodos que emplean no puedan ser rígidos, quedando algunas decisiones al criterio del ingeniero. Pero es necesario hacer notar que esta falta de precisión previsible no ocurre únicamente en la Hidrología, si no que es común a toda la ingeniería, como común es la toma de precauciones. El empleo de la carga de fatiga y de la carga de trabajo en los materiales es el ejemplo típico de ingeniería.

2.2.9 Ciclo hidrológico

Según Vásquez (2000), el ciclo hidrológico es la sucesión de cambios que sufre el agua en la hidrosfera, y que obedece a las leyes físicas.

Para el mismo autor, el ciclo hidrológico no tiene principio ni fin y es un proceso continuo. Es el aspecto más importante de la hidrología, de su conocimiento depende la correcta aplicación de las técnicas hidrológicas en la solución de las problemas de ingeniería hidráulica.

Chereque (1989), indica que el ciclo hidrológico, es el conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso) como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

Para JICA- Proyecto Suma Uma (2010), indica que el ciclo hidrológico es el movimiento general del agua, ascendente por evaporación y descendente primero por las precipitaciones y después en forma de escorrentía superficial y subterránea.

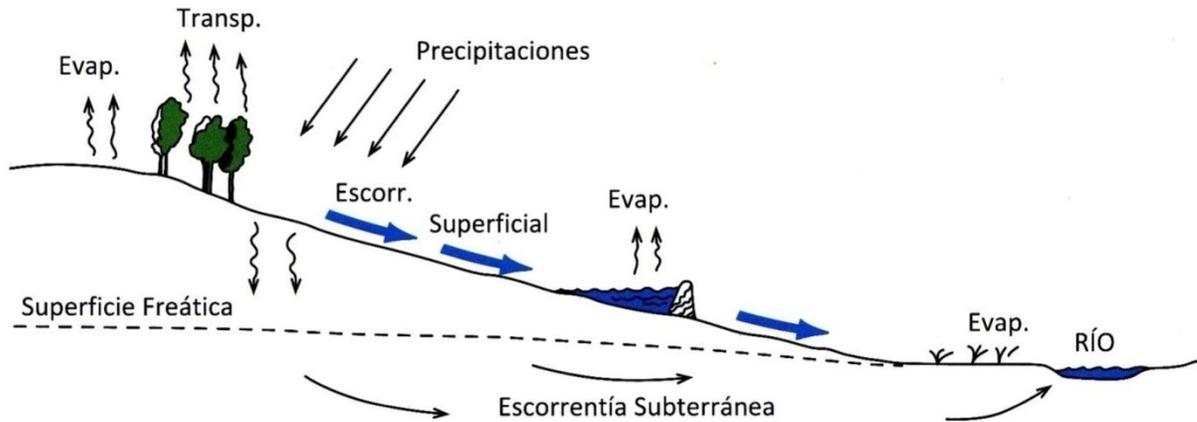


Figura 1. Ciclo Hidrológico (JICA- Proyecto Suma Uma, 2010)

2.2.10 Precipitación

Según Vázquez (2000), la precipitación y la evaporación, las cuales actúan muy relacionadas con el agua superficial, son los procesos meteorológicos más importantes en hidrología. La precipitación es toda forma de agua cuyo origen está en las nubes y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo o nieve.

Asimismo el autor indica que en hidrología, el tipo de precipitación de mayor importancia es la lluvia, por lo cual es la variable de entrada más significativa en el sistema hidrológico.

2.2.10.1 Formas de precipitación

Villón (2011) presenta las siguientes formas de precipitación:

Llovizna

Pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía entre 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas.

Lluvia

Gotas de agua con diámetro mayor a 0.5 milímetros.

Escarcha

Capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsas de aire.

Nieve

Compuesta de cristales de hielo blanco traslucido, principalmente de forma compleja.

Granizo

Precipitación en forma de bolsas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricas, cónicas o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 25 milímetros.

2.2.11 Escurrimiento

Según Villón (2011), el escurrimiento es otro componente del ciclo hidrológico, y se define como el agua proveniente de precipitación, que circula sobre o bajo la superficie terrestre, y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (estación de aforo).

Además el mismo autor manifiesta que, si se analiza un corte esquemático de la superficie, se comporta de la siguiente manera:

1. Una parte de la precipitación se infiltra
2. Una parte de esta, satisface la humedad del suelo, de las capas que se encuentra sobre el nivel freático del agua.
3. Una vez que estas capas se han saturado, el agua subterránea es recargada, por la parte restante del agua que se infiltra.
4. Otra parte de la precipitación, tiende a escurrir sobre la superficie terrestre; a la precipitación que ocasiona este escurrimiento, se llama altura de precipitación en exceso.
5. Una pequeña proporción se pierde.

El mismo autor, con base en lo anterior indica que, el escurrimiento se clasifica en tres tipos:

- Escurrimiento superficial
- Escurrimiento sub- superficial
- Escurrimiento subterráneo

2.2.11.1 Escurrimiento superficial

Es aquel que proviene de la precipitación no infiltrada y que ocurre sobre la superficie del suelo. El efecto sobre el escurrimiento total es inmediato, y existirá durante la tormenta e inmediatamente después de que esta termine. La parte de la precipitación total que da lugar a este escurrimiento, se denomina precipitación en exceso.

2.2.11.2 Escurrimiento Sub-superficial

Es aquel que proviene de una parte de la precipitación infiltrada. El efecto sobre el escurrimiento total, puede ser inmediato o retardado. Si es inmediato se le da el

mismo tratamiento que el escurrimiento superficial, en caso contrario, como escurrimiento subterráneo.

2.2.11.3 Escurrimiento subterráneo

Es aquel que proviene del agua subterránea, la cual es recargada por parte de la precipitación que se infiltra, una vez que el suelo se ha saturado.

Con base en la forma en que contribuyen al escurrimiento total, el escurrimiento se clasifica en escurrimiento directo, cuando su efecto es inmediato, y escurrimiento base si su efecto es retardado.

El hecho de presentarse una precipitación, no implica necesariamente que haya escurrimiento superficial, y en algunos casos tampoco escurrimiento subterráneo, esto depende de una serie de factores.

2.2.12 Relaciones precipitación–escorrentía

El agua de un río, en general esta formada por dos partes: una de escorrentía directa y otra de agua subterránea. Si bien ambas provienen de las lluvias, solo la primera obedece a las precipitaciones recientes.

El poder inferir el caudal proveniente de una precipitación tiene múltiples aplicaciones. Por ejemplo permite obtener los caudales de un río sin estaciones hidrométricas; o extender los registros cortos de caudales a fin de someterlos a análisis estadísticos (Chereque, 1989).

2.2.13 Cartografía

Montaño (2011), citado por Centro de Agua UMSS (2011), menciona que la cartografía son imágenes satélites, fotos aéreas, cartas geográficas IGM escala 1:50.000 y 1:250.000, que se utiliza para la determinación de la cuenca de aporte. Se utiliza para conocer la ubicación geográfica del área analizada, su extensión y algunas de sus principales características físicas. Las cartas 1:250.000 permiten

conocer principalmente la ubicación y vías de comunicación en proyecto de microriego es recomendable utilizar cartas 1:50.000.

Las características físicas de la cuenca, según Montaña (2011) citado por el Centro Agua UMSS (2011) son:

- Tamaño de la cuenca
- Forma de la cuenca
- Coeficiente de compacidad
- Elevación media: curva hipsométrica
- Pendiente media de la cuenca
- Densidad de drenaje, longitud hidráulica, orden de la corriente
- Cobertura vegetal
- Suelo y uso del suelo

2.2.14 Fuentes de aguas Meteóricas

Las aguas meteóricas, son aquellas que llegan a las tierras provenientes de fenómenos meteorológicos y ambientales, tales como la precipitación, la nieve o el granizo.

2.2.15 Cosecha de agua

Según, FLAR (2011), define la cosecha de agua a la captura y aprovechamiento sostenible del agua de lluvia, en un sistema que se abastece únicamente del agua que drena de las montañas y laderas en épocas lluviosas, aprovechando formaciones naturales entre dos montañas que al unir las, mediante la construcción de un muro de tierra, logren represar el agua.

El mismo autor indica, la cosecha de agua, se realiza durante el periodo de precipitación, donde se colectan y almacenan en reservorios, para luego usar esta agua en el riego de cultivos durante la temporada seca

2.2.16 Cosecha de aguas de lluvia

Según JICA-Proyecto Suma Uma (2010), la cosecha de agua es la captación de aguas de lluvia mediante construcciones de reservorios de agua (k'otañas, atajados, microrepresas y presas).

Según SEMARNAT (2008), la **cosecha de agua de lluvia** es: “La captación de la precipitación pluvial para usarse en la vida diaria”. Este tipo de práctica es cada vez más popular en climas áridos que es donde sufren mayor escasez de agua.

2.2.17 Microrepresas de Tierra

Según JICA-Proyecto Suma Uma (2010), es una estructura que tiene por objeto crear un almacenamiento de agua o derivar el río, es una técnica utilizada comúnmente para cosecha de agua en áreas áridas y semiáridas, mediante la misma se almacena la esorrentía de la precipitación pluvial, o agua de otras fuentes por ejemplo ríos y vertientes. El agua luego se utiliza para abrevar el ganado, para riego o para uso domestico, en caso de que las lluvias sean irregulares o durante el periodo de estiaje.

Este tipo de obra sirve para cosechar agua en zonas áridas y semiáridas, teniendo en cuenta la disponibilidad de agua en la zona, es imprescindible conocer el tipo de suelo, clima, también los riesgos a la que estará sometida, como sequias, heladas y erosión provocada por el desgaste del suelo a consecuencia del agua y el viento.

2.2.18 Aspectos Técnicos

2.2.18.1 Normas, criterios y Parámetros de Diseño

Según PRONAR (2000), para el emprendimiento de este tipo de infraestructura es necesario conocer todos los pasos para tomar decisiones sociales y técnicas, como la distribución de microrepresas de tierra en la comunidad, obligaciones de los beneficiarios teniendo en cuenta los criterios técnicos de diseño.

2.2.18.2 Propiedad y derechos de agua

Inicialmente, se deben conocer los derechos de propiedad o uso de la tierra del área de aporte a fin de asegurar la captación de agua y de evitar problemas en la conducción de agua. En una situación donde se intercepta la escorrentía del agua de lluvia mediante canales que bordean el cerro, generalmente los derechos de agua se encuentran vinculados con los derechos de la tierra, en situaciones donde se usa agua del río u otras captaciones superficiales se tendrá que determinar los derechos de agua mediante un dialogo con los demás usuarios, la comunidad y autoridades locales antes de iniciar la construcción de microrepresas.

2.2.18.3 Ubicación del lugar del emplazamiento de la microrepresa

Es primordial la buena ubicación de la microrepresa, tomando en cuenta la ubicación del área de aporte y del área de servida. Es recomendable, antes de tomar una decisión respecto al lugar de construcción, hacer un estudio con los usuarios sobre las diferentes alternativas de emplazamiento.

Para garantizar el emplazamiento de agua, el material de construcción deberá tener baja capacidad de infiltración, es necesario hacer estudios de suelos, por medio de calicatas a por lo menos 3 metros de profundidad, para verificar la permeabilidad de los suelos, y conocer sus características mecánicas. Buscar un equilibrio entre la capacidad de almacenamiento de la microrepresa, el tamaño y las características del área de aporte, para lo cual es necesario contar con datos de precipitaciones de la estación mas cercana al área de emplazamiento, con un rango de por lo menos 10 años, en caso de no tener los suficientes datos hacer un relleno, con las estaciones mas cercanas, para determinar la cantidad de agua disponible en el área de aporte.

2.2.18.4 Topografía

Para la ejecución de estudios topográficos, serán necesario levantamientos tomando en el área de la cuenca de aporte, el lugar de emplazamiento y la zona de riego.

La delimitación se obtiene del levantamiento de la micro cuenca, es indispensable conocer su tamaño y sus características morfológicas. Antes de levantar el área de la misma se debe tener conocimiento mediante cartas topográficas escala 1:5000 (IGM), una posible delimitación del área de aporte o mediante fotografías aéreas, para facilitar el trabajo de la brigada topográfica en campo.

2.2.18.5 Características del suelo

Para conocer el tipo de suelo del lugar de emplazamiento de la microrepresa será necesario hacer estudios de suelos, mediante calicatas de inspección a por lo menos tres metros de profundidad para determinar las características mecánicas del mismo, a continuación se indican algunos aspectos para tomar en cuenta.

2.2.18.5.1 Suelo en el lugar de la obra

Las características del suelo son determinantes para el éxito de las microrepresas. Tanto para la estabilidad de los terraplenes como para la impermeabilidad, se puede decir que los suelos con un elevado contenido de arcilla caolinita, (con poca capacidad de absorción de agua, resulta que no se expande ni se contrae), son los mas aptos para la construcción de atajados. Pero también suelos con contenido relativamente elevado de arcilla (arcilla con capacidad de absorción de agua intermedia).

Cuadro 1 Textura de suelos aptos para represas

Textura de suelo	Diámetro
50% de arena	(0.05 – 20 mm)
40% de limo	(0.002 – 0.005mm)
30% de arcilla	(menos que 0.002 mm)

Fuente: JICA-Proyecto Suma Uma, 2010

2.2.18.5.2 Suelo en el área de aporte

Por lo general los suelos en el área de aporte más aptos serán suelos con un elevado coeficiente de escorrentía (arcilla o roca en pendiente) y de poca susceptibilidad a la erosión. En estos suelos se aprovechará al máximo el volumen de precipitación. Además la vida útil de la microrepresa será mayor, debido a una baja carga de sedimento en la escorrentía.

2.2.18.6 Área de la micro cuenca de aporte y coeficiente de escorrentía

Las k'otañas y microrepresas de tierra se puede llenar varias veces, si el área de aporte de la cuenca es grande y depende de las precipitaciones de la zona y de la buena ubicación de los canales de captación de aguas de escorrentía de las laderas de los cerros.

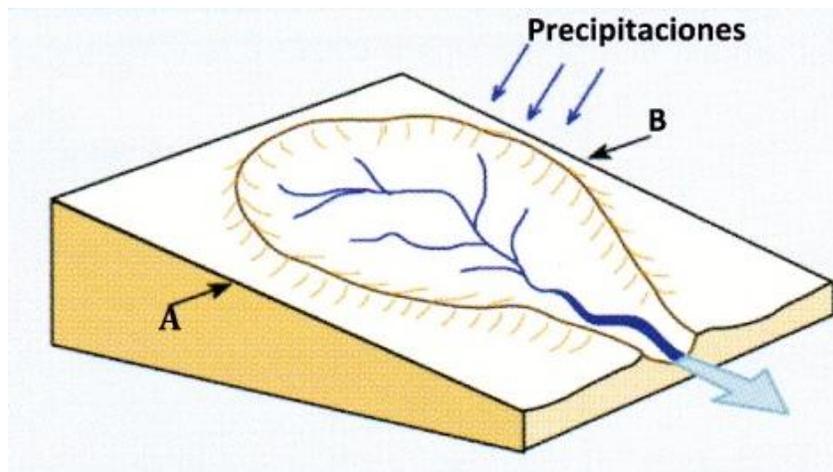


Figura 2. Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica, esta definida por la topografía, fácilmente delimitable sobre un mapa topográfico.

2.2.18.6.1 Determinación de la escorrentía superficial

El volumen de escorrentía de agua pluvial en un área de aporte depende de varios factores, estos pueden ser clasificados de acuerdo a dos procesos: precipitación y escorrentía.

En cuanto a la precipitación, no solo es importante la cantidad, si no la intensidad de la lluvia. Por que a mayor intensidad de lluvia es mayor el escurrimiento pluvial un aguacero breve e intenso trae un mayor volumen de escorrentía que una lluvia de la misma cantidad de precipitación por más tiempo.

Para conocer la escorrentía es indispensable determinar factores como la topografía, vegetación y capacidad de infiltración del suelo.

Mayormente no se tiene disponible datos de estaciones meteorológicas confiables, por lo que será necesario utilizar un método para determinar el volumen de escorrentía, el que relaciona la superficie con la precipitación mensual o anual y un coeficiente de escurrimiento. Este método se puede expresar de la siguiente manera:

$$V_{esc} = C. P. A / 1000$$

Donde:

V_{esc} : Volumen de escurrimiento mensual (m^3/mes).

C : Coeficiente de escorrentía a dimensional.

P : Precipitación, mensual (mm/mes).

A : Superficie del área de aporte (m^2)

2.2.18.6.2 Determinación del coeficiente de escorrentía (c)

En el caso de que existiese coeficiente de una situación comparable en la cercanía, estos puedan ser utilizados para determinar el volumen escurrido. De no existir datos de referencia se puede hacer uso del cuadro 1, previamente conociendo la textura y el uso de suelos del área de aporte.

Cuadro 2 Coeficiente de escorrentía (c).

Topografía y vegetación	Textura de suelos		
	Franco Arenoso	Franco Arcilloso y Franco Limoso	Arcilloso
Bosque			
Plano 0-5 % pendiente	0.1	0.3	0.4
Ondulado 5-10% pendiente	0.25	0.35	0.5
Montañoso 10-30% pendiente	0.3	0.4	0.6
Pasto			
Plano 0-5% pendiente	0.1	0.3	0.4
Ondulado 5-10% pendiente	0.16	0.36	0.55
Montañoso 10-30% pendiente	0.22	0.42	0.6
Tierra agrícola			
Plano 0-5 % pendiente	0.3	0.5	0.6
Ondulado 5-10% pendiente	0.4	0.6	0.7
Montañoso 10-30% pendiente	0.52	0.72	0.82

Fuente: Schawab, Prevert Edminster y Barnes 1996 modificada

2.2.19 Determinación de la superficie del área de aporte (A)

La superficie de un área de aporte puede ser determinada mediante mapas topográficos (escala 1:5000 o 1:10000), ya que frecuentemente se trata de áreas grandes, si no se dispone de una brigada topográfica en último caso hacerlo a través de GPS o cinta métrica.

En muchos casos el agua de las k'otañas o microrepresas de tierra será utilizada tanto en la época de lluvias (para riego complementario) como en la época de estiaje. Esto significa que la microrepresa puede llenarse varias veces. En este

caso en los cálculos hay que aplicar un área de captación mayor al que se aplica cuando se almacena agua una sola vez. Este manejo dependerá del patrón de lluvia, del requerimiento de agua y, de las habilidades de coleccionar agua.

2.2.19.1 El uso del agua para riego

Dependiendo de la zona, el comportamiento hidrológico y las necesidades de los cultivos y prioridades del productor, el agua de la microrepresa o k'otañas se puede utilizar en riego en la época de lluvias o en la época de estiaje. En épocas de lluvia, el riego se utiliza como complemento de las lluvias para asegurar la producción agrícola en época de estiaje. En este caso la superficie que se puede regar con el agua almacenada en la k'otaña, es mucho mayor dependiendo de las precipitaciones ocurridas, la situación climatológica en general, el suelo, los cultivos y el manejo por el agricultor.

Para determinar la evapotranspiración existen varios métodos, a continuación se presenta el método de Penman Monteith, el más usado en nuestro país, este método se puede decir que tiene dos pasos:

1° Paso. Calcular el requerimiento de agua de un cultivo de referencia ET_o . Esta evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o) se calcula mediante una ligera modificación del método de Penman Monteith.

$$ET_o = \frac{0.408 A(R_n - G) + y \frac{900}{(T + 273)} * U(e_s - e_a)}{A + Y(1 + 0.3 * U)}$$

Donde:

ET_o : Evapotranspiración sobre un cultivo de referencia (mm/día).

R_n : Radiación neta de la superficie del cultivo (MJ/m²/día).

G : Densidad del flujo del calor suelo (MJ/m²/día).

- T : Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C).
- U : Velocidad promedia diaria del viento a 2 metros de altura (m/s).
- e_s : Presión del vapor de saturación (KPa).
- e_a : Presión real del vapor actual (KPa).
- A : Pendiente de la curva de presión del vapor versus temperatura (KPa/°C).
- Y : Constante psicométrica (KPa/°C).

En zonas donde se dispone de toda la información necesaria se calcula con la fórmula de Penman Monteith.

2° Paso. Introducir el coeficiente para el cultivo respectivo (k_c)

$$ET_c = K_c * ET_o$$

Donde:

ET_c : Evapotranspiración (requerimiento de agua de cultivo mm/día).

ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm/día).

K_c : Coeficientes para el cultivo respetivo.

Este requerimiento de agua para los diferentes cultivos que conforman la cedula de cultivo elegida constituyen valores netos, los mismos deben ser afectados por eficiencias de riego.

Estas eficiencias de riego a través de las microrepresas de tierra se reducen a eficiencias de conducción, distribución y aplicación parcelaria.

La eficiencia total será el producto de las eficiencias enunciadas, la misma será aplicada al requerimiento neto de los cultivos para obtener el requerimiento bruto.

$$Vb = \frac{Vn}{Ec * Ed * Ea}$$

Dónde:

Vb: Volumen bruto para riego.

Vn: Volumen neto.

Ec: Eficiencia de conducción.

Ed: Eficiencia de distribución.

Ea: Eficiencia de aplicación.

La pérdida de agua por aplicación es significativa y esta en función del tipo de riego. En el cuadro 3 se presentan indicadores de eficiencias en la aplicación bajo diferentes sistemas de riego.

Cuadro 3 Eficiencias de aplicación de agua de riego en porcentaje

Tipo de suelo	Método de riego		
	Melgas	Surcos	Inundación
Arenoso	50-60	40-50	40-50
Franco a medio	65-70	55-65	50-60
Arcillosos o fino	55-65	55-65	45-55

Fuente: PROAGRO/GTZ, (2008)

2.2.20 Diseño de la Microrepresa

Para el diseño de atajados y microrepresas de tierra, se realiza los siguientes estudios. Levantamiento topográfico.

- Determinación del eje de presa.
- Levantamiento longitudinal.
- Levantamiento transversal.
- Levantamiento del embalse o vaso.
- Levantamiento del sitio de la presa.
- Estudios geofísicos.

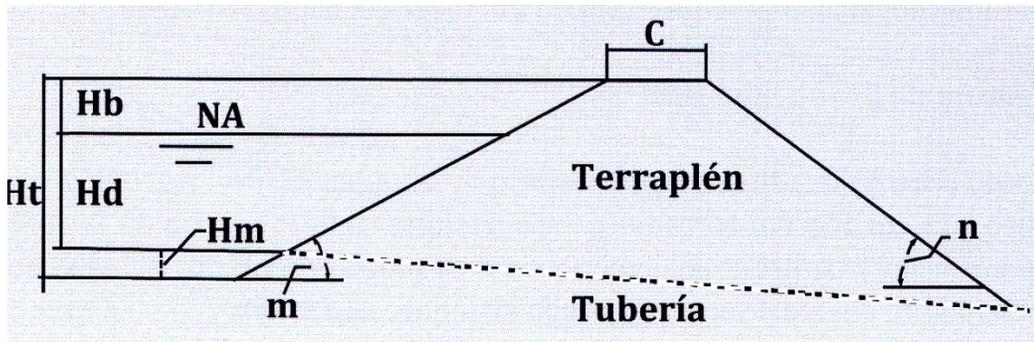


Figura 3. Corte transversal de una presa (JICA-Proyecto Suma Uma 2010)

La altura a profundidad total de la presa (H_t) es la suma de la altura del volumen muerto, la altura de diseño y la altura del borde libre y se expresa de la siguiente manera:

$$H_1 = H_m + H_d + H_b$$

Donde:

H_1 : Altura total de la presa (m).

H_m : Altura del volumen muerto (m).

H_d : Altura de diseño (m).

H_b : Altura de bordo libre (m).

2.2.20.1 Altura del volumen muerto (H_m)

La altura del volumen muerto entre la base de la presa y el tubo de desfogue del agua. Esta altura incorporada como depósito de sedimentos y generalmente no sobrepasa 1 m. Si por alguna razón entraran sedimentos en la presa, el tubo de desfogue no se colmatara y el sistema puede seguir funcionando.

$$H_m = 0.15 H_d$$

Donde:

H_m : Altura muerta (m).

H_d : Altura de diseño (m).

2.2.20.2 Altura de diseño (H_d)

La altura de diseño es la altura entre la salida del tubo de desfogue y el nivel máximo de almacenamiento.

2.2.20.3 Altura de bordo libre (H_b).

La altura del bordo libre es la altura entre el espejo de agua en el nivel de máxima capacidad de almacenamiento y la corona del terraplén, esta permite definir la cota de la solera del canal vertedor de excedencias y controlar el nivel máximo de almacenamiento de agua del reservorio.

$$H_b = H_d/2$$

Donde:

H_d : Altura de diseño (m).

H_b : Altura del bordo libre (m).

2.2.20.4 Ancho de coronamiento

El ancho de la corona esta definido por factores externos al requerimiento de estabilidad de la presa. Se lo establece en función del uso que se dará tanto durante la ejecución de la obra como después, una vez concluida la obra.

Según el U.S. Bureau of Reclamation el ancho de la corona estará dado de acuerdo a la altura de la presa, donde se tiene en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Ancho de la corona

ALTURA DE LA PRESA	ANCHO DE LA CORONA
Hasta 12m	3.0 m
Hasta 30 m	4.5 m
Hasta 45 m	6.0 m

2.2.20.5 Inclinación de los taludes

Los taludes de una presa deben ser diseñadas de manera que tenga estabilidad y continuidad entre la fundación y el cuerpo de la presa, las inclinaciones serán las que garanticen el no desmoronamiento ya sea por peso propio o por desembalse rápido.

Cuadro 5. Inclinación de taludes

ALTURA DE LA PRESA	TALUD AGUAS ARRIBA	TALUD AGUAS ABAJO
4.5 a 12 (m)	2.0:1	1.5:1
12 a 30 (m)	2.5:1	2.:1

(Según reglamento de presas del estado de Arizona, USA)

III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

3.1. Descripción de la zona de estudio

3.1.1 Localización y ubicación geográfica

La comunidad de Villa Remedios está Ubicado en el Cantón Germán Busch, Municipio de San Pedro de Curahuara de la Provincia Gualberto Villarroel, del Departamento de La Paz. Geográficamente se encuentra situada entre las coordenadas Latitudes Sur: 17° 33'04" Longitud Oeste: 68° 03' 00", a una altitud de 3800 m.s.n.m.

3.1.1.1 Vías de acceso

La principal vía de acceso de la ciudad de La Paz a la comunidad de Villa Remedios, es por la carretera interdepartamental La Paz-Oruro cruzando por Patacamaya camino Tambo quemado, luego se desvía al sur por Cañaviri, pasando por Umala, Puente de Chilahuala hasta llegar a la comunidad de Villa Remedios, las distancias se puede observar en el cuadro 6.

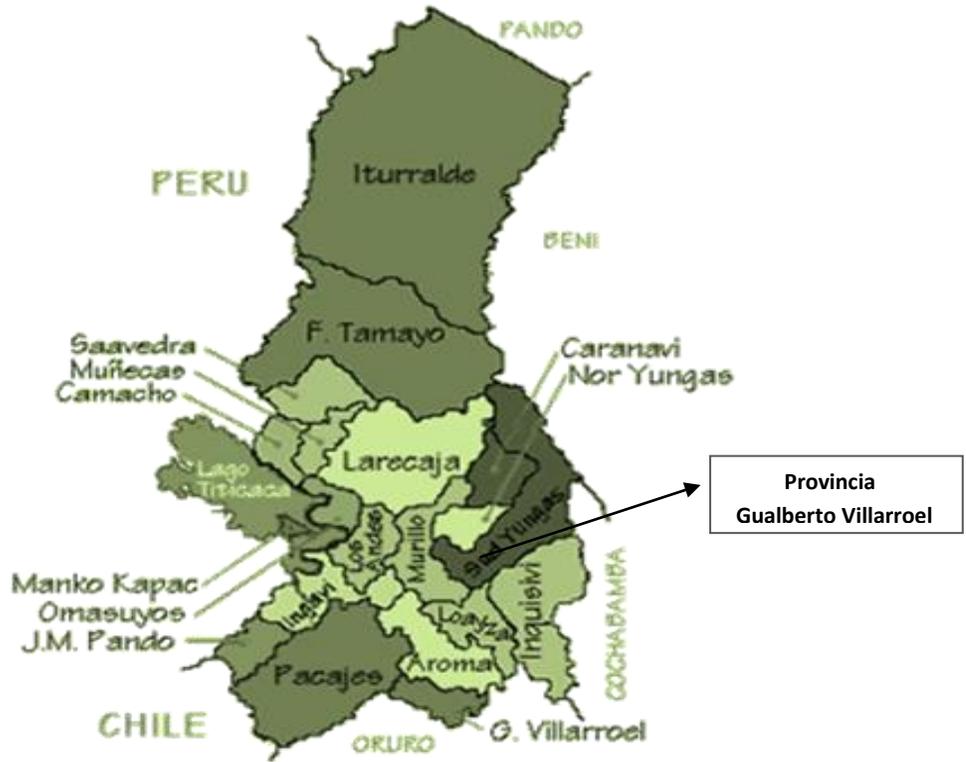


Figura 4. Mapa Departamental de La Paz

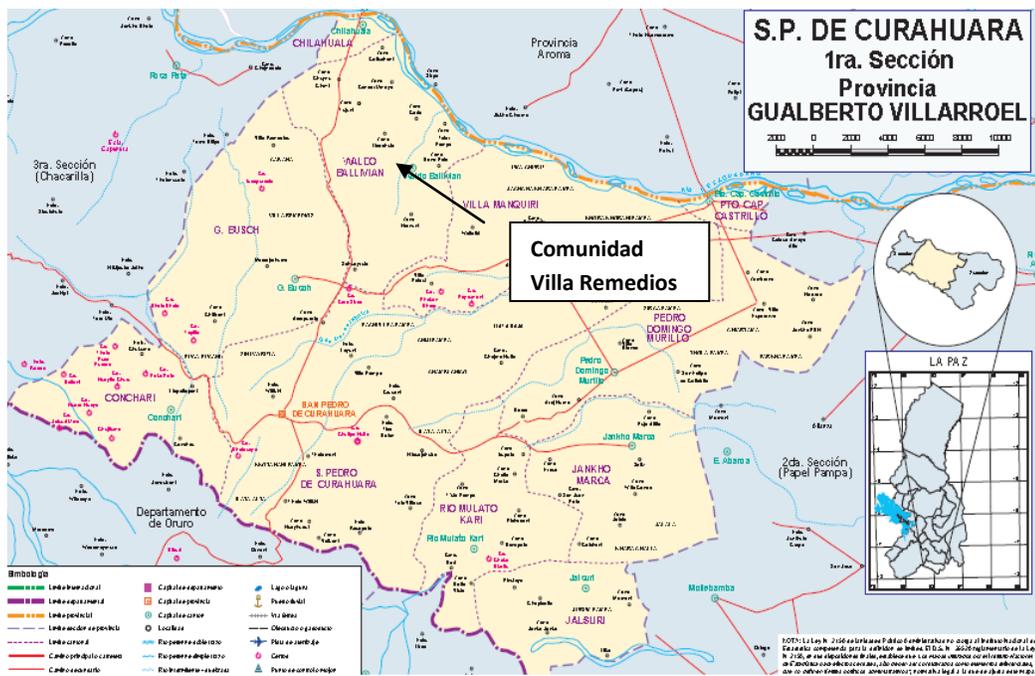


Figura 5. Mapa del Municipio de San Pedro de Curahuara

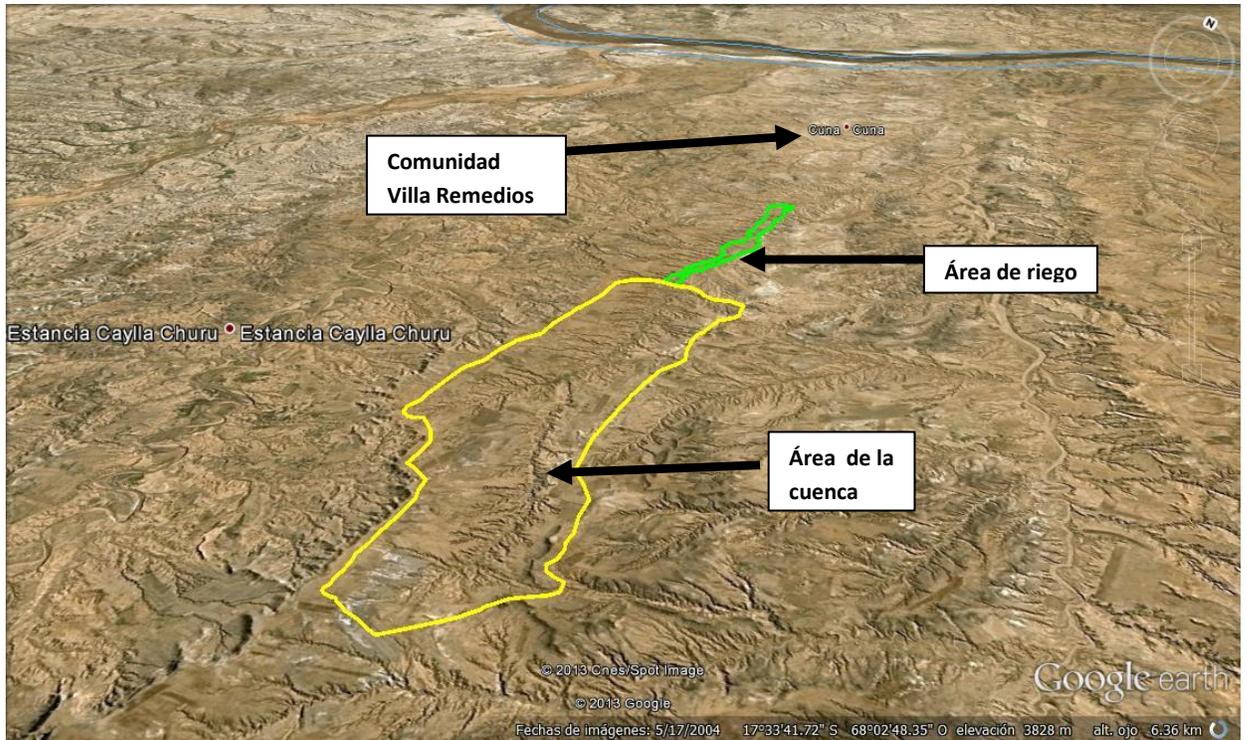


Figura 6. Ubicación de la Comunidad Villa Remedios

Cuadro 6. Vías de Acceso

Tramo	Distancia (km)	Tiempo (horas)	Estado
La Paz – Patacamaya	101	1.30	B
Patacamaya – Cañaviri	20	0.15	B
Cañaviri –Umala	10	0.20	R
Umala – Chilahuala	10	0.20	R
Chilahuala – Villa Remedios	15	0.25	R
San Pedro de Curahuara - Villa Remedios	30	0.20	R

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Límites Territoriales

Los límites del Municipio al Norte limita con la provincia Aroma (Municipio Umala), al Sur con la provincia Totora del departamento de Oruro; al Este con la 2da Sección Papel Pampa; al Oeste con la 3ra. Sección municipal Chacarilla.

3.1.2 Condiciones Socioeconómicas de la Población

3.1.2.1 Aspectos sociales

3.1.2.1.1 Población

En la comunidad de Villa Remedios viven 56 familias, de acuerdo a datos de la encuesta realizada, el promedio de integrantes por familia es de 4, formando un total de 270 habitantes entre hombres y mujeres, tal como se puede observar en el cuadro 7.

Cuadro 7. Población de la comunidad por sexo

Comunidad	Nº de Familias	Mujeres	Hombres	Población Total
Población total	56	162	108	270
TOTAL población beneficiaria				270

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico

Los beneficiarios con el proyecto del sistema de micro riego asciende a 56 usuarios en la comunidad de Villa Remedios.

3.1.2.1.2 Estabilidad poblacional

En la comunidad se reportan dos tipos de migración: la migración temporal y la migración definitiva o permanente.

Los habitantes de la zona emigran a distintos lugares tanto dentro del propio cantón como a otros puntos geográficos del país en su conjunto. Este movimiento migratorio, influye sin duda, de manera importante en la economía de las familias del lugar.

Este flujo de búsqueda de fuentes de trabajo para lograr ingresos adicionales a los obtenidos en la labor agropecuaria, tiene como objetivo principal conseguir ingresos económicos para cubrir los gastos de alimentación, vestimenta y la compra de algún bien.

3.1.2.1.3 Lenguaje

La población de la comunidad Villa Remedios habla en su totalidad el idioma Aymara, aproximadamente un 40% de la población habla aymara y español.

3.1.2.1.4 Nivel de Pobreza

En 2010, el mapa de pobreza de Bolivia indicada que casi tres cuartas partes de los hogares se encuentran en situación de pobreza, donde el 60% viven en la pobreza y 30% en la extrema pobreza. La pobreza afecta principalmente al área rural siendo su población constituida a 94% de pobres mientras que en el área urbana esta proporción baja a 51%.

En el municipio de San Pedro de Curahuara la incidencia de Pobreza es muy alta, se registran en situación de pobreza a 98 %. Los datos nos permiten reducir que los ingresos económicos percibidos por familias son bajos, y no les alcanza para cubrir las necesidades básicas de familia.

3.1.2.1.5 Salud

La población de Villa Remedios tiene una concepción propia de la salud humana. Así, por ejemplo, las enfermedades en la concepción campesina no son solamente anomalías físicas o fisiológicas del cuerpo, sino que son también desequilibrios espirituales y psicológicos que son ocasionados generalmente por la mala relación

entre el ser humano, los seres supra naturales (dioses, divinidades, almas) y la naturaleza (la pachamama, el rayo).

Por otro lado para la atención médica la población acude al Centro de Salud de Llocohuta ubicada a 5 Km desde la comunidad, que cuenta con una Auxiliar Enfermera. En casos extremos y de gravedad los pacientes son trasladados a la ciudad de La Paz.

3.1.2.1.6 Servicios básicos

La comunidad se aprovisiona de pozos profundos para el consumo de agua, así mismo la mayor de las viviendas no cuentan con energía eléctrica, solo se tiene un 30%. Por otro lado la población no cuenta con letrinas para la eliminación de excretas solo lo hacen al campo abierto.

3.1.2.1.7 Educación

El índice de analfabetismo en el municipio San Pedro de Curahuara es 15,33 %, sin embargo el Programa Nacional de Alfabetización “yo, sí puedo” dio resultados positivos logrando obtener el 2007 a 478 alfabetizados y 231 personas del Municipio que se encuentran en el proceso de alfabetización. En lo que se refiere al establecimiento educativo, existe en la comunidad una Escuela hasta el grado Sexto de primaria con una profesor(a) el número de alumnos alcanza a 20.

3.1.2.1.8 Organizaciones sociales existentes

De acuerdo a usos y costumbre, la comunidad de Villa remedios está organizada mediante un Secretario General en el cuál estas autoridades, orgánicamente están afiliados a la Federación Departamental Única de Trabajadores Campesinas de La Paz F.D.U.T.C.L.P. “TUPAJ KATARI”.

3.1.2.2 Aspectos económicos

3.1.2.2.1 Tenencia de tierra y área cultivada por familia

Los derechos de los comunarios hacia sus terrenos están dados por herencia de sus antecesores, y no cuentan con títulos ejecutoriales, están realizando trámites para hacer el saneamiento comunal.

Cuadro N° 8. Tenencia de tierra a nivel familiar

Comunidad	Uso de la tierra (Ha)		
	Con Cultivo	Pastoreo	Descanso
Villa Remedios	4	9	5
Total	4	9	5

Fuente: Encuesta a familias

Todo el sistema de producción agrícola es temporal supeditado al régimen de lluvias, la producción agrícola es de autoconsumo, porque la producción está limitada al régimen de lluvias y a las superficies reducidas, referida principalmente a los cultivos de papa, cebada y forraje.

La mano de obra es únicamente familiar, la carencia de esta tienen directa influencia en el trabajo de las tierras. Un comunario puede tener muchas tierras, pero al no contar con sus hijos o familiares que le ayuden a trabajar, no logra cultivar en todas por lo cuál deja en descanso sus tierras.

Las actividades que realizan los comunarios del lugar para la producción agrícola comprenden solo la participación familiar desde la preparación del terreno, abonado, siembra, aporque, deshierbe y cosecha.

3.1.2.2 Actividades económicas principales

Como actividad económica principal de la comunidad es la agricultura, seguido de la ganadería en un proceso de crecimiento, los cultivos que se producen mayormente son: la papa, cebada y quinua, en superficies mayores o iguales a una hectárea. Como cultivos principal está la papa que representa el 33.3 % del total de la producción agrícola a secano y 66.7 % de cebada en segundo grado de importancia. Así mismo la ganadería se encuentra en el segundo lugar donde principalmente se tiene los ovinos, bovinos y burros en menor cantidad.

La comercialización de los productos agropecuarios se la realiza en la feria del día domingo en la localidad de Patacamaya y la venta del ganado lo realiza en el mismo lugar. La actividad pecuaria en el área de estudio es importante principalmente por que constituya una ayuda en la dieta familiar. Por otro lado también tienen burros para el transporte y las familias también tienen en su vivienda un promedio de 4 gallinas.

3.1.2.3 Distribución de roles agroproductivos dentro de la familia

Las actividades agrícola y pecuaria de la familia son desarrolladas con participación de los miembros del hogar.

Los roles o tareas agrícolas realizadas por hombres y mujeres no son muy exclusivos del sexo, de acuerdo a los datos recopilados, se puede observar que tanto hombres y mujeres realizan las mismas actividades, esto se puede explicar tomando en cuenta que los hombres son los que generalmente migran, y en ausencia de ellos las mujeres asumen las actividades agrícolas.

El cuadro 9, muestra que en la actividad pecuaria, el manejo de los toros es una actividad generalmente del hombre y el manejo de los ovinos generalmente es realizado por mujeres y niños.

Cuadro 9. Roles por género en la actividad pecuaria

Pecuaria	Bovinos	Ovinos	Burros	Gallinas
Alimentación	HM	MN	MN	MN
Cuidado	H	MN	MN	MN
Sanidad	H	HM	---	---
Venta	H	M	--	---

Fuente: Elaboración propia en base al diagnóstico

H=Hombres; M=Mujeres; N=Niños; HM= Hombres y Mujeres; MN=Mujeres y Niños

El componente de transformación de productos agrícolas (Chuño, pito) y pecuarios como (Charque) es realizado generalmente por hombres y mujeres.

3.1.2.2.4 Acceso a crédito

De acuerdo a las encuestas los individuos no tienen predisposición al crédito bancario debido a la idiosincrasia propia de las comunidades visitadas, donde predomina la cultura del ayni, tampoco hay acceso a asistencia técnica por lo alejado de estas comunidades a las oficinas de entidades bancarias y públicas. No hay entidades de apoyo a la producción agrícola y ganadera.

3.1.3 Descripción Agropecuaria y del Mercado

3.1.3.1 Actividad Agrícola

La actividad agrícola en el área del proyecto es muy limitada por que no se cuenta con infraestructura de riego y todos los cultivos se siembran en la época de verano para obtener algo de producción en función a la frecuencia de precipitaciones, la cedula de cultivos se reduce a la producción de papa cebada y quinua.

Cuadro 10. Producción agrícola

Comunidad	Cultivos	Superficie Ha.	Desarrollo
Villa Remedios	Cebada	2,00	Anual
	Papa	1,00	Anual
	Quinua	0,50	Anual
	Alfalfa	0,50	Perenne
TOTAL		4,00	

Fuente: Encuesta familiar

En la cedula de cultivos se observa que el principal cultivo es la cebada con un promedio de 2 ha por familia seguido de la papa con 1 ha y la quinua en menor cantidad, la mayoría de estos comunarios se dedican a cultivar estos cultivos.

Todos estos cultivos son denominados temporales, por que producen con el agua de las lluvias se diferencian de los cultivos con riego porque su ciclo vegetativo es más largo como es el caso de la papa, que para producir, se prepara el terreno en los últimos meses de la época de lluvias y la siembra se realiza antes de las primeras lluvias del siguiente año.

Las variedades más utilizadas del cultivo de la papa son: Sakampa, huaycha. En el caso de la quinua utilizan quinuas criollas, pero en algunos la real, en cuanto a la cebada son la forrajera, y en alfalfa el ranger americano.

3.1.3.1.1 Cultivos, destino y valor de la producción

En el cuadro 11, se muestra la superficie cultivada por la familia y esta alcanza aproximadamente a 4 ha, la cebada, es sembrada en mayor extensión respecto a los demás cultivos. Todos los cultivos son importantes para la familia, pero el que tiene sin duda la importancia es la papa y cebada para el ganado que tienen.

Cuadro 11. Estructura del Sistema Agrícola en la Comunidad de Villa Remedios

CULTIVOS	Superficie Ha.	Rend. (Tn/ha)	Vol. Prod. (Tn)	Precio (\$us/tn)	Valor Bruto (\$us)
Cebada	2,00	4,00	8,00	170	1.360,00
Papa	1,00	5,00	5,00	396	1.980,00
Quinoa	0,50	0,80	0,40	160	64,00
Alfalfa	0,50	3,50	1,75	250	437,50
TOTAL	4,00		15,15		3.841,00

Fuente: Elaboración propia en base a entrevista

3.1.3.1.2 Calendario Agrícola

El calendario agrícola esta en base a los aspectos climático, muchos esperan las primeras precipitaciones pluviales para sembrar, en cambio otros comunarios realizan la siembra la ultima semana desde octubre sin esperar las primeras lluvias. El calendario agrícola actual se presenta en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Calendario Agrícola en la Comunidad de Villa Remedios.

CULTIVOS		MESES											
		Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
SIN RIEGO	Papa				P	A	S			Ap		C	PC
	Cebada						PA	S	S			C	CP
	Quinoa			P	S	S						C	CP
	Alfalfa							S	S				P

P = Preparación del terreno S = Siembra C = Cosecha
D = Deshierbe A = Abonado Ap = Aporque

En los meses donde el frío es más intenso (Junio y Julio) los comunarios elaboran chuño y en los meses de agosto a noviembre se inicia la actividad agrícola con la preparación de terrenos, al mismo tiempo aplican estiércol al cultivo de papa.

La siembra de los diferentes cultivos se extiende por una o dos meses, unas veces para asegurar el cultivo y otras por que no tienen posibilidad de tiempo, esto significa que de igual forma la cosecha perdurará ese tiempo e incluso más. Así mismo el ciclo vegetativo de algunos cultivos se reducen, por falta de agua. Las semillas de los cultivos de papa, cebada y quinua son seleccionados del mismo lugar donde cosechan.

3.1.3.2 Actividad Pecuaria

La población tiene como actividad secundaria la ganadería, principalmente ovinos, bovinos y burros en menor cantidad, mismos que se describe en el Cuadro siguiente:

Cuadro 13. Producción pecuaria

Especie	Nº cabezas por familia	(%)	Precio por cabeza (Bs)
Vacuno	4	100 %	2000 – 5000
Ovino	28	100 %	100 -250
Burro	1	30 %	400
Gallinas	4	100 %	30

Fuente: Encuesta hogares, elaboración propia

La crianza de ganado vacuno y ovino en su generalidad son criollas, aunque últimamente algunas familias están realizando esfuerzos para introducir razas mejoradas como la Holstien y el Pardo Suizo para mejorar la producción de leche y de carne.

La comercialización de los productos agropecuarios se la realiza en la feria del día domingo en la localidad de Patacamaya y la venta del ganado lo realiza en el mismo lugar. La actividad pecuaria en el área de estudio es importante, principalmente por que constituya una ayuda en la dieta familiar. Por otro lado también tienen burros para el transporte y las familias tienen en su vivienda un promedio de 4 gallinas.

3.1.3.3 Nivel Tecnológico

En el área del proyecto la mayoría mejoró su tecnología, con lo que utilizan maquinarias como ser tractores, para el roturado del suelo y siembra, pero en algunos lugares todavía la preparación del terreno es realizada con tracción animal (yunta) y en forma manual haciendo uso de palas y picota.

Las semillas para la producción agrícola son adquiridas algunas veces de las ferias grandes como ser Patacamaya, Jalsuri y Manquiri, donde en estas ferias llegan semillas del valle. Por otro lado en la mayoría de los casos un porcentaje de las semillas son provenientes de las cosechas de año anterior, las cuales son guardadas para la época de siembra.

3.1.3.4 Acceso a ferias y mercados

Los comunarios de Villa Remedios acuden a ferias de Patacamaya, perteneciente a la provincia Aroma, la cual se realiza cada semana, ahí es donde comercializan los productos excedentes y se abastecen para el sustento familiar.

3.1.4 Características fisiográficas y agroclimáticas

3.1.4.1 Fisiografía

El clima en el municipio de San Pedro de Curahuara se caracteriza por pertenecer a la región natural de Puna seca y específicamente a la eco región denominada de Puna semiárida y árida (según Ellenberg), presenta un clima frío a microtermal manifestándose las mismas en dos estaciones muy marcadas en el año: una época seca en los meses de abril, agosto y parte de septiembre y una época húmeda que se inicia en el mes de octubre hasta el mes de marzo.

3.1.4.2 Cobertura Vegetal

La vegetación predominante son las ñahuayas (*Adesma spinosima*) thola (*Parastrephia lepidophillum*) y paja brava (*Festuca orthophylla*). Entre la fauna silvestre que se observa en el lugar esta el zorro, la liebre y la perdiz.

3.1.4.3 Precipitación Pluvial y Temperatura

La Estación que cuenta con información meteorológica y que tiene influencia en la zona de estudio corresponde a Patacamaya, controlada por el Servicio Nacional de Hidrología y de Meteorología (SENAMHI), Cuyos datos normales para el

período 2000 a 2009, correspondientes a los parámetros termopluiométricos, cuadro 14.

Cuadro 14. Datos Termopluiométricos normales – Estación Patacamaya

Estación : PATACAMAYA
 Provincia: AROMA
 Departamento: LA PAZ

AÑO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	ANUAL
2000	18,5	0,0	5,6	2,0	35,4	10,8	81,6	148,9	59,7	78,8	0,0	12,0	2453,30
2001	15,3	10,5	13,2	4,4	61,3	7,7	38,8	184,8	117,5	96,3	9,70	1,0	2561,50
2002	0,0	7,0	0,0	2,8	25,6	27,1	77,2	80,6	31,8	31,8	33,00	0,0	2318,90
2003	0,0	3,0	5,6	22,4	0,0	7,5	58,2	75,6	72,4	34,0	12,1	10,8	2304,60
2004	0,0	23,0	21,6	0,0	4,8	16,0	35,7	132,8	79,3	15,1	12,80	0,0	2345,10
2005	0,0	0,0	1,2	48,1	14,6	30,7	54,8	68,2	95,3	8,4	6,6	0,0	2332,90
2006	0,0	0,0	0,0	25,3	20,7	44,6	36,4	150,8	77,4	28,0	22,8	4,5	2416,50
2007	0,0	12,7	0,0	17,9	4,1	36,4	59,3	45,6	115,7	106,2	27,8	16,7	2449,40
2008	3,5	0,0	7,3	5,5	8,3	10,9	79,8	133,9	35,8	24,8	6,6	1,2	2325,60
2009	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	96,3	61,0	41,9	56,1	42,3	26,5	0,0	2339,30
MAX	18,50	23,00	21,60	48,10	61,30	96,30	81,60	184,80	117,50	106,20	33,00	16,70	808,60
MIN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	35,70	41,90	31,80	8,40	0,00	0,00	125,30
MEDIA	3,73	5,62	5,45	13,46	17,48	28,80	58,28	106,31	74,10	46,57	15,79	4,62	380,21

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI-La Paz (2000-2009)

Como se muestra en el cuadro anterior, la zona presenta una precipitación pluvial media anual de 380.21 mm, La Temperatura media ambiente, tiene un promedio de 9.8 °C, siendo el mes más cálido Diciembre con 12.5 °C y el mes más frío Junio con -5 °C. Asimismo, al considerar los valores medios máximos y mínimos, se observa que en los meses de Junio y Julio se llega en promedio a una temperatura mínima de -5.2 °C y la máxima media se registra en el mes de Noviembre con 21.2 °C.

Cuadro 15. Datos de Temperatura.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura	17.3	17.9	17.7	17.9	17.1	15.3	15.4	16.5	17.8	19.4	20.0	19.3
Temperatura	3.7	2.9	2.3	-1.6	-6.7	-9.1	-0.10	-7.8	-5.0	-2.1	0.2	2.1

3.1.5 Recurso Agua: Disponibilidad y Calidad

3.1.5.1 Características de la cuenca de aporte

Las características del área de estudio corresponde a la micro cuenca Chaqueri que pertenece a la cuenca lacustre, llamado también endorreica, tiene una forma rectangular alargada, cubriendo una superficie de 2.7 km² hasta el sitio de la presa, que se encuentra aproximadamente a 3800 msnm. La parte superior de la cuenca esta aproximadamente a 3861 msnm, tienen una pendiente de 3-5 %, donde se puede observar en la siguiente Figura, 7 representada sobre las Cartas IGM 1:50000 hojas 5941-II (San Pedro de Curahuara).

3.1.5.1.1 Descripción fisiográfica de la cuenca

La zona de aporte de la micro cuenca está ubicada en la parte alta de la comunidad con capacidad de abarcar las áreas para el riego.

La vegetación natural de la cuenca y del área del proyecto es variada, donde se puede apreciar especies como, paja brava (*Festuca orthophylla*) ñahuaya (*Adesmia spinosima*) Caylla, Thola (*Parastrephia lepidophilium*). El coeficiente de escorrentía se ha determinado de acuerdo a los cálculos obtenidos mediante el método de Barnes, el mismo se presenta en el Cuadro 2, y así mismo se adjunta en el Anexo 2.

levantamiento topográfico de toda el área de la cuenca de escurrimiento, donde estas aguas de esorrentía captada por los canales en las laderas de la cuenca serán conducidas a la microrepresa de tierra.

Cuadro 16. Disponibilidad de agua en la cuenca Chaqueri.

Fuente de Agua: CHAQUERI						Volumen total (m3): 190,486.08					
Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1,886.24	2,812.32	2,731.97	6,739.20	8,758.37	14,437.44	29,194.56	53,273.38	37,134.72	23,328.86	7,905.60	2,303.42

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.4 Calidad del agua

Durante la elaboración del proyecto no se tuvo precipitaciones fluviales, por lo que no se realizaron los análisis de aguas para saber la calidad de la misma. Sabiendo que estas aguas de lluvia no son contaminadas, por lo que es utilizada por el agricultor para riego de sus cultivos.

3.1.5.5 Sistema de riego actual

En todo el municipio de San Pedro de Curahuara se realizaron 27 K´otañas de tierra en el cantón Kari y tres microrepresas de tierra con el Programa Mi Agua I, en diferentes cantones, así mismo en el área del proyecto existe una represa en la comunidad de Unto Chico Bajo construida por la Institución JICA, actualmente viene funcionando con cultivos de hortalizas bajo riego.

3.1.5.6 Características del suelo en el área de riego

El área de riego comprende un abanico de origen coluvial, constituido por un relieve plano ha ondulado.

Los suelos donde se va cultivar, poseen buenas características físicas para el riego, de textura franco a franco arenoso, presentan moderada retención de humedad, por otro lado se presenta bajas cantidades de materia orgánica, se puede decir que estas tierras están con fertilidad natural moderada, cuyo detalle se adjunta en el Anexo 4.

La zona del proyecto se caracteriza por presentar fuerte déficit de humedad edáfica, donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación pluvial correspondiente a un clima semiárido, temprano a frío.

3.2 Metodología

El estudio fue desarrollado con un enfoque de investigación cualitativa de alcance descriptivo no experimental.

La metodología desarrollada, consistió en la organización del trabajo en tres etapas:

- La fase de inmersión inicial y preparatoria
- La fase de campo
- La fase de gabinete

3.2.1 Fase de inmersión inicial y preparatoria

3.2.1.1 Reunión inicial y planificación de actividades

Esta etapa consistió en la realización de una reunión comunal, en coordinación con autoridades locales (Mallku y Secretario General), con el propósito de recoger la demanda de la comunidad y definir los posibles alcances del estudio. El desarrollo de la reunión se realizó de manera participativa, y los alcances de estudio fueron definidos respetando los usos y costumbres de la comunidad.

En función a las palabras expresadas por los comunarios acerca del problema y la idea de implementar un sistema de riego, se realizó la planificación de actividades que implica el trabajo de campo: diagnóstico, diseño participativo de infraestructura y el levantamiento topográfico.

También se realizó recorridos por la comunidad con autoridades originarias e informantes claves para delimitar e identificar áreas estratégicas como fuente de agua, áreas futuras de riego y el área de aporte de la cuenca.

3.2.2 Trabajo de Campo

3.2.2.1 Diagnostico de la situación actual de la comunidad

3.2.2.1.1 Encuesta

La técnica que se uso para la recolección de información fue la encuesta estructurada, la misma que fue elaborada para recopilar información de indicadores sociales (numero de habitantes, hombres, mujeres, roles, salud, educación), económicas (actividad principal, tenencia de tierra, precio de venta de productos comerciales), productivos (cultivos, área cultivada, rendimiento, tecnología utilizada, destino de la producción), a través de los cuales se describió la situación actual de la comunidad.

La encuesta fue aplicada en las viviendas de las familias siguiendo el método aleatorio simple a una muestra de 30% de las familias de la comunidad.

3.2.2.1.2 Taller Comunal

Se llevo a cabo un taller con participación de familias de la comunidad, para una investigación aplicada, dando un carácter de auto diagnostico, con la finalidad de elaborar los costos de producción de los principales productos, el calendario agrícola, recoger información general de vías de acceso, población comunal, centros de salud. Además se validó la información de las boletas de encuestas.

3.2.2.2 Relevamiento de información Técnica para el estudio

3.2.2.2.1 Diseño participativo del proyecto

En coordinación con autoridades y base de la comunidad se realizo el diseño participativo de la infraestructura y las alternativas.

3.2.2.2.2 Levantamiento Topográfico

Con el apoyo de los productores y futuros usuarios del sistema de riego se realizo el levantamiento topográfico para obtener el relevamiento del terreno para realizar

el diseño de las obras de infraestructura. Se realizó el levantamiento topográfico de las áreas de emplazamiento de la infraestructura, así como de las áreas de riego.

3.2.2.2.3 Diseño participativo de ubicación de obras de arte

Teniendo el relevamiento del área de influencia del proyecto, en concertación y consenso con la comunidad beneficiaria y bajo el criterio técnico, se definió las obras más importantes, y son las siguientes:

- Micro represa de tierra (material homogéneo arcilla).
- Obra de toma.
- Vertedero de excedencia.
- Tubería de distribución.
- Cámaras de distribución.

3.2.2.2.4 Instrumentos de valoración social. Documentos Legales

En diferentes etapas del estudio se realizó actas de compromiso y conformidad que respaldan la realización del presente proyecto.

- Acta de conformidad cediendo el lugar para el emplazamiento de la construcción de la microrepresa de tierra.
- Certificación de propiedad de las parcelas para el sistema de micro riego Villa Remedios.

3.2.3 Trabajo de gabinete

La fase de gabinete consistió en organizar, procesar, analizar bajo diferentes métodos y programadas la información obtenida en la fase de campo.

3.2.3.1 Determinación del área de riego incremental

Se uso el Programa ABRO 02 versión 3.1 del sector riego, para calcular el área que puede regarse óptimamente con el agua disponible de las fuentes en un ciclo agrícola. Los datos utilizados fueron la temperatura, característica de los cultivos, y la disponibilidad de agua para el sistema de riego.

3.2.3.2 Diseño de las obras

Con la información del levantamiento topográfico y la determinación de la oferta de agua se realizo la elaboración del diseño de las obras de arte que consisten en:

- Obras de toma.
- Obras de aducción.
- Obras de distribución.

Para esta actividad se utilizaron el siguiente software:

- Software MACROSTATION.
- Software Auto CAD español versión 2010.

3.2.3.3 Cómputos métricos

Se realizo el cálculo de los cómputos métricos con base en el diseño de las obras de infraestructura, se calculo los volúmenes y cantidades de las materiales e insumos a utilizarse en la construcción de la infraestructura del sistema de riego, formando tramos y actividades.

3.2.3.4 Análisis de Precios Unitarios

Se realizó el análisis y cálculo de los precios unitarios de los materiales, requerimiento de mano de obra y requerimiento de equipo por unidad básica, en todas las obras que comprende el sistema de cosecha de agua

3.2.3.5 Calculo del presupuesto de infraestructura

En base a los precios unitarios y cálculos métricos de las obras que comprende la infraestructura del sistema de riego se obtuvo el presupuesto general o inversión que se requiere para la implementación de la infraestructura del sistema de riego.

3.2.3.5.1 Calculo del Presupuesto de acompañamiento, supervisión

Todo estudio de sistema de riego debe contemplar en su presupuesto final el presupuesto de acompañamiento y supervisión por lo cual se añadió al presupuesto total de inversión los mencionados presupuestos.

3.2.3.5.2 Evaluación socioeconómica y financiera de la implementación del Sistema de riego

Con la disponibilidad de información de los costos de infraestructura y producción se realizó la evaluación socioeconómica y financiera utilizando las Planillas parametrizadas (VAN, TIR).

3.2.3.6 Elaboración de la ficha ambiental

Se elaboro la ficha ambiental de los impactos que podría ocasionar la implementación del proyecto, para ello se hizo uso del programa computacional Procedimiento Computarizados para la Evaluación de Impactos Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, para ello se tiene una descripción en el Anexo 10.

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1 Producción Agropecuaria

4.1.1 Sistema de Producción Propuesto

En base al análisis de la información obtenida y de reuniones con la comunidad, se ha identificado los cultivos relevantes tanto por su superficie cultivada como por la lógica de producción de las familias entre los cuales se encuentran el cultivo de la papa y la cebada, sin embargo, por la capacidad productiva, existencia de mercado de consumo, e interés de las familias se incorpora a la cedula de cultivo con proyecto al cultivo de la cebolla y zanahoria.

Cuadro 17. Cedula de cultivo

Cultivos	Área Óptimamente Regada (ha)	Porcentaje (%)	Rendimiento (tn/ha)
Papa precoz	6,01	33.35	7
Cebada forrajera	10,81	59.98	6
Cebolla blanca	0,60	3.32	30
Zanahoria	0,60	3.32	25
Total	18.02	100.00	

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Destino de la producción

En el mercado de consumo de los productos agrícolas, se constituye en las ferias aledañas a la comunidad. La feria más acudida y el principal para la comercialización agrícola en grandes volúmenes es la de Patacamaya. En el cuadro siguiente se indica las ferias a las que concurren con mayor frecuencia la población para comercializar su producción agrícola y para abastecerse de productos para el hogar.

Cuadro 18. Mercados y Ferias

Lugar	Tipo de Ferias	Día
Patacamaya	Semanal	Domingo
Llocohuta	Semanal	Sábado

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Valoración de la Producción

La producción agrícola en la comunidad esta conformada por los cultivos de papa, cebada, quinua y en menor cantidad el cultivo de alfalfa, la producción obtenida es destinada a cubrir las necesidades de autoconsumo familiar.

Para fines de la implementación del sistema de microriego se puntualizó la valoración de cultivos priorizados por la comunidad y técnicamente viables.

En el cuadro 19, se presenta los cultivos y un análisis del Valor Actual Neto con intervención del sistema de microriego, considerando la superficie a ser explotada bajo riego de 18.02 ha, se tiene un Valor Neto de Producción de 17.963,16 \$US.

Cuadro 19. Valor Neto de la Producción Agrícola Futura.

CULTIVOS	Superficie Ha	Rend. (Tn/ha)	Vol. Prod. (Tn)	Precio (\$us/ha)	Valor Bruto (\$us)	Costo (p/ha \$us)	Costo Total (\$us)	Valor Neto (\$us)
Cebolla blanca	0,60	30,00	18,00	282	5.081,22	4.635,85	2.781,51	2.299,71
Zanahoria	0,60	25,00	15,00	226	3.394,50	3.002,54	1.801,52	1.592,98
Cebada Forrajera	10,81	6,00	64,86	169	10.976,26	564,27	6.099,76	4.876,50
Papa precoz	6,01	7,00	42,07	453	19.041,30	1.638,49	9.847,32	9.193,98
TOTAL	18,02		139,93		38.493,28		20.530,12	17.963,16

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Incremento del Valor Neto de la producción

Como efecto del incremento de las áreas bajo riego y consecuentemente el incremento de la producción agrícola, el Valor Neto de la Producción se incrementará en 17.963.16 \$us. Esta propuesta de inversión permitirá asegurar la subsistencia y el acceso al mercado.

En terrenos donde se realiza el cultivo a secano, actualmente esta supeditado a sequías estacionales, situación que provoca pérdida de productividad y en muchas ocasiones pérdidas totales de la cosecha, poniendo de esta manera en riesgo inclusive la misma subsistencia de la familia, ya que por una parte se pierde la producción destinada al autoconsumo y por otra parte, se pierde la posibilidad de comercializar su producción.

4.2 Determinación del área de riego incremental

4.2.1 Área de riego incremental propuesta

Tomando en cuenta la oferta hídrica de la precipitación y el área de escurrimiento en la zona de riego se ha realizado el balance entre oferta y demanda de agua, con el objeto de determinar el área bajo riego en las situaciones “sin” y “con” proyecto.

Los detalles de cálculo se presentan en el Anexo N° 3, y en el mismo se ha estimado el número de hectáreas que pueden regarse sin ninguna clase de déficit hídrico. Para la situación “sin” proyecto no se han considerado cultivos agrícolas bajo riego, porque se trata de un proyecto nuevo.

Para la determinación del área bajo riego óptimo, se toma en cuenta el volumen total almacenado, en la microrepresa (pequeña presa de tierra). Para la determinación del área bajo riego óptimo se utilizó la hoja electrónica “ABRO 3.1” preparado por el PRONAR.

Cuadro 20. Área Bajo Riego Optimo (ABRO).

Nº	Cultivos	ABRO S/P	ABRO C/P	Incremento
1	Cebolla	0,0	6,01	6,01
2	Zanahoria	0,0	10,81	10,81
3	Cebada	0,0	0,60	0,60
4	Papa	0,0	0,60	0,60
	Total	0,0	18.02	18.02

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Demanda de Agua

4.2.2.1 Calculo de evapotranspiración potencial (ETo)

El concepto de evapotranspiración (ET) se refiere a la suma del agua evaporada de la superficie del suelo y transpirada por la planta hacia la atmosfera.

El calculo de evapotranspiración, ya sea por medio de métodos directos e indirectos, constituye el primer paso para conocer y predecir los efectos del clima en la evaporación del cultivo de referencia. Pero para tener en cuenta los efectos de las características del cultivo sobre las necesidades de agua es necesario conocer los coeficientes de cultivo (kc) con objeto de relacionar la evaporación del cultivo de referencia (ETo) con la evaporación del cultivo (ETc).

$$ETR = KC * ETo$$

Las condiciones de disponibilidad de agua, hacen que el proceso de producción se realice en un permanente déficit hídrico, la falta de nutrientes en el suelo y la falta de incorporación de fertilizantes acorde a los requerimientos es una constante en estos sistemas de producción. Por otro lado, estas condiciones de cultivo retardan el ritmo de desarrollo de los cultivos y ni en la etapa de pleno desarrollo se logra una cobertura total del área cultivada.

Estos factores, hacen que las familias campesinas logren cosechas por debajo del óptimo pero con un mínimo de uso de agua. Los valores de requerimientos de riego de los cultivos, calculado con el kc de la FAO siempre estarán por encima de los requerimientos por las condiciones antes mencionadas.

Los valores de Kc utilizados para la determinación de los cultivos se encuentran debidamente clasificadas por zonas en la planilla del Calculo de Área Bajo Riego Optimo (ABRO).

En el cuadro 21, se muestra los cálculos realizados para la obtención de la precipitación efectiva, Evapotranspiración Potencial y el Requerimiento de Riegos de los cultivos.

Cuadro 21. Calculo de Evapotranspiración

CULTIVO	Cebolla (cabeza)		Zanahoria		Cebada (forraje)		Papa (precoz)		TOTAL				
AREA REAL (ha)	1.00		1.00		18.00		10.00		30.00				
AREA BAJO RIEGO OPTIMO	0.60		0.60		10.81		6.01		18.02				
		AREA NETA (ha)		30.00									
		FACTOR DE AREA		0.6008									
		CAPACIDAD MAXIMA (l/s)		15.00									
	Junio 30	Julio 31	Agosto 31	Septiembre 30	Octubre 31	Noviembre 30	Diciembre 31	Enero 31	Febrero 28	Marzo 31	Abril 30	Mayo 31	ANUAL 365
ET (mm/día)	3.25	3.18	3.66	4.05	4.44	4.77	4.51	4.00	3.99	3.95	3.89	3.55	
ET (mm/mes)	97.46	98.47	113.32	121.57	137.69	143.00	139.73	124.02	111.74	122.50	116.74	110.08	1,436.32
Prec. (mm)	2.80	4.22	4.09	10.10	13.11	21.60	43.71	79.73	55.58	34.93	11.84	3.47	286.18
Prec. Efec. (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	6.72	22.20	47.41	30.51	16.05	0.00	0.00	123.68
Kc (Cebolla (cabeza))	0.00	0.00	1.15	1.16	1.38	1.16	1.14	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	
ETR (mm)	0.00	0.00	130.32	141.02	190.01	165.88	159.29	116.58	0.00	0.00	0.00	0.00	903.10
Req. Riego (mm)	0.00	0.00	130.32	141.02	189.23	159.16	137.09	69.17	0.00	0.00	0.00	0.00	828.00
Req. Neto (m3)	0.00	0.00	782.94	847.21	1,136.89	956.23	823.63	415.58	0.00	0.00	0.00	0.00	4,962.47
Kc (Zanahoria)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.73	0.91	1.10	0.95	0.80	0.00	0.00	
ETR (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	50.95	104.39	127.15	136.43	106.15	98.00	0.00	0.00	623.07
Req. Riego (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	50.17	97.67	104.96	89.02	75.64	81.95	0.00	0.00	499.41
Req. Neto (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	301.40	586.80	630.56	534.80	454.46	492.34	0.00	0.00	3,000.35
Kc (Cebada (forraje))	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.76	1.15	0.80	0.00	0.00	
ETR (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.70	94.26	128.50	73.50	0.00	0.00	347.96
Req. Riego (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.50	46.85	97.99	57.45	0.00	0.00	231.79
Req. Neto (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,190.42	5,066.17	10,596.99	6,212.62	0.00	0.00	25,066.20
Kc (Papa (precoz))	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.50	1.02	1.30	0.80	0.00	0.00	0.00	
ETR (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	27.54	71.50	142.52	161.23	67.04	0.00	0.00	0.00	469.84
Req. Riego (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	26.76	64.78	120.33	113.82	36.54	0.00	0.00	0.00	362.23
Req. Neto (m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	1,607.76	3,891.96	7,228.98	6,838.19	2,195.06	0.00	0.00	0.00	21,761.94

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Requerimiento de riego a nivel parcelas

Una vez conocida la precipitación efectiva y la evapotranspiración esperada, el requerimiento de riego al nivel de las parcelas expresadas en l/s/ha, se obtuvo del cociente entre la necesidad de riego de los cultivos y la eficiencia de riego, el requerimiento de riego fue estimado sobre la base del cálculo por medio de la diferencia entre ambos parámetros.

El requerimiento total real de agua a nivel parcelario fue estimado tomando en cuenta las siguientes eficiencias.

- Eficiencia de Captación.
- Eficiencia de Conducción principal.
- Eficiencia de Distribución parcelaria.
- Eficiencia de Aplicación.

Eficiencia de Captación (Ecap)

Se asume una eficiencia de Captación del 97%, porque la obra de captación propuesta nos permite captar la totalidad del caudal.

Eficiencia de Conducción (Ec)

La eficiencia de conducción corresponde a la relación que existe entre el caudal que llega al sistema de distribución y al caudal captado en la fuente de agua del sistema. Se asume un valor de 97 % como eficiencia de conducción por que el proyecto contempla la aducción a través de tubería.

Eficiencia de distribución (Ed)

La eficiencia de distribución es definida como el promedio entre la cantidad de agua que se recibe en la entrada del campo y la cantidad que sale de la cabecera (conducción). Para la distribución del agua a través de tubería se asume 75% de eficiencia

Eficiencia de Aplicación (Ea)

En el área de riego se practicara el método de riego por inundación, se estima para el proyecto una eficiencia de aplicación del 58%.

La eficiencia total de riego para el proyecto será:

$$\text{Eriego} = \text{Ea} * \text{Ed} * \text{Ec} * \text{Ecap}$$

$$\text{Eriego} = 0.58 * 0.75 * 0.97 * 0.97$$

$$\text{Eriego} = 0.40$$

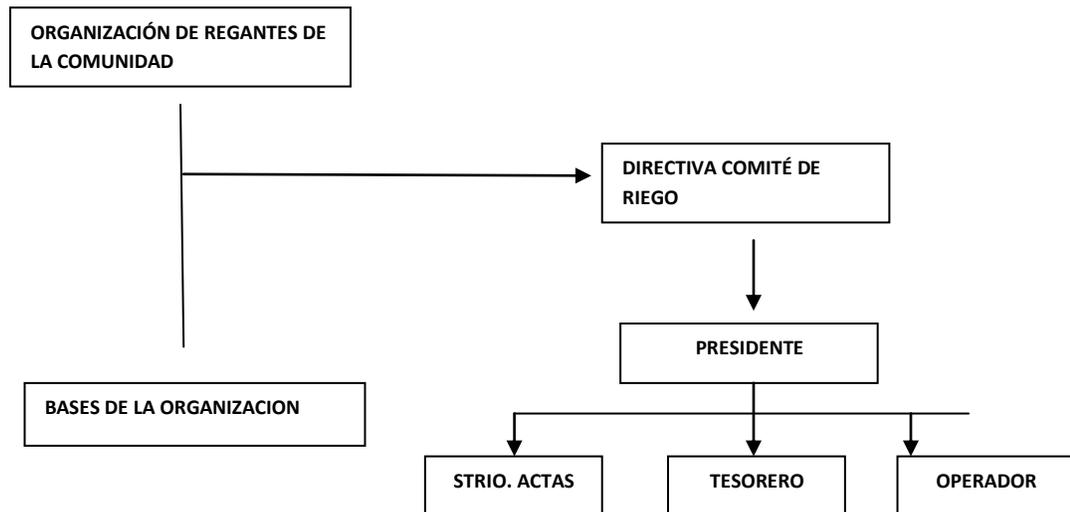
4.3 Gestión del Sistema de Riego Propuesto

4.3.1 Organización

Como se trata de un proyecto nuevo, la gestión del Sistema de riego estará a cargo de la organización de regantes, comité de riego conformado en Asamblea General de la comunidad, el mismo que contara con el apoyo de las autoridades sindicales y de las bases. Los representantes de la Directiva serán elegidas

democráticamente y de acuerdo a los usos costumbres que rigen en la comunidad.

Figura 8. Organigrama Comité de Riego.



4.3.2 Derechos de Agua

El numero de usuarios en el proyecto alcanza a 56, donde los derechos de agua de riego se adquirirá respetando los usos y costumbres de la comunidad, sin embargo, el trabajo aportado durante la construcción de las obras será uno de los criterios tomados en cuenta para la adquisición de los derechos y turnos de riego de parte de las familias.

4.3.3 Operación y Mantenimiento

Para la operación y mantenimiento de la infraestructura, los usuarios del sistema, aportaran en efectivo y mano de obra, estos aportes servirán para la reparación de la infraestructura hidráulica. Las actividades de mantenimiento y de operación durante la distribución del agua en los respectivos turnos, estará a cargo del comité de riego.

Cuadro 22. Cronograma de actividades de Operación y Mantenimiento

ACTIVIDADES	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Operación												
Apertura de la llave de paso para los cultivos	X	X	X					X	X	X	X	X
Mantenimiento												
Limpieza de materiales acumulados	X	X	X						X	X	X	X
Mantenimiento y protección de los taludes	X	X	X	X							X	X
Inspecciones periódicas las obras de arte	X		X						X		X	
Parchado de los pisos paredes de las obras de arte				X	X	X	X	X				

Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Distribución del agua

La distribución del agua se realizara por turnos, es decir que la asamblea general y el comité de riego acordara fechas y horas para la distribución de la misma según el caudal que se tiene, en el primer rol de turnos estarán los comunarios que cumplieron con el 100% de los trabajos en mano de obra no calificada, y de esta manera se realizara la rotación.

En el cuadro 23, se muestra la propuesta para la distribución del agua a los usuarios, donde el primer turno se establece por un tiempo de 3 horas, cada usuario de acuerdo a la capacidad de conducción de la tubería y la distribución de agua podría regar 1/3 de ha por inundación en un tiempo promedio de 3 horas, por tanto 4 usuarios regarían sus cultivos en un día, donde semanalmente regarían 28 familias, en donde cada 15 días los 56 usuarios tendrían cada uno un turno de riego.

Cuadro 23. Descripción de la distribución de agua por turnos/semana.

Villa Remedios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Turnos
1° Semana	4	4	4	4	4	4	4	28
2° Semana	4	4	4	4	4	4	4	28
Total de Usuarios del Sistema de Riego								56

Fuente: Elaboración propia

4.4 Diseño participativo de las obras del sistema de riego

4.4.1 Análisis de alternativas

En los diferentes recorridos realizados en la comunidad de Villa Remedios, se han podido identificar básicamente dos alternativas, una consistente en la construcción de una microrepresa o atajados de embalse ubicados en los cauces del río y la segunda consistente en la construcción de k'otañas, donde la segunda almacena poco agua, en comparación con la primera, razón por la cual, se ha inclinado por la primera alternativa, que entre otros ratifica en el perfil del proyecto.

La construcción de la microrepresa (pequeña presa de tierra), vendrá a resolver el problema de agua para riego existente en la comunidad de Villa Remedios.

Por otro parte, se respalda el proyecto elegido por la comunidad, consistente básicamente en la construcción de una microrepresa de tierra.

4.4.2 Diseño de Infraestructura

4.4.2.1 Aspectos técnicos

4.4.2.1.1 Normas, Criterios y Parámetros de Diseño

En el diseño de la microrepesa (presa pequeña de tierra) con fines de irrigación, en la comunidad de Villa Remedios, han sido considerados los criterios, validos para diseñar los diferentes componentes o módulos del sistema, así mismo se respetan las normas y reglas recomendadas y enunciadas para este tipo de proyectos de irrigación.

Para la determinación del volumen de aportaciones mensuales en las laderas y/o inicios de quebradas, se utilizó el método Precipitación-Coeficiente de Escorrentía, método ampliamente conocido en la estimación de las aportaciones anuales y/o mensuales en puntos donde no existen estaciones hidrométricas, que relaciona el coeficiente de escorrentía (C), precipitaciones mensuales (P) y el área de aporte (A). El producto de ellos determina la aportación anual, mensual de escurrimiento según la ecuación.

$$V_{esc} = C. P. A / 1000 \text{ (m}^3\text{/mes).}$$

El coeficiente de escorrentía que expresa básicamente la parte de agua que escurre en proporción a la que cae, constituye un aspecto muy importante en la determinación de la aportación mensual.

Para el efecto se recurrirá al cuadro siguiente, ante la inexistencia de datos de referencia.

Cuadro 24. Coeficiente de Escorrentía (c) método de Prevert Edminster

Topografía y Vegetación		Textura del suelo			C'	%	C	C prom
		Franco	Franco	Arcilloso		Área		
Bosque	0 - 5	0,1	0,3	0,4	0	0	0	0,23
	5 - 10	0,25	0,35	0,5	0	0	0	
	10 - 30	0,3	0,5	0,6	0	0	0	
Pastizal	0 - 5	0,1	0,3	0,4	0,3	50	15	
	5 - 10	0,16	0,36	0,55	0,16	48	7,68	
	10 - 30	0,22	0,42	0,6	0	0	0	
Tierras agrícolas	0 - 5	0,3	0,5	0,6	0	0	0	
	5 - 10	0,4	0,6	0,7	0,6	2	1,2	
	10 - 30	0,52	0,72	0,82	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2 Estudios Básicos

4.4.2.2.1 Levantamiento Topográfico

Para el presente estudio se ha efectuado el levantamiento topográfico detallado en el sitio del vaso de la micro represa, con curvas de nivel cada metro, hasta una altura de cinco metros por encima de la cota del lecho del río, abarcando el vaso de la cuenca (aproximadamente 1300 m aguas arriba) y 1200 m aguas abajo del probable eje de la microrepresa, con estacas de madera, alejado del área de trabajo y perfectamente ubicado para referencias de los levantamientos topográficos.

El levantamiento topográfico se ha realizado tomando en cuenta:

- Conformación de la presa.
- Área del embalse.

- Área de la fundación de la presa.
- Lugar de conducción de agua para irrigación.

4.2.2.2 Hidrología

En la parte que corresponde a la hidrología se ha tomado la estación base de Patacamaya por ser la estación más cercana a la zona de estudio con 10 años de registros pluviométricos. Se obtuvo como precipitación media anual 380.21 mm. en la zona de estudio. Todos los cálculos respectivos a la hidrología aplicada están dentro el anexo 2.

Con el área de la micro cuenca, precipitaciones medias mensuales correspondientes a la estación de Patacamaya y el coeficiente de escorrentía, se han obtenido las aportaciones medias mensuales para el proyecto de Villa Remedios.

$$c = 0.23$$

4.4.2.2.3 Estudios geotécnicos

Toda la zona del proyecto está formada por limos y arcillas, principalmente por arcillas los cuales constituyen un adecuado material de fundación. Se han efectuado investigaciones detalladas del terreno de fundación, a fin de conocer sus características geotécnicas. Con este objeto se excavaron 5 calicatas en total, 3 en el eje de presa y 2 en los bancos de préstamos de materiales, con profundidades de 0.60, 1.50 y 2.00 m,. Esto para tener una consolidación adecuada para la fundación de la presa. De todos los materiales obtenidos se realizaron varios análisis de mecánica de suelos, granulometrías, y en varios casos permeabilidad. El detalle de las investigaciones realizadas se presenta en el **Anexo 4.**

4.4.2.3 Diseño de obras principales

A fin de posibilitar el aprovechamiento de las aguas de lluvia con fines de riego, el proyecto propone la construcción de una microrepresa (pequeña presa de tierra),

proyecto nuevo, conformado básicamente por un terraplén de tierra, obra de toma, vertedero de excedencias y canal de aducción de tubería, de esta manera se posibilitara la captación y regulación de las aguas provenientes de las lluvias de laderas e inicios de quebradas para su posterior aprovechamiento en la zona de riego de la comunidad de Villa Remedios. En este contexto, la ingeniería del proyecto incluye entre las obras más importantes las siguientes.

- Microrepresa de tierra (material homogéneo de arcilla).
- Obra de toma.
- Vertedero de excedencia.
- Tubería de distribución.

4.4.2.3.1 Diseño de la microrepresa

La microrepresa será construida de tierra, con capacidad de almacenamiento total de 47.079,42 m³, siendo el volumen útil de agua. Esta construcción será perpendicular al sentido de la dirección de flujo del agua de la ladera o quebrada inicial.

El material a utilizar en la construcción será el material de la ladera y/o quebrada que realizado el estudio preliminar de geología in situ, se ha constatado que se trata de arcilla, con finalidad de embalsar las aguas provenientes de las lluvias.

La construcción consiste en un cuerpo de presa de 6.0 m. de altura, con un ancho de coronamiento de 3.0 m. y una longitud de 95 m. Para ello se requiere realizar trabajos de relleno de tal manera que se conforme el tipo de presa que se muestra en la sección típica. La respectiva planta, perfil longitudinal y otros detalles de la presa se presentan en los Planos del **Anexo 13**.

Cuadro 25. Características Geométricas de la Microrepresa

CARACTERÍSTICAS	MICROREPRESA VILLA REMEDIOS
Altura de la presa, hasta coronamiento	6 m
Ancho de coronamiento	3 m
Longitud de coronamiento	95 m
Capacidad del Embalse	47.079,42 m ³
Volumen útil de la presa	46.897,69 m ³
Volumen muerta de la presa	181.73 m ³
Talud aguas arriba	2.0 H : 1 V
Talud aguas abajo	1.5 H : 1 V
Dentellón de sección prismática	1:1

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3.2 Diseño de obra de toma

La obra de toma será una estructura que tenga como función, regular las extracciones de almacenamiento, para satisfacer las demandas de agua, en cantidades necesarias para el riego.

La obra de toma se ha localizado en el nivel inferior de las secciones transversales, el cual consta de:

- Estructura de entrada de hormigón ciclópeo.
- Una rejilla metálica.
- Estructura de salida, consistente en una cámara de válvulas de hormigón ciclópeo.
- Accesorios como: válvulas, niples y uniones.
- Conducto de PVC de 4" de diámetro de 20 m lineales.

- Cámaras de control.
- Una Tapa metálica de seguridad.

La estructura de salida esta compuesta de una cámara de válvulas y una cámara amortiguador para disipar la energía del agua al salir de la tubería.

4.4.2.3.3 Diseño de vertedero de excedencias

Con el fin de garantizar seguridad máxima de funcionamiento, ésta prevista la construcción de un vertedor de excedencias sin regulación, es decir que se iniciarán las descargas a través del aliviadero al alcanzar el nivel normal de aguas del embalse, sin que intervenga el factor humano.

El aliviadero de crecidas así concebido, se construirá como un vertedor de afluencia lateral, debido a que las condiciones topográficas son las más recomendables para este tipo de obra, para luego ser transportados a una quebrada.

En el caso de descarga de salida se aplicó la formula de descarga de vertedores, que detalla en la parte de hidrogogía Anexo 2.

Donde se obtuvo:

$$H_v = 0.80 \text{ m (Altura del vertedero)}$$

$$L_v = 4.00 \text{ m}$$

4.4.2.3.4 Diseño de obras de conducción

Los canales principales consisten en tubería tendidos debajo de la tierra de 1000 m lineales de 4" PVC, para un caudal de 13.46 l/s, el cual tendrá cámaras de distribución cada 100 m, estos han sido diseñados en función de la topografía, presentado pendiente de 3 %.

En la fase de ejecución se prevé el servicio de acompañamiento, para organizar, capacitar y fortalecer a los beneficiarios, para que el proyecto sea auto sostenible en el tiempo, fortalecer a los beneficiarios en torno al riego.

Para el cálculo de diámetro de tubería se utilizó el método de Darcy – Weisbach y Colebrook - White donde se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 26. Cálculo de diámetro de tubería

Datos	Unidad	
Longitud de tubería (L)	L	1000 m
Rugosidad (ϵ)	ϵ	0.000003 m
Viscosidad (γ)	γ	0.00000152 m ² /s
Gravedad (g)	g	9.81 m/s ²
Caudal (Q)	Q	13.46 l/s
Caudal (Q)	Q	0.01346 m ³ /s
Diferencia de altura (ΔZ)	m	30 m
0.100184056	3.944254183	4
calculado, m	calculado, plg	Asumido comercial, plg

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3.5 Diseño de obras de arte

Se presenta en los planos del proyecto los diseños de todas las obras de arte, con su respectiva ubicación. **Anexo 14.**

4.4.3 Estrategia de Ejecución: logística, modalidad y cronograma

4.4.3.1 Modalidad de Ejecución de obras

La modalidad de ejecución del proyecto de cosecha de agua en la comunidad Villa Remedios será mediante licitación pública a Empresas Constructoras legalmente establecidas, de acuerdo a las normas de adjudicación vigentes en el país.

4.4.3.2 Procesos constructivos

Los requerimientos de equipos, materiales y herramientas necesarios para la construcción de la obra se encuentran detallados en la Especificaciones Técnicas de Construcción (Anexo 8).

4.4.3.3 Cronograma de ejecución

El cronograma presenta en el Anexo 7, refleja todo el proceso constructivo previsto para la ejecución de las obras del proyecto.

Se estima que la construcción del cuerpo de la presa, que constituye la ruta crítica del proyecto, demorará un tiempo de 5 meses.

4.4.3.4 Cómputos métricos de las obras propuestas

En el Anexo 6, se detalla los cómputos métricos, organizados por módulos, en estrecha concordancia con las partes características de un sistema de microriego.

4.4.3.5 Especificaciones técnicas

Se presentan en el Anexo 8, las especificaciones técnicas de construcción del proyecto, las cuales incluyen todos los aspectos técnicos que deben ser tomados en cuenta para la ejecución de las obras, ítem por ítem.

4.5 Acompañamiento / Asistencia Técnica Integral

4.5.1 Acompañamiento a la ejecución de obras

Durante la ejecución del proyecto se prevé la participación activa de un Entidad de apoyo a la comunidad para el desarrollo comunitario la cual es de acompañamiento la fase de ejecución del proyecto, que apoyará en todo momento a la comunidad beneficiaria.

El servicio de acompañamiento mas allá de apoyar a la organización de los usuarios para cumplir con los aportes de mano de obra no calificada comprometida al proyecto, deberá trabajar intensamente con los usuarios para una propuesta de gestión del futuro sistema de riego, respetando usos y costumbres e insertando otras, posteriormente incidir en la operación y mantenimiento de la nueva infraestructura (distribución de los turnos, regulación del caudal, largadas etc.) y principalmente realizar practicas en riego parcelario (riego por surcos, inundación y riego presurizado) y proponiendo la siembra de nuevos cultivos bajo riego.

4.5.1.1 Actividades principales del servicio de acompañamiento

La entidad de Acompañamiento trabajará bajo cuatro ejes fundamentales los cuales son:

a) Apoyo a la Comunidad Beneficiaria (CB) en: Planificación, Seguimiento y Control de aportes comprometidos al proyecto

- Promoción de procesos (eventos y acuerdos) en el cumplimiento de aportes para la ejecución de obras.
- Realización de talleres sobre derechos de agua y definición de aportes.
- Programación de trabajos compatibles con calendarios agrícolas y cronogramas de ejecución de obras.

- Definición de formas de control y seguimiento de aportes.

b) Apoyo a la interacción de la CB con la Empresa Contratista, Entidad de Acompañamiento, Entidad Promotora, y otras entidades participantes durante la fase de ejecución

- Reuniones mensuales de coordinación con los diferentes actores.
- Visitas conjuntas a las obras.
- Asesoramiento a los usuarios para que adquieran capacidad de control sobre la calidad de las obras.
- Asesoramiento para que los usuarios adquieran capacidad de negociación.
- Reuniones explicativas sobre la concepción del proyecto.
- Asesoramiento en los acuerdos con las diferentes instituciones que participan.

c) Apoyo a la CB en el desarrollo de capacidades para la gestión del sistema de riego, operación y mantenimiento (O+M)

- Definir la responsabilidad de operación de las obras mayores del sistema y de las obras dentro de la zona de riego.
- Definir las alternativas de operación y mantenimiento tomando como base la propuesta de distribución.
- Definir las responsabilidades de mantenimiento según niveles organizativos.
- Viajes de intercambio de experiencias.
- Cursos-Talleres sobre el manejo y gestión del sistema de riego.
- Asesoramiento en la gestión organizativa (niveles, responsabilidades, etc.).

- Plan de operación y mantenimiento (cronograma, costos, aspectos críticos, responsabilidades, modalidad de distribución de agua).

d) Productos a obtener con el servicio de acompañamiento

La ATI después de una dinámica interacción con los beneficiarios, durante el periodo de ejecución y en base a consultas, consideraciones y acuerdos respetando usos y costumbres en las formas organizativas y de manejo, distribución del agua y operación de la infraestructura, debe dotar de instrumentos, prácticos, sencillos, de fácil comprensión a los usuarios para una gestión auto sostenible del sistema de riego, para esto se plantea realizar lo siguiente:

Elaboración de Estatutos y Reglamentos de la gestión del sistema de riego

Una organización para su funcionamiento debe contar con instrumentos de carácter técnico- normativo que orienten y definan en forma clara y precisa las actividades y tareas a desempeñar. La formulación y aprobación de un documento amplio y consensuado en Asamblea Generales, que responda a la realidad de la comunidad, plasmándose en un Estatuto y reglamento interno de la organización de riego.

La elaboración de los estatutos y reglamentos de la CB estará basada en la organización existente, que tiene un alto grado de flexibilidad, reciprocidad, acuerdos mutuos, etc. En el que participaran activamente miembros de la CB y EA, donde dichos estatutos y reglamentos serán aprobados en la asamblea general de CB con representación de las organizaciones (sindicato) y de sus autoridades originarias.

Elaboración del manual O+M (técnico y de usuarios).

El manual de O+M, hará referencia a todos los elementos introducidos con la construcción del nuevo sistema (Obra de toma, compuertas, válvulas o llaves de paso tubería de conducción de PVC, estructura de H°C° y H°A° y otras obras de

infraestructura hidráulica) detallando la forma de operar y mantener los mismos; este será de fácil entendimiento, con dibujos ilustrados de la actividad planteada.

4.5.1.2 Estrategia de ejecución de servicios de acompañamiento

Los servicios de acompañamiento deben iniciarse en el momento de la firma del acta de inicio de las obras, continuar durante la construcción del sistema y post construcción de la infraestructura de riego en el primer año de operación del sistema. La metodología que deberá aplicar será interactiva y utilizará técnicas como cursillos teórico-prácticos audiovisuales, viajes de intercambio, recorridos de campo, con participación total de los usuarios, incluidas las mujeres.

La entidad que se recomienda se haga cargo de llevar adelante estas actividades planificadas debe de realizarlas en el municipio San Pedro de Curahuara, con apoyo de la consultora contratada.

4.6 Presupuesto y Estructura Financiera

4.6.1 Presupuesto de Obras

Considerando que los materiales, los ítems de mano de obra calificada y equipo van a provenir de la Ciudad de La Paz, debido al costo de transporte, se han considerado los precios de mercado de esta ciudad.

Los costos y presupuesto de la infraestructura del proyecto fueron obtenidos, mediante el procesamiento de los volúmenes de obra de captación, conducción, distribución y aplicación.

4.6.1.1 Precios Unitarios

El precio unitario, esta compuesto por la suma de los siguientes rubros, cuyo detalle se encuentra en el Anexo 6.

- Costo de materiales.
- Costo de mano de obra.

- Desgaste de herramientas y equipos.
- Gastos generales.
- Utilidades.
- Impuesto de Ley.
- Beneficios sociales.

4.6.1.1.1 Costo de Materiales

El costo de los materiales, son un aspecto muy importante dentro del análisis del costo total del mismo, debiendo considerar la ecuación de los mismos, la disponibilidad, el precio en el mercado y la disponibilidad del traslado o puesta en obra de los mismos.

4.6.1.1.2 Costo de Mano de Obra

Un aspecto importante dentro de la mano de obra, es el rendimiento promedio que los obreros puedan realizar, en función a la experiencia de los mismos en obras similares, dicho factor es muy importante, puesto que nos brinda la posibilidad de establecer el tiempo adecuado de la duración del proyecto.

4.6.1.1.3 Costo de Herramientas y Equipo

Para la determinación del costo de herramientas y equipo, se requiere considerar el costo horario de la maquinaria y equipo y su respectivo rendimiento, además del porcentaje sobre el costo total de mano de obra correspondiente a las herramientas y equipo menor.

4.6.1.1.4 Gastos Generales

Los gastos generales están representados por un porcentaje sobre el valor total de la obra, el mismo que está en función a diversos factores como la localización del proyecto, las garantías requeridas, el costo de propuestas y contrato, gastos

administrativos y profesionales, riesgos etc., en nuestro caso según lo señalado adoptaremos un porcentaje de gastos generales de 10% sobre el costo total del proyecto.

4.6.1.1.5 Utilidad

La determinación del porcentaje de utilidad que percibe una Empresa, es atribución de los responsables de la misma. De acuerdo a las condiciones y grado de dificultado de la obra, este porcentaje varia, en el caso particular del proyecto adoptaremos un 10%.

4.6.1.1.6 Impuestos

Como en todo tipo de contratos que signifiquen ganancias económicas, la construcción de una obra debe considerar el impuesto a las Transacciones (I.T.) que es del 3.09% y el I.V.A que es el 14.94% según disposición de leyes vigentes.

4.6.1.1.7 Beneficios Sociales

Para la determinación del porcentaje de gastos sociales, sobre el jornal o salario básico, se consideran varios aspectos que están debidamente regulados por Leyes, Decretos, Resoluciones, etc., cuya obtención del porcentaje es un proceso secuencial de cálculo. Para el presente proyecto se tomara el 57%.

4.6.1.2 Presupuesto de obras civiles de proyecto

En el cuadro 27, se presenta el costo de inversión desglosado por obras, que alcanza a la suma de \$us **63.238,77**. El detalle de los costos se puede encontrara en el anexo 7.

4.6.1.3 Presupuesto de Asistencia Técnica Integral (ATI)

El calculo del costo del servicio de Asistencia Técnica Integral se realizo en función al tiempo de ejecución del componente de obras (5 meses), cuyo

presupuesto alcanza a **1.897,16** \$us, y esta detallado según las principales actividades del servicio, el mismo se presenta en el cuadro 28.

4.6.1.4 Presupuesto de supervisión de obras

El costo de la Supervisión se presenta en el cuadro 29 y se ha establecido de acuerdo al presupuesto de la tabla siguiente, el cual tiene una relación al presupuesto de las obras civiles en el 5% del costo, determinándose en \$us **3.161,94** el presupuesto para el profesional de Supervisión.

Cuadro 27. Presupuesto general de obras civiles.

PROYECTO DE MICRO RIEGO: VILLA REMEDIOS
PRESUPUESTO GENERAL DE OBRAS CIVILES

N°	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO \$US	COSTO TOTAL \$US	APORTE E.F.		CONTRAPARTE S.P.C.	
						UNITARIO \$US	TOTAL \$US	UNITARIO \$US	TOTAL \$US
1 TRABAJOS PRELIMINARES									
1.1	Instalacion de faenas	glb	1,00	51,18	51,18	51,18	51,18	0,00	0,00
1.2	Letrero de obras	pza	1,00	55,44	55,44	55,44	55,44	0,00	0,00
1.3	Movilizacion y desmovilizacion de equipo pesado	glb	1,00	1.051,13	1.051,13	1.051,13	1.051,13	0,00	0,00
SUBTOTAL					1.157,75	1.157,75	0,00	0,00	0,00
2 CONSTRUCCION PRESA DE TIERRA									
2.1	Replanteo y trazado de la presa	glb	1,00	38,08	38,08	38,08	38,08	0,00	0,00
2.2	Excavacion (0-2) semi duro (material organico)	m3	1148,45	6,04	6.936,63	6,04	6.936,63	0,00	0,00
2.3	Excavacion con equipo (Dentellon)	m3	345,43	2,15	742,67	2,15	742,67	0,00	0,00
2.4	Conformacion del cuerpo de la presa	m2	3637,12	5,58	20.295,13	5,58	20.295,13	0,00	0,00
2.5	Zampeado de piedra (rip-rap)	m2	653,77	7,97	5.210,55	7,97	5.210,55	0,00	0,00
2.6	Ripiado coronamiento presa e=10cm.	m3	28,46	11,12	316,52	11,12	316,52	0,00	0,00
SUBTOTAL					33.539,58	33.539,58	0,00	0,00	0,00
3 OBRA DE TOMA									
3.1	Replanteo y trazado	m2	2,90	1,95	5,66	1,95	5,66	0,00	0,00
3.2	Excavacion de terreno semi duro	m3	0,87	6,82	5,93	6,82	5,93	0,00	0,00
3.3	Hormigon ciclopeo tipo H=17,5 50% P.D.	m3	1,44	119,37	171,89	119,37	171,89	0,00	0,00
3.4	Piso de cemento + empedrado	m2	2,90	60,79	176,29	60,79	176,29	0,00	0,00
3.5	Enlucido fino de cemento	m2	5,76	35,42	204,02	35,42	204,02	0,00	0,00
3.6	Rejilla metalica	pza	1,00	61,75	61,75	61,75	61,75	0,00	0,00
3.7	Revoque exterior	m2	8,64	4,08	35,25	4,08	35,25	0,00	0,00
3.8	Provision y tendido de tuberia FG D=4"	ml	20,00	30,06	601,20	30,06	601,20	0,00	0,00
3.9	Anillos de hormigon armado	m3	0,15	164,48	24,18	164,48	24,18	0,00	0,00
3.10	Accesorios obra de toma	glb	1,00	455,07	455,07	455,07	455,07	0,00	0,00
3.11	Tapa metalica de seguridad 0,90 x 0,90	pza	1,00	56,97	56,97	56,97	56,97	0,00	0,00
SUBTOTAL					1.798,21	1.798,21	0,00	0,00	0,00
4 ALVIADERO Y CANAL DE SALIDA									
4.1	Replanteo y trazado	m2	67,50	1,95	131,63	1,95	131,63	0,00	0,00
4.2	Excavacion con equipo	m3	54,00	2,15	116,10	2,15	116,10	0,00	0,00
4.3	Hormigon ciclopeo tipo H=17,5 50% P.D.	m3	4,32	119,37	515,68	119,37	515,68	0,00	0,00
4.4	Piso de cemento + empedrado	m2	54,00	60,78	3.282,12	60,78	3.282,12	0,00	0,00
4.5	Enlucido fino de cemento	m2	70,20	35,42	2.486,48	35,42	2.486,48	0,00	0,00
SUBTOTAL					6.532,01	6.532,01	0,00	0,00	0,00
5 RED DE DISTRIBUCION (TUBERIA)									
5.1	Replanteo y control de lineas	ml	1000,00	0,55	550,00	0,55	550,00	0,00	0,00
5.2	Excavacion terreno semi duro	m3	105,00	6,82	716,10	6,82	716,10	0,00	0,00
5.3	Provision y tendido de tuberia PVC D=4"	ml	1000,00	16,76	16.760,00	16,76	8.221,12	16,76	8.538,88
5.4	Relleno y compactado	m3	69,00	4,92	339,48	4,92	339,48	0,00	0,00
5.5	Accesorios red de distribucion	glb	1,00	392,51	392,51	392,51	392,51	0,00	0,00
SUBTOTAL					18.758,09	10.219,21	8.538,88	0,00	0,00
6 CAMARAS DE REPARTO (RED DE DISTRIBUCION)									
6.1	Replanteo y trazado	m2	9,68	1,95	18,88	1,95	18,88	0,00	0,00
6.2	Hormigon ciclopeo tipo H=17,5 50% P.D.	m3	2,88	119,37	343,79	119,37	343,79	0,00	0,00
6.3	Piso de cemento + empedrado	m2	9,68	60,78	588,35	60,78	588,35	0,00	0,00
6.4	Tapa de seguridad	pza	8,00	29,87	238,96	29,87	238,96	0,00	0,00
SUBTOTAL					1.189,97	1.189,97	0,00	0,00	0,00
7 TRABAJOS FINALES									
7.1	Placa de entregas de obras	pza	1,00	223,07	223,07	223,07	223,07	0,00	0,00
7.2	Limpieza general de obras	glb	1,00	40,10	40,10	40,10	40,10	0,00	0,00
SUBTOTAL					263,17	263,17	0,00	0,00	0,00
TOTALES					63.238,78	54.699,89	8.538,88	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 28. Presupuesto Asistencia Técnica Integral

Tiempo de ejecución

5 meses

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (\$us)	COSTO (\$us)
1	PERSONAL				1.115,00
1.2	Ing. Agrónomo	día	35	31	1.085,00
1.3	Dibujante	día	3	10	30,00
1.4	Secretaria	día	0	0	0,00
2	EQUIPOS Y MATERIALES				326,22
1.1	Papelería e Informes	global	1	50	50,00
1.1	Material de escritorio	global	1	100	100,00
1.1	Computadora	día	35	2	70,00
1.1	Impresora	día	12	2	18,00
1.1	Fotografías	foto	118	1	88,22
	LOGISTICA y SERVICIOS				455,94
1.1	Transporte téc. Acomp*	mes	12	20	240,00
1.1	Transporte viaje intercambio	viaje	1	60	60,00
1.1	Vivienda	mes	12	0	0,00
1.1	Alimentación viaje intercambio	persona/día	34	3	95,94
1.1	Teléfono y correo	mes	12	5	60,00
1.1	Seguros	mes	12	0	0,00
	TOTAL				1.897,16
	PORCENTAJE				100,00%

Tiempo de ejecución de la asistencia técnica/acompañamiento

5 meses

Tiempo de construcción de obras

5 meses

Costo de la inversión

63.238,78 \$us

Costo de acompañamiento respecto a la inversión:

0.3 %

(*) Cubre costos de ingreso y salida(2/mes) oficina-zona de trabajo y movilización en la zona de riego

Cuadro 29. Presupuesto Supervisión de Obras

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (\$us)	COSTO (\$us)
1	Ingeniero civil	mes	5,00	290,00	1450,00
2	Equipos (computadora, impresora)	mes	5,00	35,00	175,00
3	Servicios telefónicos	mes	5,00	22,39	111,94
4	Seguro	mes	5,00	30,00	150,00
5	Material de Escritorio	global	1,00	95,00	95,00
6	Transporte	mes	5,00	91,00	455,00
7	Alimentación	mes	5,00	145,00	725,00
TOTAL \$us					3.161,94
TOTAL Bs					22.007,10

Fuente: Elaboración propia

4.6.1.5 Estructura Financiera

Como se puede observar en el cuadro 30, donde se muestra la estructura financiera por entidad, alcanzando un costo total que incluye el gasto con la empresa constructora, el supervisor de obra y la entidad de Asistencia Técnica Integral, sumando un gasto total en **68.297,87\$us**.

Cuadro 30. Estructura Financiera por Entidad.

COMPONENTE	ENTIDAD FINANCIERA	ALCALDIA	TOTAL (\$us)	TOTAL (Bs)
Inversión / Infraestructura	53.752,96	9.485,81	63.238,77	440.141,83
Acompañamiento	1.897,16		1.897,16	13.204,23
Supervisión de Obras	3.161,94		3.161,94	22.007,10
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	58.812,06	9.485,81	68.297,87	475.353,17
Porcentajes	86%	14%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

4.7 Evaluación Socioeconómica y Financiera

La evaluación socioeconómica y financiera de la propuesta del proyecto Sistema de Micro Rego Villa Remedios, se ha realizado en base a la metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Sistemas de Riego, elaborado por el Ministerio de Hacienda-Sistema Nacional de Inversión Pública, sector riego, utilizando para el efecto las Planillas Parametrizadas, con el cual se indica para un periodo de retorno 20 años, cuyo detalle se adjunta en el Anexo 9.

Cuadro 31. Indicadores Financieros y Socioeconómicos.

INDICADORES FINANCIEROS

Indicador	Valor
VACP	215.502,25
VANP	32.729,24
CAEP	30.327,85
TIRP	13% 19,09%
RBC Privado	1,15

INDICADORES SOCIOECONÓMICOS

Indicador	Valor
VACS	191.219,52
VANS	59.253,10
CAES	26.682,57
TIRS	13% 23,55%
RBC Social	1,30

INDICADORES DE COSTO EFICIENCIA

Indicador	Valor	Indicadores Estándar U.S.\$	
		Max	Min
CAEP / Población Beneficiada	134,35		
CAEP / Area Beneficiada	1.683,01		
CAEP / Mts ² Construidos	21,12		
Costo de Inversión / Hectárea	3.509,38	3.189	2.842
Costo de Inversión / Familia	1.120,59	2.118	1.559

Indicador	Valor
CAES / Población Beneficiada	118,20
CAES / Area Beneficiada	1.480,72
CAES / Mts ² Construidos	18,58

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores del Valor Actual Neto financiero o privado (VANP) de \$us 32.729,24 y el Valor Actual Neto Socioeconómica (VANS) de \$us 59.253,10 son mayores a cero, indican que el proyecto es rentable para el sector privado y el país en su conjunto. Por otra parte las tasas Internas de Retorno Privada de 19.09 % y el socioeconómica de 23.55 %, que son superiores a las tasas de interés de oportunidad 12.81 % respectivamente, indican que los dineros invertidos en el proyecto rinden mas que las tasas de interés de oportunidad. Los indicadores de Relación Beneficio Costo, también señalan que el proyecto del Sistema de Microriego Villa Remedios es rentable.

4.8 Evaluación Ambiental

La ficha ambiental elaborada de acuerdo al contenido del Programa denominado Procedimientos Computarizados para la evaluación de Impactos Ambientales, nos indica que el proyecto se ubica en la Clasificación III, (ver anexo 10. Ficha Ambiental).

Con la implementación del proyecto, no se prevén impactos ambientales adversos que puedan afectar al medio ambiente. Si bien el proyecto incluye la construcción de una microrepresa (pequeña presa de tierra), debido a su pequeña magnitud (47.079,42 m³ de capacidad), así como de los restantes obras que comprende el proyecto (toma de agua y tendido de los tuberías), no se prevén interferencias sustanciales al entorno ambiental, así como tampoco la generación de impactos ambientales negativos.

De acuerdo al análisis de cada uno de los componentes ambientales y sus impactos, se concluye que tampoco habrá efectos negativos o alteraciones de las condiciones del lugar y de la construcción, así como en el área de riego, por lo que con la ejecución del proyecto, los efectos ambientales serán más positivos que negativos.

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

5.1 Conclusiones

- La comunidad de Villa Remedios se encuentra en la zona altiplánica del Departamento de La Paz a una altura de 3.800 m.s.n.m. La zona se caracteriza por practicar una agricultura de subsistencia, la principal actividad económica es la agrícola y pecuaria. La comunidad tienen entre sus potencialidades agrícolas el cultivo de papa y cebada, siendo la papa uno de los principales productos comercializados por las familias, así como también la cebada para la alimentación de sus ganados.
- La zona de estudio están asociadas a las reducidas temperatura atmosféricas y los largos periodos de sequía, que originan condiciones muy severas para el riego de cultivos y sembradíos. Sin embargo en la comunidad existe fuentes de agua estratégicos, para la producción agrícola, la cosecha de aguas de lluvia, cuyas quebradas e inicios de laderas en la micro cuenca de Chaqueri de la comunidad Villa Remedios, han sido identificadas para el uso y aprovechamiento de agua para el riego de los cultivos agrícolas.
- A fin de posibilitar el aprovechamiento de las aguas de lluvia con fines de riego, el proyecto propone la construcción de una microrepresa (pequeña presa de tierra) con una capacidad de almacenamiento de 47.079,42 m³, proyecto nuevo, conformado básicamente por un terraplén de tierra homogénea, obra de toma, vertedero de excedencias y canal de aducción, de esta manera se posibilitara la captación y regulación de las aguas provenientes de las lluvias de ladera e inicios de quebradas para su posterior aprovechamiento en la zona de riego en la comunidad Villa Remedios.

En ese contexto, la ingeniería del proyecto, incluye entre las obras más importantes los siguientes.

- Terraplén de tierra (textura arcilla, longitud de 95 m).
 - Obra de toma.
 - Vertedero de Excedencias.
 - Conducción de Tubería PVC de 4 “de diámetro (Log. 1000 m).
 - 10 cámaras de distribución.
- Tomando en cuenta el anhelo de los beneficiarios, se han identificado los cultivos relevantes tanto por su superficie cultivada como por la lógica de producción de las familias, entre las cuales se ha reconocido el cultivo de papa y la cebada, sin embargo, por la capacidad productiva, existencia de mercados de consumo e interés de las familias, se incorpora a la cedula del cultivo la cebolla blanca y zanahoria, siendo a ser explotado bajo riego óptimo de 18.02 Ha.
 - La propuesta de inversión total lo constituye el presupuesto de infraestructura, de supervisión y de Asistencia Técnica Integral, sumando el total de las entidades involucradas (63.238,77; 3.161,94; 1.897,16 respectivamente) el presupuesto total de \$us 68.297,87.
 - La gestión del sistema de riego constituye un elemento principal en el funcionamiento del sistema, para que el agua disponible pueda ser aprovechado de la manera mas optima y eficiente en los cultivos, para lo cual se plantea la conformación de una organización de riego o comité de riego, que tendrá a su cargo cumplir y hacer cumplir normas establecidas por la asamblea general de regantes y transcritas en el Estatuto Orgánico y Reglamento Interno. Así mismo, a la cabeza del comité de riego y la asamblea, se tomaran decisiones de derecho de agua, distribución y turnos, y actividades de operación, mantenimiento del sistema de riego, a fin de darle sostenibilidad al sistema de riego. Sin embargo, se propone que uno de los criterios para tener el derecho al agua sean las horas de trabajo aportado en la construcción del sistema de riego.

- De acuerdo a la evaluación socioeconómica y financiera, los indicadores del Valor Actual Neto privado (VANP) de \$us 32.729,24 y el Valor Actual Neto Socioeconómica (VANS) de \$us 59.253,10 indican que el proyecto es rentable para el sector privado y el país en su conjunto. Por otra parte las tasas Internas de Retorno Privada de 19.09% y el socioeconómica de 23.55%, indican que los dineros invertidos en el proyecto rinden mas que la tasas de interés de oportunidad. Los indicadores de Relación Beneficio/Costo Privado y Socioeconómica presentan valores de 1.15% y 1.30% mayores a 1 respectivamente, este indicador también señala que el proyecto de Sistema de Microriego Villa Remedios es Rentable.

El estudio realizado establece que la implementación del Proyecto en la comunidad de Villa Remedios es factible técnica, social, económica, y ambientalmente en virtud a que estos manifiestan su viabilidad.

5.2 Recomendaciones

- Las condiciones climáticas en los últimos años cambiaron, las lluvias en la zona altiplánica varían, y las demandas sobre este recurso es cada vez mas creciente, asimismo, las temperaturas presentan distorsiones extremas, por lo cual la oferta de agua ha disminuido, y las lluvias no llegan cubrir el requerimiento de agua de los cultivos. Con el objetivo de hacer más eficaz el uso del agua es importante e imprescindible seguir buscando alternativas que aumenten la disponibilidad de agua para riego con mayores niveles de eficiencia en todas sus etapas.
- Se recomienda apoyar a las comunidades con la elaboración de documentos que les permitan justificar ante instancias la implementación de un sistema de riego, nacida del propio sentir o necesidad de las familias.
- Se sugiere dar continuidad al proyecto planteado con estudios que permita desarrollar un riego tecnificado y así mejorar la eficiencia de aplicación del agua en las parcelas.
- Un impacto positivo del reservorio sería desarrollar cobertura vegetal de arbustos y árboles nativos en el área de influencia del proyecto, para controlar la sedimentación.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Cooperación Internacional del Japón-JICA. Proyecto Suma Uma, 2010 Microrepresas de tierra en el altiplano, Diseño y construcción. La Paz- Bolivia. 58p.

Bolivia, 2004 Ley de Promoción y Apoyo al Sector Riego para la Producción Agropecuaria y Forestal –Ley de Riego No 2878. 44 p.

(CENTRO A.G.U.A.), 2011 Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. Memoria Programa de postgrado en riego, Criterios para el diseño y gestión de embalses, Cochabamba – Bolivia. 161 p.

Chereque Moran, W., 1989. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima Perú. 223 p.

FLAR, 2011.Fondo Latinoamericana para Arroz de Riego. Consultado el 20 de mayo 2012. Disponible en <http://www.flar.org>

Masil Consultora, s/f, introducción a la Ingeniería Sanitaria. Consultado el 20 de octubre 2012. Disponible en <http://www.ingenieriaambiental.com>.

MMA y A, 2010 Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Vice ministerio de Recursos Hídricos y Riego, Servicio Nacional de Riego. Guía para la elaboración de Proyectos de Riego Menores. 81 p.

Montaño Hernán 2010. Gestión de Sistema de Riegos Campesinos. PROAGRO. Cochabamba-Bolivia. 30 p.

Proyecto de promoción al desarrollo rural en el altiplano central Suma Uma-JICA. K'otañas en el Altiplano - Diseño y construcción 2010 La Paz-Bolivia. 41 p.

PRONAR, 2000. Programa Nacional de Riego. Criterios para el diseño de atajados. Cochabamba – Bolivia. 5 p.

PRONAR, 2001. Programa Nacional de Riego. Proyecto de Riego Ayjadera. Cochabamba – Bolivia. 118 p.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación-FAO 2007. Día internacional del agua 2007. Consultado el 15 de diciembre 2012. Disponible en: <http://www.ric.fao.org>.

SEMARNAT, 2008. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales .Consultado 25 de mayo 2012. Disponible en <http://www.wikipedia.org>.

U.S. BUREAU OF RECLAMATION (1980), Diseño de Presas Pequeñas, Editorial Continental, México 120 p.

Vásquez Villanueva, A., 2000. Manejo de cuencas alto andinas, Tomo 1. Perú 516p.

Villón Bejar, M., 2011. Hidrología. Lima Perú 436 p.