

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



“EVALUACIÓN TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE EFICIENCIA
DEL SISTEMA DE RIEGO JARUNI CARIMBICO- JULI”

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach: NÉSTOR CHIQUE MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO:

INGENIERO AGRÍCOLA

PROMOCIÓN 2008



PUNO – PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

“EVALUACIÓN TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE
RIEGO JARUNI CARIMBICO- JULI”

TESIS

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

NÉSTOR CHIQUÉ MAMANI

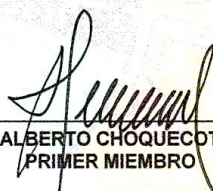
A LA COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD
DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, COMO REQUISITO PARA OPTAR
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR:



ING° M.Sc. OSCAR MAMANI LUQUE
PRESIDENTE



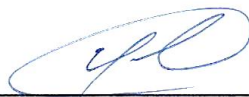
ING° M.Sc. ALBERTO CHOQUECOTA RIVA
PRIMER MIEMBRO



ING° M.Sc. JOSÉ ANTONIO MAMANI GÓMEZ
SEGUNDO MIEMBRO



ING° M.Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO
DIRECTOR



ING° M.Sc. EDILBERTO VELARDE COAQUIRA
ASESOR

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Gestión de sistema de riego
LÍNEA: Recursos Hídricos

DEDICATORIA

A mis queridos padres **Pedro y Segunda**, por su amor, dedicación, esfuerzo, sacrificio y preocupación constante por haberme hecho un hombre profesional.

A mis hermanos **Orestes, Miguel, Alberto y Edwin**, por el apoyo permanente en hacer realidad la obtención de la anhelada profesión.

A mi menor hija **Gaby**, quien me brindo apoyo moral y espiritual para la ejecución del presente trabajo de investigación.

Finalmente, a mis amigos **M. Yoselin y Alex** quienes me brindaron valor y coraje en la culminación del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional del Altiplano-Puno por haberme formado en sus claustros.
- A los docentes de la facultad de Ingeniería Agrícola por su dedicación y esfuerzo en la enseñanza que contribuyeron en mi formación profesional.
- A mi director de tesis de investigación Ing. M.Sc. Roberto Alfaro Alejo por ser el guía del presente trabajo.
- Finalmente a mis amigos y compañeros de la universidad quienes motivaros la conclusión de la carrera profesional.

ÍNDICE

RESUMEN - 1 -
INTRODUCCIÓN - 2 -

**CAPITULO I.
PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA, OBJETIVOS, ANTECEDENTES,
JUSTIFICACIÓN.**

1.1.- Planteamiento de problema - 3 -
1.2.- Antecedentes..... - 4 -
1.3.- Justificación..... - 4 -
1.4.- Importancia..... - 5 -
1.5.-Objetivos de la investigación..... - 6 -

**CAPITULO II.
REVISIÓN DE LITERATURA.**

2.1.- Riego - 7 -
2.2.-Demanda de agua para riego..... - 7 -
2.3.-Necesidad de agua de los cultivos - 8 -
2.4-Riego por superficie - 8 -
2.5.-Evapotranspiración potencial (ETP) - 9 -
2.6.-Evapotranspiración real o actual (ETA) - 9 -
2.7.-Coeficiente de cultivo (KC) - 9 -
2.8.-Precipitación efectiva (PE) - 10 -
2.9.-Demanda de agua - 10 -
2.10.-Punto de marchitez permanente - 11 -
2.11.-Flujo del agua en canales - 11 -
2.12.-Secciones de máxima eficiencia hidráulica - 11 -
2.13.-Medición de caudales - 12 -
2.14.- Eficiencia de riego - 12 -
 2.14.1.-Eficiencia de conducción (EC)..... - 13 -
 2.14.2.-Eficiencia de distribución (ED) - 14 -
 2.14.3.-Eficiencia de aplicación (EAP)..... - 14 -
2.15.-Capacidad de campo (CC) - 15 -
2.16.-Densidad aparente (DAP) - 16 -
2.17.-Humedad aprovechable total (HAT) - 17 -
2.18.-Tiempo de riego..... - 18 -
2.19.- Frecuencia de riego - 18 -
2.20.- Movimiento de agua en el riego - 19 -
 2.20.1.-Caudal máximo no erosivo - 20 -
 2.20.2.-Curvas de avance del agua de riego - 20 -
 2.20.3.-Curvas de recesión de riego..... - 21 -
2.21.-Infiltración..... - 21 -
2.22.-Lamina de infiltración acumulada (D) - 22 -

**CAPITULO III.
MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.-Metodología..... - 23 -
3.2.-Caracterización del ámbito de estudio - 23 -
 3.2.1.-Ubicación..... - 23 -
 3.2.1.1.- Ubicación geográfica..... - 23 -

3.2.1.2.- Ubicación política	- 23 -
3.2.1.3.- Vías de comunicación y acceso.....	- 23 -
3.2.2.- Clima y ecología.	- 24 -
3.2.2.1.- Precipitación pluvial.	- 24 -
3.2.2.2.- Temperatura	- 24 -
3.2.2.3.- Parámetro climático	- 25 -
3.2.3.- Fauna y flora.....	- 26 -
3.2.3.1.- fauna.....	- 26 -
3.2.3.2.- flora	- 26 -
3.2.4.- Recursos agua y suelo.....	- 27 -
3.2.4.1.- Recurso agua.....	- 27 -
3.2.4.2.-Recurso suelo	- 27 -
3.2.5.-Características geológicas	- 28 -
3.2.6.-Características socioeconómicas	- 28 -
3.2.7.-Población.....	- 28 -
3.2.7.1.-Actividad principal de la población y nivel de vida ..	- 29 -
3.2.7.2.- Población económicamente activa (PEA)	- 29 -
3.2.8.-Infraestructura de servicios básicos de la población	- 30 -
3.2.8.1.- Educación	- 30 -
3.2.8.2.- Salud	- 31 -
3.2.8.3.- Saneamiento básico.....	- 31 -
3.2.8.4.- Vivienda	- 32 -
3.2.9.-Características agroeconómicas	- 32 -
3.2.9.1.- Área agrícola potencial (total) y área aprovechada	- 32 -
3.2.9.2.- Estructura y forma de tenencia de la tierra	- 33 -
3.2.9.3.- Cultivos principales	- 33 -
3.2.9.4.- Actividad pecuaria	- 34 -
3.2.10.- Asistencia técnica y crediticia.....	- 34 -
3.2.11.- Comercialización de productos agropecuarios	- 34 -
3.2.12.- Actividad forestal y conservación de suelos	- 35 -
3.2.13.-Inventario de infraestructura hidráulica existente	- 36 -
3.2.14.- Organización de los usuarios del agua	- 36 -
3.3.- Eficiencia de riego	- 37 -
3.3.1.- Eficiencia de conducción.....	- 37 -
3.3.2.- Eficiencia de distribución.....	- 38 -
3.3.3.- Eficiencia de aplicación:.....	- 38 -
3.3.3.1.- Infiltración del agua en el suelo	- 39 -
3.3.3.2.-Balance hídrico de suelos	- 40 -
3.3.3.3.- Lamina aplicada bruta:	- 42 -
3.3.3.4.- Eficiencia de aplicación	- 42 -
3.4.- Disponibilidad y calidad de agua de riego	- 42 -
3.4.1.- Inventario de fuentes de agua superficial	- 43 -
3.4.2.-Calidad de agua de riego	- 43 -
3.4.2.1.-Parámetros de calidad de agua	- 44 -
3.5.- Diseño de riego por aspersión	- 44 -
3.5.1.-Características de riego por aspersión	- 45 -
3.5.2.- Ventajas de riego por aspersión.....	- 45 -
3.5.3.- Desventajas de riego por aspersión	- 46 -
3.5.4.-Cálculos básicos de riego por aspersión	- 46 -
3.5.4.1.-Lámina de riego a reponer (Lr)	- 46 -

3.5.4.2.- Dosis total de riego (Dp).....	- 47 -
3.5.4.3.- Intervalo crítico de riego (Irc).....	- 47 -
3.5.4.4.- Tiempo de riego (Tr)	- 48 -
3.5.4.5.-Superficie de riego diaria (Srd)	- 48 -
3.5.4.6.-Número de laterales	- 49 -
3.5.4.7.- Número de aspersores	- 49 -
3.5.4.8.- Caudal requerido.....	- 50 -
3.5.4.9.- Pérdida de carga (pérdidas por fricción)	- 50 -
3.5.4.10.- Pérdida de carga (pérdidas por fricción)	- 51 -
3.5.4.11.- Requerimientos de potencia en la bomba	- 51 -
3.5.4.12.-Requerimientos de potencia en el motor.....	- 52 -
3.5.4.13.- Para convertir de HP a Kwatt/hora	- 52 -
3.5.4.14.- Uniformidad de funcionamiento de aspersores	- 52 -
3.5.4.15.- Coeficiente de uniformidad	- 52 -
3.5.4.16.- Coeficiente de Hart.	- 53 -

**CAPITULO IV.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.- Determinación de eficiencias de riego.....	- 55 -
4.1.1.- Eficiencia de conducción.....	- 55 -
4.1.2.- Eficiencia de distribución.....	- 55 -
4.1.3.- Eficiencia de aplicación	- 56 -
4.1.3.1.- Determinación de la infiltración del agua.	- 56 -
4.1.3.2.-Determinación de déficit de humedad.....	- 57 -
4.1.3.3.- Lamina bruta aplicada	- 57 -
4.1.3.4.- Determinación de eficiencia de aplicación	- 58 -
4.1.4.- Determinación eficiencia de riego	- 58 -
4.2.- Disponibilidad y calidad de agua de riego.	- 58 -
4.2.1.- Disponibilidad de agua de riego.	- 58 -
4.2.2.- Calidad de agua.....	- 61 -
4.3.-Propuesta Mejoramiento del sistema de riego por aspersion.....	- 61 -
4.3.1.-Diseño de riego por aspersion.....	- 61 -
4.3.1.1.-Diseño agronómico	- 61 -
a.-Características generales de riego	- 61 -
b.-Características agronómicas	- 62 -
b.1.-Características del suelo	- 62 -
b.2.-Características del cultivo	- 62 -
c.- Lámina de riego (Lr)	- 62 -
d.- Dosis total de riego (Dp).....	- 62 -
e.- Intervalo de riego crítico (Irc).....	- 62 -
4.3.1.2.-Diseño hidráulico	- 62 -
a.-Disposición de laterales	- 62 -
b.-Aspersor	- 63 -
c.-Tiempo de riego (Tr).....	- 63 -
d.-Superficie máxima de riego diaria (Srd)	- 63 -
e.-Número de laterales por riego (N)	- 64 -
f.-Número de aspersores por lateral (n)	- 64 -
g.-Caudal requerido por unidad de riego (Ql)	- 64 -
h.-Caudal requerido por jornada de riego (diario)	- 65 -



CONCLUSIONES	- 66 -
RECOMENDACIONES	- 67 -
BIBLIOGRAFÍA	- 68 -
ANEXOS	- 70 -
ANEXO 11- Fotografía	- 81 -
ANEXO 12 - Plano	- 84 -

RESUMEN

El sistema de riego Jaruni Carimbico se ubica en el distrito de Juli, provincia de Chucuito del departamento de Puno; la zona de estudio, forma parte de microcuenca de río salado. En la actualidad, el sistema cuenta con un reservorio tipo represa en el cual, se almacena el agua proveniente de los manantiales cercanos a la represa; cuenta con tramos de canales de tierra natural conllevando a pérdidas de agua por infiltración y canales revestido con mortero de cemento y piedra en estado de deterioro. Por ello, el presente trabajo de investigación se plantea con el fin de evaluar y determinar la eficiencia de riego por gravedad. En la obtención de resultados, se realizó cuantificaciones de caudales en canales de conducción y distribución; se realizó pruebas de infiltración; inventario y muestreo de fuentes de agua existentes en la zona. De los resultados obtenidos; la eficiencia de riego es de 18%; el sistema, cuenta con limitado y escaso de recurso hídrico, existen fuentes de agua que afloran de forma natural y permanente, quienes aportan significativamente a la represa a razón de 1.593 l/s., de la presa se dota a razón de 12 l/s. Abarcando una área de riego actual de 5 hectáreas con un beneficiario a 27 usuarios.

INTRODUCCIÓN

La actividad principal de Jaruni Carimbico es el desarrollo agropecuario, fuente principal de economía del poblador de Jaruni Carimbico; el riego que cuenta es un componente esencial en el desarrollo de la actividad agropecuario de la zona y la escasez del recurso hídrico que existe en la zona constituye una importante limitación en la ampliación del área de riego.

Sin duda alguna, la mejor forma de conocer el desempeño eficiente del sistema de riego es desarrollando una evaluación de eficiencias de riego para poder identificar los problemas en el uso y manejo de agua, y, para poder asegurar el abastecimiento adecuado y oportuno de agua a los cultivos en riego.

El presente estudio conlleva a evaluar y determinar la eficiencia de riego del sistema y definir una propuesta de riego tecnificado para optimizar el potencial hídrico escaso de la zona elevar el nivel de productividad agropecuaria del sistema y ampliar el área de riego actual.

La zona de estudio cuenta con suelos potenciales, condiciones topografías y geologías favorables para el desarrollo de cultivos andino y por ende es necesario desarrollar riego tecnificado.

CAPITULO I.

PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA, OBJETIVOS, ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN.

1.1.- Planteamiento de problema

En las cuencas altiplánicas del lago Titicaca se ha implementado diversos proyectos de riego agrícolas con el fin de mejorar la productividad de actividad agropecuaria de la zona; de los cuales casualmente muchas de estos sistemas de riego están inoperativas y deterioradas a consecuencias de diversos factores. Por ejemplo en el sistema de riego Jaruni se encuentra deteriorada a falta de mantenimiento y conservación.

En la actualidad el sistema de riego Jaruni opera de forma deficiente puesto que, un tramo del canal principal es de tierra y de forma natural conllevado una pérdida de agua en la conducción por lo general es evidente la pérdidas de agua en la aplicación de agua en el riego.

Estas circunstancia, de la actualidad tecnología moderna de hoy, nos obliga a desarrollar propuestas de mejoramiento de sistema de riego tecnificado, De tal forma que el uso de agua sea eficiente y distribución adecuada y oportuno logrando así mejorar la productividad agropecuaria contribuyendo directamente en la calidad de la vida del poblador de la zona. Por ello se genera preguntas de interrogación al problema:

¿Cuál es la eficiencia de riego en el sistema de riego Jaruni Carinuco?

¿Cuál es la eficiencia de conducción, distribución y aplicación de riego por gravedad?

¿Cuál es la disponibilidad y calidad de agua de riego?

¿Qué tipo de riego es conveniente implementar para mejorar el sistema de riego Jaruni Carinuco.

1.2.- Antecedentes

En el año 1984, CARE, inicia la construcción de la represa Horocco, posteriormente 1997 la Gerencia Departamental PRONAMACHCS Puno, ejecuta la obra “Construcción canal riego Carimbico Pampa, ubicado en la margen derecha”, debido a la necesidad permanente y gestión de los beneficiarios, para la cristalización de éste importante proyecto de infraestructura de riego y de ésta manera poder tener mayor disponibilidad de agua para sus cultivos y con ello irrigar a mayor área de cultivo.

El Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHCS) elaboro el “**Diagnostico enfocado de riego del sistema de riego Jaruni Carimbico**”, que constituye un documento orientador de solución de problemas en sistema de riego Jaruni Carimbico.

En el contenido del documento se puede encontrar la base para evaluar y diagnosticar los principales problemas, sus causas y efectos en el manejo del agua en el sistema de riego, dicho documento se ha desarrollado conjuntamente con la activa participación de los usuarios del sistema de riego Jaruni Carimbico para poder reorientar el uso de agua adecuada.

1.3.- Justificación

En la actualidad, el sistema de riego Jaruni Carinbico se encuentra deteriorada abandonado sin ningún tipo de intervención de conservación y mantenimiento de los componentes del sistema de riego a falta de iniciativas de partes, autoridades y usuarios indiferentes ante la situación que conlleva a tal circunstancias, teniendo como resultado pérdidas de agua en los canales de conducción y de parcelario, bajo eficiencia de riego, baja productividad agropecuaria, reducción de área de riego.

Por otro lado, la comunidad de Jaruni carimbico tiene característica topográficas y climáticas favorables para el desarrollo agropecuario, cuenta con suelos potenciales para la producción de cultivos andinos, cuenta con recurso hídrico que afloran en la parte alta de la zona que se almacenan en la represa Horocco con una capacidad de 52,045.00 m³. Que, se viene utilizando de forma regular el sistema de irrigación por gravedad.

Por ello la razón del presente estudio de evaluar y determinar la eficiencia de riego para poder proponer una propuesta de riego tecnificado con el fin de optimizar el escaso recurso hídrico que cuenta el sistema.

1.4.- Importancia

La producción agraria a nivel mundial tiene dos misiones básicas: **abastecer** de alimentos a la población humana y **promover** su desarrollo económico-social. Que, la actividad agraria sea competitiva en un mercado mundial cada vez más globalizado condiciona el futuro de muchas explotaciones, unidades técnico-económicas de gestión, en su viabilidad económica, dentro del marco de una agricultura sustentada, sostenida o perdurable, donde la tecnología aplicada reduzca los posibles impactos ambientales, conserve los recursos naturales (genéticos, suelo, agua, entre otros) y contribuya a la equidad social.

La escasez de agua constituye una limitación para el desarrollo agrícola en las regiones áridas y semiáridas, en muchas áreas mundiales, la competencia creciente por el agua, consecuencia del aumento de la demanda para distintos usos, conlleva un incremento de su coste y una creciente limitación de su disponibilidad para su uso en la agricultura. Para

poder alcanzar estos objetivos, se hace necesario la incorporación y el aprovechamiento de los avances científicos de ingeniería y tecnológicos a los regadíos.

1.5.-Objetivos de la investigación

Objetivo general:

- Evaluar las eficiencias de riego del sistema de riego por gravedad de Jaruni Carimbico – Juli con fines de mejoramiento

Objetivos específicos:

- Determinar la eficiencia de conducción, distribución y aplicación del sistema de riego por gravedad.
- Determinar la disponibilidad y calidad de agua de riego.
- Plantear una propuesta técnica de mejoramiento del sistema de riego por aspersión.

CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1.- Riego

El riego es la aportación de agua a la tierra por distintos métodos para facilitar el desarrollo de las plantas, se practica en todas aquellas partes del mundo donde las precipitaciones no suministran suficiente humedad al suelo, (*Rosset, 2000*).

Define que el riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en este, el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos, (*Gurovich, 1999*).

Riego es la aplicación de agua al suelo para completar la lluvia deficiente y proporcionar humedad para el crecimiento de las plantas, (*Linsley, 1992*).

2.2.-Demanda de agua para riego

(*Vasquez, 1992*), indica que la demanda o requerimiento de agua de un proyecto de riego se determina a partir de la evapotranspiración potencial de los cultivos considerados en el proyecto con los siguientes factores:

Precipitación efectiva (PE): Es la parte de la lluvia aprovechada por las plantas.

Eficiencia de riego del proyecto (EP): Es el producto de la eficiencia de aplicación por la eficiencia de conducción del agua y la eficiencia de distribución, (*Vasquez, 1992*).

La demanda de agua del proyecto estará dada por:

$$D = 10(ETC - PE) * A/Er \quad (1)$$

Dónde:

D : Demanda de agua del proyecto en (m³).

ETC : Evapotranspiración de los cultivos en (mm).

PE : Precipitación efectiva (mm).

A : Área agrícola (ha).

Er : Eficiencia de riego (%).

Cuando se tiene que identificar formular, analizar y evaluar la viabilidad de un proyecto de riego es necesario deducir exactamente los volúmenes de agua que se requieren para obtener una producción óptima de los diversos cultivos, (*Olarte, 1997*).

2.3.-Necesidad de agua de los cultivos

El agua que puede ser usada por los cultivos, es parte de la retenida por el suelo a la profundidad de las raíces. Por lo tanto, es posible considerar la zona donde se desarrollan las raíces como un depósito disponible por la planta, (*Benites, 1998*).

La evapotranspiración real, es la cantidad de agua que requiere la planta para satisfacer sus necesidades fisiológicas, (*Vásquez, 2000*).

2.4-Riego por superficie

El riego por superficie es un sistema de riego en donde el agua fluye por gravedad, utilizándose la superficie del suelo agrícola como parte del sistema de distribución del agua, el caudal disminuye a medida que el agua avanza por la parcela regada, debido a su infiltración en el suelo, (*Fuentes y J. L., 1998*).

2.5.-Evapotranspiración potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial es uno de los factores determinantes para la evaluación de la demanda de agua, el cual constituye como resultado del efecto combinado de la evaporación del agua del suelo y la transpiración de la planta en pleno proceso de crecimiento, (*Vásquez, 2000*).

Es la transmisión de agua a la atmósfera (que se toma como referencia), producida cuando el suelo está cubierto con un cultivo que abarque totalmente el área, con agua disponible en condiciones, bajo condiciones meteorológicas existentes, (*Benites, 1998*).

2.6.-Evapotranspiración real o actual (ETA)

La evapotranspiración real es la tasa de evaporación y transpiración de un cultivo libre de enfermedades, que crece en un campo extenso (1 o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelo, fertilidad y suministro de agua, (*Vásquez, 2000*).

Llamado también uso consuntivo, está referida a la cantidad real de vapor transferida a la atmósfera, que depende no solo de las condiciones meteorológicas existentes, sino del ciclo vegetativo (capacidad para extraer humedad) y de la disponibilidad de agua reales por efecto de la periodicidad con que se aplica el agua, (*Benites, 1998*).

2.7.-Coeficiente de cultivo (KC)

Factor que indica el grado de desarrollo de un cultivo y está relacionado con la cobertura del suelo del mismo, que es la que va influenciar la evapotranspiración. El coeficiente de cultivo está afectado por el tipo de

cultivo, fecha de siembra, etapa de crecimiento y duración del ciclo vegetativo, (*Benites, 1998*).

Es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se requiere evaluar su consumo de agua, (*Vásquez, 1992*).

2.8.-Precipitación efectiva (PE)

La precipitación efectiva es el volumen de lluvia o riego parcial utilizado por las plantas para satisfacer sus necesidades hídricas para su normal desarrollo a ello se le denomina precipitación efectiva, (*Vásquez, 1992*).

La precipitación efectiva es la fracción de precipitación que resulta útil para satisfacer las necesidades de agua del cultivo; queda excluida la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo, (*Doorenbos, 1976*).

2.9.-Demanda de agua

Indica que para el cálculo de la demanda de agua de un proyecto se debe tener en cuenta, toda las perdidas resultantes del sistema de distribución del agua de riego y de la eficiencia de aplicación del agua al cultivo, dividida por la eficiencia de riego del proyecto.

Asimismo, manifiesta que el riego se persigue restituir al suelo la cantidad de agua consumida y darle así al cultivo apropiadas condiciones de humedad para su buen desarrollo, (*Vásquez, 1992*).

2.10.-Punto de marchitez permanente

A partir de la capacidad de campo, el agua del suelo se va perdiendo progresivamente por evaporación y adsorbida por las plantas. Al igual que en la capacidad de campo, el punto de marchitamiento depende más de la textura que de la estructura del suelo, para un mismo contenido en humedad, la tenacidad con que es retenida el agua por el suelo es mayor en suelos de textura arcillosa que en los de textura arenosa, por lo que el agua resulta más accesible a las plantas en los segundos que en los primeros, (*Vásquez, 1992*).

2.11.-Flujo del agua en canales

Los canales son conductos de gran desarrollo, abiertos o cerrados, en los cuales circula el agua bajo la acción de la gravedad y sin ninguna presión, puesto que la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera. Las finalidades de los canales pueden ser científicas o técnicas. Las finalidades científicas por lo general se presentan en laboratorios hidráulicos, investigando problemas de turbulencia, azolve, erosiones, perfiles, entre otros.

Las finalidades técnicas son, la conducción, distribución y drenaje de volúmenes de agua para aprovechamiento o servicios, (*Orozco, 1993*).

2.12.-Secciones de máxima eficiencia hidráulica

Uno de los factores que intervienen en el costo de construcción de un canal es el volumen por excavar, este a su vez depende de la sección transversal. *VILLON, (1994)*.

Mediante ecuaciones se puede plantear y resolver el problema de encontrar la menor excavación para conducir un caudal dado, conocida la pendiente. La forma que conviene dar a una sección de magnitud dada, para que escurra el mayor caudal posible, es lo que se ha llamado *sección de máxima eficiencia hidráulica*, (Villon, 1994).

2.13.-Medición de caudales

Independientemente del uso que se le dé al que fluye por los canales (generación de energía hidroeléctrica, uso poblacional, utilización en los sistemas de riego, etc.), resulta conveniente realizar la medición del caudal disponible, (Villon, 1994).

En los sistemas de riego, la creciente demanda que pesa sobre los recursos de agua disponible y el constante aumento en el costo que tiene el desarrollo de las redes de riego, exigen que el agua se utilice de forma económica, sin desperdiciarla. Las mediciones sirven para asegurar el mantenimiento de los programas adecuados de suministro, determinar las cantidades de agua suministrada, descubrir las anomalías, estimar y averiguar el origen de las pérdidas que se produzcan en la conducción y de esta forma controlar el desperdicio, (Villon, 1994).

2.14.- Eficiencia de riego

La operación de todo sistema de riego, se presentan pérdidas de agua tanto en la red de distribución y conducción, así como el riego de la parcela misma. Por ello en el diseño de un sistema de riego se deben tomar en

cuenta dichas pérdidas a fin de asegurar el abastecimiento adecuado y oportuno de agua de riego de los cultivos, (*Vásquez, 1992*).

Puede definirse como eficiencia de riego, la relación entre el agua útil o lamina aprovechada por el cultivo y, agua total derivada o aplicada en la parcela o fracción regada, (*Luque, 1998*).

Toda el agua que aplica al suelo no es aprovechada por la planta, así como toda el agua que capta en la bocatoma no llega a la parcela.

Algunos sistemas, tanto de conducción como de aplicación, pierden más agua que otros. A los que menos agua pierden se les denomina más eficiente, (*Benites, 1998*).

$$Er = Ec * Ed * Ea * 100 \quad (2)$$

Dónde:

Er : Eficiencia de riego.

Ec : Eficiencia de conducción.

Ed : Eficiencia de distribución.

Ea : Eficiencia de aplicación.

2.14.1.-Eficiencia de conducción (EC)

Está definida por la relación entre el volumen de agua entregado a nivel de cabecera de campo o parcela y el volumen de agua captado o derivado de la fuente de abastecimiento, (*Vasquez, 1992*).

Definida como el caudal de agua que se capta en la bocatoma y es entregado al canal principal al inicio del área de riego. Se determina con el aforo en el punto de captación y el realizado a la entrada del área de riego, (*Benites, 1998*).

$$Ec = \frac{Qe}{Qc} * 100 \quad (3)$$

Dónde:

Ec = Eficiencia de conducción.

Qe = Caudal de entrada al área de riego (l/s).

Qc = Caudal de captación en bocatoma (l/s).

2.14.2.-Eficiencia de distribución (ED)

Está definida como la relación entre la cantidad de agua entregada a nivel de parcela o cabecera de surco o melga y la cantidad de agua recibida a nivel de cabecera de campo o parcela, (Vásquez, 1992).

$$Ed = \frac{Qp}{Qc} * 100 \quad (4)$$

Dónde:

Ed = Eficiencia de distribución.

Qp = Caudal de entrada al predio (l/s).

Qc = Caudal de entrada al área de riego (l/s).

Esta referida a las pérdidas de agua que se produce en el sistema de distribución, desde la entrada del área de riego hasta la cabecera de la parcela, (Benites, 1998).

2.14.3.-Eficiencia de aplicación (EAP)

La eficiencia de aplicación es la relación entre el agua que realmente queda almacenada en la zona de las raíces del cultivo (y por lo tanto puede ser aprovechada por ellas) y el agua total aplicada con el riego, (Israelsen, 1975).

La eficiencia de uso para riego es la relación entre el volumen utilizado por las plantas en el proceso evaporativo (V_u) y el volumen que llega a las parcelas para riego (V_p), (*Palacios, 1992*). Está definida por la relación entre la cantidad de agua almacenada directamente para el cultivo y la cantidad total de agua aplicada al terreno, o sea esta relación se refiere a la cantidad de agua con que se riega el interior de la parcela, (*Vásquez, 1992*).

$$E_{ap} = \frac{V_e}{V_a} * 100 \quad (5)$$

Dónde:

E_{ap} = Eficiencia de aplicación (%).

V_e = Volumen evaluado (m^3).

V_a = Volumen aplicado (m^3).

2.15.-Capacidad de campo (CC)

La capacidad de campo se define como la máxima capacidad de retención de agua de un suelo sin problema de drenaje, también se puede decir que el contenido de humedad a capacidad de campo, es aquel que corresponde a un estado energético de 0.33 bares, (*Vásquez, 1992*).

Cantidad de agua que retiene el suelo después de un riego amplio o de unas fuertes lluvias cuando el ritmo de movimiento descendente ha disminuido sensiblemente, normalmente de uno a tres días, después del riego o de la lluvia; llamada también capacidad efectiva de retención de agua o contenido de humedad del suelo con una tensión de humedad del

suelo de 0.2 a 0.30 atmósferas en porcentajes ponderados o de volumen, (Doorenbos, 1976).

Es el máximo contenido de humedad del suelo, que la planta puede aprovechar para su crecimiento, suponiendo que el resto drena demasiado rápido para ser aprovechada, (Benites, 1998).

2.16.-Densidad aparente (DAP)

Se denomina densidad aparente, al cociente de dividir la masa de un suelo seco (M_s) por el volumen del suelo (V_t). Puede variar entre 0.7g/cm^3 en caso de suelos volcánicos y 1.8 g/cm^3 en suelos arenosos, (Pizarro, 1990).

Expresa la relación entre la masa de partículas del suelo después que han sido secadas y el volumen total del suelo, que incluye las partículas y los poros en conjunto, (Gurovich, 1999).

Representa la relación que existe entre el peso del suelo seca o peso de sólidos y el volumen total de una muestra de suelo no disturbada, cuyos valores se expresan generalmente en g/cm^3 , kg/dm^3 , (Vásquez, 1992).

$$D_{ap} = \frac{M_s}{V_t} \quad (6)$$

Dónde:

D_{ap} : Densidad aparente (gr/cm^3).

M_s : Peso de suelo seco.

V_t : Volumen total.

2.17.-Humedad aprovechable total (HAT)

Es la diferencia que existe entre el contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (CC) y el punto de marchites permanente (PMP), (Vásquez, 1992).

Para el especialista en riego, es importante determinar cuál es la lámina de agua que debe aplicar el suelo, para conseguir que este se encuentre a capacidad de campo y la planta pueda aprovecharla fácilmente. El contenido de humedad inicial, supuestamente es el punto de marchites permanente (PMP), el cual tiene que llegar a la capacidad de campo (CC); el valor que tenemos que adicionarle al suelo es un contenido de humedad en base a peso que corresponde a (CC - PMP), (Benites, 1998).

La lámina encontrada anteriormente es la que corresponde a la necesaria para pasar del nivel mínimo (PMP) al máximo (CC). Pero como mencionamos, no es recomendable que el suelo llegue a niveles mínimos, sino que el riego se aplique dentro de un cierto nivel de agotamiento, (Benites, 1998).

$$L = \frac{(CC - PMP) * Dap * H}{100} \quad (7)$$

Donde:

L = Lámina de agua a cubrir humedad fácilmente utilizable (cm).

CC = Contenido de humedad capacidad de campo (%).

PMP = contenido de humedad punto de marchites permanente (%).

Dap = Densidad aparente del suelo (gr/cm³).

H = Profundidad de raíces (cm).

Es el espesor de lámina a aplicar por riego, pudiéndose obtener este resultado por el método de constantes hídricas o procedimiento edafológico, (*Luque, 1998*).

2.18.-Tiempo de riego

Constituye el tiempo necesario para incorporar la lámina aplicada al suelo, teniendo en cuenta la cantidad de agua o volumen que se dispone por unidad de tiempo o caudal, (*García, 1997*).

$$T = \frac{A * Lap}{Q} \quad (8)$$

Donde:

T : Tiempo de riego en (seg).

A : Area de riego en m²

Lap : Lámina a aplicar (m).

Es el tiempo durante el cual se suministra un caudal dado al campo o bloque de campos, en horas o días, (*Doorenbos, 1976*).

2.19.- Frecuencia de riego

La frecuencia de riego está dada por el periodo de aplicación del agua al terreno en uno y otro riego, variando de acuerdo al cultivo a regar y de la capacidad de absorción y estructura del suelo, (*Vásquez, 1992*).

Es el espacio de tiempo que hay que tener en cuenta entre riegos, después que la planta ha consumido la lámina disponible o neta, (*Benites, 1998*).

El tiempo comprendido entre el comienzo del suministro de agua a un campo o bloques de campo dado, perteneciente a la unidad de rotación, y el comienzo del siguiente suministro en día, (*Doorenbos, 1976*).

2.20.- Movimiento de agua en el riego

El movimiento de agua durante el riego es de importancia conocerlo, ya que así se lograra adecuadas eficiencias. Para iniciarse el riego por gravedad se presenta un fenómeno combinado desplazamiento de agua sobre la superficie del suelo (avance), penetración al interior del mismo (infiltración). Al cortarse el ingreso del agua al surco o melga, continúa un escurrimiento superficial durante un tiempo corto (merma o secesión), (*Vásquez, 1992*).

- ✓ El tiempo de avance está determinado por el desplazamiento superficial del agua hasta una distancia dada; mientras que el tiempo de merma o sección, Pendiente longitudinal del fondo del surco.
- ✓ Cantidad de agua por surco.
- ✓ Forma del surco.
- ✓ Rugosidad de la superficie del terreno.
- ✓ Nivel de humedad del suelo.
- ✓ Características físicas químicas del suelo.

El agua discurre sobre la superficie del suelo, a lo largo del surco, avanzando de acuerdo al caudal de riego utilizado, a la pendiente y a la velocidad de penetración en el suelo, (*Benites, 1998*).

2.20.1.-Caudal máximo no erosivo

(Benites, 1998). Indica, corresponde al mayor caudal empleado que no cauce erosión ni destruya el cauce, se indica que se puede aproximar a la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{38}{S} \quad (9)$$

$$Q = \frac{0.63}{S} \quad (10)$$

Dónde:

Q : Caudal máximo no erosivo.

S : Pendiente del fondo del surco (%).

2.20.2.-Curvas de avance del agua de riego

(Vásquez, 1992). Indica que, el avance de agua durante el riego por gravedad, es importante conocerlo, ya que permite efectuar un diseño adecuado del sistema de riego. Los factores más importantes que determinan la velocidad de avance son:

$$L = aT^b \quad (11)$$

Dónde:

L = Longitud de avance en un tiempo determinado Ta (m)

Ta = Tiempo de avance minutos (min).

A = Coeficiente para Ta = 1 min.

B = Exponente que varía entre 0 y 1.

2.20.3.-Curvas de recesión de riego

Una vez finalizado el riego en cada estaca se registra el tiempo en que el agua desaparece de la superficie (merma), obteniéndose pares de valores que puedan ser llevados a una gráfica aritmética (curva de recesión) conjuntamente con la curva de avance. Dichos pares de valores de merma, pueden ser llevados a una función de la misma forma que los valores de avance. Se puede observar el tiempo de oportunidad de contacto en toda la longitud de surco o melga, (*Benites, 1998*).

$$L = aT_m^b \quad (12)$$

Donde:

- L : Longitud de avance en un tiempo determinado T_m (m).
- T_m : Tiempo de merma (min.).
- a : Coeficiente para $T_m = 1$ min.
- b : Exponente que varía entre 0 y 1.

2.21.-Infiltración

Entrada vertical (gravitacional) del agua en el perfil del suelo, (*Vásquez, 1992*).

Movimiento vertical del agua en la parte superficial del suelo el agua al entrar en contacto con la superficie del suelo sigue dos caminos, se desliza a través de la superficie (escurrimiento) y penetra cruzando la superficie hacia estratos inferiores (infiltración), (*Benites, 1998*).

El término infiltración es distinto al de percolación porque este último representa el movimiento del agua por efectos de gravedad dentro del perfil del suelo, (*Benites, 1998*).

La infiltración o entrada de agua en el suelo ocurre generalmente en la superficie del suelo y tiene dirección vertical hacia abajo, (*Gurovich, 1999*).

2.22.-Lamina de infiltración acumulada (D)

Puede ser definida como la velocidad de entrada vertical del agua en el perfil del suelo, cuando la superficie del terreno se cubre con una lámina delgada de agua, (*Vásquez, 1992*).

Una lámina de agua ingresa al suelo en una fracción diferencial en un tiempo determinado, a medida que el tiempo aumenta la lámina total de agua aumenta, después de un tiempo tiende a ser constante, obteniéndose pares de valores. A la cantidad de agua que ingresa a través del perfil del suelo, en un tiempo determinado, se le denomina infiltración acumulada. La lámina diferencial que ingresa en un tiempo determinado, produce una velocidad en ese instante, denominado velocidad instantánea, (*Benites, 1998*).

$$I_{acum} = AT^B \quad (13)$$

Dónde:

I_{acum} : Lamina infiltrada acumulada (L), cm.

T : Tiempo de infiltración.

A : Coeficiente para T = 1.

B : Exponente que varía entre 0 y 1.

CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.-Metodología

EL método utilizado para alcanzar los objetivos de la presente investigación, fue el método observación descriptivo.

3.2.-Caracterización del ámbito de estudio

3.2.1.-Ubicación

3.2.1.1.- Ubicación geográfica

Latitud Sur	:	16° 16´ 21”
Longitud Oeste	:	69° 28´ 15”
Altitud	:	3815 – 4000.00 m.s.n.m.

3.2.1.2.- Ubicación política

Departamento	:	Puno.
Provincia	:	Chucuito.
Distrito	:	Juli.
Localidad	:	Jaruni – Carimbico.
Micro cuenca hidrográfica	:	Rio Salado.

3.2.1.3.- Vías de comunicación y acceso

El ámbito del Proyecto, se comunica con la ciudad de Puno, que es el centro económico de la Región, por el acceso principal de la carretera que une las ciudades de Puno – Juli.

CUADRO 01- Vías de acceso al proyecto

Nro.	Tramo	Distancia	Tiempo de recorrido	Tipo de vía	Vía principal
1	Puno - Juli	85 .km	70 min	asfaltada	Puno - Desaguadero
2	Juli – Mazocruz	6.5km	15min	Trocha	Juli - Sorapa

FUENTE: Elaboración propia

3.2.2.- Clima y ecología.

3.2.2.1.- Precipitación pluvial.

La estación meteorológica que se tomó en cuenta es la de Juli, cuyo rango de análisis es de 1964 a 2004, cuyo promedio medio anual es de 50.5%, cuya fluctuación varía entre 17% (sep.) y 94% (Feb.).

Las precipitaciones se concentran entre los meses de diciembre a abril, por ser el altiplano de características especiales, las variaciones de la intensidad pluviométrica es muy variable, sucediendo épocas de inundaciones y sequías.

Las precipitaciones pluviales son frecuentes en los meses de noviembre a abril. De conformidad a la información la velocidad máxima del viento es de aproximadamente 45 Km/hora.

3.2.2.2.- Temperatura

El clima de la región corresponde a la zona puna del Perú, frígido y seco. La información fue tomada de la estación meteorología de Juli (Puno).

Se pueden distinguir dos estaciones anuales bien definidas el verano y el invierno.

La temperatura considerando la estación Juli la más representativa, la temperatura media mensual es de 9.2 °C, y la media mensual de las máximas diarias de 12.6 ° C, concerniente a las mínimas desciende a -2°C, en el periodo 1964 al 2004.

Debe señalarse la presencia de heladas todo el año, pero con mayor intensidad en los meses otoñales e invernales (mayo a agosto) y ocasionalmente en meses de primavera y verano.

El clima de la zona del proyecto es propio de la región altiplánica con épocas templadas y frías.

3.2.2.3.- Parámetro climático

Cuadro 02 - Resumen de los parámetros climáticos microcuenca del río Salado (1992)

PARÁMETROS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROM. ANUAL
T mín. °C	4.1	3.8	3.7	2.4	0.5	-1.1	-1.6	-0.5	1.3	2.2	3.2	4	1.8
T med. °C	8.6	8.6	8.4	7.4	5.5	4.2	3.9	5	6.5	8	8.9	8.9	7.03
T máx. °C	11.9	11.8	11.8	10.6	8.5	7	6.8	8.1	9.4	11.1	12.1	12.1	10.1
Precip. Mm	171.2	172.4	138.2	52.4	14.5	5	5.3	13.8	35.7	34.1	59.1	113.4	815.1
Hd. Relativa %	63.3	62.2	67.2	54.8	48.2	43.3	46.8	43.5	50.5	50.5	52.7	56	53.25
Evaporación mm	116.5	96.5	101.7	97.2	98.1	88.2	92.4	106.6	117.4	144.5	141.7	130	1330.8
Nubosidad	6.8	6.3	6.1	4.5	3.4	2.7	2.3	2.3	3.7	3.9	5.1	6.4	4.5
Velocidad Viento m/s	3.3	3.3	3	3	3	3	3	3.3	3.4	3.6	3.6	3.5	3.3

Fuente: Evaluación de salinidad de los suelos en la parte baja de la microcuenca del río Salado; Cerpa Y., 1992

3.2.3.- Fauna y flora

3.2.3.1.- fauna

Los animales típicos de la zona son:

Mamíferos: El zorro, zorrino, venado gris, la vizcacha, ratones excavadores, el cuy silvestre.

Aves: Perdiz, Gorrión, chihuanco, picaflores, águilas entre otras.

Reptiles: Lagartijas y la culebra que no es venenosa.

Insectos: Varias mariposas, arañas, entre otras.

Entre los animales domésticos se encuentran: Los Vacunos, Ovinos, Alpacas, Llamas, burros, caballos, Cuyes, gallinas, patos.

3.2.3.2.- flora

La Vegetación Natural en esta zona de vida característica de la región quechua, está constituida predominantemente de pastizales naturales de crecimiento temporal utilizando para ello las asociaciones forrajeras como “Chilliwa”, “Crespillo”, “Ichu”, “Grama”, “Paccu – Paccu”, “Iru Ichu”, “Grama Ichu”, “Tisña”, “Tola”, “colli”, entre otros. Todas estas plantas cubren el suelo en pequeñas partes y dan el carácter de región quechua.

La actividad agrícola se circunscribe a la estación templada en la que se cultiva tubérculos (papa, oca, olluco, izaño, entre otras.), cereales (cebada, avena).

3.2.4.- Recursos agua y suelo

3.2.4.1.- Recurso agua

El proyecto “ampliación y mejoramiento de canal de riego Jaruni Carimbico” se encuentra dentro de la microcuenca Salado, se captará las aguas de la represa Horocco canal principal Jaruni Carimbico, el cual ya cuenta con una Captación tipo Indio, esta captación está diseñada para derivar un caudal de 12 lt./s. Debido a la apreciable escasez fundamentalmente en épocas de estiaje, se requiere la conducción con la menor pérdida posible y el almacenamiento nocturno inevitable.

De acuerdo a la cedula de cultivo existente en la zona y la demanda de agua el mes más crítico es el mes de **diciembre** el cual presenta un módulo de riego de 0.92 lts./s./has. para satisfacer las 12 hectáreas que actualmente están siendo utilizadas.

El cuadro de la demanda de agua se observa cuadros adjuntos. Se recomienda que la aplicación a las parcelas deba ser a través de aspersores, ubicados en puntos estratégicos con tal de beneficiar a la mayor parte de socios de la comunidad.

3.2.4.2.-Recurso suelo

En la actualidad se vienen utilizando 5 hectáreas de tierras agrícolas bajo riego pero el proyecto inicial se

plantea ampliar el área de hectáreas funcionando bajo riego en una cantidad de 7 hectáreas es decir un total de 12 hectáreas con un buen abastecimiento de agua, debido a que en el lugar existen aproximadamente unas 30 hectáreas aptas para el riego.

3.2.5.-Características geológicas

La zona estudiada pertenece a la unidad geomórfica del Altiplano, caracterizado por una topografía llana entre cadenas de cerros a modo de una planicie mayormente integrados por materiales aluviales y coluviales.

3.2.6.-Características socioeconómicas

Los pobladores de la comunidad Jaruni Carimbico en su mayoría se dedican a la agricultura y ganadería, lo que constituyen en la única fuente de ingreso, cabe mencionar que su producción de agricultura es de auto consumo y sólo la ganadería genera un ingreso. También parte de la población tiene el oficio de albañiles, técnicos.

3.2.7.-Población

De acuerdo con los datos de la encuesta realizada, la comunidad beneficia en mención a 42 familias. Que representa una población con 3 a 5 miembros por familia, considerados como potenciales del sistema en mención. La población está conformada de:

40 % de varones.

60 % de mujeres.

Así mismo cabe indicar la migración de los jóvenes hacia las localidades de Juli, Puno y otros a fin de buscar trabajo temporal.

3.2.7.1.-Actividad principal de la población y nivel de vida

El sector de Jaruni Carimbico es directamente beneficiada con el proyecto, actualmente cuenta con una población aproximada de 195 habitantes, cuya composición familiar está dada en promedio de 5 integrantes.

Las actividades principales que realizan son la ganadería y la agricultura, que se ven limitadas por factores climáticos. Considerando que los ingresos económicos son muy bajos, se presentan altos niveles de desnutrición y mortalidad infantil, ya que su alimentación, se reduce a productos obtenidos en el campo y que últimamente han sido escasos debido factores climáticos.

Ante la carencia de recursos, podemos decir, que se trata de una población rural con características de pobres, con limitados servicios asistenciales.

3.2.7.2.- Población económicamente activa (PEA)

La población económicamente activa (PEA), de la Zona de proyecto, está constituido por todas las personas que

efectivamente realizan actividades económicas los cuales son considerados así como los empleados que realmente tienen empleo u ocupación, y dentro de este aspecto también están considerados las personas que buscan empleo (desocupados).

Ambos grupos constituye el 81.21% de la población de la zona de proyecto.

En el siguiente cuadro, se muestra las distribuciones de la población económicamente activa (PEA) por comités en la que del total de la población de 195 habitantes, el 98.00 % corresponde a mano ocupada a actividades de la agricultura, el 2.00 % constituido otras actividades integrado por habitantes que migran de su lugar de origen hacia las ciudades más próximas ya sea por razones de estudios, o trabajo.

Cuadro 03 - Población económicamente activa Jaruni Carimbico -2010

OCUPADA (hab.)	%	DESOCUPADA (hab.)	%	MIGRATORIA (hab.)	%
165	88	10	4	20	8

Fuente: PRONAMACHCS (2010)

3.2.8.-Infraestructura de servicios básicos de la población

3.2.8.1.- Educación

La educación en el sector de Jaruni Carimbico no consta de un centro educativo a nivel primaria en el sector de Caspa al cual asisten todos los menores en edad escolar del lugar, en cuanto a centros educativos los alumnos se

trasladan a la localidad de Juli donde existen los centros de educación primaria y secundaria.

En la zona de proyecto cabe resaltar que no existe un centro superior de estudios ya sea instituto u otro, el cual obliga a migrar de la zona de estudio a ciudades más próximas de la región, con la intención de incrementar y mejorar su calidad de educación hacia futuro.

3.2.8.2.- Salud

Este servicio está presente en el la localidad de Juli la más cercana, existe postas y centros de salud, brindando asistencia a todos los beneficiarios de la zona, ya sea en casos de emergencia los pobladores acuden al centro de salud más cercano como es Caspa en donde hay solamente enfermeras y técnicos sanitarios.

3.2.8.3.- Saneamiento básico

Las familias de la zona de proyecto, cuentan con servicios como el agua potable escaso para el autoconsumo sólo se abastecen de pozos artesanales y otros de las aguas que escurre por los canales, sin tratamiento alguno.

En lo referente al desagüe no cuenta con este servicio, pero la mayoría de pobladores cuentan con una letrina construida de hace tiempo atrás tipo artesanal, por otro lado los pobladores de la comunidad de Jaruni Carimbico,

votan todos sus desperdicios al campo libre, además no existe ningún tipo de fosas en el cual puedan arrojar todos los desperdicios como, basura, agua sucias, aguas con detergente y otros.

3.2.8.4.- Vivienda

Según la información recopilada se verificó que la mayoría de las viviendas son propiedades de los mismos beneficiarios. Las viviendas están constituidas con paredes de piedra asentada en barro, adobes, con techos de lchu y en menor escala de calamina; sus pisos son de tierra apisonada y en parte de cemento.

La localidad cuenta con energía eléctrica.

El camino de acceso presenta regulares condiciones de mantenimiento.

3.2.9.-Características agroeconómicas

La actividad agrícola se desarrolla con un nivel tecnológico bajo, a pesar de que desarrollan las labores culturales de forma limitada, no hacen uso de maquinaria, fertilizantes, pesticidas por su elevado costo de los mismos.

3.2.9.1.- Área agrícola potencial (total) y área aprovechada

El Área total	:	30.00 Has.
El Área con potencial Agrícola	:	07.00
El Área con actividad agrícola	:	05.00

3.2.9.2.- Estructura y forma de tenencia de la tierra

En la Comunidad campesina, la potencialidad de tierras coadyuva para desarrollar las diversas actividades, en la que observamos, que la zona de estudio, que tienen una extensión total de 30 has, de los cuales unas 12 has están bajo riego que representa aquellos terrenos que actualmente se encuentran bajo riego. En tanto que 18 has conforman aquellos terrenos que se encuentran en seco. Pues, evidencia de la necesidad urgente de la dotación del recurso agua es altamente demandado por los pobladores, de la comunidad Jaruni Carimbico.

Las razones, de aquellas familias que a la fecha no cuentan con riego se deben a diversos motivos como son:

- Poca disponibilidad de recursos hídricos.
- Problemas topográficos.
- Falta de canales.
- La tenencia de tierras, en casi el 100.00% son del tipo parcela, con propiedades individuales.

3.2.9.3.- Cultivos principales

CUADRO 04 - Principales cultivos Jaruni Carimbico - 2010

Cultivo	Fecha Siembra	Cosecha	Periodo
Papa dulce	Set., Oct.	Abr, May.	180
Papa amarga	Oct.	May.	180
Habas	Set., Oct.	Abr., may.	180
Cebada Grano	Nov.	Abr.	180
Quinua	Nov.	Abr.	180
Avena forraje	Nov.	Abr.	180
Cebada forraje	Nov.	Abr.	180

Fuente: PRONAMACHCS (2010)

3.2.9.4.- Actividad pecuaria

La actividad pecuaria, en la zona del proyecto se desarrolla de manera extensiva, con ganado ovino en 25%, ganado vacuno para la producción de leche y carne en un 70%, y animales menores en un 5%, la crianza de ganado se desarrolla en la zona y también en el traslado de ganado por periodos para sus pastoreos.

3.2.10.- Asistencia técnica y crediticia

La asistencia técnica la realiza el Ministerio de Agricultura, designando Técnicos y Profesionales con el asesoramiento en la implementación de cultivos y crianza de ganados y técnicas para mejorar la producción.

Las unidades familiares, no cuentan con recursos financieros para realizar obras de infraestructura, razón por la cual solicitan al PRONAMACHCS y otras Instituciones la financiación para ejecutar obras y satisfacer sus necesidades primarias.

No existe el crédito agropecuario.

3.2.11.- Comercialización de productos agropecuarios

El sistema de comercialización existente es directa del productor hacia los consumidores directos o intermediarios, que muchas veces acuden a las viviendas en la comunidad o venta de productos por parte de los productores en las plazas de la ciudad de Juli, y otros en la feria del Altiplano Puno.

No existen centros de acopio, y la comercialización se realiza en ferias dominicales en el distrito de Juli entre otros.

El canal de comercialización predominante, es la venta de sus productos por parte de los productores directamente a los beneficiarios ya sea PRONAA en lo que es la quinua o mercado del altiplano, muy rara vez lo efectúan a intermediarios.

Los mercados más importantes son la ciudad de Puno, donde los días lunes y miércoles de cada semana se realizan la feria, más importante de la provincia de Chucuito. De igual forma el mercado en segunda importancia es el de Puno.

Algunos productores cumplen la función de acopiadores y llevan los productos pecuarios carne y queso a los mercados de Puno y otras ciudades de la región y el país.

3.2.12.- Actividad forestal y conservación de suelos

En esta zona alto-andina permite cultivar una diversidad de especies forestales nativas que cumple una importante función en la conservación de suelos, especialmente contrarrestando el efecto erosivo del agua de la lluvia en las partes más altas de la microcuenca hidrográfica, entre las especies recomendables tenemos el kolle y la queñua.

3.2.13.-Inventario de infraestructura hidráulica existente

En la actualidad en la comunidad de Jaruni Carimbico y sector de Jaruni Carimbico existe una captación tipo Indio. En la descarga de la minirepresa de Horocco el cual se encarga de derivar un caudal de 12 lts/s. y un canal de concreto de sección trapezoidal con de una longitud de 1750 m. Este canal cuenta con sus respectivas obras de arte, pero que en su recorrido no alcanza a beneficiar a toda el área potencial de riego existente. También cuenta con alguna toma lateral. Las que no están siendo utilizadas.

3.2.14.- Organización de los usuarios del agua

Los usuarios están organizados en una comisión de regantes JARUNI CARIMBICO, perteneciendo a la Junta de Usuarios de Distritos de Riego reconocido por la Administración Técnica de Riego Puno -llave.

Estando en sus tarifas de agua, lo cual es un indicativo de la responsabilidad y conciencia del recurso agua para sus intereses agrícolas.

El tipo de organización para la realización de las labores de operación y mantenimiento depende principalmente de las legislaciones vigentes de la autoridad de aguas a nivel de los usuarios, y de las características del sistema de riego.

Particularmente la comisión de regantes del sistema de riego cumple un rol importante en los diversos aspectos de administrativos de operación y mantenimiento. Quienes están reconocidos por la Administración Técnica del Distrito de Riego.

Una buena administración de la operación y del mantenimiento del sistema de riego y drenaje asegura que se cumplan con las metas establecidas por el proyecto, así con los planes y la ejecución de los mismos, garantizando no sólo la conservación de los sistemas, sino también el éxito en la campaña agrícola y la optimización de los costos operativos del sistema de riego y drenaje.

3.3.- Eficiencia de riego

La eficiencia de un método de evaluación riego tiene mucho que ver con las pérdidas de agua. Si la pérdida es mucha hay que utilizar una mayor cantidad de agua para obtener el mismo resultado. Esto hace que se desperdicie agua. Hay métodos de riego más eficientes que otros por la forma en que conducen, distribuyen y aplican el agua.

La eficiencia en los métodos de riego se mide en porcentajes. Más alto es el porcentaje, mayor es la eficiencia y desempeño de riego.

3.3.1.- Eficiencia de conducción

Pérdidas de transporte. Son las habidas en las conducciones, desde el punto de suministro hasta la parcela de riego. Aquí se incluyen desde las fugas en tuberías y canales hasta la evaporación en el caso de las conducciones abiertas. Para poder estimar se utiliza la siguiente relación:

$$Ec = \frac{Qe}{Qc} * 100 \quad (14)$$

Dónde:

Qe= Cantidad de agua que se aplica en la parcela.

Qc= Cantidad de agua que entra en los canales.

Aparentemente la aplicación da la relación es sencilla, el detalles está en la cuantificación de agua en los medio que se conduce para el riego. Para poder cuantificarlo se ha realizado aforos.

3.3.2.- Eficiencia de distribución

Para poder estimar la eficiencia de distribución es aplicación de la siguiente relación:

$$Ed = \frac{Qp}{Qe} * 100 \quad (15)$$

Dónde:

Qp = Caudal de entrada de agua al predio (l/s).

Qc = Caudal de la entrada al área de riago (l/s).

De forma similar al anterior se determina con cuantificación de agua mediante aforos.

3.3.3.- Eficiencia de aplicación:

La eficiencia de aplicación del agua de riego en parcelas es la relación entre las **necesidades de agua del cultivo** y lo que el agricultor aplicada **en parcela**. De la lámina aplicada, el cultivo puede aprovechar como mucho la lámina equivalente al agua útil, representa la capacidad de almacenamiento del suelo. Por lo tanto

la eficiencia de aplicación se calcula como el cociente entre la lámina requerida y la lámina aplicada.

3.3.3.1.- Infiltración del agua en el suelo

La infiltración instantánea definida como velocidad de penetración del agua en el suelo *insaturado*, desde la superficie del suelo es un parámetro muy importante vinculado al riego. Se utiliza tanto para el diseño como para la evaluación y comparación de los métodos de riego. Los parámetros de la velocidad de infiltración están vinculados a la textura y estructura del suelo y permiten caracterizarlo. El fenómeno ha sido descrito por varios autores (Israelsen y Hansen, 1965 Rosher, 1985) y existen diversos modelos que permiten representarlo, no obstante el modelo más difundido y fácil de implementar, a pesar de sus limitaciones, es la del infiltro metro de doble anillo que permiten aproximar el valor de infiltración básica del suelo.

Para poder expresar la infiltración como una función del tiempo como:

$$I = a * t^b \quad (16)$$

Dónde:

I =Velocidad de infiltración (mm/minutos y/o mm/hora).

T =Tiempo en minutos.

A = Coeficiente que representa la velocidad de infiltración a $t=1 \text{ mm} * \text{mm}^{-(1+b)}$

B = es un exponente sin dimensiones, siempre con valores entre 0 a -1.

Al integrar la ecuación anterior entre los límites cuando $t=0$ y t se obtiene la infiltración acumulada.

$$I_{acum} = \int a * t^b = \frac{a}{b+1} * t^{b+1} = A * t^B \quad (17)$$

Donde

I_{acum} = Infiltración acumulada en un tiempo t (mm)

donde $0 < B < 1$.

El exponente b depende del tipo de suelo (textura y estructura) y del tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo, b no es constante, se incrementa con el tiempo ya que el gradiente de la fuerza matriz presente en el suelo disminuye con el tiempo mientras que el gradiente de la fuerza gravitatoria sobre el agua del suelo permanece constante. Sin embargo, se puede asumir constante para valores de $25 \text{ mm} < I_{acum} < 125 \text{ mm}$.

3.3.3.2.-Balance hídrico de suelos

Las necesidades hídricas, se van a estimar a través del concepto de evapotranspiración, el cual no deja ser una medida subjetiva de las necesidades del cultivo. Estas se estiman mediante un balance hídrico.

Déficit de humedad es la humedad en mm que falta, para que la humedad del suelo, alcance la capacidad de campo.

$$N_c = ET_c - P \quad (18)$$

Dónde:

ET_c = Evapotranspiración de cultivo.

P = Precipitación.

Así mismo se considera la capacidad de almacenamiento hídrico del suelo ya que el exceso de la lámina aplicada de un determinado riego respecto a dicha capacidad será considerada como perdida. La capacidad de almacenamiento del suelo se va a valorar mediante la denominada agua útil (A_u) que es igual a:

$$A_u = IHD * Z * Nap \quad (19)$$

Dónde:

A_u = Agua útil.

IHD = Intervalo de humedad disponible, el cual se estima como diferencia entre el valor de humedad del suelo cuando esta se encuentra en capacidad de campo (CC) y el punto de marchites permanente (PMP).

Z = Profundidad radicular efectiva, es decir, aquella hasta la cual la planta puede extraer agua del suelo de forma significativa.

NAP = Nivel de agotamiento permisible, que es un coeficiente minorador sobre IHD , puesto que la evapotranspiración del cultivo y por tanto, su capacidad de crecimiento, se resisten antes que

el grado de humedad del suelo haya alcanzado el nivel de PMP, se establece este porcentaje sobre agua útil (AU) en el que se entiende que es el contenido mínimo de agua en el suelo que asegura que el rendimiento no se verá afectado.

3.3.3.3.- Lamina aplicada bruta:

$$La = \frac{Qa * Tap}{L * Ws} \quad (20)$$

Donde:

- Qa : Caudal de aplicación.
- Tap : Tiempo de aplicación.
- L : Longitud de parcela.
- Ws : Espaciamiento entre surcos.

3.3.3.4.- Eficiencia de aplicación

$$Ea = \frac{\text{Lamina infiltrada y amacendada}}{\text{Lamina aplicada bruta}} * 100 \quad (21)$$

3.4.- Disponibilidad y calidad de agua de riego

La disponibilidad y calidad de agua es un tema importante desde un punto de vista económico, ecológico y político, ya que de la disponibilidad y calidad de agua depende el uso en la actividad agrícola.

La disponibilidad y calidad de agua para riego juega un papel importante sobre el manejo de láminas, frecuencia de riego y tratamiento a dársele para optimizar su uso en sistema de riego presurizado.

Las fuentes de agua superficial son los principales recursos naturales para el consumo poblacional, agrícola y pecuario de la micro cuenca río salado,

así también sirven para mantener las especies silvestres de flora y fauna existentes.

3.4.1.- Inventario de fuentes de agua superficial

El inventario de fuentes de agua superficial en el ámbito de la cuenca hidrográfica, consiste en la identificación y ubicación de las fuentes hídricas existentes y descripción de sus principales características físicas.

Constituye una actividad básica de conocimiento de las características físicas, su distribución espacial y estado de uso actual de estas fuentes. Asimismo también, es imprescindible como fuente de información para la planificación de su óptimo uso y adecuada descripción del funcionamiento hidrológico de la cuenca.

3.4.2.-Calidad de agua de riego

El tipo de agua que se utilice como agua de riego tiene dos efectos importantes, a corto plazo influye en la producción calidad y tipo de cultivo y a largo plazo ciertas aguas pueden perjudicar el suelo hasta hacerlo totalmente inservible para la agricultura. Sea cual sea el origen del agua debe de cumplir la calidad que se exige a una agua de riego natural y únicamente en ciertas situaciones o para ciertas producciones pueden variarse los márgenes establecidos, siempre que no afecte las propiedades del suelo.

Para la evaluación de la calidad de un agua de riego se han desarrollado índices empíricos que suponen una guía práctica y de uso generalizado. Esta evaluación no requiere el grado de precisión

analítica propio de un estudio de investigación, se trata de obtener una indicación de los posibles problemas a tener en cuenta en la toma de decisiones.

3.4.2.1.-Parámetros de calidad de agua

El conjunto de parámetros a considerar en la evaluación de la calidad del agua de riego han de contemplar el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que definen su adecuación. Habitualmente las determinaciones que se realizan al agua de riego son:

CUADRO 05 - Parámetros de calidad de agua para riego

Parámetro	símbolo	Unidad	intervalo usual
Salinidad			
Contenido en sales			
Conductividad eléctrica	CEa a 25 °C	μS/cm	0-3000
	CEa a 25 °C	dS/cm	0-3
Materia disuelta total	MDT	mg/ l	0-2000
Cationes y aniones			
Calcio	Ca ²⁺	mg/l	0-400
Magnesio	Mg ²⁺	mg/l	0-60
Sodio	Na ⁺	mg/l	0-900
Carbonatos	CO ₂ -3	mg/l	0-3
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	0-1100
Sulfatos	SO ₂ -4	mg/l	0-1000
Diversos			
Boro	B	mg/l	0-2
pH	pH	-	6.5-8.5
SAR	SAR	-	0-15

Fuente: Mujeriego, R. 1990

3.5.- Diseño de riego por aspersión

El riego por aspersión es un método presurizado de aplicación del agua, en donde el chorro es pulverizado, cayendo el agua al suelo en forma de pequeñas gotas, simulando una lluvia. Las principales características operativas de este método son:

3.5.1.-Características de riego por aspersión

- a) La velocidad de aplicación del agua debe ser menor que la velocidad de infiltración básica.
- b) En los laterales, las pérdidas de carga deben ser inferiores al 20%.
- c) En la línea principal, la pérdida de carga debe ser inferior al 15%.
- d) Los laterales debieran colocarse en forma perpendicular a la dirección del viento.
- e) Los laterales debieran ir en el sentido de la pendiente para ahorrar energía.

La decisión de usar este método implicará una serie de ventajas y desventajas, respecto de otros métodos de riego, estas pueden resumirse en las siguientes:

3.5.2.- Ventajas de riego por aspersión

- a) Se adapta a todo tipo de superficies y topografías.
- b) Es posible regular la tasa de aplicación de agua en el suelo.
- c) El sistema es de fácil operación.
- d) Tiene una alta eficiencia de riego.
- e) Es posible aplicar agroquímicos por la línea de riego.
- f) Se puede regular fácilmente el caudal aplicado.
- g) El sistema puede ser automatizado.

3.5.3.- Desventajas de riego por aspersión

- a) El sistema requiere estar presurizado para funcionar, lo cual implica el consumo de energía.
- b) El costo de tubería y accesorios.
- c) Las zonas con vientos fuertes disminuyen la eficiencia del riego.
- d) Se reduce la eficiencia de riego en los extremos de los terrenos, esto se agrava en terrenos muy irregulares.
- e) Se incrementan los riesgos fitosanitarios.
- f) Si el agua es de mala calidad, al quedar ésta sobre el follaje o tallos y evaporarse, deja en la superficie de la planta sales u otras sustancias que pueden ser tóxicas, tanto para la planta o para los animales, en caso de que el cultivo sea un forraje como la alfalfa.
- g) Cuando la textura del suelo es predominantemente arcillosa o limosa, puede haber problemas por sellamiento superficial del suelo, disminuyendo la infiltración del agua.

3.5.4.-Cálculos básicos de riego por aspersión

3.5.4.1.-Lámina de riego a reponer (Lr)

Esta corresponde a la lámina de agua que se debe reponer en cada riego:

$$Lr = (cc - pmp) * Pr * f \quad (22)$$

Lr : Lámina de riego que se debe aplicar en cada riego (cm).

cc : Contenido volumétrico de humedad a capacidad de campo (cm^3/cm^3).

pmp : Contenido volumétrico de humedad a punto de marchitamiento permanente (cm^3/cm^3).

Pr : La profundidad de raíces (cm).

f : Factor de abatimiento fracción decimal, depende del cultivo.

3.5.4.2.- Dosis total de riego (D_p)

$$D_p = \frac{\sum E_t * 10}{E} \quad (23)$$

D_p : Cantidad de agua que se requiere reponer durante el desarrollo del cultivo ($\text{m}^3/\text{ha.}$).

ΣE_t : Evapotranspiración de todo el período de desarrollo del cultivo (mm).

E : Eficiencia de riego (adimensional).

3.5.4.3.- Intervalo crítico de riego (I_{rc})

Este corresponde a la frecuencia de riego durante el período de mayor demanda de agua. El diseño de riego debe estar en función de esta frecuencia. Durante los meses cuando sea menor la evapotranspiración la frecuencia entre un riego y otro se puede alargar. El cálculo se hace a partir de la siguiente expresión:

$$Irc = \frac{Lr}{Et_{\max}} \quad (24)$$

Irc : Intervalo crítico de riego (días).

Lr : Lámina de riego a reponer (cm).

Et_{max} : Evapotranspiración del mes más crítico
(mes con mayor Et) (cm).

3.5.4.4.- Tiempo de riego (Tr)

$$Tr = \frac{Lr}{Va * E} \quad (25)$$

Tr : Tiempo de riego sin cambio de posición de laterales
(horas).

Lr : Lámina de riego a reponer (cm).

E : Eficiencia de riego (adim).

Va : Velocidad de aplicación (cm/h).

$$Tr = Tr + tc \quad (26)$$

Tr : Tiempo de riego con cambio de posición de laterales
(horas).

tc : Tiempo de demora para cambiar un equipo de un sector
a otro. Esto sólo es válido si se trata de equipos
portátiles.

3.5.4.5.-Superficie de riego diaria (Srd)

Es la superficie más grande que podrá regarse de acuerdo
con el diseño y condiciones del sector y del cultivo.

$$Srd = \frac{Sup * 7 * Tr1}{Irc * js * jd} \quad (27)$$

Srd : Área o superficie de riego diaria (m²).

Sup : Superficie del terreno (m²).

Tr1 : Tiempo de riego para sistemas portátiles (horas).

Irc : Intervalo de riego crítico (días).

js :Corresponde a los días de la semana que se trabajan (número).

jd :Corresponde a las horas diarias que se trabaja (número).

3.5.4.6.-Número de laterales

Es el número de laterales que se requieren para regar la superficie de riego diaria (Am).

$$N = \frac{Srd}{L * Sl} \quad (28)$$

N : Número de laterales requeridos.

Srd : Superficie diaria de riego (m²).

L : Longitud de los laterales (m).

Sl : Separación entre laterales (m).

3.5.4.7.- Número de aspersores

$$n = \frac{L}{Se} + 1 \quad (29)$$

n : Número de aspersores.

L : Longitud del lateral (m).

Se : Separación entre aspersores (m).

3.5.4.8.- Caudal requerido

Se refiere a la cantidad de agua necesaria por unidad de riego.

$$Ql = Qe * N * n \quad (30)$$

Ql : Caudal requerido por unidad de riego (lps).

Qe : Caudal de cada emisor o aspersor (lps).

N : Número de laterales en operación.

n : Número de aspersores por lateral.

$$Qs = Ql * Tr * 3.6 \quad (31)$$

Qs : Caudal necesario por jornada (diario)
de riego (lps).

Ql : Caudal diario requerido (lps).

Tr : Tiempo de riego (horas).

3.5.4.9.- Pérdida de carga (pérdidas por fricción)

Se utiliza Hazem-Williams:

$$hf = \frac{3157 * Q^{1.852} * L}{C^{1.852} * D^{4.869}} \quad (32)$$

Hf : Pérdidas de carga (m).

Q : Caudal que circulará por la tubería (lph).

L : Longitud de la tubería (m).

C : Constante ($C=150$ para tubería de PVC).

D : Diámetro interno de la tubería (mm).

3.5.4.10.- Pérdida de carga (pérdidas por fricción)

Cuando una tubería tiene muchas salidas, la pérdida de carga variará en la misma, ya que se produce una disminución en el caudal. Mediante el coeficiente de Christiansen (F) se corrige la pérdida de carga considerando la n salidas que tenga:

$$F = \frac{0.351+1}{(2*n)} + \frac{0.154}{n^2} \quad (33)$$

F : Factor de Christiansen.

n : Número de salidas que tiene la tubería, en el caso de tubería lateral será el número de aspersores.

Pérdida de carga efectiva (hf_e).

$$hf_e = hf * F \quad (34)$$

3.5.4.11.- Requerimientos de potencia en la bomba

La potencia requerida por la bomba se calcula con la ecuación:

$$HP_B = \frac{Q_s * H_T}{76 * E_B} \quad (35)$$

HP_B : Potencia requerida por la bomba (caballos de fuerza, HP).

Q_s : Caudal del sistema o en la subunidad de riego (lps).

HT : Carga total del sistema (m).

EB : Eficiencia de la bomba (0.80-0.85).

3.5.4.12.-Requerimientos de potencia en el motor

$$HP_m = \frac{Q_s * H_T}{76 * E_B * E_m} = \frac{HP_B}{E_m} \quad (36)$$

E_m : Eficiencia del motor (0.90 – 0.95).

3.5.4.13.- Para convertir de HP a Kwatt/hora

$$KWatt / hora = HP * 0.746 \quad (37)$$

3.5.4.14.- Uniformidad de funcionamiento de aspersores

Al diseñarse un sistema de riego por aspersión, un buen funcionamiento del mismo requiere de 2 condiciones: 1) que los aspersores estén operando dentro de los rangos de presión y gasto definidos por el fabricante, y 2) que exista entre ellos un traslape apropiado entre sus radios de mojado.

3.5.4.15.- Coeficiente de uniformidad

Si no existe un buen traslape se producirá un mojado disperejo del terreno, con lo cual disminuirá la eficiencia del riego. Una metodología usada para determinar la eficiencia del método de riego es a través del llamado Coeficiente de Uniformidad (CU) o Coeficiente de Christiansen. Este coeficiente se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$CU = 100 \left[1 - \left[\frac{\sum ABS(X - X_{prom})}{X_{prom} * n} \right] \right]$$

(38)

Abs() : Valor absoluto de lo contenido en el paréntesis.

X : Lámina de agua medida.

X_{prom} : Lámina promedio del agua.

n : Número de observaciones realizadas.

En el terreno las mediciones se tienen que disponer con un conjunto de recipientes dispuestos en cuadrado en el terreno y con una separación (máxima) de 1 metro entre ellos.

Se considera que la CU es apropiada si es que alcanza valores iguales o mayores al 85%.

3.5.4.16.- Coeficiente de Hart.

En forma práctica, el coeficiente de Hart (CH) corresponde al coeficiente de variación y que relaciona la desviación estándar con el promedio poblacional. Mientras mayor sea el CH, menos uniforme será el riego que se esté aplicando. Este coeficiente se calcula mediante:

$$CH = 100 * \frac{S}{X_{prom}} \quad (39)$$

S : Desviación estándar.

El CH no debe sobrepasar los valores del 20-25%. Si el CH supera el límite superior, entonces implicaría que existe una alta desuniformidad entre los aspersores dispuestos en el terreno.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Determinación de eficiencias de riego

4.1.1.- Eficiencia de conducción

Se ha realizado aforos en la captación de la presa y a 1+520 del canal principal El agua que de capta en la bocatoma del reservorio es de 2.47 l/s y es entregado al canal principal al inicio del riego, y el agua que fluye en el 1+520 es de 1.82 l/s promedio. Desarrollando la relación se tiene:

CUADRO 06 - Aforo en canal de conducción Jaruni Carimbico 2013

Canal	Lectura aforo (volumétrico) (l/s.)			
	1	2	3	promedio
Bocatoma	2.48	2.5	2.42	2.47
Conducción	1.86	1.8	1.8	1.82

FUENTE: Elaboración propia

$$E_c = \frac{1.82}{2.47} * 100 = 73.18\%$$

4.1.2.- Eficiencia de distribución

Se ha determinado realizando aforos desde la entrada de agua del canal principal a los laterales 1 donde se tiene un promedio de 1.92 l/s., hasta la cabecera de la parcela de riego de 1.2 l/s. Promedio. Desarrollado la expresión (15) se tiene:

CUADRO 07 - Aforo en canal de conducción Jaruni Carimbico 2013

Canal	Lectura aforo (volumétrico) (l/s.)			
	1	2	3	Promedio
Distribución	1.92	1.9	1.94	1.92
Distribución	1.2	1.25	1.14	1.20

FUENTE: Elaboración propia

$$Ed = \frac{1.2}{1.92} * 100 = 76.92\%$$

Lo que se puede verificar que las pérdidas son por infiltración en el canal de distribución.

4.1.3.- Eficiencia de aplicación

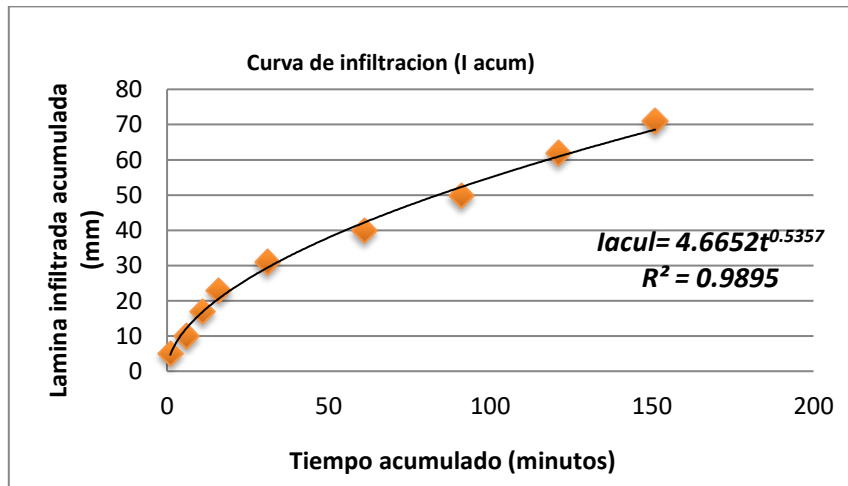
4.1.3.1.- Determinación de la infiltración del agua en el suelo.

CUADRO 08 - Prueba de infiltración Jaruni Carimbico 2013

Nro.	Tiempo (min.)		Lamina (mm)	
	Parcial	Acumulado(x)	Parcial	Acumulado (f(x))
1	1	1	5	5
2	5	6	5	10
3	5	11	7	17
4	5	16	6	23
5	15	31	8	31
6	30	61	9	40
7	30	91	10	50
8	30	121	12	62
9	30	151	9	71

FUENTE: Elaboración propia.

GRAFICO 01 - Curva de infiltración Jaruni Carimbico 2013



FUENTE: Elaboración propia.

$$I_{acum}(mm/min) = 4.6652 * t^{0.5357} \dots\dots\dots (I)$$

Derivando la expresión ecuación Nro (I) se obtiene:

$$I_{acum}(mm/min) = 4.6652 * 0.5357 * t^{0.5357-1}$$

$$I_{acum}(mm/min) = 2.49914764 * t^{-0.46430}$$

Determinamos la infiltración para una hora (60mint.)

$$I_b = 2.49914764 * 60 * (-600 * -0.46430)^{-0.46430} = 10.98 \text{ mm/h.}$$

4.1.3.2.-Determinación de déficit de humedad mediante balance hídrico de suelos

CUADRO 09 - Balance hídrico de suelos Jaruni Carimbico - 2013

DESC.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
P (mm)	174.45	159.92	142.84	50.55	11.85	6.31	4.68	15.26	29.95	42.10	61.89	104.78	804.58
Ret (mm)	20.93	19.19	17.14	6.07	5.00	5.00	4.68	5.00	5.00	5.05	7.43	12.57	113.07
Pi. (mm)	130.49	119.62	106.84	37.81	5.82	1.11	-	8.72	21.21	31.49	46.30	78.37	587.78
ESC (mm)	23.03	21.11	18.85	6.67	1.03	0.20	-	1.54	3.74	5.56	8.17	13.83	103.73
ETP (mm)	113.02	99.36	106.44	97.62	91.78	82.75	85.21	91.02	95.15	106.55	108.74	115.04	1,192.70
HiS (mm)	88.50	122.64	122.64	155.40	122.64	82.57	69.91	65.77	66.50	68.59	67.38	67.65	1,100.20
C1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.10	0.18	0.40	0.61	0.85	1.00	8.47
C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HD (mm)	154.75	178.02	165.24	128.97	64.22	19.44	5.67	10.26	23.47	35.84	49.44	81.78	917.10
ETR (mm)	56.51	49.68	53.22	48.81	45.89	13.77	4.13	7.99	19.12	32.70	46.03	57.52	435.38
HSf (mm)	122.64	122.64	122.64	122.64	82.57	69.91	65.77	66.50	68.59	67.38	67.65	88.50	1,067.44
DCC (mm)	-	-	-	-	40.07	52.73	56.87	56.14	54.05	55.26	54.99	34.14	404.24
Rp (mm)	39.84	69.94	53.62	21.77	0.00	0.00	-	-	-	0.00	-	-	185.16
NR (mm)	56.51	49.68	53.22	48.81	85.96	121.71	137.95	139.17	130.07	129.11	117.70	91.66	1,161.56

Fuente: Elaboración propia

El déficit promedio de agua es de 50.53mm

4.1.3.3.- Lamina bruta aplicada

$$L_a = \frac{Q_u * t_{apl}}{L * w_u} \dots\dots\dots(20)$$

$$L_a = \frac{1.2 * 40 * 60}{60 * 0.3} = 160mm$$

4.1.3.4.- Determinación de eficiencia de aplicación

$$Ea = \frac{\text{Lamina infiltrada y amacendada}}{\text{Lamina aplicada bruta}} * 100 \dots\dots\dots (21)$$

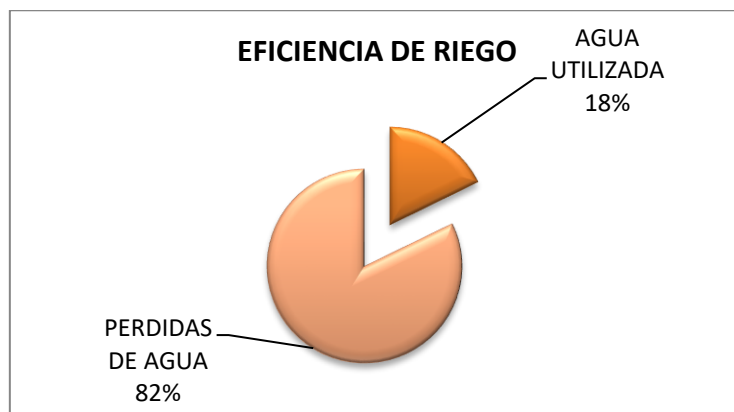
$$Ea = \frac{50.53}{160} * 100 = 31.58\%$$

4.1.4.- Determinación eficiencia de riego

$$Er = Ec * Ed * Ea * 100 \dots\dots\dots (2)$$

$$Er = 0.7318 * 0.7692 * 0.3158 * 100 = 18 \%$$

GRAFICO 02 - Eficiencia de riego Jaruni Carimbico 2013



FUENTE: Elaboración propia

4.2.- Disponibilidad y calidad de agua de riego.

4.2.1.- Disponibilidad de agua de riego.

Para la caracterización del recurso hídrico disponible en el sistema de riego Jaruni Carimbico, se recopiló la información inventariada de las fuentes de agua que aportan significativamente a la represa Horocco.

Las fuentes de agua manantiales permanentes debidamente ubicados en la en el plano, considerando que estas fuentes son las más representativas para ser utilizadas en el riego, consumo

humano, ganadería tal como en la actualidad aportan al represa del sistema de riego Jaruni Carimbico.

En los cuadros siguientes se muestra los resultados de las fuentes de agua:

Cuadro 10 - Inventarios de recursos hídricos Jaruni Carimbico - 2013

NOMBRE DE LA FUENTE	CÓDIGO	CAUDAL l/seg	UBICACIÓN (UTM/WGS '84)			OBSERVACIÓN
			COORDENADAS		ALTITUD MSNM	USO ACTUAL
			ESTE (X)	NORTE (Y)		
CON USO Y CON PROYECTO		0.69				
SAMAÑA PHUJO 1	JC-01	0.69	444553	8201480	4054	consumo humano
CON USO Y SIN PROYECTO		0.89				
MOJSUMA CCUCHO 1	JC-02	0.42	445168	8201811	3977	riego
MOJSUMA CCUCHO 2	JC-03	0.26	445146	8101816	3972	riego y bebedero
SAMAÑA PHUJO 2	JC-04	0.20	444506	8201439	4058	bebedero
TOTAL		1.59				

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 11 - Inventario de recursos hídricos (uso actual y uso potencial) Jaruni Carimnico - 2010

NOMBRE DE LA FUENTE	CODIGO	CAUDAL l/seg	USO ACTUAL						USO POTENCIAL						DESTINO DE LA INFRAESTRUCTURA					
			"A"		"B"		"C"		"D"		"E"		"A"			"B" (CABEZAS)		"C"		"D"
			HAB.	FAM.	CAB.	FAM.	HAS.	FAM.	HAB.	FAM.	PECES	HAB.	FAM.	VACUINO		OVINO	HAS.	HAS.		
CON USO Y CON PROYECTO			0.696																	
SAMAÑA PHUJO 1	JC-01	0.696	140	28																CONSUMO HUMANO
CON USO Y SIN PROYECTO			0.897																	
MOJUMA CCUCHO 1	JC-02	0.425			16	3	1													RIEGO
MOJUMA CCUCHO 2	JC-03	0.268			19	4	1													RIEGO Y BEBEDERO
SAMAÑA PHUJO 2	JC-04	0.204																		BEBEDERO
SIN USO		0.000																		
TOTAL		1.593																		

"A" : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 "B" : AGUA PARA CONSUMO DE ANIMALES
 "C" : AGUA PARA RIEGO POR GRAVEDAD
 "D" : AGUA PARA RIEGO POR ASPERSIÓN
 "E" : AGUA PARA USO PISCICOLA

Fuente PRONAMACHCS (2010)

CUADRO 12 - Inventarios de los recursos hídricos del micro cuenca río salado inventario de lagunas y vasos inundables Jaruni

Carimnico - 2010

NOMBRE	USO	CÓDIGO	ÁREA (M2)	VOLUMEN REGULABLE (M3)	CUADAL DE ENTRADA (l/s)	CUADAL DE SALIDA (l/s)	PUNTO DE SALIDA DE CAUDAL COORDENADAS		OBSERVACIONES	
							ESTE (X)	NORTE (Y)		
HOROCCO	Riego	SA-VA-01	52045.896	71823.34	0.000	2.480	444787	8201523	4025	Presa de Ciclopeo + Pidra
CHOCORASI	Bebedero	SA-LAG-02	38227.824	27715.17	0.000	0.000	185905	8530793	4272	Represamiento Natural
Fuente PRONAMACHCS (2010)										

4.2.2.- Calidad de agua

Los estándares de calidad ambiental para el uso han sido establecidos en base a los guías de FAO, OMS, de normas de calidad del agua establecida Por Chile, Ecuador, Paraguay, Venezuela y Honduras.

Los estándares de calidad ambiental para riego de vegetales y bebida de los animales, servirán como un instrumento de gestión ambiental para garantizar no solo alimentos de calidad para la población sino para la conservación de los recursos hídricos en áreas de producción agrícola.

Los resultados obtenidos del laboratorio se muestran como sigue:

CUADRO 13 - Calidad de agua según inventario de fuentes de agua. Jaruni Carimibico - 2013

NOMBRE DE LA FUENTE	CÓDIGO	CAUDAL l/seg.	pH	C.E. (mS)	TSD (ppt)
CON USO Y CON PROYECTO		0.696			
SAMAÑA PHUJO 1	JC-01	0.696	8.30	0.90	0.45
CON USO Y SIN PROYECTO		0.897			
MOJSUMA CCUCHO 1	JC-02	0.425	8.32	0.93	0.46
MOJSUMA CCUCHO 2	JC-03	0.268	8.12	0.86	0.43
SAMAÑA PHUJO 2	JC-04	0.204	8.17	0.98	0.49
SIN USO		0.000			
TOTAL		1.593			

Fuente: Elaboración propia

4.3.-Propuesta Mejoramiento del sistema de riego por aspersión

4.3.1.-Diseño de riego por aspersión

4.3.1.1.-Diseño agronómico

a.-Características generales de riego

Superficie a regar 12 has.

Eficiencia de riego (E) = 85%.

Separación de aspersores = 12.5 metros.

Separación de laterales = 12.5 metros.

b.-Características agronómicas

b.1.-Características del suelo

Textura predominante = Franco arcilloso.

Capacidad de campo = 21%.

Punto de marchitez permanente = 11%.

Fracción de agua disponible en el suelo (f) = 0.55.

Velocidad de infiltración básica = 10.98 mm/h.

b.2.-Características del cultivo

Profundidad radicular promedio = 0.40 metro.

Evapotranspiración total = 1,072.90 mm.

Evapotranspiración promedio = 2.9 mm/día.

c.- Lámina de riego (Lr)

$$Lr = (cc - pmp) * Pr * f$$

$$Lr = (0.21 - 0.11) * 60 * 0.55 = 3.30 \text{ cm.}$$

d.- Dosis total de riego (Dp)

$$Dp = \frac{\sum Et * 10}{E}$$

$$Dp = \frac{1072.90 * 10}{0.85} = 12,622.35 \text{ m}^3 / \text{ha} .$$

e.- Intervalo de riego crítico (Irc)

$$Irc = \frac{Lr}{Et_{\max}}$$

$$Irc = \frac{Lr}{Etc} = \frac{3.30}{0.29} = 11.37 \approx 11 \text{ dias} .$$

4.3.1.2.-Diseño hidráulico

a.-Disposición de laterales

El agua se obtendrá desde el punto más alto del sistema (represa Horocco), y se conducirá por una

tubería paralela al cause existente, en un tramo de 750 metros, posteriormente, de la tubería principal de toma para los laterales.

b.-Aspersor

Se considerará el aspersor Rain-bird modelo 20B-ADJ, el cual tendrá las siguientes características:

Presión requerida = 4.0 bar.

Radio de mojado = 12.5 metros.

Caudal = 0.34 lps.

Velocidad de aplicación = 8.0 mm/hora.

Altura de operación = 2.1 metros.

c.-Tiempo de riego (Tr)

Considerando que el tiempo de cambio (tc) entre un sector y otro es de 1 hora, se calcula de la siguiente manera:

$$Tr = \frac{Lr}{Va * E}$$

$$Tr = \frac{3.30}{0.80 * 0.85} + 3 = 4.85 + 1 = 5.85h .$$

Tiempo de demora para cambiar un equipo de un sector a otro. Esto sólo es válido si se trata de equipos portátiles.

Es decir, se alcanzará a regar dos sectores por día.

d.-Superficie máxima de riego diaria (Srd)

$$Srd = \frac{Sup * 7 * Tr1}{Irc * js * jd}$$

$$Srd = \frac{120000 * 7 * 6}{11 * 6 * 8} = 9545.45m^2 = 0.95has$$

La superficie anterior, es la superficie mínima que deberá regarse cada día durante el mes de mayor demanda de agua (octubre), para lograr un riego según lo planificado.

e.-Número de laterales por riego (N)

Considerando que:

- La separación entre laterales es de 12.5 metros.
- Los laterales tendrán 45 metros de largo.
- La superficie mínima de riego es de 9545.45 m²
- No existen restricciones de agua.

$$N = \frac{Srd}{L * Sl}$$

$$N = \frac{9545.45}{45 * 12.5} = 16 \text{ Laterales por cada puesta de riego.}$$

f.-Número de aspersores por lateral (n)

Teniendo en cuenta que la separación entre aspersores (Se) es de 12.5 metros, se tiene que:

$$n = \frac{45}{12.5} + 1 = 5 \text{ Aspersores/lateral.}$$

g.-Caudal requerido por unidad de riego (QI)

Considerando que cada lateral tiene 5 aspersores, de los cuales 4 giran 360° y su caudal es de 0.34 l/s,

mientras que el último aspersor de cada lateral únicamente gira 180° y su caudal es de 0.17 l/s.

$$Ql = Qe * N * n$$

h.-Caudal requerido por jornada de riego (diario)

$$Qs = 24.48 * 5 * 3.6 = 440.64m^3 / \text{jornada} .$$

CONCLUSIONES

- La eficiencia de riego en el sistema de riego Jaruni Carimbico es de 18 % determinándose en base a las cuantificaciones realizadas en el canal de conducción, canal de distribución; y aplicación a nivel parcelario, deduciéndose a que existen pérdidas de agua en la conducción, pérdida de agua en distribución por infiltración, y pérdidas de agua en la aplicación por percolación profunda, estos resultados son indicadores de uso deficiente de agua en el sistema de riego Jaruni Carimbico implicando al uso de método de riego por gravedad.
- La zona de estudio cuenta con disponibilidad de recurso hídrico escaso, existe fuentes de agua que afloran de forma natural y permanente en la partes alta del proyecto, inventariadas y codificadas atreves de PRONAMACHCS; como son : Samana Phujo uno, con 0.695 l/seg.; Mujsuma Cchucho uno, con 0.425 l/seg.; Mujsuma Cchucho dos, con 0.268 l/seg.; Samana Phujo dos, con 0.204 l/s considerando con un aportes total de 1.593 l/seg a la represa Horocco quien tiene una capacidad de almacenamiento de 52,045.00 m³ de agua. Desde donde se deriva agua al sistema para 07 has en la actualidad. El agua que almacena en la represa es de buena calidad para el uso de riego agropecuario tomando consideraciones el parámetro de C.E. de 0.90 m.S pH entre 8.12 de los análisis realizados.
- Para el mejoramiento de eficiencia de riego se plantea la instalación de riego por aspersión para poder minimizar las pérdidas de agua en las canales de conducción y distribución y así, dándoles una dotación adecuada y oportuna de agua a los cultivos y, optimizar el escaso recurso hídrico de la zona, ampliado a 12 has. del área de riego, beneficiando a 45 usuarios.

RECOMENDACIONES

- Impulsar la investigación para el conocimiento real de la humedad fácilmente aprovechable a fin de reorientar los turnos de riego.
- Realizar el mantenimiento de la represa Horocco como es la descolmatación y sellado de las fisuras existentes en la presa.
- Solicitar apoyo a las instituciones públicas y privadas a fin de contar con asistencia técnica, que permita mejorar los resultados de la eficiencia de riego.
- Elevar la eficiencia de riego mediante la implementación de sistema de riego presurizado.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS N. Y MEJÍA- M.A., (1992) Estructuras de captación (Bocatomas) Dimensionamiento hidráulico, Universidad Nacional La Molina, Lima Perú.

BENITES C.C., (1998) Sistemas hidráulicos de riego, ed. Universidad Nacional San Agustín Arequipa Perú.

BARRO R. J., (1982). Macroeconomía Ed. Mc.Graw-Hill México.

DOORENBOS J. Y PRUITT. W. O., (1976) Las necesidades de agua de los cultivos, Publicación N° 24, Roma Italia. Pág. 192

FUENTES Y. J. L. (1998) Técnicas de riego. Ediciones Prensa, Madrid España.

GARCIA C. Y BRIONES S. G. (1997). Sistemas de Riego Ed. Trillas, Primera Edición, México.

GUROVICH R. L., (1999) Riego superficial tecnificado, ediciones Universidad Católica de Chile, segunda edición, Santiago de Chile.

ISRAELSEN O. Y HANSEN V.E. (1975) Principios y aplicación del riego, editorial Reverte S.A., segunda edición España.

LUQUE J. A., (1998). Manual de Operaciones de riego, ediciones Riagro, primera edición, Buenos Aires Argentina.

LINSLEY RAY Francini (1992). Ingeniería de los recursos hidráulicos. GrawHill. Edit. Mexico.

OROZCO Carlos, (1993) Hidráulica Elemental. Universidad "Autónoma de Chapingo, México.

OLARTE U. J. W. (1997) Manual de riego por gravedad. Comisión de Tecnología Andina, Lima Perú.

PIZARRO C.F. (1990). Riegos localizados de alta frecuencia, Ediciones Mundi - Prensa, Segunda Edición, Madrid España.

PALACIOS V.E. (1992) Eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego, Colegio de Post Graduados, Montecillo, México.

ROCHA A. (1998) Introducción teórica a estudio de Bocatomas, primera edición: editorial Artes Gráficas Espino, Lima Perú.

ROSSEL C. (2000) Irrigación capítulo de Ingeniería Civil, Lima Perú.

RAYMOND E. D. (1989) Tratado de Topografía, Juan Bravo Madrid España.

VILLON B. M., (1994) Hidráulica de canales, editorial Horizonte latinoamericano, Lima Peru.

VASQUEZ V.A. Y CHAN N.L. (1992) El riego principios básicos, Tomo I, Lima Perú.

VASQUEZ V. A. (2000). Manejo de cuencas alto andinas. Escuela Superior de Administración Charles Sutton, Lima, Tomo I y II, Lima Perú.

ANEXOS

ANEXO 01 - PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA EN mm - ESTACIÓN JULI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1963	337.9		199.6	29.0	32.8	2.7	53.2	2.6	21.8	8.4	45.7	155.6	889.3
1964	65.5	214.6	141.5	55.0	19.0	0.0	7.5	9.5	44.5	17.5	55.0	67.5	697.1
1965	160.4	125.3	117.0	25.0	9.0	1.0	9.0	0.0	70.0	22.0	142.5	139.9	821.1
1966	83.0	152.0	70.5	31.3	35.5	0.0	1.0	0.0	18.5	50.0	51.0	74.0	566.8
1967	121.0	194.0	150.2	24.0	42.0	3.0	23.0	21.5	43.0	52.5	28.0	167.1	869.3
1968	81.0	149.0	140.0	36.0	62.0	38.0	8.0	8.5	23.0	31.0	76.5	81.5	734.5
1969	202.5	69.0	61.5	38.0	4.0	5.0	3.0	14.5	31.5	14.0	28.0	51.0	522.0
1970	134.2	76.0	126.0	31.0	8.5	0.0	0.0	6.0	24.5	35.7	13.0	63.4	518.3
1971	73.5	208.5	42.0	45.5	3.0	2.0	0.0	11.6	12.2	47.2	84.0	132.3	661.8
1972	322.6	177.7	51.1	28.8	3.4	0.0	0.0	9.6	42.8	10.8	1.8	72.5	721.1
1973	232.3	183.2	170.2	64.4	2.5	3.8	19.2	22.4	76.5	39.2	55.8	80.5	950.0
1974	255.1	195.8	70.2	73.5	0.0	9.2	0.0	159.4	15.0	22.0	19.6	127.6	947.4
1975	337.4	277.4	131.7	9.4	46.6	0.0	0.0	2.2	15.7	74.8	35.0	313.6	1243.8
1976	357.4	202.6	122.7	28.3	48.4	7.0	11.0	26.4	87.7	15.2	24.6	100.6	1031.9
1977	67.8	182.8	124.6	5.6	20.8	0.0	3.6	2.2	54.3	51.3	84.7	150.5	748.2
1978	281.2	70.9	101.0	23.2	0.0	0.0	2.4	4.6	14.4	0.0	102.2	155.7	755.6
1979	193.3	90.4	213.2	82.0	36.1	0.0	3.2	0.4	25.0	45.7	141.4	252.9	1083.6
1980	142.1	89.9	242.7	6.1	6.6	3.8	1.0	42.8	58.3	36.0	7.0	117.7	754.0
1981	266.6	233.4	83.6	69.7	8.1	12.3	1.8	42.7	9.3	12.9	83.2	83.6	907.2
1982	239.4	170.9	135.5	70.3	0.6	7.5	0.1	15.5	27.6	67.4	54.7	29.0	818.5
1983	62.2	40.1	17.9	2.5	4.1	2.5	5.6	18.8	29.0	38.4	47.7	173.3	442.1
1984	556.1	254.5	164.7	76.7	77.4	3.4	0.2	26.6	0.9	29.9	36.7	96.3	1323.4
1985	106.7	110.4	47.3	68.5	72.9	0.6	0.0	51.4	55.1	1.4	89.0	234.7	838.0
1986	266.9	166.2	304.4	55.6	11.7	0.0	1.0	11.4	46.7	14.3	16.9	106.8	1001.9
1987	266.4	51.1	62.2	29.8	21.8	20.5	12.7	5.5	24.6	67.9	94.1	129.3	785.9
1988	188.1	59.8	219.9	94.2	46.5	3.5	11.0	0.0	40.2	32.0	20.4	124.3	839.9
1989	212.8	135.3	181.5	106.9	13.3	18.1	4.6	8.7	23.8	20.8	86.6	133.3	945.7
1990	155.7	107.8	84.5	58.4	59.2	89.0	0.0	12.5	19.0	85.0	104.0	131.4	906.5
1991	155.8	45.0	143.2	35.8	19.1	32.5	5.1	0.8	15.2	67.8	41.4	118.5	680.2
1992	160.3	113.7	33.6	24.2	0.0	6.5	11.6	41.1	9.1	59.9	129.0	71.4	660.4
1993	267.5	44.4	170.5	20.2	4.9	10.1	0.0	52.4	35.6	115.0	154.8	123.6	999.0
1994	224.3	154.2	195.0	39.0	4.0	3.6	8.9	4.6	2.6	33.2	65.8	165.6	900.8
1995	114.3	119.6	217.1	14.1	4.6	1.6	3.2	18.0	21.7	18.8	81.4	179.1	793.5
1996	221.2	145.7	57.0	48.0	4.6	4.2	30.5	44.6	17.6	3.0	72.9	54.4	703.7
1997	227.9	197.2	130.2	42.8	6.5	0.7	0.4	39.9	54.2	19.5	50.0	37.1	806.4
1998	109.0	116.8	104.0	109.9	4.4	2.4	0.0	1.3	5.1	44.2	50.8	43.8	591.7
1999	176.8	187.0	164.9	82.1	21.6	1.0	1.8	0.8	69.5	80.6	27.4	62.6	876.1
2000	259.7	132.9	103.7	44.3	13.9	45.9	0.0	23.1	0.0	81.8	13.5	142.6	861.4
PROM	202.3	141.8	128.9	45.5	20.5	9.0	6.4	20.1	31.2	38.6	61.0	119.6	821.0
DESV EST	101.9	62.1	64.7	27.9	21.9	17.1	10.5	28.1	22.1	27.1	39.7	60.5	185.0

Fuente: SENAMHI 1999

ANEXO 02 - RESULTADO DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA

A.- FRECUENCIA O PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA LLUVIA (f)

M	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	f=M/n+1* 100
1	159.4	15.0	22.0	19.6	127.6	255.1	195.8	70.2	73.5	0.0	9.2	0.0	3
2	52.4	35.6	115.0	154.8	123.6	267.5	44.4	170.5	20.2	4.9	10.1	0.0	5
3	51.4	55.1	1.4	89.0	234.7	106.7	110.4	47.3	68.5	72.9	0.6	0.0	8
4	44.6	17.6	3.0	72.9	54.4	221.2	145.7	57.0	48.0	4.6	4.2	30.5	10
5	42.8	58.3	36.0	7.0	117.7	142.1	89.9	242.7	6.1	6.6	3.8	1.0	13
6	42.7	9.3	12.9	83.2	83.6	266.6	233.4	83.6	69.7	8.1	12.3	1.8	15
7	41.1	9.1	59.9	129.0	71.4	160.3	113.7	33.6	24.2	0.0	6.5	11.6	18
8	39.9	54.2	19.5	50.0	37.1	227.9	197.2	130.2	42.8	6.5	0.7	0.4	21
9	26.6	0.9	29.9	36.7	96.3	556.1	254.5	164.7	76.7	77.4	3.4	0.2	23
10	26.4	87.7	15.2	24.6	100.6	357.4	202.6	122.7	28.3	48.4	7.0	11.0	26
11	23.1	0.0	81.8	13.5	142.6	259.7	132.9	103.7	44.3	13.9	45.9	0.0	28
12	22.4	76.5	39.2	55.8	80.5	232.3	183.2	170.2	64.4	2.5	3.8	19.2	31
13	21.5	43.0	52.5	28.0	167.1	121.0	194.0	150.2	24.0	42.0	3.0	23.0	33
14	18.8	29.0	38.4	47.7	173.3	62.2	40.1	17.9	2.5	4.1	2.5	5.6	36
15	18.0	21.7	18.8	81.4	179.1	114.3	119.6	217.1	14.1	4.6	1.6	3.2	38
16	15.5	27.6	67.4	54.7	29.0	239.4	170.9	135.5	70.3	0.6	7.5	0.1	41
17	14.5	31.5	14.0	28.0	51.0	202.5	69.0	61.5	38.0	4.0	5.0	3.0	44
18	12.5	19.0	85.0	104.0	131.4	155.7	107.8	84.5	58.4	59.2	89.0	0.0	46
19	11.6	12.2	47.2	84.0	132.3	73.5	208.5	42.0	29.0	3.0	2.0	0.0	49
20	11.4	46.7	14.3	16.9	106.8	266.9	166.2	304.4	55.6	11.7	0.0	1.0	51
21	9.6	42.8	10.8	1.8	72.5	322.6	177.7	51.1	28.8	3.4	0.0	0.0	54
22	9.5	44.5	17.5	55.0	67.5	65.5	214.6	141.5	55.0	19.0	0.0	7.5	56
23	8.7	23.8	20.8	86.6	133.3	212.8	135.3	181.5	106.9	13.3	18.1	4.6	59
24	8.5	23.0	31.0	76.5	81.5	81.0	149.0	140.0	36.0	62.0	38.0	8.0	62
25	6.0	24.5	35.7	13.0	63.4	134.2	76.0	126.0	31.0	8.5	0.0	0.0	64
26	5.5	24.6	67.9	94.1	129.3	266.4	51.1	62.2	29.8	21.8	20.5	12.7	67
27	4.6	14.4	0.0	102.2	155.7	281.2	70.9	101.0	23.2	0.0	0.0	2.4	69
28	4.6	2.6	33.2	65.8	165.6	224.3	154.2	195.0	9.4	4.0	3.6	8.9	72
29	2.6	21.8	8.4	45.7	155.6	337.9	254.7	199.6	45.5	32.8	2.7	53.2	74
30	2.2	15.7	74.8	35.0	313.6	337.4	277.4	131.7	39.0	46.6	0.0	0.0	77
31	2.2	54.3	51.3	84.7	150.5	67.8	182.8	124.6	5.6	20.8	0.0	3.6	79
32	1.3	5.1	44.2	50.8	43.8	109.0	116.8	104.0	109.9	4.4	2.4	0.0	82
33	0.8	15.2	67.8	41.4	118.5	155.8	45.0	143.2	35.8	19.1	32.5	5.1	85
34	0.8	69.5	80.6	27.4	62.6	176.8	187.0	164.9	82.1	21.6	1.0	1.8	87
35	0.4	25.0	45.7	141.4	252.9	193.3	90.4	213.2	82.0	36.1	0.0	3.2	90
36	0.0	70.0	22.0	142.5	139.9	160.4	125.3	117.0	25.0	9.0	1.0	9.0	92
37	0.0	18.5	50.0	51.0	74.0	83.0	152.0	70.5	31.3	35.5	0.0	1.0	95
38	0.0	40.2	32.0	20.4	124.3	188.1	59.8	219.9	94.2	46.5	3.5	11.0	97

Nota : precipitación de 38 años 1963-2000

B.- VALORES INTERPOLADOS AL 75 % DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

*	2.5	19.8	30.5	42.1	208.3	337.7	262.3	177.0	43.3	37.4	1.8	35.5	75
---	-----	------	------	------	-------	-------	-------	-------	------	------	-----	------	----

C.- CALCULO DE LA PRESIPITACION EFECTIVA

PE	0	14.06	24.2	34.64	127.15	191.8 5	154.15	111.5	35.45	30.41	0	28.7	
----	---	-------	------	-------	--------	------------	--------	-------	-------	-------	---	------	--

Fuente: Elaboracion propia

ANEXO 03 - CEDULA Y CALENDARIO DE CULTIVO

CULTIVO	AREA	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
PAPA	4	█				█							
HABAS	3	█				█							
ALFALFA	5	█				█							█
QUINUA		█				█							
AVENA FORRAJERA								█				█	
TOTAL AREA (has.)	12	12	12	12	12	12	10	3	3	3	3	3	0

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04 - COEFICIENTES DE CULTIVO PROMEDIO PONDERADO (Kc)

CULTIVO	AREA	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
PAPA	4	1*	0.58	0.94	1.15	1.15	0.95						
HABAS	3	1*	0.76	1.03	1.15	1.15	0.70						
ALFALFA	5						0.46	0.50	0.70	0.90	1.00	1.12	
QUINUA	---	1*	0.76	1.02	1.15	0.68							
AVENA FORRAJERA	---							0.48	0.52	0.71	1.12	0.71	
SUMA Kc área		12.00	4.60	6.85	8.05	8.05	8.20	2.50	3.50	4.50	5.00	5.60	
SUAMA área (has.)	12	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	10.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	
Kc		1.00	0.38	0.57	0.67	0.67	0.82	0.83	1.17	1.50	1.67	1.87	

* El valor Kc = 1 para el mes de agosto en todos los cultivos estan destinado al riego de preparación de terreno o riego de machaco.

Fuente: Elaboracion propia

ANEXO 05. - EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL												
CALCULADO POR EL METODO HARGRAVES												
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
TEMPERATURA Cº	6.00	7.50	8.80	9.60	9.40	9.20	9.20	9.10	8.60	6.70	5.30	4.80
TEMPERATURA Fº	42.80	45.50	47.84	49.28	48.92	48.56	48.56	48.38	47.48	44.06	41.54	40.64
CH	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
MF 16º25'00"	1.85	2.13	2.51	2.62	2.79	2.74	2.35	2.33	1.92	1.68	1.47	1.59
ETP (mm/mensual)	79.09	96.78	120.08	129.11	136.44	133.25	114.07	112.58	91.35	73.84	61.23	64.46
ETP (mm/día)	2.55	3.23	3.87	4.30	4.40	4.30	4.07	3.63	3.05	2.38	2.04	2.08
Fuente: Elaboracion propia												

ANEXO 06 - DEMANDA DE AGUA DEL PROYECTO Y BALANCE HIDRICO												
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
ETP (mm)	79.09	96.78	120.08	129.11	136.44	133.25	114.07	112.58	91.35	73.84	61.23	64.46
Kc	1.00	0.38	0.57	0.67	0.67	0.82	0.83	1.17	1.50	1.67	1.87	-
ETA (mm)	79.09	37.10	68.54	86.61	91.53	109.26	95.06	131.34	137.03	123.07	114.30	-
PE	0.00	14.06	24.20	34.64	127.15	191.85	154.15	111.50	35.45	30.41	-	28.70
DEMANDA NETA (mm mes)	79.09	23.04	44.34	51.97	-35.62	-82.59	-59.09	19.84	101.58	92.66	114.30	-28.70
Lamina DPL (mm/mes)	197.74	57.60	110.86	129.93	-89.06	-	-	-	253.94	231.66	285.74	-
Volumen DPV (miles m3)	1,977.36	575.96	1,108.62	1,299.34	-890.57	-	-	-	2,539.43	2,316.61	2,857.40	0.00
Caudal DPQ (l/seg./há.)	0.74	0.22	0.43	0.49	-0.34	-	-	-	0.98	0.89	1.07	-
Caudal Total DPQ (l/seg./há)	8.86	2.67	5.13	5.82	-4.12	-	-	-	11.76	10.73	12.80	-
BALANCE HIDRICO Y CAUDAL DE DISEÑO												
DISPONIBILIDAD DE AGUA (l/seg.)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
DEMANDA DE AGUA (l/seg.)	8.86	2.67	5.13	5.82	-4.12	0.00	0.00	0.00	11.76	10.73	12.80	0.00

En el mes de octubre Qdemanda = Qdisponible por lo cual es el caudal de diseño
:Qdiseño = Qdemanda = 12 lt/seg.

Fuente: Elaboracion propia

ANEXO 07 - FRECUENCIA O INTERVALO DE RIEGO												
PARAMETROS	OCTUBRE	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
LAMINA DE RIEGO La (Cm.)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
ETA (mm/mm.)	7.91	3.71	6.85	8.66	9.15	10.93	9.51	13.13	13.70	12.31	11.43	0.00
EVAPOTRANSPIRACION DIARIA REAL ETAd. (Cm.)	0.26	0.12	0.22	0.29	0.30	0.35	0.34	0.44	0.46	0.40	0.38	0.00
FRECUENCIA DE RIEGO Fr. (dias)	11.76	24.26	13.57	10.39	10.16	8.51	8.84	6.85	6.57	7.56	7.87	0.00
FRECUENCIA DE RIEGO AJUSTADA Fra (dias)	13.00	13.00	8.00	7.00	7.00	9.00	15.00	13.00	13.00	13.00	17.00	0.00
La lamina neta aplicada debe ser de 5 cm. Por corresponder esta a la lamina manejable a nivel de parcela												
La frecuencia de Riego adoptado para el diseño Fr = 13 dias												
Fuente: Elaboracion propia												

ANEXO 08 - INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS (USO ACTUAL Y USO POTENCIAL)																						
MICROCUECNA:		SALADO		DISTRITO:		JULI		COMUNIDAD:		JARUNI CARIMBICO												
FUENTE:		MANANTIAL		FECHA:		26/08/2007																
NOMBRE DE LA FUENTE	CODIGO	CAUDAL l/seg	USO ACTUAL					USO POTENCIAL					DESTINO DE LA INFRAESTRUCTURA									
			"A" HAB.	"A" FAM.	"B" CAB.	"B" FAM.	"C" HAS.	"C" FAM.	"D" HAS.	"D" FAM.	"E" PECES	"A" HAB.		"A" FAM.	"B" VACUNO	"B" OVINO	"C" HAS.	"C" HAS.	"D" HAS.			
CON USO Y CON PROYECTO			0.696																			
SAMAÑA PHUJO 1	JC-01	0.696	140.00	28.00											1202.52	240.50	2004.19	3006.29	1.20	1.80	CONSUMO HUMANO	
CON USO Y SIN PROYECTO			0.897																			
MOJSUMA CCUCHO 1	JC-02	0.425					1.00	1.00							734.46	146.89	1224.10	1836.14	0.73	1.10	RIEGO	
MOJSUMA CCUCHO 2	JC-03	0.268					0.50	1.00							463.64	92.73	772.74	1159.11	0.46	0.70	RIEGO Y BEBEDERO	
SAMAÑA PHUJO 2	JC-04	0.204					4.00								352.63	70.53	587.72	881.59	0.35	0.53	BEBEDERO	
SIN USO			0.000																			
TOTAL			1.593																			

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA, PRONAMACHCS CHUCUITO - YUNGUYO

"A" : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
 "B" : AGUA PARA CONSUMO DE ANIMALES
 "C" : AGUA PARA RIEGO POR GRAVEDAD
 "D" : AGUA PARA RIEGO POR ASPERSIÓN
 "E" : AGUA PARA USO PISCICOLA

ANEXO 09 - INVENTARIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: MICROCUENCA RÍO SALADO											
INVENTARIO DE LAGUNAS Y VASOS INUNDABLES											
MICROCUENCA: SALADO											
DISTRITO: JULI											
ZONA: JARUNI CARINBICO											
FECHA: 28/08/2007											
NOMBRE	USO	CÓDIGO	ÁREA (M2)	VOLUMEN REGULABLE (M3)	CUADAL DE ENTRADA (l/s)	CUADAL DE SALIDA (l/s)	PUNTO DE SALIDA DE CAUDAL			OBSERVACIONES	
							ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD MSNM		
MARGEN DERECHA (M.D.)											
HOROCCO	Riego	SA-VA-01	52,045.90	71,823.34	0.00	2.48	444,787.00	8,201,523.00	4,025.00	Presa de Ciclopeo + Piedra	
MARGEN IZQUIERDA (M.I.)											
CHOCORASI	Bebedero	SA-LAG-02	38,227.82	27,715.17	0.00	0.00	185,905.00	8,530,793.00	4,272.00	Represamiento Natural	
Resumen:	Margen Derecha	Margen Izquierda	Total	(*) EL USO MULTIPLES ESTA REFERIDO A LAS TRES FORMAS DE APROVECHAMIENTO: CONSUMO HUMANO, RIEGO DE CULTIVOS, Y BEBEDERO DE ANIMALES							
Lagunas	0	1	1								
Volumen regulable (m3)	71823.34	27715.17	99538.51								
Vasos Inundables	1	0	1								
Volumen potencial regulable (m3)	71823.34	27715.17	99538.51								
Caudal de Salida (l/s)	2,480	0,000	2,48								
Lagunas represadas con proyecto	0	0	0								
<small>FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA PRONAMACHCSCHUGUITO - YUNGUYO</small>											
FUENTE :MINISTERIO DE AGRICULTURA PRONAMACHCSCHIRENA - Sistema de Información para el manejo de Recursos Naturales											

ANEXO 10 - USO ACTUAL Y POTENCIAL DE MANANTIALES POR COMUNIDAD												
MICROCUCIENCA: SALADO	COMUNIDAD: JARUNI CARIMBICO	Aforo mínimo (lt/seg)	USO ACTUAL						USO POTENCIAL			
			Riego		Bebedero		Doméstico		Bebedero		Riego	
			Familias	Hectáreas	Familias	Cabezas	Familias	Familias	Cabezas	Familias	Gravedad (Ha)	Aspers. (Ha)
MOJSUMA CCUCHO 1		0.43	1	1.00				98	907	0.39	0.90	
MOJSUMA CCUCHO 2		0.27	1	0.50	3	16	62	572	0.24	0.57		
SAMAÑA PHUJO 1		0.70				28	161	1,485	0.62	1.45		
SAMAÑA PHUJO 2		0.20			4	19	47	435	0.18	0.43		
Total		1.59	2	1.50	7	35	28	368	3,399	1.44	3.36	

FUENTE: MINISTERIO DE AGRICULTURA, PRONAMACHCSSIRENA - Sistema de Información para el manejo de Recursos Naturales

* La información de uso actual ha sido recogida en trabajo de campo

ANEXO 11- Fotografía

FOTOS



FOTO 01.- SISTEMA DE RIEGO JARUNI CARMBICO : REPRESA HOROCCO



FOTO 02.- SISTEMA DE RIEGO JARUNI CARMBICO : ÁREA DE RIEGO

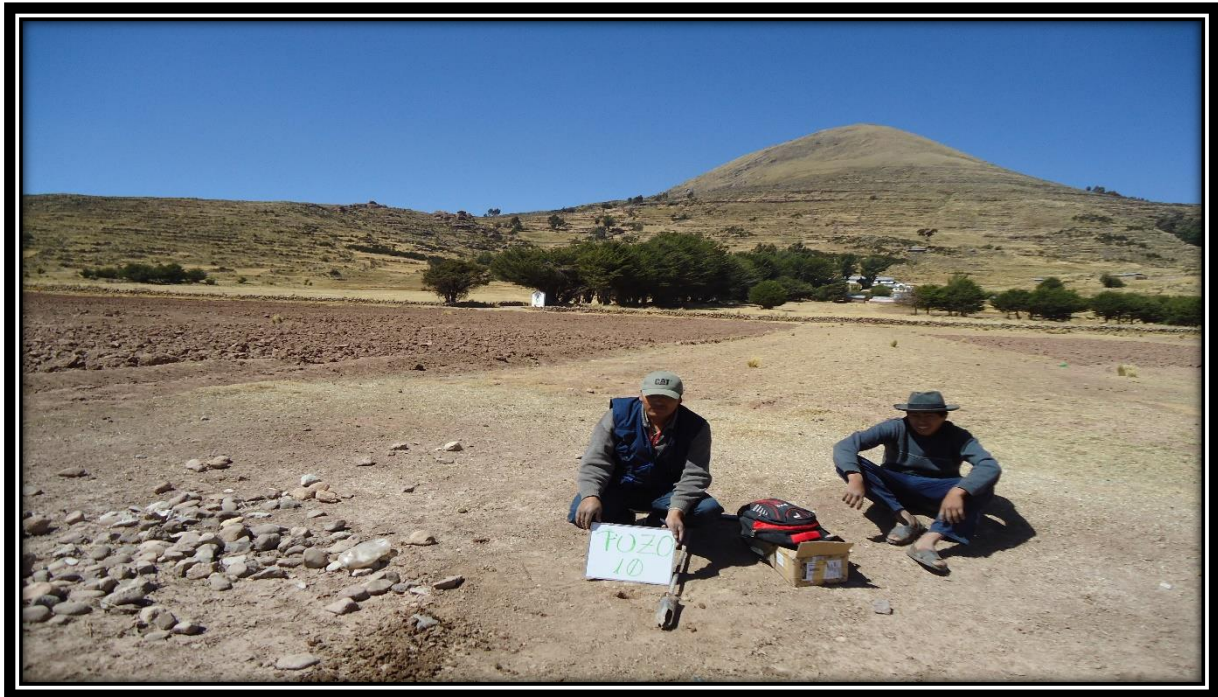


FOTO 03.- SISTEMA DE RIEGO JARUNI CARMBICO : MUESTREO SUELO



FOTO 04.- SISTEMA DE RIEGO JARUNI CARMBICO : AFORO DEL RIACHUELO VENTILLA

ANEXO 12 - Plano

