

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA



“EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER
REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE
RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA Y
UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO – AYACUCHO, 2010”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:
CUSI DE LA CRUZ LIZARBE

AYACUCHO – PERÚ

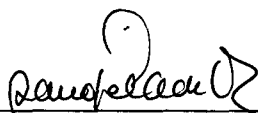
2011

**“EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS
DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR
ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA
DISTRITO DE TAMBILLO – AYACUCHO, 2010”**

Recomendado : 16 de agosto de 2011
Aprobado : 29 de agosto de 2011



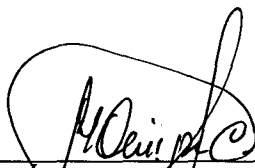
M.Sc. RUBÉN ALFREDO MENESES ROJAS
Presidente del Jurado



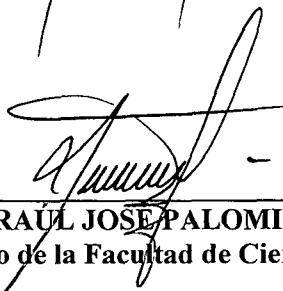
M.Sc. SANDRA DEL ÁGUILA RÍOS
Miembro del Jurado



ING. LEONIDAS ALEJANDRO ARIAS BALTAZAR
Miembro del Jurado



ING. MOISÉS ANATOLIO QUISPE CADENAS
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. RAÚL JOSÉ PALOMINO MARCATOMA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

*A mis padres por su tolerancia,
ejemplo de superación y
fortaleza.*

*A mi abuelo Vidal Lizarbe, por el
cariño me supo brindar en mi
niñez, por aquellos recuerdos que
son capaces de hacerme sonreír
en los momentos más adversos.*

AGRADECIMIENTOS

A nuestra primera casa de estudios, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA, por haberme acogido para formarme profesionalmente y como persona, capaz de aportar aquellos conocimientos inculcados en pro del desarrollo de nuestra sociedad.

A la FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS y ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, a los docentes por el tiempo y paciencia que me supieron brindar a lo largo del desarrollo de mi formación como profesional.

A la ingeniera Sandra del Águila Ríos, por su orientación y aporte en la culminación de este trabajo.

A los pobladores de las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa, por haberme permitido realizar los trabajos en su jurisdicción, así como por el tiempo y apoyo brindado en los trabajos de campo, con mucho aprecio a sus pobladores, ya que a ellos se debe la naturaleza y fin de nuestras carreras.

Contenido

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen i

CAPITULO I

Introducción 1

Objetivos 3

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Evaluación Ex – Post 5

2.2 Estudio Técnico 5

2.2.1 Sistemas de riego por aspersión 6

2.2.2 Componentes esenciales de un sistema de riego por aspersión 6

2.2.3 Diseño de Sistemas de Riego por Aspersión 7

2.2.3.1 Diseño Agronómico 8

2.2.3.2 Diseño hidráulico 19

2.2.4 Evaluaciones de riego por aspersión 22

2.2.5 Cuándo realizar una evaluación 23

2.2.6 Evaluación de los componentes de la instalación 24

2.2.7 Evaluación de la uniformidad de riego 24

2.2.8 Evaluación de las pérdidas por evaporación y arrastre del viento 30

2.2.9 Eficiencia de aplicación óptima del sistema de riego 31

2.2.10 Evaluación del manejo de riego 33

2.2.11 Coeficiente de uniformidad de <i>Christiansen</i>	33
2.2.12 Eficiencia de descarga	34
2.2.13 Pluviometría Media Aplicada	34
2.3 Evaluación económica	35
2.3.1 Estudio económico	35
2.3.2 Viabilidad económica de una inversión	37
2.3.3 El criterio de la tasa interna de retorno (TIR)	38

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1 Ubicación	41
3.1.1 Ubicación política	41
3.1.2 Ubicación geográfica	41
3.1.3 Características de la zona	42
3.1.4 Fisiografía	43
3.1.5 Caracterización Climatológica y Meteorológica	44
3.1.6 El espacio	45
3.1.7 Recursos disponibles	45
3.2 Materiales y Equipos	47
3.2.1 Materiales de escritorio	47
3.2.2 Equipos y herramientas	47
3.3 Procedimiento y metodología	48

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Sistema de riego por aspersión de la comunidad de Llutacancha

- a) Evaluación de los componentes instalados 55
- b) Verificación de los diseños agronómicos e hidráulicos y coeficientes de funcionamiento del sistema. 62
- c) Determinación los indicadores económicos, tales como TIR, VAN y los impactos generados en la población 71

4.2 Sistema de riego por aspersión de la Comunidad de Uchuypampa

- a) Evaluación de los componentes instalados 73
- b) Verificación de los diseños agronómicos e hidráulicos y coeficientes de funcionamiento del sistema. 78
- c) Determinación los indicadores económicos, tales como TIR, VAN y los impactos generados en la población 87

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones 91

5.2 Recomendaciones 95

BIBLIOGRAFIA 97

ANEXOS

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

N°	Figura	
	Pag.	
2.01	Organigrama de diseño de un sistema riego por aspersión	8
2.02	Disposición de los vasos pluviométricos para la evaluación en un solo ramal	26
2.03	Zonas específicas a evaluar, toma de presiones en estos aspersores mínimo 02.	28
2.04	Eficiencia de aplicación óptima del sistema de riego.	32
3.01	Forma usual de elegir las zonas representativas de evaluación.	50
3.02	Disposición de la conformación de la malla de vasos pluviométricos.	51
3.03	Medición de los caudales - disposición de los aspersores.	52
N°	Cuadro	Pag.
2.01	Valor de la uniformidad de distribución.	29
4.01	Codificación según tramos del sistema de riego.	55
4.02	Especificaciones del reservorio – cámara de carga del sistema de riego de Llutacancha.	56
4.03	Resumen de presiones medidas en el campo y variación con la presión dada en el catálogo (Llutacancha).	60
4.04	Caudales en cada aspersor en función a la presión de trabajo.	61
4.05	Resultados del análisis físico de suelos	62

4.6	Lamina neta y lamina bruta para la cedula de cultivo del sistema de riego en evaluación.	63
4.07	Frecuencia de riego para los cultivos (Llutacacha).	64
4.08	Tiempo de riego para los cultivos (Llutacacha).	64
4.09	Compatibilidad aspersor – suelo (Llutacacha).	65
4.10	Caudal necesario por sector de riego y número de aspersores (Llutacacha).	66
4.11	Resumen de la evaluación de los coeficientes de funcionamiento en el sistema de riego por aspersión en Llutacacha.	70
4.12	Resultados de la evaluación económica.	71
4.13	Resumen de presiones medidas en el campo y variación con la presión dada en el catálogo (Uchuypampa).	77
4.14	Caudales y presiones medidas en campo (Uchuypampa).	78
4.15	Resultados del análisis físico de suelos.	79
4.16	Lamina neta y lamina bruta para la cedula de cultivo del sistema de riego en evaluación.	80
4.17	Frecuencia de riego para los cultivos (Uchuypampa).	81
4.18	Tiempo de riego para los cultivos (Uchuypampa).	81
4.19	Compatibilidad aspersor – suelo (Uchuypampa).	82
4.20	Caudal necesario por sector de riego y número de aspersores (Uchuypampa).	82
4.21	Resumen de la evaluación de los coeficientes de funcionamiento en el sistema de riego por aspersión en Uchuypampa.	87
4.22	Resultados de la evaluación económica – Uchuypampa.	88

RESUMEN

El presente trabajo de tesis titulado "EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO – AYACUCHO, 2010" tuvo como finalidad la evaluación de los sistemas de riego por aspersión en estas comunidades, con el propósito de contrastar la teoría de que un sistema de riego tecnificado por aspersión tiene altas eficiencias y es beneficioso para los cultivos; y como consecuencia de ello es posible obtener rendimientos esperados que respondan la inversión realizada.

Se tuvo como premisas los conceptos básicos de un sistema de riego por aspersión, métodos de cálculo en el diseño hidráulico y agronómico. Para la evaluación económica se adoptaron mecanismos de cálculo de rentabilidad; estimación de los costos de inversión, rendimientos, precios e intereses.

Bajo este marco teórico se pudieron evaluar los sistemas de riego las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa.

Físicamente en los sistemas de riego se encontraron un conjunto de situaciones optimas así como pequeñas obras deterioradas por un mal uso, seguidamente se evaluaron los diseños agronómicos, hidráulicos y parámetros de riego, los datos empleados fueron aquellos recogidos en las pruebas de campo, datos climáticos de la zona, al respecto de los cálculos básicos se determinó el requerimiento hídrico para ambos sistemas, en la parte agronómica se tomó en consideración características del cultivo y suelo, se determinaron las frecuencias y tiempos de riego, se verifico el diseño hidráulico de la red de tuberías empleando la fórmula de pérdida de carga de Hazen Williams, comparándose los resultados con los rangos de velocidades y presiones admisibles, en cuanto a los parámetros de riego se determinó el coeficiente de uniformidad de Christiansen a partir de los ensayos realizados en parcelas de ambos sistemas de riego. Finalmente se realizó la evaluación económica la que nos permitió determinar que los proyectos son rentables económicamente. Con respecto a los parámetros de riego en el sistema de riego de Llutacancha se calificó de bajo, mientras que en el sistema de riego de Uchuypampa de bajo a medio ya que los resultados así lo afirman. Los resultados de la evaluación económica en el caso de la comunidad de Llutacancha la implementación al primer año de su funcionamiento este resulta rentable mientras que en Uchuypampa el sistema no está siendo aprovechado a la capacidad de diseño sin embargo es económicamente rentable.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de riego tecnificados presurizados, tienen por finalidad hacer eficiente el uso del agua en el riego, por ello previa a una instalación se tiene que realizar un conjunto de diseños agronómicos e hidráulicos, para un adecuado funcionamiento y manejo sencillo por los demandantes, la puesta en funcionamiento implica una inversión económica, por ello la necesidad y obligación de realizar evaluaciones en estado de funcionamiento que nos indiquen con valores cualitativos y cuantitativos su estado actual, las bibliografías recomiendan evaluaciones permanentes principalmente antes de la campaña agrícola y a mediados de esta, así mismo todo proyecto de inversión debe tener una etapa de evaluación *expost*, es decir a lo largo de desarrollo de este.

El presente trabajo de tesis tuvo por finalidad realizar la evaluación técnica económica de dos sistemas de riego por aspersión en dos comunidades,

Lutacancha y Uchuypampa, de un mismo Distrito, estos sistemas ambos por aspersión pero de configuración y tipos diferentes, uno de instalación muy sencilla y la otra de mayor complejidad. Dichas evaluaciones se realizaron en épocas correspondientes a campaña rotacional, en dichas fechas la precipitación es casi nula.

La evaluación técnica de un sistema consiste en la descripción del estado actual y funcionamiento de un determinado proyecto, describir físicamente el estado en este caso del sistema de riego por aspersión, realizar evaluaciones, para el caso de sistemas de riego se basa en determinar los coeficientes de funcionamiento con el mismo que se pueden tomar acciones de mejora continua o correctivas en caso de que este se encuentre en estado funcionamiento deficiente.

La evaluación económica nos indica si un proyecto es rentable y si conviene invertir en este, para el presente trabajo se realizó la evaluación en etapa de operación en la comunidad de Lutacancha en su primer año de funcionamiento y en la comunidad de Uchuypampa en su sexto año de funcionamiento, este indicador del mismo modo nos servirá para la toma de decisiones correctivas, ya que la inversión en sistemas de riego tecnificado tiene por finalidad hacer de la actividad agrícola una labor económicamente rentable y que posibilite o encamine a las mejora económica y social de los individuos involucrados.

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros técnicos – económicos de los sistemas de riego por aspersión en las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa del Distrito de Tambillo, provincia de Huamanga.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el funcionamiento de los componentes instalados en los sistemas de riego por aspersión en las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa.

- Verificar los diseños agronómicos, hidráulicos y determinar los coeficientes de funcionamiento tales como: coeficiente de uniformidad, pluviometría media y eficiencia de aplicación del aspersor.

- Determinar los indicadores económicos de la actividad productiva tales como TIR, VAN así como los impactos generados en la población beneficiada.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 EVALUACIÓN EX – POST

BERNAOLA, A. (2005), dice que es el estudio por el cual se busca determinar la eficiencia, eficacia e impacto de las actividades desarrolladas para alcanzar los objetivos de un proyecto de inversión pública.

2.2 ESTUDIO TÉCNICO

(<http://www.ii.iteso.mx/proy%20inv/EstudioTecnico.htm>), Verificar la posibilidad técnica de fabricación del producto que se pretende. Analizar y determinar el tamaño óptimo, la localización óptima, los equipos, las instalaciones y la organización requeridos para realizar la producción.

2.2.1 Sistemas de riego por aspersión

TARJUELO, M. (2005), dice que este método implica una lluvia más o menos intensa y uniforme sobre la parcela con el objetivo de que el agua se infiltre en el mismo punto donde cae.

Tanto los sistemas de aspersión como los de goteo utilizan dispositivos de emisión o descarga en los que la presión disponible en las tuberías portaemisores, (ramales, alas o laterales de riego) induce un caudal de salida. La diferencia entre ambos métodos radica en la magnitud de la presión y en la geometría del emisor.

2.2.2 Componentes esenciales de un sistema de riego por aspersión

FUENTES, J. (2003), una instalación de riego por aspersión consta esencialmente, de los siguientes elementos:

- Un equipo de elevación encargado de proporcionar el agua a presión, este equipo puede variar desde un simple grupo motobomba para pequeñas explotaciones, hasta una complicada instalación de gran potencia para grandes extensiones.
- Una red de tuberías principales que llevan el agua hasta los hidrantes, que son las tomas de agua en la parcela. Estas tomas presentan una gran variedad de dispositivos que abarcan desde una simple llave de paso, otros dispositivos, tales como: limitador de caudal (que evita el paso de un caudal superior al previsto), el regulador de presión (que la mantiene constante a la salida de la borna) contador para el volumen utilizado).

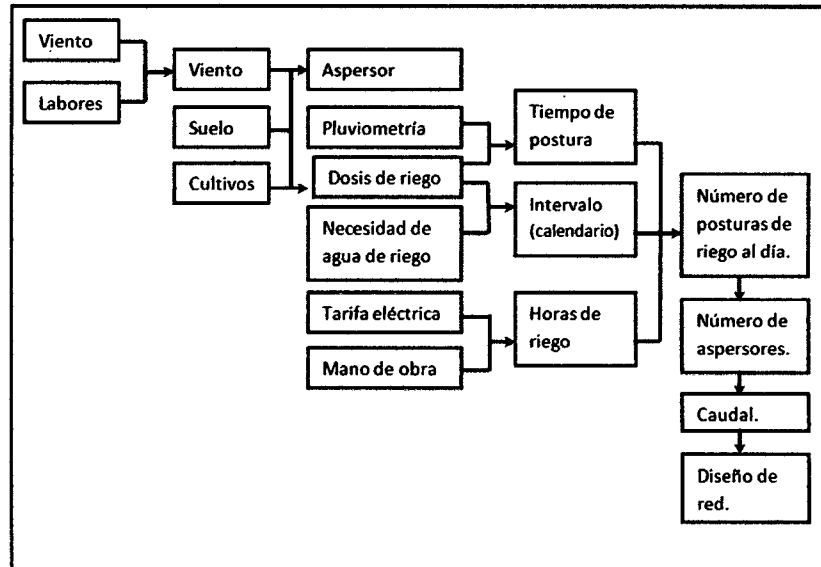
- Una red de tuberías de distribución para conducir el agua por la parcela que se pretende regar. Hay que distinguir entre los ramales de alimentación, que distribuye el agua por la parcela y los ramales laterales o alas regadoras, que derivan de los anteriores y conducen el agua hasta los dispositivos de aspersión.
- Dispositivos de aspersión, que son los elementos encargados de repartir de agua en forma de lluvia.

2.2.3 Diseño de Sistemas de Riego por Aspersión

TARJUELO, M. (2005), Este tiene dos partes bien diferenciadas como el diseño agronómico y el diseño hidráulico. Con el primero se aborda la adecuación del sistema a todos aquellos aspectos relacionados con los condicionantes del medio (suelo, cultivos, clima, parcelación, etc.) y con el segundo se realiza el dimensionamiento más económico de la red de tuberías con el objetivo de conseguir un reparto uniforme del agua de riego.

Una posible secuencia de pasos a seguir para diseñar el sistema es la del organigrama adjunto (fig. N°2.01), cuya comprensión se facilita con los demás definiciones.

Figura N°2.01: Organigrama de diseño de un sistema riego por aspersión.



Fuente: MARTÍNEZ C, Javier. Introducción al Riego 1999.

2.2.3.1 Diseño Agronómico

TARJUELO, M. (2005), Como se sabe, el objetivo del riego es suministrar a los cultivos, de forma eficiente y sin alterar la fertilidad del suelo, el agua adicional a la precipitación que necesitan para su crecimiento óptimo y cubrir las necesidades de lavado de sales de forma que evite su acumulación en el perfil del suelo, asegurando la sostenibilidad del regadío.

El diseño agronómico es una parte fundamental del proyecto de riego presentando ciertas dificultades tanto de tipo conceptual como de cuantificación de ciertos parámetros, por el gran número de condicionantes que ha de tener en cuenta (suelo, clima, cultivos, parcelación, etc.).

- a) Estimación de las necesidades de agua de los cultivos.
- b) Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia o intervalo entre riegos, duración del riego, numero de emisores por postura, caudal necesario, etc.

c) Disposición de los emisores en el campo.

a) Estimación de las necesidades de agua de los cultivos

MARTÍNEZ, J. (1999), Las necesidades de agua se obtienen al hacer el balance entre las ganancias y las pérdidas de agua. Las pérdidas son principalmente las correspondientes a la evapotranspiración, mientras que las ganancias son las que resultan de las precipitaciones. En determinadas condiciones son mayores las pérdidas de las ganancias por lo que hay que compensar estas últimas con un aporte complementario de agua en forma de riego.

El cálculo se distingue entre necesidades netas y reales, siendo las necesidades netas las que requiere y aprovecha la planta, pero dado que no estamos en un sistema ideal sino que hay una serie de pérdidas hasta que llega el agua en forma efectiva al interior de la planta, habrá que considerar estas pérdidas e incrementar las necesidades netas, por lo que aparece el término de las necesidades reales.

Las necesidades netas responden a la siguiente fórmula:

$$Nn = ET_o - Pe \text{ (mm/mes)} \dots\dots\dots (2.01)$$

Donde:

Nn: Es la necesidad de agua.

ET_o: Es la evapotranspiración potencial.

En sentido estricto, el balance es:

$$Nn = (ET + Pp) - (Pe + F + A\theta) \text{ (mm/mes)} \dots\dots\dots (2.02)$$

Donde:

ET = Evapotranspiración.

Pp = Percolación profunda que se considera después de la eficiencia de aplicación.

Pe = Precipitación efectiva.

F = Aporte de la capilaridad de la capa freática que salvo casos excepcionales es despreciable

$A\theta$ = Es la variación de la humedad del suelo que se considera nula.

Las necesidades reales (Nr): resultan de multiplicar las necesidades netas por un coeficiente según la fórmula:

$$Nr = Nn / (Ea * (1 - FL)) \text{ (mm/mes)} \dots\dots\dots (2.03)$$

Donde:

Nn = Necesidad de agua.

Nr = Necesidad real.

Ea = Eficiencia de aplicación.

FL = La fracción del lavado.

Las necesidades netas y reales se expresan en mm/mes, aunque también se puede expresar como necesidades diarias en mm/día.

- b) Determinación de los parámetros de riego: dosis, frecuencia o intervalo entre riegos, duración del riego, numero de emisores por postura, caudal necesario, etc.**

El intervalo y la dotación de riego

CURSO DE CAPACITACIÓN EN DISEÑO DE RIEGO POR ASPERSIÓN DEDICADO A ESPECIALISTAS IR, 1999, Tenemos que saber aquí con qué tipo de suelo contamos, que profundidad tiene, y hasta qué profundidad van las raíces de las plantas.

El agua disponible en el suelo se expresa en porcentaje de volumen del suelo, y varía con el estado de humedecimiento del mismo. Los dos extremos son:

- **Capacidad de campo:** el suelo está totalmente mojado, pero no saturado; el agua que no está adherida a las partículas del suelo por fuerzas capilares ha sido drenada.
- **Punto de marchitez permanente:** el suelo contiene tan poca agua que las plantas sufren y que el proceso de marchitez es irreversible.

El volumen de agua entre estos dos extremos se llama Agua Rápidamente Aprovechable (ARA), y constituye el agua que teóricamente está a la disposición de las plantas. Este volumen de agua disponible varía considerablemente con el tipo de suelo.

La cantidad de agua que una planta puede extraer del suelo está determinada por la profundidad de sus raíces en **m**, el agua rápidamente aprovechable en el suelo (ARA) en decimales, y la fracción de esta agua (FARA), igualmente en decimales, que depende del cultivo y de la evapotranspiración en la zona. Esta cantidad es expresada en una **lámina**

de agua, (LARA, Lámina de Agua Rápidamente Aprovechable) generalmente tiene la dimensión de mm.

En fórmula

$$LARA = \text{prof. raíces}(m) \times ARA \times FARA \times 1000(mm) \dots\dots\dots (2.04)$$

Donde:

LARA = Lámina de agua rápidamente aprovechable.

ARA = Agua rápidamente aprovechable en el suelo.

FARA =Fracción de agua rápidamente aprovechable por los cultivos.

El intervalo de Riego (IR):

Depende de la lámina que evapora la planta por día (L_n) y la cantidad de agua que puede extraer del suelo (LARA), y está dado por:

$$IR \text{ (días)} = \frac{LARA \text{ (mm)}}{L_n \text{ (mm/día)}} \dots\dots\dots (2.05)$$

Donde:

IR =Intervalo de riego.

L_n =Lámina que evapora la planta por día.

La dotación neta de riego D_n (en mm):

Es la lámina de agua que se requiere dar al suelo cuando la planta ha extraído la fracción de agua rápidamente aprovechable (FARA) de su zona de raíces. Una dotación más grande significa una pérdida de agua, por que

significa que el nivel de humedad en la zona de raíces superará la capacidad de campo, y parte del agua percolará por debajo de la zona de raíces.

$$Dn = LARA(mm) \dots\dots\dots (2.06)$$

La dotación bruta de riego D_b (en mm):

Es mayor que la dotación neta (D_n) porque parte de la lámina de riego aplicado es perdida como consecuencia de desuniformidad de la lámina aplicada, y otros factores:

$$Db = \frac{Dn \times 100}{Eff_{ap}} \dots\dots\dots (2.07)$$

Donde:

Db =Dotación bruta (mm)

Dn = Dotación neta (mm)

Eff_{ap} = Eficiencia de aplicación (65-75% para riego por aspersión, 85-90% para riego por goteo)

La dotación bruta D_b tiene que ser asegurado por los aspersores que tienen una intensidad de precipitación P (mm/hora), y eso determina el tiempo de riego, es decir las horas que los aspersores tienen que estar en una sola posición.

En parcelas con diferentes cultivos la solución más práctica es de adoptar el intervalo más corto de los calculados para los diferentes cultivos.

La elección del aspersor

La elección del tipo de aspersor a aplicar en un sistema de riego por aspersión está sujeta a varios factores:

- **Velocidad básica de infiltración:** la intensidad de precipitación del aspersor, expresada en mm/hora, no debe superar la velocidad básica de infiltración del suelo, para evitar escorrentía.
- **El tamaño de las parcelas:** en parcelas grandes se puede aplicar aspersores con un diámetro mojado grande, mientras que en parcelas pequeñas se deberían aplicar aspersores con diámetros mojados más pequeños para adecuarse al área más pequeña, o aplicar aspersores sectoriales.
- **Tipo de cultivos:** Si la parcela será dedicada a hortalizas con rotaciones muy estrechas, será conveniente un aspersor con un diámetro pequeño (micro aspersores) para poder ajustar el riego a las necesidades de cada parte de la parcela.
- **Presiones de trabajo disponibles:** para condiciones de la sierra se quiere aspersores que puedan trabajar en un rango largo, desde presiones de 1 atm. hasta 4.5 atm.

Existe una gama larga de modelos de aspersores, adaptados a diferentes condiciones del terreno, exigencias del clima, características del sistema, etc. Sin embargo, no todos los tipos se adaptan igualmente a las condiciones específicas de un riego presurizado por gravedad, que es el tipo sistema que se adecua especialmente a la agricultura campesina de la Sierra (por su bajo costo: no se emplean estaciones de bombeo).

Velocidad básica de infiltración (VBI)

La mejor manera de determinar la velocidad básica de infiltración VBI es mediante mediciones en situ, utilizando por ejemplo un cilindro infiltrómetro o el método del surco infiltrómetro.

Una manera sencilla para hacer una estimación de la intensidad de precipitación de un tipo de aspersor, es a través de los cálculos siguientes:

De acuerdo al espaciamiento entre los aspersores, se puede considerar que el área de influencia directa de cada aspersor, incluyendo todos los efectos de traslape, corresponde a la distancia de espaciamiento elevado al cuadrado.

$$P = \frac{Q}{D^2} \times 1000 \text{ (P en mm/h)} \dots\dots\dots (2.08)$$

Donde:

Q = Caudal del aspersor (m³/h).

D = Distancia de espaciamiento entre 2 aspersores (m).

P = La precipitación del aspersor en mm/h.

Para una elección de un tipo de aspersor el criterio es entonces que

$$VBI \geq P$$

El tiempo de riego:

$$Tiempo \ de \ riego = \frac{Dotación \ bruta \ (mm)}{P \ (mm/h)} \dots\dots\dots (2.09)$$

Donde:

P = La precipitación del aspersor en mm/h.

c) Disposición de los emisores en el campo:

Diseño de la línea de riego móvil

Una vez que se tiene definidos los sectores de riego y la ubicación de las cámaras de carga, se puede proceder a la ubicación de los hidrantes. Pero primeramente tenemos que diseñar la línea de riego móvil que va a regar el sector.

El caudal de riego del sector es dado por:

$$Q_{sector} = A_{sector} \times Mr \dots\dots\dots (2.10)$$

Donde:

Q_{sector} = Caudal del riego del sector (l/s).

A_{sector} = Área del sector de riego (ha).

Mr = Módulo de riego (l/s.ha).

El número de aspersores es dado por:

$$N_{aspersores} = \frac{Q_{sector}}{Q_{aspersor}} \dots\dots\dots (2.11)$$

$N_{aspersores}$ = Número de aspersores por parcela.

Q_{sector} = Caudal del sector.

$Q_{aspersor}$ = Caudal del aspersor.

Para el caudal del aspersor tomaremos el caudal dada por la tabla de característica del aspersor seleccionado, y para la presión promedio que se espera obtener en las líneas de riego (1,8 o 2,0 Bar generalmente). El resultado de $Q_{sector} / Q_{aspersor}$ redondeamos hacia arriba (por ejemplo: 4,3 aspersores redondeamos a 5).

Una vez determinado el número de aspersores del sector se debe definir el **distanciamiento entre aspersores**. Para eso se tiene que respetar el criterio de:

$$D_{\text{ist. entre aspersores}} \leq 0,8 \times D_{\text{ímetro área mojado}}$$

Para determinar el diámetro mojado consultamos la tabla de característica del aspersor. Si nuestra intención es, elevar el aspersor con un elevador de X metros (para regar encima de cultivos altos), el diámetro indicado en tablas se aumentará entre $4 * X$ y $6 * X$.

El distanciamiento máximo entre aspersores se escoge evaluando el sector a regar. En el plano topográfico se determina la longitud máxima que debe tener la línea de riego para que todas las parcelas del sector puedan ser cubiertas por la línea de riego en sentido paralelo a las curvas de nivel. Si el ancho del sector, medido paralelo a las curvas de nivel, es mayor que:

$$N_{\text{aspersores}} * 0,8 * D_{\text{ímetro área mojada}}, \dots\dots\dots (2.12)$$

Entonces se tendrá que optar por ubicar una o varias filas de hidrantes en medio de las parcelas (la parcela se regará extendiendo la línea de riego móvil hacia ambos lados de los hidrantes). Una vez determinado la mayor distancia entre hidrante y límite del sector de riego, medido en forma paralela a las curvas de nivel, se divide esta distancia entre el número de aspersores para definir el distanciamiento.

Ubicaciones de la línea de riego móvil por el sector de riego

En el plano topográfico se diseña la línea de riego determinado, y se trata de ubicarlo de la manera más conveniente por todo el sector a regar. Para eso se tienen que marcar primeramente las áreas no regables por falta de presión hidrostática, relativa a la altura de la cámara de carga/reservorio proyectado para el sector, o por otras razones. Las ubicaciones de las líneas de riego se proyectan luego sobre el área a regar, pensando en el requisito de que la línea de riego no debe tenderse mucho en sentido hacia abajo o hacia arriba de la pendiente, porque esto produce desuniformidad de precipitación entre aspersores (es decir, la línea de riego sigue el sentido de las curvas de nivel).

En la distancia entre las líneas de riego tenemos que tener en cuenta el distanciamiento recomendado (por ejemplo $12 \times 12 \text{ m} = 144 \text{ m}^2$), y el distanciamiento entre aspersores obtenidos arriba por la división del ancho de la parcela a regar por el número de aspersores. Dividimos el distanciamiento recomendado al cuadrado por el distanciamiento entre aspersores para obtener el distanciamiento entre líneas.

Cuando se determinaron de esta manera las posiciones que la línea de riego móvil tendrá para cobertura de todo el sector, se escogen los puntos de entrega, los hidrantes, tomando en cuenta lo siguiente: Los hidrantes son componentes relativamente caras en la red de parcela, por lo tanto su número tiene que limitarse. Como regla se puede tomar para la distancia entre hidrantes 3 veces la distancia entre líneas.

Para determinar la longitud de la manguera de la línea de riego móvil, utilizamos la siguiente fórmula:

$$LM = (N_{\text{aspersores}} - \frac{1}{2}) * D_{\text{aspersores}} + D_{\text{líneas}} \dots\dots\dots (2.13)$$

LM = Longitud de la manguera de la línea móvil

$N_{\text{aspersores}}$ = número de aspersores de una línea

$D_{\text{aspersores}}$ = Distanciamiento entre aspersores en la línea de riego

$D_{\text{hidrantes}}$ = Distanciamiento entre líneas

Diseño de las líneas de riego fijas (líneas de presión)

Para el diseño de las líneas de riego fijas, basta conectar los hidrantes del sector con el reservorio / cámara de carga por la vía más corta. Por lo general esto significa conectar los hidrantes con líneas rectas. Donde los puntos a conectar forma triángulos con lados equidistantes puede ser conveniente conectarlos en forma de "polígonos de Thiessen".

2.2.3.2 Diseño hidráulico

CASTAÑÓN, G. (1991), **Cálculo de la tubería principal**; la red principal de una instalación de riego está constituida por el conjunto de tuberías abastecedoras de las alas de riego. Sobre ellas van instalados los aspersores y las únicas salidas que suelen tener son los hidrantes.

A partir de una cierta superficie a regar, dichas tuberías suelen ser fijas y enterradas, con el fin de no entorpecer las labores agrícolas y, al mismo tiempo, ampliar su duración al estar protegidas tanto de los factores atmosféricos como los humanos.

La profundidad que vaya instalado debe ser suficiente para que no sean afectadas por las labores de cultivo, haciendo especial mención de las presiones producidas por el paso de aperos, maquinarias y, sobre todo, camiones.

En caso que se prevean grandes cargas, cada vez más habituales en una agricultura moderna, las tuberías deben protegerse eficazmente contra las roturas así provocadas. El sistema más empleado es reforzar con hormigón los lugares donde se producirá el paso por encima de la tubería.

En otros puntos de la red, donde puedan producirse sobrepresiones y grandes empujes sobre elementos de la tubería especialmente puntos singulares, será necesario calcular los correspondientes elementos de protección (ventosas, válvulas, anclajes de hormigón, etc.) para evitar el deterioro y las posibles roturas de la misma.

Dichas tuberías deberán poder vaciarse, principalmente en épocas de no utilización, para evitar la sedimentación o incrustación de sustancias en suspensión así como la congelación del agua en periodos de fuertes heladas.

En estas tuberías, en las que no hay salidas de aspersores, la tolerancia de pérdidas de carga es solamente cuestión económica, teniendo únicamente en cuenta la velocidad de circulación del agua no debe ser inferior a 0.60 m/s para evitar sedimentaciones, ni superior a 3.0 m/s, para obtener una correcta distribución de la misma.

La determinación de los diámetros de las tuberías se puede hacer mediante la comparación entre la repercusión anual del costo inicial de las mismas y

el coste anual de la energía consumida en vencer las pérdidas de carga, en los posibles casos que puedan presentarse.

Al aumentar los diámetros de las tuberías crece la inversión inicial pero disminuyen las pérdidas de carga, es decir el gasto de energía. En este cálculo un factor a tener muy en cuenta es el número de horas anuales de riego pues repercute en la energía total consumida.

Existen numerosas fórmulas para calcular las pérdidas de carga, siendo la más conocida la de **Darcy Weisbach**:

$$hf = f \times L/D \times V^2/2g \dots\dots\dots (2.14)$$

Siendo:

hf = Pérdida de carga en metros.

f = Coeficiente de fricción.

L = Longitud de la tubería en metros.

D = Diámetro de la tubería en metros.

V = Velocidad del agua en metros por segundo.

g = Aceleración de la gravedad 9.81 m/s².

El coeficiente f es en función del número de Reynolds y de K , Altura de las asperezas de la tubería, para valores elevados, del primero, lo que ocurre normalmente en las tuberías de riego, solo depende del segundo.

Los puntos singulares son aquellos en que se producen una variación en el régimen de la corriente. Existen en toda red de tuberías de riego, siendo los más conocidos los codos, tés, reducciones, ampliaciones, estrechamientos, válvulas, etc. En todos ellos se produce una mayor pérdida de carga que el correspondiente al tramo de tubería recta.

Dicha perdida se puede calcular en cada uno de ellos, pero lo normal, salvo redes muy complicadas, es estimar la producida en dichos puntos como un

5 o 10% de la calculada para toda la tubería, según la menor o mayor complejidad del trazado.

Los caudales circulantes por dichas tuberías y, en consecuencia, los diámetros de las mismas, irán disminuyendo a medida que cada ala vaya tomando el agua necesaria para el riego de sus aspersores.

La solución idónea y más económica consiste en dimensionar la tubería por tramos, según el caudal máximo que pueda circular por ellos, que depende del número de alas de regando aguas arriba.

Conociendo el caudal Q que debe transportar cada tubería se determina el diámetro, por la ecuación de conservación de la masa (continuidad):

$$Q = V \times A = V \times \pi D^2 / 4 \dots \dots \dots (2.15)$$

La velocidad admisible del cálculo varía entre 0.6 y 3.0 m/s, como ya hemos indicado con anterioridad.

Una vez elegido un valor de cálculo para V , determinamos el correspondiente valor de D' , diámetro que no siempre coincidirá con ninguno comercial existente en el mercado. El valor real D del diámetro de la tubería será el más próximo al que se fabrique.

2.2.4 Evaluaciones de riego por aspersión

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. La evaluación de un sistema de riego por aspersión es un proceso por el que se puede saber si la instalación y el manejo que se hace de ella reúnen las condiciones necesarias para aplicar

los riegos adecuadamente, esto es cubriendo las necesidades del cultivo para la obtención de máxima producción y al mismo tiempo minimizando las pérdidas de agua.

Las evaluaciones se realizarán en las condiciones normales de funcionamiento, de forma que lo observado coincida con la situación usual durante la aplicación de los riegos.

- Comprobar el estado de los diferentes componentes de la instalación y si el mantenimiento es adecuado.
- Determinar los caudales reales aplicados por los aspersores a la presión de trabajo y la lámina de agua aplicada al campo por unidad de tiempo.
- Determinar la uniformidad de distribución, el coeficiente de uniformidad y la eficiencia de aplicación del agua de riego.
- Detectar y analizar los problemas de funcionamiento de la instalación y plantear las soluciones más sencillas y económicas.
- Analizar los criterios seguidos por el usuario del riego para decidir la lámina de agua a aplicar.

2.2.5 Cuándo realizar una evaluación

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. Se debe realizar una evaluación:

- **Recién finalizada la instalación:** se comprobará que las prestaciones en cuanto a la capacidad de aportar una cantidad de agua con una determinada uniformidad coinciden con lo proyectado.

- **Al principio de cada campaña de riego:** Permitirá conocer la cantidad de agua que aplica el sistema por unidad de tiempo y su uniformidad, lo que será necesario para decidir el tiempo de riego.
- Cuando existan motivos para sospechar la existencia de cambios en la uniformidad de la lámina de agua aplicada.

2.2.6 Evaluación de los componentes de la instalación

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. Se realiza una inspección de los componentes del sistema, desde tuberías, juntas, elementos de control, piezas especiales, etc.

En primer lugar se comprobará si los aspersores son idénticos en marca, modelo, tipo y diámetro de boquillas y Altura, lo que es fundamental para el correcto desarrollo de los riegos.

Se comprobará la existencia de fugas en las juntas entre tubos de aspersión y cualquier elemento de la instalación, principalmente en las conexiones a la toma o bocas de riego.

También deberá anotarse la existencia o no de elementos de medida y control de agua, la cantidad que existe de cada uno, su ubicación y estado general: manómetros o tomas manométricas, reguladores de presión, contadores, etc.

2.2.7 Evaluación de la uniformidad de riego

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. Una baja uniformidad en un sistema de riego

implica la existencia de las zonas del suelo con exceso de agua y otras con escasez, o bien la necesidad de aplicar agua en exceso para que las zonas que reciben menos cantidad estén suficientemente abastecidas en cualquier caso, con baja uniformidad será difícil obtener producciones satisfactorias.

a) Uniformidad de la zona evaluada

Antes de comenzar el riego, se colocará una red de vasos pluviométricos formando una malla de 3 X 3 metros entre dos ramales, que recogerán agua de tres aspersores.

Los vasos se instalarán sobre el suelo cuando el cultivo no altere la lluvia de los aspersores, y justo sobre el cultivo en caso contrario.

Se comenzará a regar y los vasos recogerán la lluvia de los aspersores. Cuanto mayor sea el tiempo durante el cual los vasos recojan agua, más fiables serán los resultados, dicho tiempo será como mínimo 90 minutos.

Cuando finalice la evaluación, se dejara regar y se medirá el volumen recogido en cada caso con ayuda de una probeta graduada en unidades de 2 cm³.

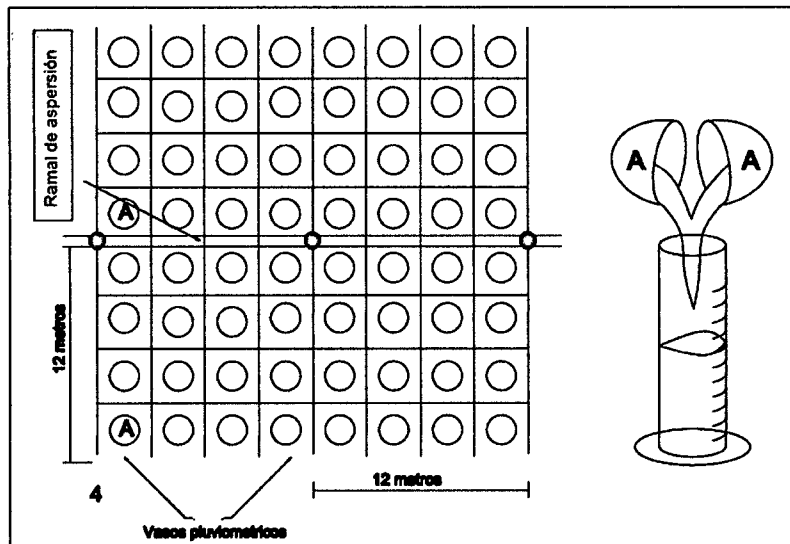
Con los volúmenes recogidos se calculara:

- Primero; La media de todos los volúmenes medidos en cada uno de los vasos (V_m).
- Segundo; la media de los volúmenes medidos en la cuarta parte de los vasos que han recogido menos agua ($V_{25\%}$).
- Tercero: la uniformidad de distribución de la zona evaluada (UD zona) se obtendrá utilizando la siguiente fórmula:

$$UD(zona) = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m} \dots\dots\dots (2.16)$$

Si la parcela se riega con un único ramal de aspersión, los vasos se colocaran a ambos lados del ramal y se sumaran los volúmenes recogidos en los colocados a cada lado, según se muestra en la figura. El procedimiento de cálculo de UD(zona) será idéntico en todos los demás.

Figura N°2.02: Disposición de los vasos pluviométricos para la evaluación en un solo ramal.



Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera.

b) Uniformidad de instalación

El caudal de cada aspersor cambiará con la presión. La diferencia de presiones en toda la unidad de riego será mayor que la existente entre los aspersores de los que ha recogido el agua. Por esto la uniformidad en el conjunto de la unidad de riego (UD) será por regla general menor que la medida en la zona evaluada (UD zona).

Para estimar la UD se medirá la presión en unos cuantos aspersores distribuidos por ella en zonas con diferentes presiones. Como mínimo se medirán las presiones de los aspersores que mojan la zona evaluada y en el primer y último aspersor de los ramales en los que se encuentran situados.

Con los valores de presión medidos se podrá determinar:

- Primero: la presión mínima de las que se ha medido en los aspersores (P_{min}) en Kg/cm².
- Segundo: la media de las presiones medidas en todos ellos (P_m) en Kg/cm².
- Tercero: Una vez conocidos los valores de P_{min} y P_m se calcula la UD mediante la siguiente fórmula:

$$UD = UD(zona) \times \frac{1+3\sqrt{\frac{P_{min}}{P_m}}}{4} \dots\dots\dots(2.17)$$

Si se mide la presión en un número suficiente de aspersores, por ejemplo en 10, la presión media será la media de las presiones que se han medido. En ramales sin pendiente, midiendo tan solo la presión en el primer (presión máxima, P_{max}) y el último aspersor (presión mínima, P_{min}) se puede estimar la presión media como:

$$P_m = \frac{2 \times P_{min} + P_{max}}{3} \dots\dots\dots(2.18)$$

Si en un sistema móvil de riego por aspersión se riega utilizando posiciones alternas de dos ramales en diferentes riegos, la UD se incrementará. De

esta forma, si UD es la uniformidad de distribución evaluada en un riego, la uniformidad de distribución utilizando esta práctica (UDa) será:

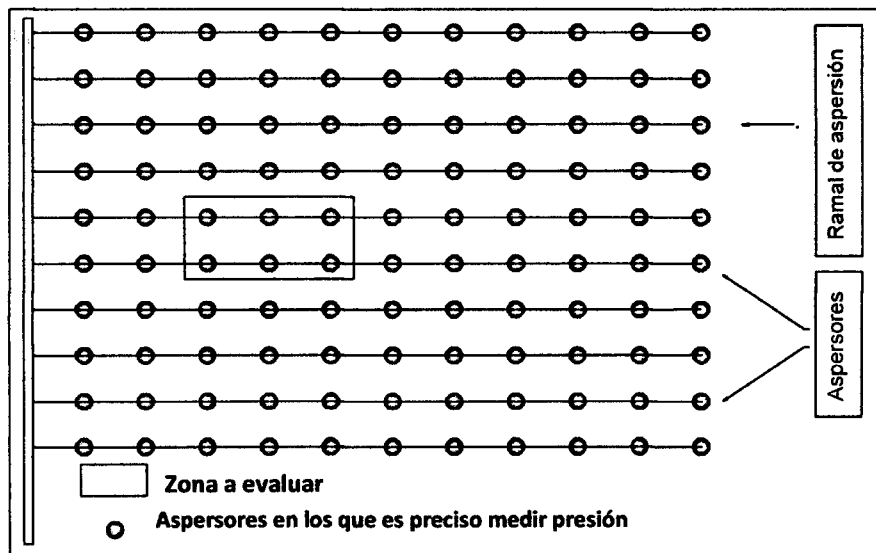
$$UD_a = 10 \times \sqrt{UD} \dots \dots \dots (2.19)$$

Hasta aquí la uniformidad calculada corresponde a la unidad de riego.

Aún se puede mejorar la estimación de la uniformidad de aplicación del agua en el conjunto de la instalación.

Para ello se medirán las presiones en un conjunto de aspersores de cada unidad de riego, aunque sea preciso hacerlo en momentos o días diferentes, cuando esté regando cada una de las unidades.

Figura N°2.03: Zonas específicas a evaluar, toma de presiones en estos aspersores mínimo 02.



Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera.

Con los valores de presión medidos se podrá determinar:

- Primero: la presión mínima de las que se han medido en todos los aspersores (P'min) en Kg/cm2.
- Segundo: la media de las presiones medidas en todos ellos (P'm) en Kg/cm2.
- Tercero: Una vez conocidos los valores de P'min y P'm se calcula UD(instalación) mediante la siguiente fórmula:

$$UD(instalación) = UD \times \frac{1+3 \times \sqrt{\frac{P'min}{P'm}}}{4} \dots\dots\dots(2.20)$$

De esta forma se obtendrá una excelente estimación de la Uniformidad de Distribución de la instalación, que, en ningún caso, deberá ser inferior a 75%.

Dependiendo de valor de UD(instalación) obtenido, la calificación de la instalación será la siguiente:

Cuadro N°2.01: Valor de la uniformidad de distribución

Valor De La Uniformidad De Distribución	Calificación
Mayor de 85 %	Excelente
De 80 a 85%	Buena
De 75 a 80%	Aceptable
Menor de 75%	Inaceptable

Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera, Ayacucho 2008.

La uniformidad también depende del viento y de las condiciones atmosféricas, por lo que se tomaran datos de viento y temperatura, para fijar las condiciones en que se realiza la evaluación.

2.2.8 Evaluación de las pérdidas por evaporación y arrastre del viento

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. En riego por aspersión existen dos factores que afectan negativamente a la aplicación del agua sobre el suelo: la evaporación de las gotas de agua que producen los aspersores y el arrastre de dichas gotas por efecto del viento. En las pérdidas por evaporación y arrastre del viento tiene gran importancia el tamaño de las gotas de agua que dan los aspersores y serán mayores cuando más pequeñas sean las gotas y mayor sea el viento y la temperatura. Las pérdidas por evaporación y arrastre del viento (P_e) se calculan como la diferencia entre lámina de agua aplicada por los aspersores (L_a) y la lámina de agua recogida en los pluviómetros (L_p).

$$P_e = 100 \times \frac{L_a - L_p}{L_a} \dots\dots\dots(2.21)$$

Para calcular la lámina de agua aplicada por los aspersores (L_a) se medirá el caudal de cada aspersor que moja la zona evaluada con ayuda de una manguera, un cronometro y un bidón de plástico en el que se marca un volumen conocido de (10 a 20 litros). Con estas medidas se seguirán los siguientes pasos.

- Primero: el caudal de cada aspersor, en litros por hora, se calculara mediante la fórmula:

-

$$\text{Caudal del aspersor (litros/hora)} = \frac{\text{Volumen recogido en bidón (litros)} \times 3600}{\text{Tiempo de llenado (segundos)}} \dots\dots\dots (2.22)$$

- Segundo: el caudal aplicado sobre la zona evaluada (litros/Hora) se calculará teniendo en cuenta que si se toman 6 aspersores, la cuarta parte del agua de los aspersores de las esquinas y la mitad de los otros dos cae en la zona evaluada.

$$Q_a = \frac{Q_1}{4} - \frac{Q_2}{2} - \frac{Q_3}{4} + \frac{Q_4}{4} + \frac{Q_5}{2} + \frac{Q_6}{4} \dots\dots\dots(2.23)$$

- Tercero: La se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$L_a (mm) = \frac{Q_a(\text{Litros/Hora})}{\text{Superficie zona evaluada (m}^2\text{)} \times 60} \times \text{Tiempo de evaluación (min)} \dots\dots\dots (2.24)$$

2.2.9 Eficiencia de aplicación óptima del sistema de riego

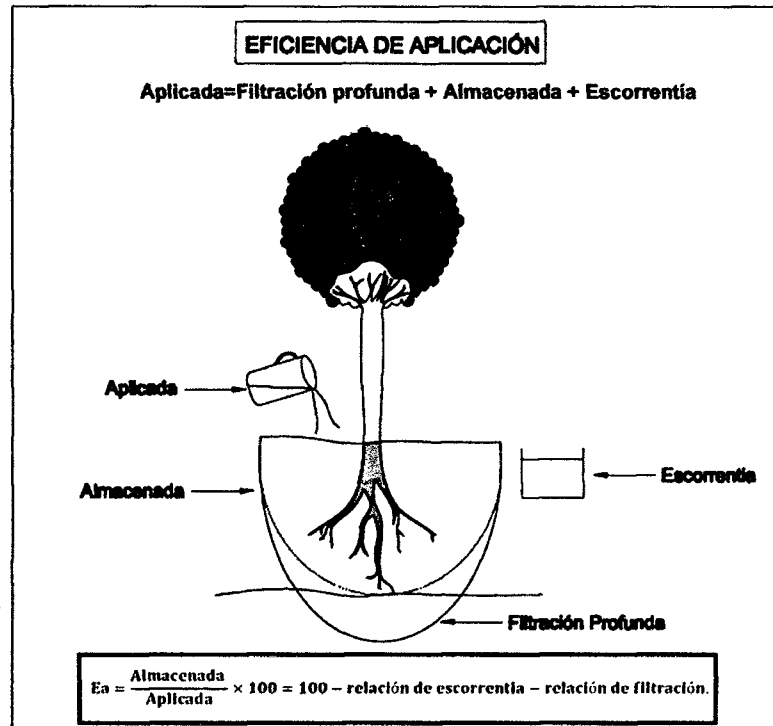
I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. La eficiencia de aplicación máxima que se puede conseguir con el sistema de riego sin introducir modificaciones que afecte a su diseño, se denomina eficiencia de aplicación óptima del sistema, que será la que se utilizara para programar los riegos.

La eficiencia de aplicación es el tanto por ciento del agua de riego que es realmente utilizada por el cultivo con respecto al total de agua aplicada, para lo cual hay que considerar las pérdidas de agua originadas por filtración profunda y pérdidas por escorrentía suele ser nula cuando el sistema está bien diseñado y no se producen fugas pero en cambio es preciso incluir las pérdidas por evaporación y arrastre del viento. Por tanto la eficiencia de aplicación será:

$$E_a = 100 - \text{filtración profunda} - \text{evaporación y arrastre...} \quad (2.25)$$

EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Figura N°2.04: Eficiencia de aplicación óptima del sistema de riego.



Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera, Ayacucho 2008.

$$EA(\%) = \frac{\text{Altura retenida en la zona radicular}}{\text{Altura media aplicada por el aspersor}} \dots \dots \dots (2.26)$$

Relación entre lamina promedio de agua almacenada en la zona radicular y la lámina promedio de agua aplicada por el aspersor.

En términos numéricos se considera que, en riego por aspersión, una eficiencia de aplicación de riego del 75%, es un valor razonablemente bueno.

2.2.10 Evaluación del manejo de riego

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. Para completar la evaluación de una instalación de riego por aspersión será necesario comprobar si el manejo que se está haciendo del riego es correcto una vez analizado los componentes de la instalación y la uniformidad de riego.

Para ello será necesario conocer la frecuencia y la duración de los riegos.

La persona encargada de hacer la evaluación estimará las necesidades netas y brutas de riego en los días anteriores a la evaluación y comprobará si la cantidad de agua aplicada coincide con las necesidades brutas.

2.2.11 Coeficiente de uniformidad de *Christiansen*

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. El coeficiente de uniformidad fue calculada por *Christiansen (1942)*, la cual es una representación estadística de uniformidad, utilizando principalmente en los sistemas de riego por aspersión; es el parámetro de uniformidad de uso más generalizado. En sistema de riego por aspersión se recomienda valores de CU mayores de 80 %.

$$Cu = \left(1 - \frac{\sum(L_i - L_m)}{n \times L_m}\right) \times 100 \dots\dots\dots (2.27)$$

Dónde:

L_i : Lamina infiltrada (ml, mm)

L_m : Lamina media infiltrada (ml, mm)

n : Número de puntos considerados para la evaluación

2.2.12 Eficiencia de descarga

I CURSO TALLER DE ESPECIALIZACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERA, Ayacucho 2008. Indica la relación porcentual entre el agua recogida por los pluviómetros y el agua descargada por los aspersores. La diferencia entre ambas son las pérdidas por evaporación y arrastre durante el proceso de riego, debido fundamentalmente a las condiciones climáticas (Temperatura, Humedad, viento, etc). También hay que incluir en estas diferencias a los propios errores que conlleva la metodología seguida por la evaluación.

$$ED (\%) = \frac{\text{Pluviometría Media Recogida}}{\text{Pluviometría Media Aplicada}} \dots\dots\dots(2.28)$$

2.2.13 Pluviometría Media Aplicada

Altura media aplicada por unidad de tiempo, en mm/Hr.

$$qr = \frac{q}{S1 \times S2} \dots\dots\dots(2.29)$$

Donde:

q : Caudal aforado en el aspersor de ensayo, en lt/hr.

$S1$: Separación entre laterales, en metros.

$S2$: Separación (espaciamiento) entre los aspersores dentro de un lateral en metros.

2.3 Evaluación económica

SILVA, F. (2005), La evaluación económica, define ejecutar un proyecto en vez de otro (una represa, una batería de bombas para regar 1.000 ha) también se aplica a decisiones menores "Sub Proyectos" (regar un cultivo u otro, emplear distintos métodos de riego).

Existen dos tipos de evaluaciones: Privada y social. Privada en el sentido que se evalúa en función a la perspectiva del empresario, y social en el sentido de toda la comunidad. La privada incluye la financiera y la económica, la primera incluye el capital propio y el prestado; en cambio, la segunda considera solo el capital propio y los valores son los precios de mercado. La evaluación social incluye los precios que difieren del que paga o recibe el inversionista privado, la presencia de externalidades o efectos indirectos.

En proyectos de riego se hace una evaluación privada y social, ya que por lo general ocuparan mano de obra que está disponible en la zona.

2.3.1 Estudio económico

FUENTES, J. (2003), el costo de riego incluye los costos fijos anuales y los costos variables.

a) Costos fijos anuales: los costos fijos anuales son de dos tipos: los amortizables y los no amortizables.

Costos fijos amortizables; estos comprenden

- **Depreciación del equipo de riego.** Debido al desgaste con el uso y a que se queda anticuado con el paso del tiempo. Por tanto, el valor de la inversión inicial debe amortizarse durante su vida útil, lo que equivale a ir acumulando un fondo de reversa para sustituir al equipo viejo cuando sea preciso. En la práctica se suele adoptar el sistema de depreciación anual constante, de tal forma que al final de la vida útil su valor coincida con el valor residual.

- **Interés del capital invertido.** Para la compra del equipo se puede recurrir a un préstamo o se puede utilizar el dinero propio. En el primer caso habría que pagar el interés del préstamo correspondiente. En el segundo caso, el agricultor hubiera tenido oportunidad de invertir ese dinero y por consiguiente, los ingresos no percibidos en esa inversión deberán acumular como coste.

- **Costos fijos no amortizables;** estos costes son los de mantenimiento, o sea, aquellos que se necesitan para mantener la instalación en buen estado de funcionamiento. Comprende los gastos de conservación, reparación y renovación de los elementos deteriorados. Estos gastos se estiman como un porcentaje medio anual de la inversión inicial

b) Costos anuales variables

Estos costos corresponden: la mano de obra, la energía, el agua y otros costos.

2.3.2 Viabilidad económica de una inversión

FUENTES, J. (2003), dice que para estudiar la viabilidad económica de una inversión se utilizan diversos métodos de análisis. El método del valor actual neto (VAN). Compara el valor de una inversión que se hace ahora con el valor actualizado en ahorros que esa inversión genera en el futuro.

La inversión puede efectuarse de una sola vez al comienzo del proyecto o varias anualidades a los largo de la vida del mismo. En muchos casos la inversión total se compone de diversos elementos que tienen distintos años de vida útil.

Se llama flujo de caja a la diferencia entre los cobros recibidos con la inversión y los pagos generados para su funcionamiento.

$$F_c = C_c - P_c \dots \dots \dots (2.30)$$

Donde:

F_c = Flujo de caja correspondiente al año c.

C_c = Costos recibidos en el año c.

P_c = Pagos efectuados en el año c.

El valor de los flujos de caja obtenidos a lo largo de la vida del proyecto se actualiza al inicio del proyecto. Por tanto, el valor actualizado (al año cero) del flujo de caja correspondiente al año c es:

$$\frac{F_c}{(1+i)^c} \dots \dots \dots (2.31)$$

Siendo i el tanto por uno de interés de la inversión.

El valor actualizado (al año cero) de la suma de los flujos de caja correspondientes a los n años de vida del proyecto es:

$$\sum_{c=1}^{c=n} \frac{F_c}{(1+i)^c} \dots\dots\dots (2.32)$$

El valor actualizado neto (VAN) es la diferencia entre la suma de los flujos de caja actualizados al año cero y la inversión realizada en el momento inicial.

$$VAN = \sum_{c=1}^{c=n} \frac{F_c}{(1+i)^c} - K \dots\dots\dots(2.33)$$

Siendo K , la inversión inicial.

Cuando la inversión se realiza escalonadamente a lo largo de la vida del proyecto, en el cálculo del VAN se simplifica introduciendo el concepto de factor de valor actual (FVA), que viene dado por la formula.

$$FVA = \sum_{c=1}^{c=n} \frac{1}{(1+i)^c} \dots\dots\dots (2.34)$$

2.3.3 El criterio de la tasa interna de retorno (TIR)

NASSIR, S. Y REINALDO, S. (2000), El criterio de la tasa interna de retorno (TIR) evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento anual, la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual como señalan Bierman y Smidt, la TIR “representa la tasa de interés más alta que un inversionista podría

pagar sin perder dinero, si todos los fondos para el financiamiento de la inversión se tomaran prestados y el préstamo principal e interés acumulado) se pagara con las entradas en efectivo de la inversión a medida que fuesen produciendo” aunque esta es una apreciación muy particular de los autores (no incluye los conceptos de costo de oportunidad, riesgo ni evaluación del contexto de la empresa en conjunto), ella sirve para aclarar la intensidad de el criterio.

La tasa interna de retorno puede calcularse aplicando la siguiente ecuación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t} - I_0 \dots\dots\dots (2.35)$$

Donde r es la tasa interna de retorno. Otra forma de expresar esto es, simplificando y agrupando términos, la siguiente:

$$\sum_{t=1}^n \frac{Y_t - E_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0 \dots\dots\dots (2.36)$$

Que es lo mismo que:

$$\sum_{t=1}^n \frac{BN_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0 \dots\dots\dots (2.37)$$

Comparando esta ecuación con la (3.33), puede apreciarse que este criterio es equivalente a hacer el VAN igual a cero y determinar la tasa que permite que el flujo actual sea cero.

La tasa así calculada se compara con la tasa de costo de capital de la empresa. Si la TIR es igual o mayor que esta, proyecto debe aceptarse y si es menor debe rechazarse.

La consideración de aceptación de un proyecto cuyo TIR es igual a la tasa de costo de capital se basa en los mismos aspectos de la tasa de aceptación de un proyecto cuyo VAN es cero. Es decir, la tasa de costo de capital es una medida de rendimiento del inversionista que asegura cubrir sus desembolsos de efectivo y su costo de oportunidad. Nótese que si el VAN de un proyecto es cero, necesariamente su TIR será igual a la tasa de descuento empleada.

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Ubicación

3.1.1 Ubicación política

Lugar : Llutacancha, Uchuypampa.

Distrito : Tambillo.

Provincia : Huamanga.

Departamento : Ayacucho.

3.1.2 Ubicación geográfica

Coordenadas absolutas:

Llutacancha

Este : 590974

Norte : 8537593

Altitud : 3307 msnm

Uchuypampa

Este : 589800

Norte : 8540043

Altitud : 3027 msnm

3.1.3 Características de la zona

Las áreas de estudio se encuentra en las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa del Distrito de Tambillo provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho; el clima de dicha zona es Seco comprende altitudes que van desde los 2,400 hasta los 3,300 m.s.n.m. el Distrito cuenta con una extensión aproximada de 2,800 hectáreas aptas para cultivos en limpio.

Su población es de 5,250 habitantes, los que residen en 18 comunidades campesinas reconocidas y 4 anexos. La población del Distrito es mayoritariamente rural. El 90% reside en el campo, mientras que el 10% vive en la capital del Distrito.

La educación formal en Tambillo se imparte actualmente en 14 centros educativos que benefician a un total de 1,232 alumnos, entre niños y adolescentes.

En cuanto a recursos hídricos, las comunidades involucradas, tienen como principal fuente de abastecimiento, a las aguas de la Irrigación Cachi

(ExPERC); sin embargo, cada una de ellas cuenta con pequeñas fuentes independientes de las cuales hacen un uso limitado.

La actividad económica principal es la agropecuaria, predominan cultivos de pan llevar, crianza de ganado vacuno y animales menores. El 80% de familias tiene una producción agrícola que, en conjunto, supera el nivel de una Tm/año. Solo 26.7% declara tener ingresos anuales que superan los 3 mil nuevos soles.

La fuerza de trabajo de los miembros productores de la familia combina las actividades agrícolas con las no agrícolas, tanto en su lugar de residencia como fuera de ella. El Distrito de Tambillo presenta algunas ventajas comparativas, como la de encontrarse muy cerca del centro urbano de Huamanga y con vías de acceso al mercado local y nacional.

Por lo tanto, tiene un mayor acceso a los centros de demanda. Aunque sus actuales posibilidades productivas son aún limitadas, con el acceso gradual a los recursos hídricos de la Irrigación Cachi (ExPERC), la tecnificación del riego y el acceso creciente a los servicios financieros esta situación se viene revirtiendo.

3.1.4 Fisiografía

La fisiografía de la zona está constituida por sistemas y unidades fisiográficas complejas. Se distingue la distribución del relieve o forma que han tomado los terrenos debido a la acción de procesos de erosión hídrica y deslizamientos de masas de tierra hasta lograr su estabilización. Los

sistemas claramente definidos son identificados como sistemas montañosos con alta predominancia de abras con pendientes fuertemente pronunciadas, extensiones medianas de terreno constituyen el sistema llanura aluvial en la cual se hallan las áreas a donde se llevó a cabo los estudios.

3.1.5 Caracterización Climatológica y Meteorológica

Pluviometría

Las mayores precipitaciones pluviales se dan entre los meses de enero a marzo con un valor promedio anual de 756 mm/año. Entre los meses de octubre a enero se presentan las mayores temperaturas.

Clima

El clima es característico de la quebrada interandina, habiéndose registrado temperaturas promedio de 20° C, en los meses de verano variando entre 12° C y 25 °C y en los meses de invierno en promedio de 14° C, variando entre 10 ° C y 20° C en invierno.

Evaporación

La evaporación está determinada por las condiciones de frigidez y baja temperatura de la localidad presentando una evaporación de 1500 mm por año.

3.1.6 El espacio

El proyecto comprende a las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa del Distrito de Tambillo de la provincia de Huamanga, Región Ayacucho, en la sierra Centro Sur del Perú, su capital es la ciudad de Tambillo.

Para la obtención de resultados confiables se evaluaron únicamente el sistema de riego por aspersión instalado en 10 Has, de la comunidad de Llutacancha y 23 Has en Uchuypampa, en las tierras aptas para cultivo, entre cultivos anuales y pastos cultivados, beneficiando a un total de 70 familias dedicadas a la agricultura y ganadería, con este proyecto se pretendió incrementar los niveles productivos de los cultivos anuales, perennes y hatos ganaderos con el incremento de la producción de granos, tubérculos, hortalizas y forraje verde de mejor calidad.

3.1.7 Recursos disponibles

Fuente de agua: El recurso hídrico disponible para el proyecto pertenece a la Irrigación Cachi (ExPERC), el cual dota un caudal de 10 litros por segundo de a la comunidad de Llutacancha así como a la comunidad de Uchuypampa beneficiándose de este recurso durante todo el año, el proyecto cuenta con un canal existente revestido. El agua es abundante en la época de lluviosa (Octubre a abril). Asimismo, los manantiales en esta época lluviosas disponen de suficiente agua; mientras que en épocas de estiaje (mayo a Setiembre) el agua es escasa.

Suelo: Los suelos presentan variabilidad en cuanto a espesor o capa arable y estructura predominando sin embargo el tipo Franco arenoso.

El uso actual está referido a cultivos anuales, pastos permanentes cultivados, pasturas naturales y tierras improductivas.

Flora: La flora predominante en la zona del proyecto son las gramíneas, cactácea, las especies naturales propias de la zona son variadas, distinguiéndose los más predominantes: Molle (*Schinus molle*), Cabuya (*Agave sisilana*), Eucalipto, Maguey (*Agave americana*), Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Atajo (*Amarantus hybridus*), Cebadilla (*Avena stirensis*), Tuna (*Opuntia ficus indica*), Aliso, Qenua, etc.

Fauna: La existencia de animales es también variado, encontrándose: Zorros, Halcones, Gavilanes, Perdices, Águilas, Venados, etc. En cuanto a la crianza de animales domésticos como: aves de corral, porcinos, equinos, vacunos, etc. siendo su producción muy reducida y tradicional, que no satisface al mercado local.

El recurso natural a disposición del hombre y siendo uno de los factores fundamentales dentro del contexto del paisaje agrario es el recurso suelo, constituido por materias orgánicas y elementos inorgánicos que cubre la corteza terrestre, donde crecen y desarrollan las plantas y animales.

3.2 Materiales y Equipos

3.2.1 Materiales de escritorio

- Computadora.
- Impresora.
- Software, hojas de cálculo.
- Papeles de diferentes medidas.
- Libreta de campo.
- Material bibliográfico propio y de la Biblioteca de la UNSCH.
- Expediente técnico – Económico Sobre la Gestión Sostenible del Sistema de Riego Presurizado en la Comunidad de Uchuypampa, Tambillo – Ayacucho.
- Base de datos disponibles como datos climáticos (PERC), planos (Expediente técnico), catálogos (internet, empresas privadas), precios y rendimientos de cultivos (Ministerio Agricultura).

3.2.2 Equipos y herramientas

- Equipos topográficos, GPS.
- Estación meteorológica automática VANTAGE PRO 2.
- Cilindro infiltrómetro.
- Wincha, flexómetro.
- Equipos de medición:
- Manómetros en baño de glicerina con aguja de acople,
- Vasos pluviométricos de 16 cm de diámetro.

- Probeta graduada de 500 ml.
- Cronometro, manguera, bidón con medida.
- Cámara fotográfica.

3.3 Procedimiento y metodología

a) Evaluación del funcionamiento de los componentes instalados en los sistemas de riego:

- Se procedió a comprobar el estado de los diferentes componentes de las instalaciones desde tuberías, juntas, elementos de control, piezas especiales.
- Se determinó el tipo de aspersores y si estos son los mismos en cuando a marca, modelo, tipo, diámetro de boquillas altura.
- Se comprobaron la existencia de fugas en las juntas en todos los elementos de la instalación.
- Se evaluó si el mantenimiento es el adecuado, evaluando los problemas, y el motivo de su origen. Los valores de evaluación en este caso fueron cualitativos, descriptivos.

b) Verificación los diseños agronómicos, hidráulicos y determinación de los coeficientes de funcionamiento tales como: coeficiente de uniformidad, pluviometría media, eficiencia de aplicación:

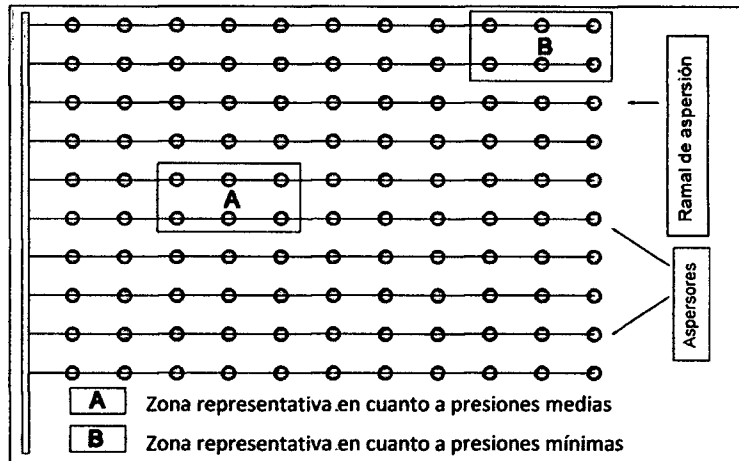
- Se determinó los parámetros agronómicos como cultivo principal y las características físicas del suelo, profundidad de capa arable, velocidad básica de infiltración.
- Para este fin se realizó la visita a campo, mediante encuesta se determinó la cedula de cultivo, periodo vegetativo, se tomó muestras representativas de suelo para su análisis en el laboratorio.
- Con los datos anteriores se realizó el diseño agronómico basándose en el fundamento teórico como se indica: se determinaron los parámetros de riego como dosis de riego empleando la formula número (2.06) y (2.07), la frecuencia o intervalo de riego, en días, empleando la formula número (2.04 y 2.05), duración del riego en horas mediante el empleo de la formula (2.09), numero de emisores mediante la fórmula número (2.11), caudal necesario mediante el empleo de la formula número (2.10).

Uniformidad de distribución de la zona evaluada:

- Se evaluó la uniformidad del sistema de riego por aspersion, en el primer paso se eligió la zona a evaluar, esta fue una zona representativa del sistema en cuando a características de los aspersores, marco de riego, número de boquillas y diámetro. También se tomó en cuenta la presión de trabajo en dichos puntos cercana a la media (lo que ocurre a un tercio del inicio de los ramales de aspersion. si no existe pendiente o es reducida) o a la mínima (lo que se produce al final de los ramales si la pendiente es nula o ascendente).

- Se tomó en consideración el siguiente gráfico donde se muestra la forma usual de elegir las zonas representativas de evaluación, en la misma que se basó la prueba de campo:

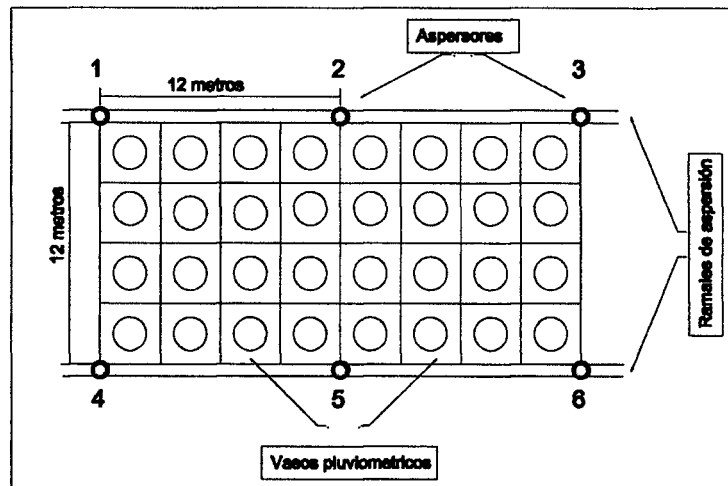
Figura N°3.01: Forma usual de elegir las zonas representativas de evaluación.



Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera, Ayacucho 2008.

- Se realizó la prueba de uniformidad de la zona evaluada: antes del inicio de riego se colocó una red de vasos pluviométricos de 16 cm de diámetro, formando una malla de 3X3 metros entre dos ramales en los se recogieron agua de los aspersores en funcionamiento, los vasos se instalaron de la manera en que se indica en el siguiente gráfico.

Figura N°3.02: Disposición de la conformación de la malla de vasos pluviométricos.



Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera, Ayacucho 2008.

Una vez terminada la prueba y con los datos ya recogidos se determinó la uniformidad de distribución de la zona utilizando la fórmula (2.16).

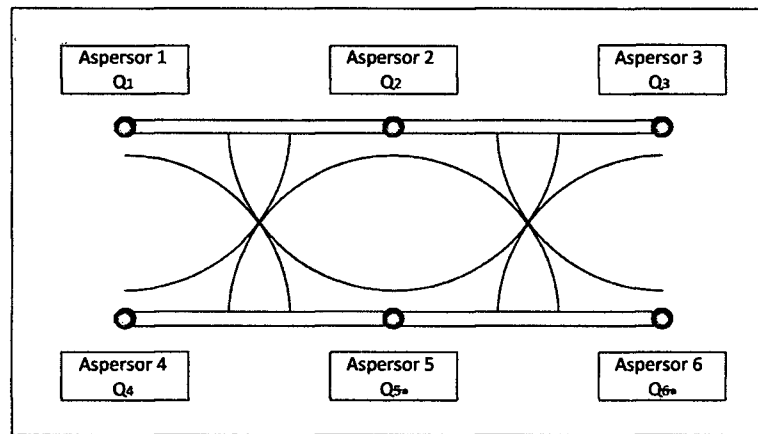
Uniformidad de instalación:

- Se determinó la uniformidad de instalación para lo cual se midió la presión en algunos aspersores distribuidos en zonas evaluadas como mínimo el primer y último aspersor de los ramales en los que se encuentran situados.
- Con los resultados se obtuvieron la presión mínima y la presión media, se calculó la uniformidad de instalación mediante el empleo de la fórmula (2.17), así también como se pudo calificar en función al valor obtenido como uniformidad de distribución.

Evaluación de las pérdidas por evaporación y arrastre del viento

- Se procedió a medir el caudal de cada aspersor que moja la zona evaluada con ayuda de una manguera, un cronometro y un bidón de plástico en el que se marcó un volumen conocido de (3 litros). Por otra parte ya se cuenta con los datos de la prueba de uniformidad de distribución. La disposición de los aspersores recomendado para su lectura se representa en el siguiente gráfico.

Figura N °3.03: Medición de los caudales - disposición de los aspersores.



Fuente: I Curso taller de especialización de riego por aspersión en ladera, Ayacucho 2008.

- El caudal del aspersor se obtuvo empleando la fórmula (2.22), mientras que el caudal aplicado con la fórmula (2.23), la lámina de agua aplicada con la formula (2.24) finalmente las perdidas por evaporación y arrastre del viento pudo calcularse empleando la fórmula (2.21).

Evaluación de la eficiencia de aplicación

- La eficiencia de aplicación pudo ser evaluada mediante el cálculo de la lámina de riego esto dependió en general de la parte agronómica de la

evaluación, así mismo dependió también de la altura media aplicada por el aspersor, el valor pudo ser obtenido mediante el empleo de la fórmula (2.29).

Evaluación del manejo de riego

- Esta evaluación consistió en conocer los tiempos y frecuencias de riego manejados la que posterior a la evaluación se contrastara si es la correcta, se pudo comprobar si la cantidad de agua aplicada coincide con las necesidades brutas.

Determinación del coeficiente de uniformidad de Christiansen.

- Consistió en la obtención del coeficiente de uniformidad para lo cual se empleó la fórmula (2.27) y a partir de los datos recogidos y sistematizados.

Determinación de la eficiencia de descarga del aspersor.

- Para obtener este valor se empleó la fórmula (2.28).

Determinación de la pluviometría media aplicada

- Consistió en la determinación de la pluviometría de aplicación en funcionamiento de los sistemas de riego para este fin se emplearon datos de pruebas ya realizadas la fórmula que se empleo fue la (2.29).

- c) Determinación los indicadores económicos de la actividad productiva, tales como TIR, VAN así como los impactos generados en la población beneficiada”**

- Se determinaron los costos de inversión, costos de operación, costos de producción, y los beneficios generados principalmente dado por el rendimiento de la producción, superficie cultivada y el precio de venta mediante, el cual se pudo generar el flujo de caja con los que se obtuvieron los parámetros económicos, las fórmulas que se emplearon para este fin fueron (2.33) y (2.37).
- La evaluación social tuvo que ver con el análisis del impacto que generó en la parte organizacional y económica en las familias beneficiadas con este tipo de sistema de riego.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los objetivos establecidos para el presente trabajo de tesis los resultados se detallan a continuación.

4.1 Sistema de riego por aspersión de la comunidad de Llutacancha

a) Evaluación de los componentes instalados

Por motivo de facilitar la descripción de los componentes del sistema se ha descrito los tramos mediante el uso de letras, como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N°4.01: Codificación según tramos del sistema de riego.

N°	Descripción o tramo	Codificación
1	Reservorio de forma triangular	A-B-C
2	Caja de válvulas	D
3	Línea principal	D-E-F-G-H-I-J-K-L-M
4	Cajas de llave de paso	C1-C2-C3-C4-C5
5	Pedestales de concreto - fijos	P1 al P34

Fuente: Elaboración Propia.

a.1) Descripción del sistema

- Se cuenta con un reservorio de 88.92 m³ de capacidad, el cual está ubicado a una altura absoluta de 3376 msnm. La fuente de agua es proveniente de la Irrigación Cachi (ExPERC), la misma que es dotada en determinados turnos a los beneficiarios, el caudal de ingreso es de 10 litros por segundo, la forma del reservorio es irregular la misma que se asemeja a una mini represa, que cuenta con un dique de concreto ciclópeo que según los cálculos a reservorio lleno no presentan fallas en su funcionamiento, así mismo permite el almacenamiento de agua y cumple la función de cámara de carga para dotar presión al sistema. Para mayor detalle nos referimos al siguiente cuadro.

Cuadro N°4.02: Especificaciones del reservorio – cámara de carga del sistema de riego de Llutacancha.

Ubicación en las coordenadas UTM.	Este	Norte	Cota
	591180	8537020	3376.00
Dimensiones y características del reservorio			
Especificación	Medida	Unidad	
Altura de dique	2.30	Metros.	
Longitud de dique	8.70	Metros.	
Ancho del dique	0.72	Metros.	
Área del espejo de agua	77.33	Metros cuadrados.	
Altura al rebose	0.10	Metros.	
Diámetro de tubería de rebose	4.00	Pulgadas.	

Fuente: Elaboración propia

- Seguidamente del reservorio – cámara de carga, al pie del dique se cuenta con una caja de válvulas de control al sistema, la salida es de tubería PVC de 6 pulgadas, con reducción a 4 pulgadas, en la misma

caja, existe una llave de paso de bronce, tipo Compuerta mediante el cual se controla el ingreso de agua al sistema, cabe resaltar que no existe ningún mecanismo de limpieza del agua, el cual se sustenta debido a que el diámetro de las boquillas de los aspersores son superiores a las partículas sólidas suspendidas en el agua, sin embargo este detalle disminuirá el tiempo de uso del sistema por el desgaste producido por la fricción en las tuberías.

- Entre los puntos D, (Caja de válvulas) y E, (ver plano en anexos), existe una longitud de 431.64 metros lineales, la red de tubería principales de PVC, 4 pulgadas de diámetro, clase 5, la diferencia de altura entre estos puntos es de 46.71 metros, por tanto el tipo de tubería responde al factor de seguridad establecido. Asimismo, no se requiere de cámaras rompe presión entre estos puntos.
- Existen 5 cajas de válvulas que se denotaron como C1, C2, C3, C4 y C5 mediante las cuales es posible acondicionar el riego en las parcelas contiguas mediante el uso de mangueras de 1" y aspersores Ibbis de 1", las que son controladas con llaves de paso de 1". Protegidas con cajas de concreto y tapa metálica, a la fecha de evaluación existen fugas en las llaves de paso y las cajas de concreto están deterioradas.
- Entre los puntos E, C1 y C5, la tubería se reduce a dos pulgadas clase 7.5 la reducción es mediante el uso de tee de reducción de 4 a 2, las distancias entre cajas es de 22, 25, 24 y 24 metros, Entre el punto E y M (final de la línea de aducción), existen 323.19 metros lineales de tubería

PVC de 4 pulgadas clase 7.5, a partir del punto F inicia la distribución pedestales fijos en los lados laterales de la línea principal, la tubería PVC de 2 pulgadas de diámetro la longitud hacia los laterales en suma es de 991.14 metros lineales, y de clase 7.5 (los pedestales son de tubería PVC de 2 pulgadas protegidas con concreto simple, de 1.5 metros de altura) la separación entre pedestales es de 35 metros a 39 metros, y a lo largo de las parcelas existen en un total de 34 pedestales fijos, a estos pedestales se acoplan aspersores de skipper de 1½ pulgada.

- Se cuenta con 4 aspersores modelo Skipper de 1 ½", aspersor de gran capacidad para altas y medias presiones gira a velocidad constante con vuelta completa y sectores de extensión variable, está provisto de toberas intercambiables y de un quebrachorro, su presión de trabajo máxima es de 50 metros de columna de agua. Cuentan con 2 aspersores modelo Ibbis de 1", cabe indicar que estos no están siendo usados con frecuencia en los riegos.

- Existen fugas en los tramos finales del sistema, sin embargo al comprobar las juntas estas fueron realizadas de manera correcta, por lo que no son motivo de las fugas existentes, esta se atribuye a la presión de trabajo en las tuberías y posibles defectos en la unión de las tuberías al momento de la instalación.

- El sistema no cuenta con ningún mecanismo de limpieza del agua, este detalle muchas veces se sustenta únicamente por la comparación del diámetro de boquilla de aspersor y diámetro de partículas suspendidas en el agua, en el presente caso el diámetro de la boquilla del aspersor es de 16 milímetros lo cual quedaría sustentado, sin embargo el tiempo de uso del sistema será mucho menor al proyectado ya que por fricción en la tubería se gastara rápidamente el espesor de las tuberías del sistema reduciendo el tiempo de uso de las tuberías.

a.2) Medida de las presiones de trabajo en campo:

En el siguiente cuadro se muestra las presiones medidas con manómetro de glicerina mediante un acople a los pedestales, así mismo se muestra la variación de presiones con respecto a la sugerida por el fabricante en catálogo.

Cabe resaltar que el criterio para seleccionar los aspersores para medir presión es la ubicación de los mismos, por lo que se seleccionaron 15 de los 34 aspersores.

Cuadro N°4.03: Resumen de presiones medidas en el campo y variación con la presión dada en el catálogo (Llutacancha).

Aspersor	Presión medida en Kpa	Presión medida en mca	Presión promedio catalogo Kpa	Presión dado en el catalogo mca	Porcentaje de variación %
A1	Deteriorado	-	500	50	-
A2	520	52	500	50	3.85
A3	520	52	500	50	3.85
A4	Deteriorado	-	500	50	-
A5	540	54	500	50	7.41
A6	540	54	500	50	7.41
A7	550	55	500	50	9.09
A8	550	55	500	50	9.09
A9	600	60	500	50	16.67
A10	580	58	500	50	13.79
A17	600	60	500	50	16.67
A21	610	61	500	50	18.03
A25	650	65	500	50	23.08
A29	670	67	500	50	25.37
A33	700	70	500	50	28.57

(-) menor al valor dado por el catalogo, (+) superior al valor dado en el catálogo.

Fuente: Elaboración propia.

- En cuanto a la red de tuberías principales y de distribución, la clase y diámetros adoptados, se encuentran en el límite en función a la presión de trabajo así como a las velocidades en el funcionamiento se encuentra dentro de los límites establecidos en las diferentes bibliografías, esto garantizará que no exista sedimentación de partículas y/o la presencia de aire en las tuberías. Como se muestra en el cuadro N°4.03 las presiones de trabajo sobrepasan la presión límite dada en el catálogo del aspersor, lo cual influye en la variación del caudal de salida del aspersor, por tanto la pluviometría aplicada es menor en los puntos de presiones bajas y mayor en los puntos donde la presión es mayor, por otra parte no existe una distribución adecuada del agua.

a.3) Medida del caudal en función a la presión de trabajo

- Se obtuvieron los caudales de acuerdo a la presión medida en campo, para este fin se emplearon datos de catálogo del aspersor con el que se generó la ecuación del aspersor $q = 0.841 \times H^{0.5}$, (q ; caudal del aspersor en litros por segundo, H ; presión ejercida por el agua metros), con el cual se calcularon los caudales que se muestran en el siguiente cuadro, en este se muestra la variación del caudal de salida en los aspersores a efecto de que la presión es demasiado variable.
- En catalogo para las características del aspersor evaluado (modelo Skipper 1 ½) es como sigue: la presión de trabajo está en el rango de 30 mca a 50 mca, y para estos rangos el caudal es de 4.60 l/s a 5.93 l/s. En el siguiente cuadro se muestran los caudales obtenidos en los aspersores correspondientes a las parcelas evaluadas.

Cuadro N°4.04: Caudales en cada aspersor en función a la presión de trabajo.

Aspersor	Presión medida en mca	Caudal Calculado l/s	Aspersor	Presión medida en mca	Caudal Calculado l/s
A1	-	-	A9	60	6.51
A2	52	6.06	A10	58	6.40
A3	52	6.06	A17	60	6.51
A4	-	-	A21	61	6.56
A5	54	6.18	A25	65	6.78
A6	54	6.18	A29	67	6.88
A7	55	6.23	A33	70	7.03
A8	55	6.23			
Promedio				6.431 l/s	

Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo al catálogo del aspersor el caudal se incrementa a medida que la presión se incrementa, como se puede observar el caudal sobrepasa al valor dado en catálogo, ello debido a que depende de la presión de trabajo, por tanto a mayor presión será mayor el caudal de salida en el aspersor.

b) Verificación de los diseños agronómicos e hidráulicos y coeficientes de funcionamiento del sistema.

b.1) Verificación del diseño agronómico

- Del análisis físico: parámetros de riego del suelo correspondiente al predio en estudio se tienen los siguientes resultados:

Cuadro N°4.05: Resultados del análisis físico de suelos

Parámetro / unidad	Valor
Capacidad de Campo (%)	30.79
Punto de marchites (%)	15.89
Densidad aparente (g. cc ⁻¹)	1.18
Arena (%)	63.40
Limo (%)	11.88
Arcilla (%)	24.72
Clase textural	FrArA

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Fertilizantes "AGROLAB", 10/01/11.

(FrArA: Franco arcillo arenoso)

- En cuanto a la cedula de cultivo en la comunidad de Llutacancha la componen tres cultivos: Arveja, papa y maíz, así mismo estos son rotados en la campaña grande y chica. En la campaña grande se cultiva

arveja en una extensión de 04 hectáreas, papa en 04 hectáreas y maíz 02 hectáreas, mientras que en la campaña chica se siembra 04 hectáreas de arveja, 02 hectáreas de papa y 02 hectáreas de maíz choclo.

- Se determinaron los parámetros de riego como dotación de riego o lámina neta y lámina bruta en función a las características del cultivo, suelo y eficiencia del tipo de riego que se emplea, los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°4.06: Lamina neta y lamina bruta para la cedula de cultivo del sistema de riego en evaluación.

Cultivo	Agotamiento (%)	Prof. Raíz (m)	CC (%)	PMP (%)	Densidad aparente (g. cc ⁻¹)	Lamina neta (cm)	Lamina bruta aspersión (cm)
Arveja	0.35	0.4	30.79	15.89	1.18	2.46	3.28
Maíz	0.55	0.5	30.79	15.89	1.18	2.84	6.45
Papa	0.25	0.5	30.79	15.89	1.18	2.20	2.93

Fuente: Elaboración propia

- Para determinar la frecuencia de riego se tomó en consideración el ETP en correspondiente a la etapa inicial del cultivo, estos valores se obtuvieron a partir de los parámetros climáticos de la zona, empleando para ello el software Cropwat, la cual se basa en el método de Penman Monteith, del cual se obtuvo; el mínimo valor de ETP es de 3.10 mm/día, en el mes de junio y el mayor valor de ETP es de 4.60 mm/día en el mes de noviembre, se determinó el Kc y Kc ponderado de los cultivos correspondientes a cada etapa de su desarrollo, con todos estos resultados, se pudo determinar la frecuencia o intervalo de riego para

cada cultivo, en días, duración del riego en horas por cultivo, es así que para el cultivo de arveja la frecuencia de riego mínima es de cada 6 días, para el maíz la frecuencia de riego es de 10 días y para la papa es de 5 días, tal y como se muestra en el siguiente cuadro para cada mes y cada cultivo.

Cuadro N°4.07: Frecuencia de riego para los cultivos (Llutacacha).

mes	ETA (mm/mes)	Frecuencia de riego de los cultivos (días)		
		Arveja	Maíz grano	Papa
Enero	2.93	8	16	7
Febrero	3.56	7	14	6
Marzo	3.02	8	16	7
Abril	3.23	-	-	-
Mayo	2.55	-	-	9
Junio	2.37	10	20	9
Julio	2.86	9	17	8
Agosto	4.11	6	12	5
Septiembre	3.65	7	13	6
Octubre	4.73	-	10	-
Noviembre	3.13	-	15	7
Diciembre	2.84	9	17	8

Fuente: Elaboración propia

- Con respecto al tiempo de riego para cada cultivo está en función de la lámina bruta de cada cultivo y la precipitación del aspersor, en el cuadro N°4.08 se indica el tiempo de riego.

Cuadro N°4.08: Tiempo de riego para los cultivos (Llutacacha)

Cultivo	Lamina bruta aspersión en cm	Tiempo de riego en minutos
Arveja	3.28	10.42
Maíz grano	6.45	20.47
Papa	2.93	9.30

Fuente: Elaboración propia

- En cuanto a tiempos de riego, en el sistema de riego de la comunidad de Llutacacha, se viene regando en un promedio de 1 hora, cada riego, en

el cálculo realizado el tiempo de riego obtenido es muy corto, esto se explica porque el aspersor presenta una elevada precipitación por lo debería regarse un máximo de 25 minutos, por otra parte el hecho que los agricultores apliquen un riego de 1 hora hace que se agote rápidamente el agua en el reservorio – cámara de carga.

- Así mismo, se determinó la compatibilidad del aspersor (precipitación en milímetros por hora) y suelo (Velocidad básica de infiltración en milímetros hora). Y el resultado demuestra la incompatibilidad entre aspersor y suelo, en vista de que la precipitación del aspersor es mucho mayor que la velocidad básica de infiltración del agua en el suelo.

Cuadro N°4.09: Compatibilidad aspersor – suelo (Llutacancha)

Datos del aspersor Vs suelo		
Parámetro	Valor	Unidad
Caudal	23152.88	l/hr
Diámetro mojado	70	m
pp asp	18.90	mm/hr
Vbi suelo	7.30	mm/hr

Fuente: Elaboración propia

- De los resultados mostrados en el cuadro N° 4.09, En el sistema de riego de la comunidad de Llutacancha, la elección del aspersor no fue el adecuado ya que este no es compatible con el tipo de suelo, la precipitación del aspersor es de 18.90 mm/hora, mientras que la velocidad básica de infiltración del suelo es de 7.3 mm/hora, la regla general para una adecuada elección del aspersor es de que la precipitación del aspersor debe ser menor o igual a la velocidad básica de infiltración del suelo, otro aspecto a tener en cuenta es que una

precipitación alta de un aspersor producirá, escorrentía, encharcamiento, erosión, compactación del suelo, entre otros efectos siempre adversos.

- De acuerdo con el módulo de riego 0.68 en el mes de agosto, obtenido a partir de los datos climáticos, Kc del cultivo y precipitación efectiva al 75% de persistencia, el área de cada sector de riego. Para complementar la necesidad hídrica del cultivo se requiere de 0.36 l/seg. por sector, por lo que de acuerdo al tipo y características del aspersor solo bastaría y resulta exagerado el empleo de 01 del tipo de aspersor que se viene empleando para sector.

Cuadro N°4.10: Caudal necesario por sector de riego y número de aspersores (Llutacancha).

Parámetro	Valor	Unidad
Área por sector de riego	0.53	Has
Módulo de riego	0.68	l/seg.ha
CAUDAL DEL SECTOR	0.36	l/seg
caudal del aspersor	6.43	l/seg
NUMERO DE ASPERSORES	0.06	unid.

Fuente: Elaboración propia

b.2) Verificación del diseño hidráulico

- El diseño hidráulico se realizó empleando la fórmula de Hazen y Williams para verificar el diámetro de la red de tubería empleada, el diámetro calculado para un caudal de 7 l/s, es de 58.82 milímetros, sin embargo la línea de tuberías principales la conforman tuberías de 102 milímetros de diámetro clase 5 y 7.5, el cual es de 4 pulgadas, lo cual afirma que la tubería empleada en la red de tuberías principales es la adecuada.

- Para el cálculo de pérdida de carga por fricción en las tuberías se empleó la fórmula de Darcy y Weisbach, previamente se determinó el tipo de flujo en las tuberías empleando la fórmula para el cálculo del número de Reynolds, cabe mencionar que la temperatura de trabajo empleada fue de 15 °C, en vista de que entre el mes de octubre y noviembre las temperaturas medias son de 14.7 y 15.3 °C, esto influye en la viscosidad cinemática del fluido, resultando un flujo del tipo turbulento tanto en la línea de tuberías principales de 4 pulgadas y secundarias de 2 pulgadas, por otra parte se determinó la fricción en las tuberías empleando la fórmula de Colebrook White y el método de iteración para su cálculo, en las tuberías de 4 pulgadas existe una fricción de 0.019 y en las tuberías de 2 pulgadas es de 0.017.

- Finalizado el cálculo de pérdida de carga en las tuberías, el resultado es como sigue: en la red de tuberías principales la presión máxima se encuentra en el punto más bajo de la red de riego, existe en este punto 67.66 mca, la tubería es de clase 7.5 por lo que la presión de trabajo está sobrepasando la presión límite de la tubería empleada. En la red de tuberías secundarias las presiones se reducen en vista de que el diámetro se reduce de 4 pulgadas a 2 pulgadas, la presión mínima en las alas de riego es de 39.66 mca y 63.04 mca.

- En cuanto a las velocidades calculadas es de 0.94 m/s en la red de tuberías principales y 2.88 m/s en las tuberías secundarias, estos

valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos recomendados por diferentes autores.

- En cuanto al análisis de sobrepresiones y fenómenos de golpe de ariete en la red de tuberías, las presiones adicionales están entre 0.39 y 0.86 mca, adicionales a las presiones disponibles en todos los puntos analizados, por lo que la presión máxima es de 68.33, por una tubería de clase 7.5, la clase de tubería empleada no sustenta las presiones y sobrepresiones, por otra parte para evitar fenómenos de golpe de ariete es necesario realizar el cierre de las diferentes válvulas incluyendo las de paso a los aspersores en un tiempo no menor de 5 segundos. Así mismo se recomienda la instalación de algún mecanismo regulador de presión a partir del punto donde se inician las alas de riego ya que como se ha estado describiendo, a partir de este punto la presión de trabajo es de 51.52 mca, una tubería de clase 7.5 debe estar con una presión de trabajo no superior a 50 mca.

b.3) Coeficientes de funcionamiento

- Previamente se realizó tres pruebas de pluviometría, medida de caudales, medida de presiones y medida del viento en el momento de la prueba, en el sector de riego elegido, bajo las condiciones reales de riego, con los datos recogidos, se determinaron los coeficientes de funcionamiento, tal y como se describe seguidamente:

- En la prueba número 01, duro 40 minutos, se realizó por la mañana, la velocidad del viento en este lapso fue de 2.20 metros por segundo, bajo estas condiciones la uniformidad de la zona evaluada fue de 4.36 %, el cual se considera demasiado bajo, la uniformidad de instalación viene a ser la misma, debido que la prueba se realizó con un aspersor no existe variación en presiones, las perdidas por evaporación y arrastre representan el 20.68 %, el coeficiente de uniformidad de Christiansen fue de 26.46%, la pluviometría media recogida es de 11.38 mm/h, la pluviometría media aplicada fue de 14.34 mm/h, finalmente la eficiencia de aplicación del aspersores de 79.32 %.

- La prueba número 02, tuvo una duración de 35 minutos, la velocidad del viento fue de 2.20 metros por segundo, para estas condiciones los resultados son: uniformidad de la zona evaluada es de 15.46%, la uniformidad de instalación fue de 15.79%, la perdida por evaporación y arrastre fue del 24.58 %, el coeficiente de uniformidad de Christiansen fue de 42.44 %, la pluviometría media recogida fue de 21.64 mm/h, la pluviometría media aplicada fue de 28.69 mm/h, y la eficiencia de aplicación del aspersor fue de 75.42 %.

- En la prueba número 03, tuvo una duración de 50 minutos, la velocidad del viento en este lapso fue de 3.10 m/s, en estas condiciones los coeficientes de funcionamiento tienen las siguientes características: la uniformidad de la zona evaluada tiene un valor de 38.96, la uniformidad de instalación es de 39.45, las pérdidas de evaporación y arrastre son

del 29.41%, el coeficiente de uniformidad de Christiansen es de 47.50 %, la pluviometría media recogida es de 15.38 mm/h, la pluviometría media aplicada es de 21.79 mm/h, finalmente se tiene una eficiencia de aplicación del aspersor fue del 70.59 %.

Cuadro N°4.11: Resumen de la evaluación de los coeficientes de funcionamiento en el sistema de riego por aspersión en Llutacancha.

N° Evaluación	Tiempo de prueba min.	Hora de inicio	Hora de fin de prueba	Velocidad del viento m/s	UD zona	UD	Pe %	CU	hm	qr	Ea %
01	40	10:59	11:41	2.20	4.36	4.45	20.68	26.46	11.38	14.34	79.32
02	35	11:14	11:49	2.20	15.46	15.79	24.58	42.44	21.64	28.69	75.42
03	50	10:05	10:56	3.10	38.96	39.45	29.41	47.50	15.38	21.79	70.59

UDzona %: Uniformidad de zona evaluada.

UD% : Uniformidad de instalación.

Pe % : Pérdidas por evaporación y arrastre.

CU % : Coeficiente de uniformidad de Christiansen.

hm mm/h : Pluviometría media recogida.

qr mm/h : Pluviometría media aplicada.

Ea % : Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor.

- De las pruebas realizadas y de los resultados obtenidos que se muestran el cuadro N° 4.11, en el sistema de riego de la comunidad de Llutacancha, los coeficientes de funcionamiento son muy variables y demasiado bajos, tomándose en cuenta que este es un sistema de riego de mediana eficiencia, el coeficiente de Christiansen se encuentra de 26.46 a 47.50, según la bibliografía citada este en un nivel muy bajo, sin embargo la eficiencia de aplicación se encuentra en un rango aceptable, esto debido a que depende únicamente de la pluviometría aplicada y recogida, por otra parte se puede observar el incremento de la pérdida por evaporación y arrastre se incrementa, cuando se incrementa la velocidad del viento.

c) Determinación los indicadores económicos, tales como TIR, VAN y los impactos generados en la población

- El proyecto de riego por aspersión tiene por finalidad primordial el dotar de agua para riego en época seca, para la misma que es diseñada, por lo que la evaluación económica en el presente trabajo se analizó con resultados obtenidos en la campaña chica o rotacional únicamente. Los costos de inversión son aquellos en los que se incurrió para la implementación de la infraestructura el mismo que tiene asciende a un monto total de 65287.90 nuevos soles, los costos anuales son los de producción para cada cultivo, de la arveja, papa y maíz, suman un total de 29862.00 nuevos soles, los costos de operación y mantenimiento del sistema ascienden a un costo de 2700.00 anuales, por otra parte los beneficiarios del sistema de riego realizan el pago por el uso agua para riego de Mayo – Noviembre. Los beneficios son aquellos obtenidos de la comercialización producción obtenida, esto dado por el rendimiento obtenido, y los precios de venta, estos datos provienen del reporte a nivel distrital de la Dirección Regional Agraria de Ayacucho, los cuales se muestran en el anexo 03 para mayor detalle. La tasa de interés empleada es del 11%, costo de oportunidad del capital.

Cuadro N°4.12: Resultados de la evaluación económica.

Parámetro	Valor
VAN	11737.42
TIR	14.85%
B/C	1.18

Fuente: Elaboración propia

- Como se puede observar en el cuadro N°4.12 los valores obtenidos se encuentran dentro de lo aceptable y acorde a la realidad de la sierra, bajo condiciones adversas de clima y capacidades del agricultor no se esperarían mayores resultados, sin embargo con un adecuado manejo de los cultivos y aprovechando adecuadamente el sistema de riego con el que se cuenta estos valores podrían incrementarse.

- Los impactos sociales tiene que ver con la implementación de sistemas de riego tecnificado en segmentos sociales de bajos ingresos económicos de la sierra rural, existe un incremento gradual en los ingresos económicos de las familias beneficiadas, ello conlleva a la mejora en la alimentación, educación y mayor capacidad adquisitiva. Así también se puede mencionar el incremento de capacidades de los agricultores y sus familias para el desarrollo de la agricultura como actividad generadora de recursos económicos.

- Los resultados de la evaluación económica se encuentran en un rango aceptable, existen beneficios al implementar esta infraestructura, la evaluación se realizó para la campaña chica, en vista de que el fin de un sistema de riego de esta naturaleza es dado para estas condiciones. Por otra parte este tipo de inversiones se debe concebir como una inversión económica que responda a los gastos generados en su implementación y ello lleve a los agricultores a ver la agricultura como una actividad económica que genere ganancias no únicamente como un cambio de tecnología de riego.

4.2 Sistema de riego por aspersión de la Comunidad de Uchuypampa

a) Evaluación de los componentes instalados

El sistema de riego en la comunidad de Uchuypampa, consta con todos los componentes de un sistema de riego presurizado propiamente dicho, y a la fecha se encuentran en diferentes estados de conservación y cuidado, como a continuación se pasa a detallar.

a.1 Descripción del sistema

- Existe un desarenador de concreto simple, en el punto donde se inició la evaluación del sistema, el cual tiene la función de prefiltrado del agua, haciendo que las partículas sólidas de mayor tamaño queden decantadas en este punto antes de su ingreso a la cámara de carga, a la fecha de la evaluación esta se encuentra en perfecto estado de conservación, cuenta con una compuerta metálica que permite el ingreso del agua, una compuerta metálica para la limpieza periódica, la descarga hacia la cámara de carga es mediante tubería de PVC de 6", la cual se controla con una válvula del mismo diámetro.
- La cámara de carga es de concreto armado su cota de ubicación es de 3011.82 msnm, cuya función primordial es la de dotar presión al sistema, su dimensión es rectangular de 40 m³ de capacidad, se encuentra en perfecto estado de conservación a la fecha evaluada, a la entrada del

reservorio existe una válvula de bronce de 6", cuenta con una caja de válvulas tanto para el control de la salida de la tubería principal y para la tubería de limpia y rebose, ambos controlados por válvulas de bronce de 6", las que se encuentran en perfecto estado de operatividad, de aquí en adelante inicia la tubería de conducción hasta el cabezal de riego del sistema.

- El sistema cuenta con cabezal de riego, cual tiene múltiples funciones desde el procedimiento de filtrado del agua, hasta la medición, de acuerdo a los diseños este tiene un caudal de filtrado de 19.2 l/s, la conforman tres filtros de grava, tres filtros de anilla de 3" de diámetro, válvula de control tipo globo bridado de 6", dos manómetros de glicerina, una válvula de aire de 2", una válvula medidor globo bridado de 6", 02 válvulas de control de 3".

El mantenimiento del cabezal de riego es deficiente, es así que la primera limpieza del filtro de grava fue al cuarto año de funcionamiento, la colmatación de estos filtros provocaba gran pérdida de carga y dificultad en el paso del agua, a la fecha viene funcionando dos filtros de anillas debido a que uno de estos no cuenta con la empaquetadura correspondiente, las válvulas y manómetros se encuentran operativos.

- La red de tuberías principales, es de 6" de diámetro 512.30 metros desde el cabezal de riego hasta la repartición en todo este tramo no existe ninguna imperfección, en la repartición existe una caja de concreto y tapa metálica, cuya función es la repartición de caudales a

los dos sectores de riego, esta consta de dos llaves de paso de 6" de diámetro, se encuentra en perfecto estado de funcionamiento, de aquí en adelante inicia la red de tuberías de distribución de PVC de 4" de diámetro, al sector derecho esta tiene una longitud de 853.60 metros y al sector del lado izquierdo 966.80 metros , al final de ambas se tiene la válvula de purga, de aquí a cada parcela inicia las tuberías terciarias o manifold de 2" de diámetro, conectadas mediante los respectivos arcos de riego, el cual permite al mismo tiempo el control para el paso del agua, a lo largo de las tuberías terciarias se encuentran las cajas de hidrantes para el acople de los laterales de riego.

- En los arcos de riego muchos de los accesorios que los componen fueron sustraídos o rotos por lo que a la fecha de la evaluación existen dificultades en la operatividad, a falta de algunas manijas para la apertura y cierre de las válvulas.

- **Cajas porta hidrantes,** existen 150 cajas porta hidrantes con sus respectivos componentes, tres unidades por cada parcela, este es uno de los componentes que a la fecha presentan serios problemas, en vista de que fueron removidas en el momento de las labores culturales, en el arado o fueron sustraídas, de cada parcela dos cajas porta hidrante fueron removidas, y en la mayoría de los casos estas válvulas de acople rápido se encuentran al aire libre y/o quebradas.

- **Laterales de riego por aspersión**, la constituyen mangueras de PE de baja densidad de 32 mm 75 m de longitud, tendidas sobre la superficie del suelo, las cuales llevan instaladas 3 aspersores con sus respectivos elevadores de ½" y trípodes de aluminio, la separación entre aspersores es de 12 m, así como el distanciamiento entre laterales es de 12 m, en conjunto el lateral de riego lleva 3 aspersores VYR - 80 de ½" y boquilla de 3.5 mm, este es unido a la manguera mediante codo, tee PVC de 1 – ¼", las que unen la manguera con el elevador y aspersor, todo este conjunto de aspersor, accesorios y manguera es conectada a la tubería terciaria mediante la llave bayoneta a la válvula de acople rápido.

Los laterales de riego están bajo responsabilidad de los usuarios, sin embargo a falta de una adecuada labor de operación y mantenimiento, existen fugas de agua en los accesorios (codo, tee), las tuercas de sujeción de los trípodes fueron extraviadas, y los aspersores se vienen deteriorando, otro de los problemas percibidos es que no se está aprovechando adecuadamente el sistema es así que a la fecha de evaluación solo se regaban con este un mínimo de 15 parcelas de un total de 50, los demás optaron por el riego por gravedad o no siembran por lo que no requieren de agua para riego. Finalmente cuenta con red de drenaje por gravedad.

- Con respecto a las condiciones evaluadas en el sistema de riego por aspersión de la comunidad de Uchuypampa, en la situación actual este se encuentra en buen estado de funcionamiento y mantenimiento hasta la cámara de repartición, de aquí en adelante existen problemas de

mantenimiento por parte de los agricultores, tal y como se describió en los resultados, cuenta con un adecuado sistema de filtrado que garantizaría su sostenibilidad.

a.2) Medida de presiones de trabajo en campo:

Las presiones tomadas en cuenta fueron aquellas medidas en la parcela elegida por su ubicación, así mismo es aquella que viene funcionando con permanencia desde la instalación del sistema de riego hasta la fecha.

Las presiones fueron medidas en cada evaluación, los hidrantes y el la boquilla, por lo que se tiene la medida de 02 hidrantes y 06 aspersores.

Cuadro N°4.13: Resumen de presiones medidas en el campo y variación con la presión dada en el catálogo (Uchuypampa).

Aspersor	Presión medida en Kpa	Presión medida en mca	Presión dado en el catalogo Kpa	Presión dado en el catalogo mca	Porcentaje de variación %
Hidrante 01	480	48	-	-	-
Hidrante 02	490	49	-	-	-
A1	300	30	300	30	0
A2	290	29	300	30	-3
A3	300	30	300	30	0
A4	310	31	300	30	3
A5	330	33	300	30	9
A6	350	35	300	30	14

(-) menor al valor dado por el catalogo, (+) superior al valor dado en el catálogo.

Fuente: Elaboración propia

a.3) Medida de caudales en los aspersores

La medida de caudales son aquellos tomados en las pruebas realizadas, para tal fin se empleó el método volumétrico, obteniendo un volumen en un determinado tiempo, dándonos como resultado un conjunto de valores diferentes para cada uno de los seis aspersores en prueba, a continuación se muestran los caudales medidos en campo.

Cuadro N°4.14: Caudales y presiones medidas en campo (Uchuypampa).

Aspersor	Presión medida en mca	Caudal Calculado l/s
A1	30	0.32
A2	29	0.32
A3	30	0.33
A4	31	0.32
A5	33	0.31
A6	35	0.33
Promedio		0.32 l/s

Fuente: Elaboración propia

b) Verificación de los diseños agronómicos e hidráulicos y coeficiente de funcionamiento del sistema.

b.1) Verificación del diseño agronómico

- Del análisis físico: parámetros de riego del suelo correspondiente al predio en estudio se tienen los siguientes resultados:

Cuadro N°4.15: Resultados del análisis físico de suelos

Parámetro / unidad	Valor
Capacidad de Campo (%)	27.22
Punto de marchites (%)	14.79
Densidad aparente (g. cc ⁻¹)	1.28
Arena (%)	57.59
Limo (%)	12.40
Arcilla (%)	30.01
Clase textural	FrArA

Fuente: Estudio técnico – Económico Sobre la Gestión Sostenible del Sistema de Riego Presurizado en la comunidad de Uchuypampa.

(FrArA: Franco arenoso arcilloso)

- En cuanto a la cedula de cultivo en la comunidad de Uchuypampa es muy diversa, pese a que en la etapa de formulación para riego tecnificado se debe optar por una variedad limitada, a la fecha en esta comunidad la cedula de cultivo tiene la siguiente conformación, en campaña grande cubre las 21.5 hectáreas, papa 7.5 hectáreas, maíz 5.0 hectáreas, arveja 5 hectáreas, flores 1.5 hectáreas y arveja 5.0 hectáreas. Mientras que en la campaña rotacional inicialmente se plantearon explotar 20 hectáreas, esto debido a que se aseguraba un caudal permanente para la irrigación, sin embargo al máximo que se está llegando en campaña chica es de 8.5 hectáreas, de las que 1.5 hectáreas la compone el cultivo de papa, 1.5 hectáreas por flores, 1.5 Hectáreas de maíz, 2.5 hectáreas de alfalfa y 1.5 hectáreas de arveja.
- Se determinaron los parámetros de riego como dotación de riego o lámina neta y lámina bruta en función a las características del cultivo,

suelo y eficiencia del tipo de riego que se emplea, los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N°4.16: Lamina neta y lamina bruta para la cedula de cultivo del sistema de riego en evaluación.

Cultivo	% Agotamiento	Prof. Raíz (m)	% CC	% PMP	Densidad aparente (g. cc ⁻¹)	Lamina neta (cm)	Lamina bruta aspersión (cm)
Arveja	0.35	0.4	27.22	14.79	1.28	2.23	2.97
alfalfa	0.55	0.8	27.22	14.79	1.28	7.00	9.33
flores	0.50	0.4	27.22	14.79	1.28	3.18	4.24
Maíz	0.55	0.5	27.22	14.79	1.28	4.38	5.83
Papa	0.25	0.5	27.22	14.79	1.28	1.99	2.65

Fuente: Elaboración propia

- Para determinar la frecuencia de riego se tomó en consideración el ETP en correspondiente a la etapa inicial del cultivo, estos valores se obtuvieron a partir de los parámetros climáticos de la zona, (Estación Meteorológica de Tambillo), se empleó para ello el software Cropwat, la cual se basa en el método de Penman Monteith, del cual se obtuvo el mínimo valor de ETP de 3.10 mm/día correspondiente al mes de junio y el mayor valor de ETP es de 4.60 mm/día en el mes de noviembre, se determinó el Kc y Kc ponderado de los cultivos correspondientes a cada etapa de su desarrollo en este procedimiento también se emplearon datos climáticos como la humedad relativa, velocidad del viento y ETP calculado correspondiente al mes de siembra y etapas de desarrollo de los cultivos, con estos resultados, se pudo determinar la frecuencia o intervalo de riego para cada cultivo, en días, duración del riego en horas por cultivo, es así que para el cultivo de arveja la frecuencia de riego mínima es de cada 5 días, para el maíz la frecuencia de riego es de 9

días y para la papa es de 5 días, la alfalfa es de 14 días y en el caso de las flores es de 6 días, tal y como se muestra en el siguiente cuadro para cada mes y cada cultivo.

Cuadro N°4.17: Frecuencia de riego para los cultivos (Uchuypampa).

mes	ETA (mm/día)	Frecuencia de riego de los cultivos (días)				
		Arveja	Maíz choclo	Papa	Alfalfa	Flores
Enero	2.66	8	16	7	26	12
Febrero	3.71	6	12	5	19	9
Marzo	3.10	7	14	6	23	10
Abril	3.44	-	-	-	20	9
Mayo	3.49	-	-	6	20	9
Junio	2.93	8	15	7	24	11
Julio	3.31	7	13	6	21	10
Agosto	4.13	5	11	5	17	8
Septiembre	4.07	5	11	5	17	8
Octubre	4.90	-	9	-	14	6
Noviembre	3.95	-	11	5	18	8
Diciembre	3.21	7	14	6	22	10

Fuente: Elaboración propia

- Con respecto al tiempo de riego para cada cultivo está en función de la lámina bruta de cada cultivo y la precipitación del aspersor, en el siguiente cuadro se indica el tiempo de riego.

Cuadro N°4.18: Tiempo de riego para los cultivos (Uchuypampa).

Cultivo	Lamina bruta aspersión en cm	Tiempo de riego en horas
Arveja	2.97	22.16
Maíz grano	5.83	43.53
Papa	2.65	19.78
Alfalfa	9.33	69.64
Flores	4.24	31.66

Fuente: Elaboración propia

- Así mismo, se determinó la compatibilidad del aspersor (precipitación en milímetros por hora) y suelo (Velocidad básica de infiltración en

milímetros hora). Y el resultado demuestra la compatibilidad entre aspersor y suelo, en vista de que la precipitación del aspersor es menor que la velocidad de infiltración del agua en el suelo.

Cuadro N°4.19: Compatibilidad aspersor – suelo (Uchuypampa)

Datos del aspersor Vs suelo		
Parámetro	Valor	Unidad
Caudal medido en prueba	1158	l/hr
Diámetro mojado	24	m
pp asp	8.04	mm/hr
Vbi suelo	10.5	mm/hr

Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo con el módulo de riego 0.68 en el mes de agosto, obtenido a partir de los datos climáticos, Kc del cultivo y precipitación efectiva con un 75% de persistencia, el área de cada sector de riego. Para complementar la necesidad hídrica del cultivo se requiere de 0.32 l/s. por sector, por lo que de acuerdo al tipo y características del aspersor solo se requiere de un mínimo de dos aspersores VYR 80.

Cuadro N°4.20: Caudal necesario por sector de riego y número de aspersores (Uchuypampa)

Parámetro	Valor	Unidad
Área por sector de riego	0.723	Has
Módulo de riego	0.68	l/seg.ha
CAUDAL DEL SECTOR	0.50	l/seg
caudal del aspersor	0.32	l/seg
NUMERO DE ASPERSORES	2.00	Unid.

Fuente: Elaboración propia

b.2) Verificación del diseño hidráulico

- Se realizó la verificación del diseño hidráulico de la línea de conducción, de la tubería principal, tubería secundaria del sistema de riego, con la fórmula de Hazen y Williams, se verifico el diámetro en la tubería que transportara 19.2 l/s, Desde la cámara de carga (CC) hasta el cabezal de riego (CR) el diámetro calculado fue de 87.68 mm y el diámetro que se está empelando es de 6" de diámetro, clase 5, y diámetro interior de 152 mm, del cabezal de riego al punto de repartición el diámetro calculado es de 89.90 mm y el adoptado es de 6 pulgadas clase 7.5 y diámetro interior de 148.40, Del punto de repartición al ramal derecho el caudal transportado es de 9.6 l/s, el diámetro calculado es de 45.12 mm, y el adoptado es de 4 pulgadas clase 7.5, su diámetro interior es de 102.00 mm, en este caso la clase de tubería es la apropiada hasta la progresiva 0+945, en este punto la presión de trabajo es de 49.73 mca, de allí en adelante la presión está entre 50.66 a 73.86 mca, valores que sobrepasan la presión admisible a la clase de tubería empleada.
- Para el cálculo de la perdida de carga por la fricción en las tuberías se empleó la fórmula de Darcy y Weisbach, inicialmente se determinó el tipo flujo en las tuberías empleando la fórmula para el cálculo del número de Reynols, las temperaturas medias en las fechas evaluadas (octubre noviembre), son de 14.7 y 15.3 °C, por lo que la viscosidad cinemática del fluido corresponde a una temperatura de 15 °C, el tipo de flujo resultante para las tuberías principales y secundarias es turbulento, en

las tuberías de 6 pulgadas y 4 pulgadas. Se determinó la fricción en las tuberías empleando la fórmula de Colebrook White y el método de iteración para su cálculo, en la tuberías de 6 pulgadas de clase 5 y 7.5 la fricción es de 0.017, y para la tubería de 4 pulgadas es de 0.018.

- Se obtuvo las presiones finales después de las pérdidas por efecto de la fricción, la carga máxima entre la cámara de carga y el cabezal de riego es de 24.33 mca, entre el cabezal de riego y el punto de repartición es de 41.23 mca, para ambos casos la clase de tubería responde a la carga disponible, entre el punto de repartición y el punto final del ramal derecho, hasta la progresiva 0+945, la clase de tubería empleada responde a la presión disponible, de allí en adelante la presión está entre los valores 50.66 y 73.86 mca, por lo que justifica la necesidad de contar con mecanismos para la reducción de presión, desde el punto de repartición hasta la progresiva final del ramal izquierdo la tubería empleada es de 4 pulgadas y clase 7.5, entre el punto de repartición y la progresiva 0+758, la carga máxima es de 41.73 mca, de aquí a la progresiva final la presión está entre 50.66 y 73.86, para lo cual el tipo de tubería no es el recomendable ya que la presión de trabajo no debe sobrepasar los 50.00 mca.
- En cuanto a las velocidades con la que fluye el líquido es como sigue: 1.16 en el tramo correspondiente a la cámara de carga y cabezal de riego, 1.22 entre el cabezal de riego y el punto de repartición, 1.29 en la red de tuberías secundarias como se indica estos valores se encuentran en un nivel intermedio del rango recomendado.

- Con respecto al análisis de las sobrepresiones y golpe de ariete, las presiones adicionales por efecto de cierre de válvulas calculados a lo largo de los tramos, se encuentran entre 0.27 a 2.05 mca adicionales a las presiones disponibles, analizados en un tiempo de cierre de válvulas de 5 segundos, como se señaló anteriormente, es necesario la incorporación de mecanismos para la reducción de presión en vista de que las presiones disponibles más las adicionales están en entre 24.61 y 75.77 mca, por lo que la clase de tubería empleada no es la adecuada, es decir para tuberías de clase 7.5 la presión máxima de operación es de 50 mca.
- En cuanto a las presiones de trabajo en los laterales móviles, se encuentra entre 29 a 35 mca, y en el catálogo de aspensor indica una presión de trabajo de 30 mca, por lo que existe variaciones hasta un 14%, así mismo este valor es la diferencia de presiones entre laterales móviles, y se encuentra en el rango establecido para variación de presiones que no debe superar el 20%, por lo mismo que no representaría un problema. La elección del aspensor es el adecuado ya que este es compatible con la velocidad básica de infiltración del suelo siendo este de 10.5 mm/h y del aspensor es de 8.04mm/h.

b.3) Coeficientes de funcionamiento

- En Uchuypampa, la prueba número 01 tuvo una duración de 43 minutos, la que se realizó a las 4 de la tarde, la velocidad del viento fue de 1.30

m/s, el número de aspersores evaluados fue de 6, son una separación de 12 metros entre aspersores, la uniformidad de la zona evaluada fue de 70.7%, la uniformidad de instalación fue de 69.21%, las pérdidas por evaporación y arrastre fue de 0.008%, el coeficiente de uniformidad de Christiansen fue de 79.09%, la pluviometría media recogida fue de 6.33 mm/h, la pluviometría media aplicada fue de 6.39 mm/h, finalmente en esta prueba la eficiencia de aplicación del aspersor es de 99.13 %.

- La prueba número 02 tuvo una duración de 29 minutos, se llevó a cabo a las 5 de la tarde, se evaluaron 6 aspersores, la distancia entre ellos es de 12 metros, la velocidad del viento en esta oportunidad fue de 2.70 m/s, bajo estas condiciones la uniformidad de la zona evaluada fue de 53.03, la uniformidad de instalación fue de 55.45, las pérdidas por evaporación y arrastre fue del 40.13 por ciento, el coeficiente de uniformidad de Christiansen fue del 72.68 %, la pluviometría media recogida fue de 4.83 mm/h y la pluviometría media aplicada fue de 8.07 mm/h, la eficiencia de aplicación del aspersor fue de 59.79 %.

Cuadro N°4.21: Resumen de la evaluación de los coeficientes de funcionamiento en el sistema de riego por aspersión en Uchuypampa.

N° Evaluación	Fecha	Tiempo de prueba min.	Hora de inicio	Hora de fin de prueba	Velocidad del viento m/s	UD zona	UD	Pe %	CU	hm	qr	Ea %
01	26/08/2010	43	16:47	17:32	1.30	70.7	69.21	0.008	79.09	6.33	6.39	99.1
02	09/09/2010	29	17:04	17:47	2.70	53.03	55.45	40.13	72.68	4.83	8.07	59.8

UDzona % : Uniformidad de zona evaluada.

UD % : Uniformidad de instalación.

Pe % : Perdidas por evaporación y arrastre.

CU % : Coeficiente de uniformidad de Christiansen.

hm mm/h : Pluviometría media recogida.

qr mm/h : Pluviometría media aplicada.

Ea % : Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor.

- De la prueba de pluviometría y cálculos realizados, como se puede observar en el cuadro N° 4.21 en el sistema de riego por aspersión de la comunidad de Uchuypampa, el manejo que se le viene dando, no existe un tiempo de riego establecido, los agricultores riegan a criterio propio, por lo que se propone un tiempo y frecuencia calculada a partir de los datos agronómicos respectivos. En cuanto a los coeficientes de funcionamiento los resultados nos indican que el sistema funciona adecuadamente ya que el coeficiente de Christiansen varía de 73 – 79%, la eficiencia de aplicación de 60 a 90%, estos no son los más adecuados teóricamente, sin embargo bajo condiciones de variación de pendiente y viento, los resultados reflejan la realidad.

c) Determinación los indicadores económicos, tales como TIR, VAN y los impactos generados en la población

- En la comunidad de Uchuypampa, inicialmente se planteó la implementación de 21 hectáreas de terreno bajo riego por aspersión en

épocas de estiaje, e inicialmente se calculó con ello la rentabilidad del proyecto, sin embargo a la fecha las hectáreas explotadas son como máximo de 10, y los cultivos son la arveja, maíz, papa, alfalfa y flores, por ello en la presente evaluación se realizó bajo en estas condiciones, como en el caso de la comunidad de Llutacancha para la campaña de rotación. Los costos de inversión se son aquellos realizados para la implementación del sistema de riego, en este caso se tomó del expediente técnico, la misma que asciende a una inversión fija inicial de 211,646.46 nuevos soles, incluidos los gastos generales, los costos anuales de producción para los cinco cultivos que componen la cedula, hacen un total de 142583.90 nuevos soles anuales, por concepto de operación y mantenimiento del sistema son aquellos en los que se incurren para que el sistema se encuentre en operatividad, por tratarse de un sistema de mayor complejidad requiere de mayor cuidado por ello el monto calculado es mayor en comparación al del sistema de riego de la comunidad de Llutacancha, asciende a 5,375.00 nuevos soles anuales, los beneficios son aquellos obtenidos de la comercialización producción obtenida, esto dado por el rendimiento del cultivo y los precios de venta, los cuales se muestran en el anexo 03 para mayor detalle. La tasa de interés empleada es del 11%.

Cuadro N°4.22: Resultados de la evaluación económica - Uchuypampa.

Parámetro	Valor
VAN	59502.11
TIR	16.90%
B/C	1.28

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro anterior observamos valores que nos indican que es un proyecto rentable de acuerdo a las reglas de decisión para una inversión. Sin embargo en la evaluación se pudo observar que la infraestructura no está siendo utilizada de manera adecuada siendo su capacidad instalada para 20 hectáreas en campaña rotacional, por otra parte existe una diversidad de cultivos de bajo valor económico lo que hace que el manejo no sea el adecuado.

- El impacto social generado como efecto de la incorporación de estos sistemas sin duda después de las evaluaciones realizadas resultan inconmensurable, por tratarse de tecnologías que permiten el uso eficiente, racional y sostenible del recurso agua, permiten el desarrollo de capacidades de las familias involucradas, la inclusión de las mujeres en las labores en vista de que la actividad agrícola se hace más sencilla y es posible que ellas adquieran responsabilidades en las labores de operación de algunos componentes del sistema. Con la incorporación de estos sistemas de riego, en la Comunidad de Llutacancha se fortaleció la organización de los productores agropecuarios que ya existía y en la comunidad de Uchuypampa fomento la formación de la organización de productores de arveja de esta Comunidad.
- Se fortaleció la capacidad crediticia de los agricultores, pues el hecho de contar con un sistema de riego que permita dotar de agua en las campañas rotacionales es garantía para la obtención de créditos, e incrementa la capacidad de endeudamiento de los agricultores, a la

fecha de la evaluación los agricultores de ambas comunidades ya habían realizado préstamos de instituciones tales como la Caja Rural Los Libertadores y la Financiera Edyficar, siendo la garantía de pago los sistemas de riego con el cual cuentan, estas deudas fueron adquiridas con responsabilidad y fueron pagadas en su totalidad al finalizar las campañas agrícolas, como consecuencia a ello se observa la mejora económica social de estas comunidades y por efecto inmediato el acceso a servicios básicos como son la educación, salud y adecuada alimentación.

- La adopción de tecnologías de riego en un contexto creciente de escasez hídrica, ha permitido que los agricultores beneficiados con la instalación de estos sistemas de riego por aspersión mejoren la manera tradicional de realizar las labores agrícolas, sin duda permitió la incorporación de una campaña rotacional anualmente a la manera tradicional de siembra, que era la del régimen seco, al mismo tiempo despertó el interés de las comunidades vecinas en adoptar estas nuevas tecnologías de riego a fin de hacer eficiente el uso de agua, esto es de mucha importancia, pues como se mostró anteriormente el 90% de la población del distrito de Tambillo reside en la zona rural y su principal actividad económica es la agricultura.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. En la comunidad de Llutacancha se cuenta con un sistema de riego con los componentes básicos de un sistema de riego presurizado, sin embargo hace falta un sistema de filtrado que garantice no solo un adecuado funcionamiento del sistema si no su sostenibilidad en el tiempo, al primer año de su funcionamiento presenta problemas en el mantenimiento, la tubería que conforma la red principal y secundaria no es la apropiada es decir no es dable para la presión de trabajo que se midió en el ensayo respectivo, y con respecto a los cálculos hidráulicos realizados, así como también la disposición de los laterales no es el adecuado en vista de que a los extremos de las parcelas no existe el traslape necesario. En la comunidad de Uchuypampa el sistema de riego es completo lo que garantiza su funcionamiento, la red de tuberías

primarias y secundarias están adecuadamente diseñadas y dispuestas, pero también existen problemas en el mantenimiento del cabezal de riego e hidrantes, en el sistema de riego de la Comunidad de Uchuypampa no existe un adecuado aprovechamiento de la infraestructura, es decir no todas las parcelas son cultivadas en la campaña rotacional y se sigue empleando el método de riego por gravedad.

2. En la comunidad de Llutacancha no se tomó en cuenta el aspecto agronómico para la instalación del sistema así mismo existe desconocimiento por los agricultores la importancia de frecuencias y tiempos de riego. Luego de los cálculos realizados en esta comunidad con respecto al diseño agronómico, la frecuencia de riego promedio es de 5 días y un tiempo de 25 minutos, en cuanto a los coeficientes de funcionamiento se concluye que este sistema de riego se encuentra en un nivel bajo ya que los resultados después de las pruebas de pluviometría así lo demuestran: la uniformidad de distribución de la zona evaluada está entre 4.36 y 38.96, la uniformidad de instalación entre 4.45 y 39.45, las pérdidas por evaporación y arrastre entre 20.68% y 29.41%, el coeficiente de uniformidad de Christiansen entre 26.46% y 47.50% y la eficiencia de descarga del aspersor entre 79.32 % y 70.59%. En la comunidad de Uchuypampa, los tiempos y frecuencia de riego se rigen bajo los turnos de riego asignados por la comisión de riego a la que pertenecen, sin embargo después de los cálculos la frecuencia y el tiempo de riego es variado por presentar un cedula de cultivo variada lo

que dificultara establecer un adecuado turno de riego entre los usuarios, en cuanto a los coeficientes de funcionamiento este sistema de riego se encuentra entre el nivel bajo a medio: la uniformidad de la zona evaluada de 70.7 y 53.03, la uniformidad de instalación 69.21 y 55.45, las pérdidas por evaporación y arrastre de 0.008% y 40.13%, el coeficiente de uniformidad de Christiansen de 79.09 y 72.68%, y la eficiencia de descarga del aspersor de 99.1 % y 59.8%.

3. En la evaluación económica y social, el sistema de riego de la comunidad de Llutacancha, presenta rentabilidad frente a la inversión realizada: VAN 11737.42 y TIR 14.85%, son valores que respaldan la inversión realizada en el sistema de riego y la actividad agrícola que se lleva a cabo en las campañas rotacionales, pese a los problemas encontrados. En la comunidad de Uchuypampa la evaluación económica no es la más satisfactoria, ello debido a que no se está explotando ni al 50% de la capacidad instalada del sistema lo que conlleva a que los resultados no sean los óptimos, sin embargo resulta rentable lo cual se sustenta con los resultados obtenidos: VAN de 59502.11 y TIR 16.90%, existe desinterés por parte de algunos agricultores, que pese a contar con un sistema de riego de esta naturaleza persisten en emplear el sistema de riego por gravedad.
4. Los sistemas de riego instalados permiten el desarrollo de las comunidades, promueven la asociatividad entre agricultores, la incursión más activa en la comercialización de sus productos, es así que en la comunidad de Llutacancha, pertenece al comité de riego de

Llutacancha y existe la asociación de productores Agropecuarios y Ganaderos de Llutacancha, de la misma manera en la comunidad de Uchuypampa están organizados en su respectivo comité de riego y existe una organización de productores de Arveja, estas organizaciones fortalecen las capacidades de los agricultores y sus familias.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los agricultores a cargo de estos sistemas de riego, realizar las labores de operación y mantenimiento en todo el sistema desde la conducción hasta los laterales de riego y aspersores, pues de ello dependerá el adecuado funcionamiento y eficiencia del riego, tomar conciencia que el agua es un bien escaso y tiene valor económico por ello la necesidad de cuidar y economizar su uso, evitar deterioros en las labores culturales al emplear maquinarias pesadas que puedan malograr algún componente, porque este es un sistema que funciona en conjunto y si algunos de sus componentes se encuentra deteriorado la eficiencia de riego será menor, y como resultado los rendimientos de los cultivos serán menores. Emplear los turnos de riego recomendados por el personal técnico, optar por las formas adecuadas de riego, emplear las reglas de operación y mantenimiento diseñado como parte de este trabajo de tesis, pues contribuirá a la mejora en las adecuadas labores de operación y mantenimiento de los sistemas de riego.

2. Como parte de la evaluación económica, se recomienda la incorporación de cultivos con valor económico en el mercado, reducir el número de cultivos para un mejor manejo y con contar con mayor volumen de producción de un mismo tipo de cultivo de tal manera exista un mayor acceso a la comercialización, fortalecer las organizaciones existentes a fin de aprovechar los sistemas a la capacidad para la cual fueron diseñadas e instaladas, la evaluación económica se realizó en situación

actual con presencia de diversos problemas, de no superar estas debilidades encontradas la rentabilidad de la actividad agrícola continuara siendo menor a la esperada, se recomienda realizar la campaña rotacional pues este es el fin primordial de un sistema de riego presurizado y no únicamente como complemento a las lluvias estacionales.

3. A los profesionales de esta área se recomienda tomar en cuenta todos los aspectos de diseño necesarios para obtener resultados acordes a la necesidad y exigencias técnicas, en los aspectos agronómicos e hidráulicos. Evitar los sobredimensionamientos pues se puede estar haciendo eficiente el uso de un recurso en desmedro de otro. Promover proyectos sostenibles, económicos y que sean accesibles en función a la realidad de los agricultores.
4. Las comunidades de Llutacancha y Uchuypampa, cuentan con sistemas de riego tecnificado de configuraciones técnicas diferentes, por lo que recomiendo a la Facultad de Ciencias Agrarias soliciten a estas comunidades permitan realizar prácticas en los diferentes cursos de los alumnos de pre grado, de modo que se cumpla con uno de los fines de la universidad que es la proyección social, y que como consecuencia se promueva la mejora de las condiciones de manejo del sistema riego y cultivos en estas localidades.

6.5 BIBLIOGRAFIA

1. BERNAOLA C, Alejandro. Guía de orientación N° 1- Normas del sistema nacional de inversión pública. Ministerio de Economía y finanzas. 2005. 116 Pg.
2. CASTAÑON L, Guillermo. Riego por Aspersión. Ediciones Mundi – Prensa Madrid 1991. 122 Pg.
3. FUENTES Y. José L. Técnicas de riego. Madrid España. Editorial Mundi Prensa 2003. 483 Pg.
4. GARCÍA C, Ignacio BRIONES S, Gregorio. Sistemas de Riego: por Aspersión y Goteo. Editorial Trillas S.A., México 2007. 263 Pg.
5. MARTÍNEZ C, Javier. Introducción al Riego. Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Valencia 1999. 200 Pg.
6. PRONAMACHS – SNV. Curso de Capacitación en Riego por Aspersión Dedicado a Especialistas IR, Cajamarca 1999. 48 Pg.
7. SALDARRIAGA V, Juan. Hidráulica de Tuberías Abastecimiento de Agua, Redes, Riegos. Editorial Alfaomega Universidad Los Andes, Colombia 2007. 690 Pg.
8. SAPAG C, Nassir y SAPAG C, Reinaldo. Fundamentos de Preparación y Evaluación de Proyectos. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Editorial Martha Edna Suárez. Chile 2000. 404 Pg.
9. SILVA V, Fernando, Evaluación Económica de Pequeños Proyectos de Riego, Universidad de Chile. 17 Pg.
10. TARJUELO J, Martin. El Riego por Aspersión y su Tecnología. Ediciones Mundi Prensa 2005. 581 Pg.

11. UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA I. Curso Taller de Especialización En Riego Por Aspersión en Ladera, módulo IV, Ayacucho 2008. 287 Pg.
12. VÁZQUEZ V. Absalón. Manejo de Cuencas Altoandinas. Derechos de Edición Escuela Superior de Aguas "Charles Sutton". Impreso en el Perú, 2000. Tomo I. 516 Pg.
13. VERGARA M, Javier, Sistemas de Riego Para Proyectos de Pequeña Escala en Zonas de Ladera, Instituto Colombiano de Desarrollo rural – INCODER. 191 Pg.
14. Definiciones Sobre Estudio Técnico, Disponible en. [En línea] <http://www.ii.iteso.mx/proy%20inv/EstudioTecnico.htm>, (Consulta: 10 Noviembre del 2010).

Contenido en el Anexo

- Anexo 01:** Datos climáticos de la Estación Meteorológica de Tambillo.
Reporte del cálculo de ETP.
- Anexo 02:** Cedula, calendario de cultivo, Kc ponderado – Llutacancha.
Cedula, calendario de cultivo, Kc ponderado – Uchuypampa.
Calculo de la demanda de agua – Llutacancha.
Calculo de la demanda de agua – Uchuypampa.
- Anexo 03:** Detalle de cálculo del factor fricción en las tuberías.
Reporte de los cálculos hidráulicos en las tuberías – Llutacancha.
Análisis de Sobrepresiones en la red de tuberías – Llutacancha
Reporte de los cálculos hidráulicos en las tuberías – Uchuypampa.
Análisis de Sobrepresiones en la red de tuberías – Uchuypampa.
- Anexo 04:** Reporte de los ensayos de pluviometría.
- Anexo 05:** Prueba de Infiltración.
- Anexo 06:** Análisis físico de suelo.
Catálogos de aspersores.
Rendimientos históricos y Precios en chacra. (Fuente: Dirección de Información Agraria Ayacucho).
- Anexo 07:** Costos de Producción.
Rendimientos históricos y proyectados de los cultivos.
Precios de los cultivos.
Evaluación de los beneficios netos – Llutacancha.
Evaluación de los beneficios netos – Uchuypampa.
- Anexo 08:** Reglas de operación y mantenimiento.
- Anexo 09:** Panel de fotografías.
- Anexo 10:** Planos.

Anexo 01

DATOS METEOROLOGICOS

Para el calculo de la demanda de la comunidad de Llutacancha y Uchuypampa, se tomaran los parametros climaticos de la estación Tambillo por la similitud en las condiciones climaticas y la altitud con respecto al mar

1. REGISTRO DE PRECIPITACIONES TOTAL MENSUAL (mm)

PROYECTO ESPECIAL "RIO CACHI"
DIRECCION DE OBRAS Y ESTUDIOS
UNIDAD DE HIDROLOGIA

SISTEMA SISMET

REGISTRO DE PRECIPITACIONES MENSUAL (mm)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"S
DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"W

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	105.1	193.3	144.8	38.9	10.1	35.3	24.7	36.4	15.1	42.9	42.0	55.9
1993	148.4	127.1	100.0	105.0	15.4	12.5	20.4	22.4	66.1	52.8	114.5	192.5
1994	156.4	167.9	150.0	71.9	5.2	6.2	32.7	7.3	22.6	25.2	60.4	126.3
1995	143.2	111.4	148.9	60.8	13.0	1.0	10.3	4.5	19.2	54.7	89.6	83.2
1996	101.2	100.4	186.5	48.8	13.2	2.1	0.3	19.5	31.3	68.6	26.4	82.8
1997	180.3	195.6	108.2	53.5	6.2	0.0	3.1	42.8	50.5	51.4	124.1	135.4
1998	181.9	152.0	98.8	44.3	2.1	18.8	0.0	0.8	19.0	73.8	50.1	75.2
1999	136.6	165.9	130.5	19.8	0.5	3.7	5.0	0.0	57.2	25.7	79.1	96.1
2000	137.9	225.0	110.5	16.4	30.3	17.3	49.0	5.1	9.4	65.7	20.8	94.1
2001	188.4	75.5	123.1	36.4	43.9	5.9	28.3	16.6	15.9	40.2	134.3	80.5
2002	111.2	187.7	162.1	47.8	17.7	1.8	32.6	12.8	35.5	30.2	72.8	115.6
2003	94.2	181.2	120.1	60.8	10.7	0.0	0.0	44.3	9.9	5.8	11.7	118.0
2004	69.8	162.5	65.4	17.0	10.8	9.8	28.8	7.5	29.2	48.8	58.1	168.1
2005	86.5	75.4	178.2	19.4	0.2	0.0	4.4	1.5	22.1	55.3	44.1	151.7
2006	121.3	109.2	111.2	40.7	1.5	1.8	0.0	14.9	9.0	66.7	172.0	68.1
2007	110.2	82.2	141.8	57.5	4.3	0.0	19.0	1.0	25.2	77.7	31.6	109.7
PROM.	129.5	144.5	130.0	46.2	11.6	7.3	16.2	14.8	27.3	49.1	70.7	109.6
MAX.	188.4	225.0	186.5	105.0	43.9	35.3	49.0	44.3	66.1	77.7	172.0	192.5
MIN.	69.8	75.4	65.4	16.4	0.2	0.0	0.0	0.0	9.0	5.8	11.7	55.9
DESV.	35.61	47.67	31.69	23.20	11.62	9.69	15.35	14.83	17.22	19.92	45.60	37.94
P50%	129.0	157.3	126.8	46.1	10.4	2.9	14.6	10.2	22.4	52.1	59.3	102.9
P75%	104.13	107.0	109.9	32.3	3.7	0.75	2.4	3.8	15.68	37.7	39.398	82.2
P90%	90.325	78.845	99.4	18.2	1.0	0	0.0	0.9	9.6	25.5	23.6	71.7
PE(mm)	82.4	83.9	85.2	25.8	0	0	0	0	10.1	30.7	32.2	68.2

Ec. Autocorrelación para Completación

A = 63.563
B = 0.1458
70.68

DISTRIBUCION DE LA PE

Pp	%PE
5	0 0.00
30	95 0.95
55	90 0.90
80	82 0.82
105	65 0.65
130	45 0.45
155	25 0.25
>155	5 0.05

2. REGISTRO DE EVAPORACIONES DE TANQUE MENSUAL (mm)

DIRECCION DE OBRAS Y ESTUDIOS
UNIDAD DE HIDROLOGIA

REGISTRO DE EVAPORACIONES MEDIAS DE TANQUE MENSUAL (mm)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
AÑO : DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	4.6	6.8	5.2	4.7	4.8	4.2	4.6	4.5	5.2	5.3	5.8	6.1
1993	4.0	4.2	3.9	3.8	3.6	3.6	3.7	4.5	4.3	4.8	4.2	4.1
1994	3.2	3.3	3.5	3.2	3.6	3.7	4.5	5.5	5.0	5.5	5.7	5.2
1995	4.2	3.8	3.9	4.2	3.5	3.9	4.3	5.0	5.1	5.9	5.8	5.7
1996	3.9	3.6	4.1	3.4	3.8	4.2	4.4	4.5	4.8	5.3	6.1	4.6
1997	5.5	5.2	5.5	3.8	3.3	4.1	4.2	4.1	5.0	5.4	4.8	4.7
1998	3.7	4.3	3.6	4.2	4.6	3.8	4.2	4.5	5.8	5.2	5.7	4.7
1999	4.2	2.6	3.0	3.3	3.9	4.1	4.1	5.2	4.6	4.2	5.5	5.2
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	3.3	3.0	2.9	3.3	3.1	2.9	3.2	3.9	4.1	4.7	4.6	4.6
2002	4.4	2.9	3.1	3.1	3.4	3.3	3.0	4.1	3.7	4.4	4.3	4.0
2003	3.8	3.3	2.6	3.0	3.1	3.5	3.8	3.8	4.4	5.5	6.0	4.0
2004	4.4	3.7	2.9	3.7	4.0	3.5	3.4	3.7	4.1	4.7	5.3	3.4
2005	4.6	4.1	3.5	3.8	4.0	4.2	4.2	4.9	4.7	4.0	4.9	3.0
2006	3.0	2.7	3.3	2.7	3.8	3.4	4.1	3.8	4.7	5.0	3.8	3.6
2007	3.5	3.6	3.1	2.8	3.1	3.3	3.5	4.3	3.9	4.5	4.8	4.5
PROM.	4.0	3.8	3.6	3.5	3.7	3.7	4.0	4.4	4.6	5.0	5.1	4.5

Ec. Autocorrelación para Completación

	ENE	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
A =	3.74187	1.5392	2.03195	0.219239	1.8049	2.63	2.4649	1.8524	1.269
B =	0.06389	0.6114	0.45969	0.99938	0.6594	0.4517	0.5396	0.6634	0.625
	4.0739	3.3	3.4	3.6	4.1	4.6	4.6	4.8	4.3

3. REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS ABSOLUTAS DIARIAS (°C)

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS ABSOLUTAS DIARIAS (°C)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	5.5	6.0	6.6	6.0	4.0	-0.2	-0.2	-1.0	5.0	5.0	6.0	6.0
1994	5.5	6.5	6.5	5.5	5.0	4.0	3.5	3.5	5.0	5.5	5.5	6.5
1995	6.5	5.9	6.0	5.5	5.0	4.5	5.5	5.5	6.0	6.5	6.0	6.0
1996	7.0	6.5	1.0	2.5	4.5	3.0	3.5	4.5	5.5	6.0	5.5	5.5
1997	6.5	6.5	5.0	6.5	5.0	4.5	3.0	1.3	3.6	5.4	5.7	7.0
1998	6.5	6.7	6.5	6.0	6.0	4.3	2.2	6.0	5.0	5.0	5.3	5.0
1999	0.0	0.0	5.5	4.7	5.7	4.0	3.5	4.3	5.2	5.6	5.8	5.6
2000	6.6	5.0	7.0	6.6	6.0	5.5	4.4	5.4	S/D	S/D	S/D	S/D
2001	7.2	6.9	6.8	6.0	5.6	4.5	5.1	4.0	6.1	5.7	7.3	5.0
2002	6.3	7.7	7.7	6.0	4.9	3.9	3.9	4.1	3.8	6.3	5.9	5.8
2003	7.4	6.8	6.4	5.6	5.3	5.0	6.3	6.7	7.5	8.7	8.9	9.0
2004	7.6	7.0	7.5	6.3	6.0	4.3	4.6	4.5	5.9	7.3	7.2	3.3
2005	6.9	6.9	7.9	6.4	6.4	5.4	4.2	5.8	6.0	6.2	6.1	6.8
2006	7.0	7.1	7.4	7.6	4.4	5.4	3.2	5.4	5.8	5.8	6.2	7.2
2007	5.8	5.8	6.4	6.8	5.0	4.0	4.8	5.2	5.8	5.4	5.8	5.3
PROM.	6.2	6.1	6.3	5.9	5.3	4.1	3.8	4.3	5.4	6.0	6.3	6.0

4. REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS DIARIAS (°C)

DIRECCION DE OBRAS Y ESTUDIOS
UNIDAD DE HIDROLOGIA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS DIARIAS (°C)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1993	23.4	23.2	21.8	21.8	23.0	21.2	21.6	22.0	22.0	24.6	24.8	22.2
1994	22.4	21.8	20.4	21.8	22.4	22.2	21.8	22.4	24.0	26.2	25.6	26.3
1995	23.2	27.6	22.2	21.6	22.0	22.9	22.2	24.8	24.2	25.4	25.0	24.6
1996	22.2	22.0	24.4	20.8	23.0	20.8	22.6	22.4	23.8	25.4	25.2	25.2
1997	25.2	21.6	21.8	22.5	21.1	22.2	22.2	22.3	24.2	25.3	26.5	25.3
1998	22.5	23.0	23.2	24.4	24.4	22.1	22.5	23.9	25.6	25.7	25.6	25.8
1999	23.9	22.3	20.4	21.2	22.2	22.5	21.2	22.7	24.0	23.2	25.8	23.5
2000	21.8	20.7	20.5	22.4	22.1	21.0	20.6	23.3	24.0	S/D	S/D	S/D
2001	21.4	21.5	21.5	21.7	22.6	21.2	21.4	22.5	23.8	25.8	24.4	23.7
2002	24.9	23.3	21.3	21.9	21.7	21.8	21.5	21.9	24.9	25.3	24.2	23.7
2003	23.4	22.5	21.0	21.8	23.1	22.6	21.7	21.7	24.7	25.9	26.7	24.8
2004	24.3	21.9	22.5	24.1	23.7	21.5	22.3	22.6	24.1	24.9	25.3	23.1
2005	24.2	23.9	23.5	23.5	24.8	22.6	23.0	24.4	25.2	25.9	26.0	20.9
2006	22.2	22.8	22.2	22.1	22.4	22.6	21.9	22.8	23.1	25.6	23.4	24.0
2007	24.4	23.2	21.4	21.6	22.4	21.8	21.4	24.1	22.1	24.6	25.6	25.8
PROM.	23.3	22.8	21.9	22.2	22.7	21.9	21.9	22.9	24.0	25.3	25.3	24.2

5. REGISTRO DE TEMPERATURAS MEDIA MENSUALES (°C)

DIRECCION DE OBRAS Y ESTUDIOS
UNIDAD DE HIDROLOGIA

REGISTRO DE TEMPERATURAS MEDIA MENSUALES (°C)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	S/D	13.6	13.4	14.3	14.2	12.1	11.2	11.5	13.5	13.5	14.6	14.5
1993	13.1	13.3	13.4	13.6	13.5	12.1	12.3	11.9	13.0	14.1	14.0	13.7
1994	13.6	13.3	13.1	13.2	13.9	12.7	12.2	13.1	13.8	14.7	15.4	15.6
1995	14.5	14.1	13.7	14.4	13.6	13.3	13.7	14.7	14.2	15.6	14.8	14.9
1996	13.8	13.6	13.7	13.6	14.1	12.8	12.3	13.1	14.3	15.2	15.2	14.2
1997	13.8	12.9	13.4	14.0	13.6	13.2	12.9	12.3	13.7	15.0	14.6	15.2
1998	14.3	14.8	14.3	15.1	15.1	13.3	13.3	14.5	15.3	14.8	15.1	14.2
1999	12.6	11.4	12.7	13.4	14.1	13.4	12.5	13.4	14.2	14.0	15.3	14.1
2000	13.4	12.8	13.0	13.8	13.9	13.4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2001	11.1	11.8	11.2	10.7	10.7	9.4	9.9	9.4	11.2	12.3	7.6	-99.9
2002	15.6	15.5	14.5	14.0	13.5	11.3						
PROM.	13.6	13.4	13.3	13.6	13.7	12.5	12.3	12.7	13.7	14.4	14.1	1.8

6. REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA MEDIA MENSUAL (%)

DIRECCION DE OBRAS Y ESTUDIOS
UNIDAD DE HIDROLOGIA

REGISTRO DE HUMEDADES RELATIVAS DIARIAS (%)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	69.6
1993	75.4	79.3	77.4	70.3	65.4	52.9	50.9	59.5	64.9	65.8	68.6	72.1
1994	72.4	74.4	71.9	70.4	52.1	47.9	52.2	48.4	51.6	50.5	57.6	64.5
1995	66.9	71.8	71.2	65.8	50.2	41.5	36.9	51.9	47.4	47.6	50.3	62.7
1996	69.9	71.5	58.7	S/D	S/D	S/D	S/D	42.6	50.0	47.8	54.0	54.1
1997	68.5	74.1	66.5	67.6	63.6	53.2	50.6	60.3	57.9	56.8	65.6	67.0
1998	75.8	74.6	76.6	66.0	52.6	59.8	53.9	58.1	54.7	S/D	S/D	S/D
PROM.	73.5	76.5	73.4	71.8	61.4	56.8	54.4	57.6	57.7	57.4	61.2	65.0
HRmin	66.9	71.5	58.7	65.8	50.2	41.5	36.9	42.6	47.4	47.6	50.3	54.1
Hrmax	85.7	89.5	91.3	90.8	84.3	85.6	81.8	82.6	77.2	75.8	71.2	72.1

Ec. Autocorrelación para Completación

	ABR	MAY	JUN	JUL	NOV	DIC
A =	-2.6071	-26.105	-6.69111	1.3047	21.706	28.603
B =	0.9816	1.21798	1.03489	0.9342	0.6885	0.5946
	67.3	54.0	45.3	40.1	59.4	67.6

7. REGISTRO DE VELOCIDADES DE VIENTO MENSUAL (m/s)

REGISTRO MEDIA MENSUAL VELOCIDADES DE VIENTO (m/s)

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	0.7	0.5	0.4	0.2	0.5	1.4	1.6	1.7	1.4	1.6	1.2	1.8
1996	1.5	1.2	0.4	0.8	1.0	0.9	0.6	0.8	0.7	1.1	1.0	0.8
1997	0.8	0.6	0.3	0.7	1.1	1.4	1.8	0.8	1.1	1.0	1.4	0.9
1998	0.9	1.2	0.8	1.6	2.3	2.4	2.1	2.4	2.6	2.3	2.6	3.1
1999	2.0	1.1	2.0	1.2	1.7	1.9	0.4	2.0	1.7	2.3	2.5	2.2
2000	1.2	1.5	1.0	1.4	1.5	1.3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2001	1.6	2.0	1.4	2.2	1.9	1.7	1.8	1.9	1.8	2.1	2.4	S/D
2002	2.4	2.0	1.8	2.2	1.8	1.9	2.4	2.4	2.1	2.5	S/D	S/D
2003	3.0	1.7	2.0	1.9	2.3	1.9	2.6	2.2	2.4	2.6	3.5	2.9
2004	2.7	1.8	2.0	2.8	2.1	2.4	2.6	2.6	2.4	2.7	2.6	2.9
2005	2.8	2.6	3.3	3.4	3.0	1.6	1.3	1.9	1.2	1.4	1.8	2.5
2006	1.0	1.3	1.2	0.9	1.2	1.4	1.5	1.3	1.3	1.8	1.7867	1.3806
2007	1.4	1.9	1.1	0.7	1.2	1.3	1.4	1.3	1.6	1.8	1.7	1.9
PROM.	1.7	1.5	1.4	1.5	1.7	1.6	1.7	1.8	1.7	1.9	2.0	2.0

Ec. Autocorrelación para Completación

	NOV	DIC
A =	-0.1637	0.254
B =	1.16827	0.8295
	1.9	3.2
		2.4
		1.7

8. REGISTRO DE HORAS DE SOL MENSUAL (Hrs)

REGISTRO DE HORAS DE SOL PROMEDIOS MENSUALES

ESTACION : TAMBILLO DISTRITO : TAMBILLO ALTITUD : 3250.0 msnm
 CODIGO : 002 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°12'54"
 DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°06'19"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	6.3	7.4	6.9	6.6	9.5	7.4	9.3	8.2	8.0	7.0	7.6	7.9
1993	4.1	5.5	5.6	5.3	7.8	9.1	8.4	8.0	6.5	6.7	4.2	4.0
1994	S/D	4.3	4.4	5.1	8.0	8.2	8.1	7.5	6.8	6.6	7.0	5.3
1995	6.3	4.2	4.2	6.3	8.2	7.3	8.2	8.3	5.3	7.3	6.3	5.3
1996	3.3	3.3	4.3	5.3	7.3	8.2	9.3	7.3	7.3	6.4	6.3	4.3
1997	3.3	4.2	4.3	6.4	6.3	6.3	7.3	5.3	4.3	5.3	5.3	5.3
1998	4.2	5.3	5.3	7.3	9.3	7.3	8.3	7.3	7.3	6.2	6.3	4.2
1999	4.3	3.3	3.3	4.3	6.2	8.3	6.3	8.3	7.3	6.2	6.3	4.2
2000	4.3	4.3	4.3	7.2	8.4	7.3	8.3	8.2	7.3	6.3	8.3	6.3
2001	3.2	4.3	5.3	7.3	7.3	7.2	8.2	8.3	6.3	7.3	7.3	4.3
2002	5.3	5.3	4.3	7.3	8.3	8.3	8.3	7.4	6.3	8.2	7.3	7.3
2003	5.3	2.3	3.3	5.3	7.3	8.2	7.3	8.3	6.2	6.4	6.3	5.3
2004	5.3	5.3	5.3	7.2	9.2	7.3	8.3	7.3	4.3	6.3	8.3	5.2
2005	7.2	0.3	1.2	6.3	8.4	8.3	8.3	8.3	7.3	5.3	7.3	3.3
2006	4.3	5.3	4.3	4.2	9.3	7.3	8.3	7.3	6.3	6.3	4.3	4.3
2007	4.3	5.3	4.3	5.3	7.3	7.3	7.2	7.3	S/D	5.3	6.2	3.2
PROM.	4.7	4.4	4.4	6.0	8.0	7.7	8.1	7.7	6.4	6.4	6.5	5.0

Ec. Autocorrelación para Completación

	ENE	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
A =	5.3354	5.96505	8.1665	7.54959	6.717354	0.7601	6.1836	4.4902	1.8918
B =	-0.139	0.33584	-0.058	0.06813	0.115507	0.7413	0.0509	0.3159	0.4742
	4.7	8.1	7.7	8.1	7.7	6.9	6.6	6.2	5.3

31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
146.7	121.96	136.9	181.28	247.826	231.09	250.3	237.2	193.4	200	195.7	154.6

EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO –AYACUCHO

CALCULO DE LA EVAPO TRANSPIRACION POTENCIAL EMPLEANDO CROPWAT – METODO DE PENMAN MONTEITH

Climate Data Table							
Country	Huamanga		Station	Tambillo		Altitude	3250 (m)
Month	Max Temp. (C)	Min Temp. (C)	Humidity (%)	WindSpeed (km/d)	SunShine (hours)	Solar Radiation (MJ/m2/d)	ETo (mm/d)
January	23.3	6.2	73.5	146.9	4.7	17.6	3.8
February	22.8	6.1	76.5	129.6	4.3	16.8	3.5
March	21.9	6.3	73.4	121.0	4.4	16.2	3.3
April	22.2	5.9	71.8	129.6	6.0	17.0	3.3
May	22.7	5.3	61.4	146.9	8.0	17.8	3.4
June	21.9	4.1	56.8	138.2	7.7	16.3	3.1
July	21.9	3.8	54.4	146.9	8.1	17.2	3.3
August	22.9	4.3	57.6	155.5	7.7	18.5	3.7
September	24.0	5.4	57.7	146.9	6.4	18.5	4.0
October	25.3	6.0	57.4	164.2	6.4	19.7	4.5
November	25.3	6.3	61.2	172.8	6.5	20.3	4.6
December	24.2	6.0	64.0	172.8	5.0	18.0	4.2
Average	23.2	5.5	63.8	147.6	6.3	17.8	3.7

Anexo 02

**CEDULA Y CALENDARIO DE CULTIVO DEL PROYECTO
PARA SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION - LLUTACANCHA**

A) CEDULA DE CULTIVO:

FACTORES:

Clima, Suelo, Cultivos, Disponibilidad de agua, Mercado.

Cultivo	Area de Cultivo (Has)		
	Campaña Grande	Campaña Chica	Total
PAPA	2.0	2.0	4.0
MAIZ	2.0	2.0	4.0
ARVEJA	6.0	4.0	10.0
TOTAL	10.0	8.000	18.000

B) CALENDARIO AGRICOLA:

UBICACIÓN
ALTITUD

LLUTACANCHA
3250 msnm

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	CALENDARIO AGRÍCOLA												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
PAPA	2	CG	CG	CG			CH	CH	CH	CH	CH	CG	CG	MAIZ	2.0
MAIZ	2	CG	CG	CG	CG	CH	CH	CH	CH	CH			CG	PAPA	2.0
ARVEJA	6	CG	CG	CG			CH	CH	CH	CH			CG	ARVEJA	4.0
	10.0														8.0

(*) CG: Campaña Grande, CH : Campaña Chica

C) AREA DE CULTIVO:

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	MESES												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
PAPA	2.0	2.00	2.00	2.00			2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	MAIZ	2.0
MAIZ	2.0	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			2.00	PAPA	2.0
ARVEJA	6.0	6.00	6.00	6.00			4.00	4.00	4.00	4.00			6.00	ARVEJA	4.0
TOTAL	10.0	10.0	10.0	10.0	2.0	2.0	8.0	8.0	8.0	8.0	2.0	2.0	10.0		8.0

D) DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc):

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	MESES												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
PAPA	2.0	0.85	1.10	0.73			0.76	0.83	1.18	1.10	1.05	0.68	0.62	MAIZ	2.0
MAIZ	2.0	0.73	1.04	1.09	0.98	0.75	0.72	1.00	1.20	0.75			0.69	PAPA	2.0
ARVEJA	6.0	0.76	0.98	0.92			0.79	0.82	1.03	0.90			0.69	ARVEJA	4.0
Kc ponderado	10.0	0.77	1.02	0.92	0.98	0.75	0.77	0.87	1.11	0.91	1.05	0.68	0.68		8.0

CEDULA Y CALENDARIO DE CULTIVO CON PROYECTO

PARA SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION - UCHUYPAMPA

A) FORMULACION DE LA CEDULA DE CULTIVO:

FACTORES:

Clima, Suelo, Cultivos, Disponibilidad de agua, Mercado.

Cultivo	Area de Cultivo (Has)		
	Campaña Grande	Campaña Chica	Total
PAPA	7.5	1.5	9.0
FLORES	1.5	1.5	3.0
MAIZ	5.0	1.5	6.5
ALFALFA	2.5	2.5	5.0
ARVEJA	5.0	1.5	6.5
TOTAL	21.5	8.50	30.00

B) CALENDARIO AGRICOLA:

UBICACIÓN

UCHUYPAMPA

ALTITUD

3250 msnm

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	CALENDARIO AGRÍCOLA												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
PAPA	7.5	CG	CG	CG			CH	CH	CH	CH	CH	CG	CG	MAIZ	1.5
FLORES	1.5	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	FLORES	1.5
MAIZ	5	CG	CG	CG	CG	CH	CH	CH	CH	CH				PAPA	1.5
ALFALFA	2.5	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	CG	ALFALFA	2.5
ARVEJA	5	CG	CG	CG			CH	CH	CH	CH			CG	ARVEJA	1.5
TOTAL	21.5													8.5	

(* CG: Campaña Grande, CH : Campaña Chica

C) AREA DE CULTIVO:

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	MESES												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
PAPA	7.5	7.50	7.50	7.50			1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	7.50	7.50	MAIZ	1.5
FLORES	1.5	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	FLORES	1.5
MAIZ	5.0	5.00	5.00	5.00	5.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50			5.00	PAPA	1.5
ALFALFA	2.5	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	ALFALFA	2.5
ARVEJA	5.0	5.00	5.00	5.00			1.50	1.50	1.50	1.50			5.00	ARVEJA	1.5
TOTAL	21.5	21.5	21.5	21.5	9.0	5.5	8.5	8.5	8.5	8.5	5.5	11.5	21.5	8.5	

D) DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc):

CULTIVO PRINCIPAL	AREA (Has)	MESES												CULTIVO ROTAC.	AREA (Has)
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
PAPA	7.5	0.85	1.10	0.73			0.76	0.83	1.18	1.10	1.05	0.68	0.62	MAIZ	1.5
FLORES	1.5	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	FLORES	1.5
MAIZ	5.0	0.73	1.04	1.09	0.98	0.75	0.72	1.00	1.20	0.75			0.69	PAPA	1.5
ALFALFA	2.5	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	ALFALFA	2.5
ARVEJA	5.0	0.78	0.98	0.92			0.79	0.82	1.03	0.90			0.69	ARVEJA	1.5
Kc ponderado	21.5	0.67	1.06	0.93	1.03	1.00	0.92	0.99	1.12	1.00	1.09	0.83	0.74	8.5	

**CALCULO DE DEMANDA DE AGUA - SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION
LLUTACANCHA**

RIEGO POR ASPERSION

FACTORES	Camp.I	Camp.II	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
días/mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
PAPA	2.0	2.0	0.85	1.10	0.73		0.75	0.72	1.00	1.20	0.75		0.68	0.62
MAIZ	2.0	2.0	0.73	1.04	1.09	0.98		0.76	0.83	1.18	1.10	1.05		0.69
ARVEJA	6.0	4.0	0.76	0.98	0.92			0.79	0.82	1.03	0.90			0.69
Area cult./ mes	10.0	8.0	10.00	10.00	10.00	2.00	2.00	8.00	8.00	8.00	8.00	2.00	2.00	10.00
kc Ponderado			0.77	1.02	0.92	0.98	0.75	0.77	0.87	1.11	0.91	1.05	0.68	0.68
ETP (mm/día)			3.80	3.50	3.30	3.30	3.40	3.10	3.30	3.70	4.00	4.50	4.60	4.20
ETA(mm/día) ó UC			2.93	3.56	3.02	3.23	2.55	2.37	2.86	4.11	3.65	4.73	3.13	2.84
Precip. Efectiva (mm/mes)			82.43	83.90	85.22	25.78	0.00	0.00	0.00	0.00	10.15	30.67	32.21	68.19
Dn(mm/mes)			8.51	15.67	8.49	71.25	79.05	71.15	88.75	127.32	99.35	115.81	61.63	19.82
Efic.Riego (%)			70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Db(mm/mes)			12.16	22.38	12.13	101.78	112.93	101.64	126.78	181.88	141.93	165.44	88.05	28.32
Db(m3/Ha)			121.58	223.83	121.29	1017.79	1129.29	1016.36	1267.79	1818.81	1419.34	1654.42	880.46	283.20
NºHoras de riego/día			24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Db(m3)			1215.76	2238.29	1212.94	2035.57	2258.57	8130.86	10142.31	14550.51	11354.74	3308.85	1760.92	2831.98
Db(l/s)			0.45	0.93	0.45	0.79	0.84	3.14	3.79	5.43	4.38	1.24	0.68	1.06
Mod.Riego(l/s/Ha)			0.05	0.09	0.05	0.39	0.42	0.39	0.47	0.68	0.55		0.34	0.11

CALCULO DE DEMANDA DE AGUA RIEGO POR ASPERSIÓN

UCHUYPAMPA

RIEGO POR ASPERSION

FACTORES	Camp.I	Camp.II	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
días/mes			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
PAPA	7.5	1.5	0.85	1.10	0.73		0.75	0.72	1.00	1.20	0.75		0.68	0.62
MAIZ	5.0	1.5	0.73	1.04	1.09	0.98		0.76	0.83	1.18	1.10	1.05		0.69
ARVEJA	5.0	1.5	0.76	0.98	0.92			0.79	0.82	1.03	0.90			0.69
FLORES	1.5	1.5	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
ALFALFA	2.5	2.5	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Area cult./ mes	21.5	8.5	21.50	21.50	21.50	9.00	5.50	8.50	8.50	8.50	8.50	5.50	11.50	21.50
kc Ponderado			0.67	1.06	0.93	1.03	1.00	0.92	0.99	1.12	1.00	1.09	0.83	0.74
ETP (mm/día)			3.80	3.50	3.30	3.30	3.40	3.10	3.30	3.70	4.00	4.50	4.60	4.20
ETA(mm/día) ó UC			2.55	3.70	3.06	3.41	3.42	2.85	3.25	4.14	4.01	4.89	3.80	3.12
Precip. Efectiva (mm/mes)			82.43	83.90	85.22	25.78	0.00	0.00	0.00	0.00	10.15	30.67	32.21	68.19
Dn(mm/mes)			0.00	19.80	9.59	76.53	105.88	85.40	100.80	128.40	110.21	120.88	81.79	28.40
Efic. Riego (%)			70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00
Db(mm/mes)			0.00	28.28	13.70	109.32	151.26	121.99	143.99	183.42	157.44	172.69	116.85	40.57
Db(m3/Ha)			0.00	282.82	137.00	1093.21	1512.56	1219.94	1439.94	1834.24	1574.38	1726.89	1168.46	405.70
NºHoras de riego/día			24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Db(m3)			0.00	6080.71	2945.40	9838.93	8319.07	10369.50	12239.46	15591.01	13382.27	9497.90	13437.30	8722.51
Db(l/s)			0.00	2.51	1.10	3.80	3.11	4.00	4.57	5.82	5.16	3.55	5.18	3.26
Mod. Riego(l/s/Ha)			0.00	0.12	0.05	0.42	0.56	0.47	0.54	0.68	0.61		0.45	0.15

Anexo 03

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION EN LA TUBERIA

A) CALCULO DEL NUMERO DE REINOLS EN LA TUBERIA DE D= 2PULG C-7.5

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times v \times Di}$$

Donde:

Re: Numero de Reinols

Q: Caudal del Flujo por la tubería (l/s)

v: Coeficiente de viscosidad cinemática m^2/s

Di: Diámetro interior (mm)

Q =	7.00	l/s
Di =	55.60	mm
Re =	140613.99	

Tabla 01: Coeficientes de viscosidad cinemática Vs temperatura.

Temperatura del agua °C	Viscosidad Cinemática m2/s	Temperatura del agua °C	Viscosidad Cinemática m2/s
5	0.0000152	25	0.0000009
10	0.0000131	30	0.0000008
15	0.0000114	35	0.0000073
20	0.0000101	40	0.0000066

Fuente: Mecánica de fluidos con aplicaciones en la ingeniería, Joseph B. Franzini

B) CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION DE LA TUBERIA CON LA ECUACION DE COLEBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$$

f: Factor de fricción

k: Rugosidad absoluta (mm)

Di: Diámetro interior

Tabla 02: Rugosidad absoluta (Ks) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías.

Material	Ks (mm)	Material	Ks (mm)
Vidrio	0.0003	Hierro Galvanizado	0.1500
PVC	0.0015	Arcilla vitrificada	0.1500
Polietileno(PE)	0.0020	Hierro fundido	0.1500
Asbesto cemento	0.0300	Hierro dúctil	0.2500
Acero	0.0460	Madera cepillada	0.18 - 0.9
Hierro forjado	0.0600	Concreto	0.3 - 3.0
Hierro fundido asfaltado	0.1200	Acero bridado	0.9 - 9.0

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

C) APLICANDO EL METODO DE ITERACIÓN DE UN PUNTO EN LA ECUACION DE COLEBROOK - WHITE

a) $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$

b) $\frac{1}{\sqrt{f}} = X$

c) $X = g(X) = -2 \log \left(\underbrace{\frac{2.51}{Re}}_A + X + \underbrace{\frac{k}{3.71 \cdot Di}}_B \right)$

f: Factor de fricción

k: Rugosidad absoluta (mm)

Di: Diámetro interior

Siendo

Se debe cumplir que:

d) $X = g(X)$

Finalmente:

e) $f = \left(\frac{1}{X} \right)^2$

D) CALCULO DE LA FRICCION EN LA TUBERIA PVC D = 4 PULG

A = F(Re)	A = 1.78503E-05
B = F(k,Di)	B = 7.27181E-06

X	Y = -2log(AX+B)	X-Y
9.000000	7.549772	1.450228
7.680988	7.680988	0.000000
7.190000	7.735382	-0.545382
6.500000	7.818083	-1.318083
5.900000	7.897012	-1.997012
4.200000	8.169802	-3.969802
3.846156	8.239210	-4.393054

f = 0.016950 Este es el factor de fricción para la tubería de 2" C-7.5

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION EN LA TUBERIA

A) CALCULO DEL NUMERO DE REINOLS EN LA TUBERIA DE D= 4 PULG C- 7.5

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times v \times Di}$$

Donde:

Re: Numero de Reinols

Q: Caudal del Flujo por la tubería (l/s)

v: Coeficiente de viscosidad cinematica m^2/s

Di: Diámetro interior (mm)

Q =	9.60	l/s
Di =	102.00	mm
Re =	105117.82	

Tabla 01: Coeficientes de viscosidad cinemática Vs temperatura.

Temperatura del agua °C	Viscosidad Cinemática m ² /s	Temperatura del agua °C	Viscosidad Cinemática m ² /s
5	0.0000152	25	0.0000009
10	0.0000131	30	0.0000008
15	0.0000114	35	0.0000073
20	0.0000101	40	0.0000066

Fuente: Mecánica de fluidos con aplicaciones en la ingeniería, Joseph B. Franzini

B) CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION DE LA TUBERIA CON LA ECUACION DE COLEBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$$

f: Factor de fricción

k: Rugosidad absoluta (mm)

Di: Diámetro interior

Tabla 02: Rugosidad absoluta (Ks) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías.

Material	Ks (mm)	Material	Ks (mm)
Vidrio	0.0003	Hierro Galvanizado	0.1500
PVC	0.0015	Arcilla vitrificada	0.1500
Polietileno(PE)	0.0020	Hierro fundido	0.1500
Asbesto cemento	0.0300	Hierro dúctil	0.2500
Acero	0.0460	Madera cepillada	0.18 - 0.9
Hierro forjado	0.0600	Concreto	0.3 - 3.0
Hierro fundido asfaltado	0.1200	Acero bridado	0.9 - 9.0

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

C) APLICANDO EL METODO DE ITERACIÓN DE UN PUNTO EN LA ECUACION DE COLEBROOK - WHITE

a) $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$

b) $\frac{1}{\sqrt{f}} = X$

c) $X = g(X) = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re} X + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$

d) $X = g(X)$

e) $f = \left(\frac{1}{X} \right)^2$

f: Factor de fricción

k: Rugosidad absoluta (mm)

Di: Diámetro interior

Siendo

Finalmente:

Se debe cumplir que:

A = F(Re)	A = 2.3878E-05
B = F(k, Di)	B = 3.96385E-06

X	Y = -2log(Ax+B)	X-Y
9.000000	7.596906	1.403094
7.477428	7.477428	0.000000
7.000000	7.810954	0.810954
6.500000	7.873860	1.373860
5.900000	7.955904	2.055904
4.200000	8.242053	4.042053
3.846156	8.315625	4.469469

f = 0.017885

Este es el factor de fricción para la tubería de 4"-C7.5

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION EN LA TUBERIA

A) CALCULO DEL NUMERO DE REINOLS EN LA TUBERIA DE D= 6 PULG C- 7.5

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times v \times Di}$$

Donde:

Re: Numero de Reinols

Q: Caudal del Flujo por la tubería (l/s)

v: Coeficiente de viscosidad cinemática m²/s

Di: Diámetro interior (mm)

Q =	19.20 l/s
Di =	148.40 mm
Re =	144501.58

Tabla 01: Coeficientes de viscosidad cinemática Vs temperatura.

Temperatura del agua °C	Viscosidad Cinemática m2/s	Temperatura del agua °C	Viscosidad Cinemática m2/s
5	0.00000152	25	0.0000009
10	0.00000131	30	0.0000008
15	0.00000114	35	0.00000073
20	0.00000101	40	0.00000066

Fuente: Mecánica de fluidos con aplicaciones en la ingeniería, Joseph B. Franzini

B) CALCULO DEL FACTOR DE FRICCION DE LA TUBERIA CON LA ECUACION DE COLEBROOK

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$$

f: Factor de fricción

k: Rugosidad absoluta (mm)

Di: Diámetro interior

Tabla 02: Rugosidad absoluta (Ks) para diferentes materiales utilizados en la fabricación de tuberías.

Material	Ks (mm)	Material	Ks (mm)
Vidrio	0.0003	Hierro Galvanizado	0.1500
PVC	0.0015	Arcilla vitrificada	0.1500
Polietileno(PE)	0.0020	Hierro fundido	0.1500
Asbesto cemento	0.0300	Hierro dúctil	0.2500
Acero	0.0460	Madera cepillada	0.18 - 0.9
Hierro forjado	0.0600	Concreto	0.3 - 3.0
Hierro fundido asfaltado	0.12	Acero bridado	0.9 - 9.0

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V.

C) APLICANDO EL METODO DE ITERACION DE UN PUNTO EN LA ECUACION DE COLEBROOK - WHITE

a) $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{f}} + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$

f: Factor de fricción

k: Rugosidad absoluta (mm)

Di: Diámetro interior

Siendo

b) $\frac{1}{\sqrt{f}} = X$

c) $X = g(X) = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re} \cdot X + \frac{k}{3.71 \cdot Di} \right)$

Se debe cumplir que:

d) $X = g(X)$

Finalmente:

e) $f = \left(\frac{1}{X} \right)^2$

A = F(Re)
B = F(k, Di)

A = 1.73701E-05
B = 2.72448E-06

X	Y = -2log(Ax+B)	X-Y
9.000000	7.596906	1.403094
7.726929	7.726929	0.000000
7.000000	7.810954	0.810954
6.500000	7.873860	1.373860
5.900000	7.955904	2.055904
4.200000	8.242053	4.042053
3.846156	8.315625	4.469469

f = 0.016749

Este es el factor de fricción para la tubería de 6" - C7.5

DISEÑO HIDRAULICO LINEA DE TUBERIA PRINCIPAL

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

1. Para el cálculo del diámetro de la tubería se utiliza la fórmula de Hazen y Williams

Donde:

- Q = Caudal de Diseño (m³/s)
- C = Coeficiente de Flujo de Hazen y Williams
- D = Diámetro de la Tubería (mm)
- S = Gradiente Hidráulica, donde S = J/L
- J = Pérdida de Carga en Línea (m)
- L = Longitud de la Tubería (m)

$$Q = 0.2788 * CD^{2.63} S^{0.54}$$

Esta fórmula nos permite el cálculo del diámetro, para luego optar por un diámetro comercial, sin embargo para efecto de este trabajo ya se tienen diámetros empleados.

2. Para el cálculo de la pérdida de carga debido al rozamiento se ha empleado la fórmula de Darcy & Weisbach

Donde:

- hf = Pérdida de carga debida al rozamiento
- f = Factor de fricción
- L = Longitud de la tubería (m)
- Q = Caudal del agua en la tubería (l/s)
- g = La aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

$$hf = \frac{16 * 10^9}{2 * g * \pi^2} * f * L * \frac{Q^2}{Di^5}$$

Esta ecuación donde se despeja la velocidad y se trabaja con el caudal y diámetro comercial, permite calcular la pérdida de carga que se produce en la red de tuberías.

$$hf = f * \frac{L}{Di} * \frac{V^2}{2g} * 10^3$$

Despejando la velocidad, esta ecuación nos permite calcular la velocidad real con la que fluye el agua, empleando el caudal y diámetro comercial adoptado.

TRAMO	Puntos	Progresiva	Cota		Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclínada (m)	* Longitud Inclínada mas 20%	factor de Fricción f	Cota		Pendiente Pérdida Energía (S)	Diámetro Calculado (mm)	Diámetro Comercial (mm)	Pérdida de Carga (m)	Altura de Carga de Presión (m)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga		Presión disponible (mca)	Clase Tubería
			Rasante	(l/seg)					Piezométrico (m)	Teórico							Estática (m)			
RESERVORIO		0+000	3376.000	-	-	-	-	3376.00	-	-	-	0	0	-	-	-	-	0.00		
R - E	0+000	0+432	3327.000	7.000	431.64	431.64	517.97	0.01910	3372.37	49.00	0.1135	58.82	102.00	3.63	45.37	0.9384	49.00	45.37	5	
E - F	0+432	0+496	3321.000	7.000	64.67	64.67	77.60	0.01910	3371.83	51.37	0.8505	38.90	102.00	0.54	50.83	0.9384	55.00	50.83	7.5	
F - G	0+496	0+534	3320.000	7.000	37.46	37.46	44.95	0.01910	3371.51	51.83	1.4949	34.65	102.00	0.31	51.51	0.9384	56.00	51.51	7.5	
G - H	0+534	0+554	3315.000	7.000	20.12	20.12	24.14	0.01910	3371.35	56.51	3.0318	29.97	102.00	0.17	56.35	0.9384	61.00	56.35	7.5	
H - I	0+554	0+626	3311.000	7.000	72.58	72.58	87.10	0.01910	3370.74	60.35	0.8956	38.49	102.00	0.61	59.74	0.9384	65.00	59.74	7.5	
I - J	0+626	0+643	3309.000	7.000	17.00	17.00	20.40	0.01910	3370.59	61.74	3.9412	28.40	102.00	0.14	61.59	0.9384	67.00	61.59	7.5	
J - K	0+643	0+680	3307.000	7.000	36.22	36.22	43.46	0.01910	3370.29	63.59	1.9050	32.97	102.00	0.30	63.29	0.9384	69.00	63.29	7.5	
K - L	0+680	0+720	3303.000	7.000	40.70	40.70	48.84	0.01910	3369.95	67.29	1.7936	33.38	102.00	0.34	66.95	0.9384	73.00	66.95	7.5	
L - M	0+720	0+755	3302.000	7.000	34.44	34.44	41.33	0.01910	3369.66	67.95	2.1487	32.16	102.00	0.29	67.66	0.9384	74.00	67.66	7.5	
DISTANCIA HORIZONTAL ACUMULADA					754.83															

* Longitud inclinada mas su 20%, esta longitud sustenta las pérdidas de carga locales debido a accesorios como codos, tes derivaciones y válvulas que se encuentran a lo largo de la red de tuberías.

DISEÑO HIDRÁULICO LINEA DE TUBERIA PRINCIPAL- PERFIL TOPOGRAFICO Y GRADIENTE HIDRAULICA

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

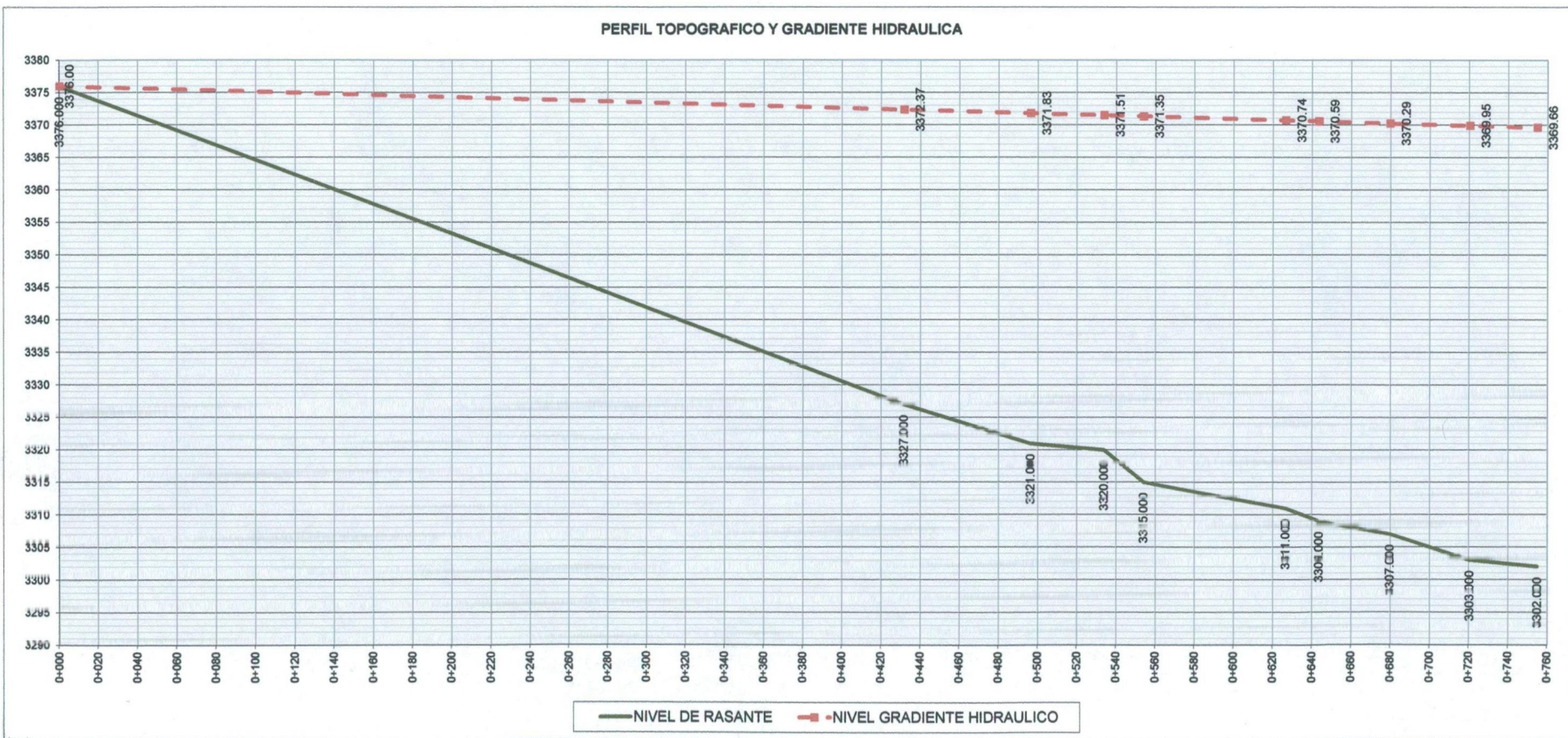
REGION: AYACUCHO

PROVINCIA: HUAMANGA

DISTRITO: TAMBILLO

FECHA: SET-2010

PERFIL TOPOGRAFICO Y GRADIENTE HIDRAULICA



DISEÑO HIDRÁULICO LINEA DE TUBERIA SECUNDARIA

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

REGION: AYACUCHO

PROVINCIA: HUAMANGA

DISTRITO: TAMBILLO

FECHA: SET-2010

TRAMO	Puntos	Progresiva	Cota Rasante	Q diseño (l/seg)	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	Longitud Inclinada mas 20%	factor de Fricción f	Cota Piezométrico (m)	Altura Carga Teórico	Pendiente Pérdida Energía (S)	Diámetro Calculado (mm)	Diámetro Comercial (mm)	Pérdida de Carga (m)	Altura de Carga de Presión (m)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga Estática (m)	Presión disponible (mca)	
RESERVORIO		0+000	3376.000	-	-	-	-	-	3376.00	-	-	0	0	-	-	-	-	0.00	
R - E	0+000	0+432	3327.000	7.000	431.64	431.64	517.97	0.01910	3372.37	49.00	0.1135	58.82	102.00	3.63	45.37	0.9384	49.00	45.37	
E - F	0+432	0+496	3321.000	7.000	64.67	64.67	77.60	0.01910	3371.83	51.37	0.8505	38.90	102.00	0.54	50.83	0.9384	55.00	50.83	
P2			3322.500	7.000	19.62	19.62	23.54	0.01695	3368.79	49.33	2.7268	30.63	55.60	3.04	46.29	2.8831	53.50	46.29	
P1			3321.500	7.000	48.37	48.37	58.04	0.01695	3364.33	50.33	1.1267	36.72	55.60	7.50	42.83	2.8831	54.50	42.83	
P3			3324.500	7.000	15.89	15.89	19.07	0.01695	3369.37	47.33	3.2410	29.56	55.60	2.46	44.87	2.8831	51.50	44.87	
P4			3324.500	7.000	49.49	49.49	59.39	0.01695	3364.16	47.33	1.0406	37.32	55.60	7.67	39.66	2.8831	51.50	39.66	
F - G	0+496	0+534	3320.000	7.000	37.46	37.46	44.95	0.01910	3371.51	51.83	1.4949	34.65	102.00	0.31	51.51	0.9384	56.00	51.51	
P6			3321.500	7.000	19.30	19.30	23.16	0.01695	3368.52	50.01	2.8238	30.41	55.60	2.99	47.02	2.8831	54.50	47.02	
P5			3321.500	7.000	55.20	55.20	66.24	0.01695	3362.96	50.01	0.9873	37.73	55.60	8.56	41.46	2.8831	54.50	41.46	
P7			3318.500	7.000	14.58	14.58	17.50	0.01695	3369.25	53.01	3.9438	28.39	55.60	2.26	50.75	2.8831	57.50	50.75	
P8			3315.500	7.000	49.17	49.17	59.00	0.01695	3363.89	56.01	1.2304	36.06	55.60	7.62	48.39	2.8831	60.50	48.39	
G - H	0+534	0+554	3315.000	7.000	20.12	20.12	24.14	0.01910	3371.35	56.51	3.0318	29.97	102.00	0.17	56.35	0.9384	61.00	56.35	
P11			3316.500	7.000	9.46	9.46	11.35	0.01695	3369.88	54.85	6.2896	25.80	55.60	1.47	53.38	2.8831	59.50	53.38	
P10			3316.500	7.000	47.54	47.54	57.05	0.01695	3363.98	54.85	1.2516	35.94	55.60	7.37	47.48	2.8831	59.50	47.48	
P09			3312.500	7.000	86.02	86.02	103.22	0.01695	3358.01	58.85	0.7382	40.05	55.60	13.33	45.51	2.8831	63.50	45.51	
P12			3318.500	7.000	24.20	24.20	29.04	0.01695	3367.59	52.85	2.3760	31.50	55.60	3.75	49.09	2.8831	57.50	49.09	
P13			3317.500	7.000	60.45	60.45	72.54	0.01695	3361.98	53.85	0.9677	37.88	55.60	9.37	44.48	2.8831	58.50	44.48	
H - I	0+554	0+626	3311.000	7.000	72.58	72.58	87.10	0.01910	3370.74	60.35	0.8956	38.49	102.00	0.61	59.74	0.9384	65.00	59.74	
P16			3312.500	7.000	15.71	15.71	18.85	0.01695	3368.30	58.24	4.0420	28.25	55.60	2.43	55.80	2.8831	63.50	55.80	
P15			3314.500	7.000	52.42	52.42	62.90	0.01695	3362.61	56.24	1.1732	36.42	55.60	8.12	48.11	2.8831	61.50	48.11	
P14			3314.500	7.000	92.92	92.92	111.50	0.01695	3356.33	56.24	0.6619	40.96	55.60	14.40	41.83	2.8831	61.50	41.83	
P17			3311.500	7.000	25.57	25.57	30.68	0.01695	3366.77	59.24	2.5225	31.12	55.60	3.96	55.27	2.8831	64.50	55.27	
P18			3309.500	7.000	66.72	66.72	80.06	0.01695	3360.39	61.24	0.9967	37.66	55.60	10.34	50.89	2.8831	66.50	50.89	
I - J	0+626	0+643	3309.000	7.000	17.00	17.00	20.40	0.01910	3370.59	61.74	3.9412	28.40	102.00	0.14	61.59	0.9384	67.00	61.59	
P20			3310.500	7.000	27.34	27.34	32.81	0.01695	3366.36	60.09	2.3958	31.45	55.60	4.24	55.86	2.8831	65.50	55.86	
P19			3308.500	7.000	65.82	65.82	78.98	0.01695	3360.39	62.09	1.0255	37.44	55.60	10.20	51.89	2.8831	67.50	51.89	
P21			3312.500	7.000	13.92	13.92	16.70	0.01695	3368.44	58.09	4.5618	16.70	55.60	2.16	55.94	2.8831	63.50	55.94	
P22			3312.500	7.000	53.28	53.28	63.94	0.01695	3362.33	58.09	1.1918	36.30	55.60	8.26	49.83	2.8831	63.50	49.83	
J - K	0+643	0+680	3307.000	7.000	36.22	36.22	43.46	0.01910	3370.29	63.59	1.9050	32.97	102.00	0.30	63.29	0.9384	69.00	63.29	
P24			3309.500	7.000	21.52	21.52	25.82	0.01695	3366.95	60.79	3.0901	29.85	55.60	3.34	57.45	2.8831	66.50	57.45	
P23			3311.500	7.000	63.58	63.58	76.30	0.01695	3360.43	58.79	1.0145	37.52	55.60	9.85	48.93	2.8831	64.50	48.93	
P25			3308.500	7.000	19.20	19.20	23.04	0.01695	3367.31	61.79	3.5156	29.07	55.60	2.98	58.81	2.8831	67.50	58.81	
P26			3307.500	7.000	59.03	59.03	70.84	0.01695	3361.14	62.79	1.1604	36.50	55.60	9.15	53.64	2.8831	68.50	53.64	
K - L	0+680	0+720	3303.000	7.000	40.70	40.70	48.84	0.01910	3369.95	67.29	1.7936	33.38	102.00	0.34	66.95	0.9384	73.00	66.95	
P28			3304.500	7.000	24.65	24.65	29.58	0.01695	3366.13	65.45	2.9006	30.24	55.60	3.82	61.63	2.8831	71.50	61.63	
P27			3306.500	7.000	64.01	64.01	76.81	0.01695	3360.03	63.45	1.0858	37.00	55.60	9.92	53.53	2.8831	69.50	53.53	
P29			3305.500	7.000	14.82	14.82	17.78	0.01695	3367.65	64.45	4.7571	17.32	55.60	2.30	62.15	2.8831	70.50	62.15	
P30			3307.500	7.000	55.96	55.96	67.15	0.01695	3361.27	62.45	1.2241	36.10	55.60	8.67	53.77	2.8831	68.50	53.77	
L - M	0+720	0+755	3302.000	7.000	34.44	34.44	41.33	0.01910	3369.66	67.95	2.1487	32.16	102.00	0.29	67.66	0.9384	74.00	67.66	
P32			3304.500	7.000	19.72	19.72	23.66	0.01695	3366.60	65.16	3.6258	28.89	55.60	3.06	62.10	2.8831	71.50	62.10	
P31			3308.500	7.000	61.78	61.78	74.14	0.01695	3360.08	61.16	1.0926	36.95	55.60	9.57	51.58	2.8831	67.50	51.58	
P33			3303.500	7.000	20.10	20.10	24.12	0.01695	3366.54	66.16	3.6070	28.92	55.60	3.12	63.04	2.8831	72.50	63.04	
P34			3302.500	7.000	59.34	59.34	71.21	0.01695	3360.46	67.16	1.2386	36.01	55.60	9.20	57.96	2.8831	73.50	57.96	
DISTANCIA HORIZONTAL ACUMULADA					2,151.53														

ANÁLISIS DE SOBREPRESIONES

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN DE LA COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

1. Para el cálculo de la sobrepresión se emplea la siguiente fórmula:

Donde:

- P = Aumento de la presión, en bares.
- Q = Caudal, en l/seg.
- L = Longitud de la tubería (m)
- T = Tiempo de parada, en seg.
- D = Diámetro de la tubería, en mm.

$$P = 67,6 * \frac{Q * L}{T * D^2}$$

Fuente: Técnicas de riego, FUENTES, J (2003)

Mediante esta fórmula se obtiene la sobrepresión generada por el cierre de válvulas en el proceso de operación del sistema de riego.

TRAMO	Q diseño (l/seg)	Longitud Inclínada (m)	Diámetro Comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga Estática (m)	Presión disponible (mca)	Clase Tubería	* Tiempo de parada (seg.)	Sobre presión (bares)	Sobre presión (mca)	Presión total (mca)	Conclusión en relación a la clase de tubería
RESERVORIO	-	-	0	-	-	0.00						
R - E	7.000	431.64	102.00	0.8567	49.00	45.37	5	5	3.93	0.39	45.76	EXISTE SOBREPRESIÓN EN LAS TUBERÍAS
E - F	7.000	64.67	102.00	0.8567	55.00	50.83	7.5	5	4.51	0.44	51.27	
P2	7.000	19.62	55.60	2.8831	53.50	46.29	7.5	5	5.12	0.50	46.79	
P1	7.000	48.37	55.60	2.8831	54.50	42.83	7.5	5	6.00	0.59	43.42	
P3	7.000	15.89	55.60	2.8831	51.50	44.87	7.5	5	5.00	0.49	45.36	
P4	7.000	49.49	55.60	2.8831	51.50	39.66	7.5	5	6.03	0.59	40.25	
F - G	7.000	37.46	102.00	0.8567	56.00	51.51	7.5	5	4.86	0.48	51.99	
P6	7.000	19.30	55.60	2.8831	54.50	47.02	7.5	5	5.45	0.53	47.56	
P5	7.000	55.20	55.60	2.8831	54.50	41.46	7.5	5	6.55	0.64	42.10	
P7	7.000	14.58	55.60	2.8831	57.50	50.75	7.5	5	5.30	0.52	51.27	
P8	7.000	49.17	55.60	2.8831	60.50	48.39	7.5	5	6.36	0.62	49.02	
G - H	7.000	20.12	102.00	0.8567	61.00	56.35	7.5	5	5.04	0.49	56.84	
P11	7.000	9.46	55.60	2.8831	59.50	53.38	7.5	5	5.33	0.52	53.90	
P10	7.000	47.54	55.60	2.8831	59.50	47.48	7.5	5	6.49	0.64	48.11	
P09	7.000	86.02	55.60	2.8831	63.50	45.51	7.5	5	7.67	0.75	46.27	
P12	7.000	24.20	55.60	2.8831	57.50	49.09	7.5	5	5.78	0.57	49.66	
P13	7.000	60.45	55.60	2.8831	58.50	44.48	7.5	5	6.89	0.68	45.15	
H - I	7.000	72.58	102.00	0.8567	65.00	59.74	7.5	5	5.70	0.56	60.29	
P16	7.000	15.71	55.60	2.8831	63.50	55.80	7.5	5	6.18	0.61	56.41	
P15	7.000	52.42	55.60	2.8831	61.50	48.11	7.5	5	7.30	0.72	48.83	
P14	7.000	92.92	55.60	2.8831	61.50	41.83	7.5	5	8.54	0.84	42.67	
P17	7.000	25.57	55.60	2.8831	64.50	55.27	7.5	5	6.48	0.64	55.91	
P18	7.000	66.72	55.60	2.8831	66.50	50.89	7.5	5	7.74	0.76	51.65	
I - J	7.000	17.00	102.00	0.8567	67.00	61.59	7.5	5	5.85	0.57	62.17	
P20	7.000	27.34	55.60	2.8831	65.50	55.86	7.5	5	6.69	0.66	56.51	
P19	7.000	65.82	55.60	2.8831	67.50	51.89	7.5	5	7.87	0.77	52.66	
P21	7.000	13.92	55.60	2.8831	63.50	55.94	7.5	5	6.28	0.62	56.55	
P22	7.000	53.28	55.60	2.8831	63.50	49.83	7.5	5	7.48	0.73	50.57	
J - K	7.000	36.22	102.00	0.8567	69.00	63.29	7.5	5	6.18	0.61	63.89	
P24	7.000	21.52	55.60	2.8831	66.50	57.45	7.5	5	6.84	0.67	58.12	
P23	7.000	63.58	55.60	2.8831	64.50	48.93	7.5	5	8.13	0.80	49.73	
P25	7.000	19.20	55.60	2.8831	67.50	58.81	7.5	5	6.77	0.66	59.48	
P26	7.000	59.03	55.60	2.8831	68.50	53.64	7.5	5	7.99	0.78	54.42	
K - L	7.000	40.70	102.00	0.8567	73.00	66.95	7.5	5	6.55	0.64	67.59	
P28	7.000	24.65	55.60	2.8831	71.50	61.63	7.5	5	7.31	0.72	62.34	
P27	7.000	64.01	55.60	2.8831	69.50	53.53	7.5	5	8.51	0.83	54.36	
P29	7.000	14.82	55.60	2.8831	70.50	62.15	7.5	5	7.01	0.69	62.84	
P30	7.000	55.96	55.60	2.8831	68.50	53.77	7.5	5	8.27	0.81	54.58	
L - M	7.000	34.44	102.00	0.8567	74.00	67.66	7.5	5	6.87	0.67	68.33	
P32	7.000	19.72	55.60	2.8831	71.50	62.10	7.5	5	7.47	0.73	62.83	
P31	7.000	61.78	55.60	2.8831	67.50	51.58	7.5	5	8.76	0.86	52.44	
P33	7.000	20.10	55.60	2.8831	72.50	63.04	7.5	5	7.48	0.73	63.78	
P34	7.000	59.34	55.60	2.8831	73.50	57.96	7.5	5	8.68	0.85	58.81	

* Tiempo de parada en segundos, es el tiempo mínimo que en la practica se ejecuta esta acción (de cierre de la diferentes válvulas), por los operadores del sistema de riego.

DISEÑO HIDRÁULICO LINEA DE TUBERIA PRINCIPAL- RAMAL DERECHO

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

REGION: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA DISTRITO: TAMBILLO FECHA: SET - 2010

1. Para el cálculo del diámetro de la tubería se utiliza la fórmula de Hazen y Williams

Donde:

- Q = Caudal de Diseño (m³/s)
- C = Coeficiente de Flujo de Hazen y Williams
- D = Diámetro de la Tubería (mm)
- S = Gradiente Hidráulica, donde S = J/L
- J = Pérdida de Carga en Línea (m)
- L = Longitud de la Tubería (m)

$$Q = 0.2788 * CD^{2.63} S^{0.54}$$

Esta fórmula nos permite el cálculo del diámetro, para luego optar por un diámetro comercial, sin embargo para efecto de este trabajo ya se tienen diámetros empleados.

2. Para el cálculo de la pérdida de carga debido al rozamiento se ha empleado la fórmula de Darcy & Weisbach

Donde:

- hf = Pérdida de carga debido al rozamiento
- f = Factor de fricción
- L = Longitud de la tubería (m)
- Q = Caudal del agua en la tubería (l/s)
- g = La aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- v = Velocidad del agua en la tubería (m/s)

$$hf = \frac{16 \times 10^9}{20 * g * \pi^2} * f * L * \frac{Q^2}{Di^5}$$

Esta ecuación donde se despeja la velocidad y se trabaja con el caudal y diámetro comercial, permite calcular la pérdida de carga que se produce en la red de tuberías.

$$hf = f * \frac{L}{Di} * \frac{v^2}{2g} * 10^3$$

Despejando la velocidad, esta ecuación nos permite calcular la velocidad real con la que fluye el agua, empleando el caudal y diámetro comercial adoptado.

TRAMO	Puntos	Progresiva	Cota Rasante	Q diseño (l/seg)	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclínada (m)	* Longitud Inclínada mas su 20%	factor de Fricción f	Cota Piezométrico (m)	Altura Carga Teórico	Pérdida Energía (S)	Diámetro Calculado (mm)	Diámetro Comercial empleado (mm)	Pérdida de Carga (m)	Altura de Carga de Presión (m)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga Estática (m)	Presión disponible (mca)	Clase Tubería
CC		0+000	3011.820	-	-	-	-	-	3011.82	-	-	0	0	-	-	-	-	0.00	
CC-CR	0+000	0+249	2985.600	19.200	249.00	249.00	298.80	0.01683	3009.93	26.22	0.1053	87.68	152.00	1.89	24.33	1.1591	26.22	24.33	5
CR-RE	0+249	0+758	2964.370	19.200	509.00	509.00	610.80	0.01675	3005.80	45.56	0.0932	89.90	148.40	4.33	41.23	1.2160	47.45	41.23	5
RE - D1	0+758	0+824	2962.900	9.600	66.00	66.00	79.20	0.01789	3004.63	42.70	0.7412	45.12	102.00	0.98	41.73	1.2870	48.92	41.73	5
D1 - D2	0+824	0+855	2959.800	9.600	31.00	31.00	37.20	0.01789	3004.17	44.83	1.8781	38.15	102.00	0.46	44.37	1.2870	52.02	44.37	7.5
D2 - D3	0+855	0+886	2957.400	9.600	31.00	31.00	37.20	0.01789	3003.71	46.77	1.7555	37.80	102.00	0.46	46.31	1.2870	54.42	46.31	7.5
D3 - D4	0+886	0+915	2956.200	9.600	29.00	29.00	34.80	0.01789	3003.28	47.51	1.9179	37.12	102.00	0.43	47.08	1.2870	55.62	47.08	7.5
D4 - D5	0+915	0+945	2954.600	9.600	30.00	30.00	36.00	0.01789	3002.83	48.68	1.9073	37.16	102.00	0.44	48.23	1.2870	57.22	48.23	7.5
D5 - D6	0+945	0+979	2952.600	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	3002.33	50.23	1.7418	37.86	102.00	0.50	49.73	1.2870	59.22	49.73	7.5
D6 - D7	0+979	1+011	2951.200	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	3001.86	51.13	1.8944	37.22	102.00	0.47	50.66	1.2870	60.62	50.66	7.5
D7 - D8	1+011	1+046	2950.100	9.600	35.00	35.00	42.00	0.01789	3001.34	51.76	1.7634	37.77	102.00	0.52	51.24	1.2870	61.72	51.24	7.5
D8 - D9	1+046	1+078	2948.900	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	3000.87	52.44	1.9663	36.93	102.00	0.47	51.97	1.2870	62.92	51.97	7.5
D9 - 10	1+078	1+117	2946.900	9.600	39.00	39.00	46.80	0.01789	3000.29	53.97	1.8646	38.22	102.00	0.58	53.39	1.2870	64.92	53.39	7.5
D10 - D11	1+117	1+151	2944.800	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	2999.79	55.49	1.9712	36.91	102.00	0.50	54.99	1.2870	67.02	54.99	7.5
D11 - D12	1+151	1+185	2942.300	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	2999.28	57.49	2.0447	36.64	102.00	0.50	56.98	1.2870	69.52	56.98	7.5
D12 - D13	1+185	1+220	2939.800	9.600	35.00	35.00	42.00	0.01789	2998.76	59.48	2.0577	36.59	102.00	0.52	58.96	1.2870	72.02	58.96	7.5
D13 - D14	1+220	1+254	2937.700	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	2998.26	61.06	2.1800	36.16	102.00	0.50	60.56	1.2870	74.12	60.56	7.5
D14 - D15	1+254	1+290	2936.300	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	2997.73	61.96	2.0978	36.44	102.00	0.53	61.43	1.2870	75.52	61.43	10
D15 - D16	1+290	1+327	2934.700	9.600	37.00	37.00	44.40	0.01789	2997.18	63.03	2.0843	36.49	102.00	0.55	62.48	1.2870	77.12	62.48	10
D16 - D17	1+327	1+360	2932.500	9.600	33.00	33.00	39.60	0.01789	2996.69	64.68	2.4036	35.44	102.00	0.49	64.19	1.2870	79.32	64.19	10
D17 - D18	1+360	1+397	2929.700	9.600	37.00	37.00	44.40	0.01789	2996.14	66.99	2.2195	36.03	102.00	0.55	66.44	1.2870	82.12	66.44	10
D18 - D19	1+397	1+434	2928.250	9.600	37.00	37.00	44.40	0.01789	2995.60	67.89	2.2586	35.90	102.00	0.55	67.35	1.2870	83.57	67.35	10
D19 - D20	1+434	1+470	2926.700	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	2995.06	68.90	2.3644	35.56	102.00	0.53	68.36	1.2870	85.12	68.36	10
D20 - D21	1+470	1+505	2924.700	9.600	35.00	35.00	42.00	0.01789	2994.55	70.36	2.4891	35.19	102.00	0.52	69.85	1.2870	87.12	69.85	10
D21 - D22	1+505	1+543	2922.500	9.600	38.00	38.00	45.60	0.01789	2993.98	72.05	2.3505	35.60	102.00	0.56	71.48	1.2870	89.32	71.48	10
D22 - D23	1+543	1+579	2920.500	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	2993.45	73.48	2.5367	35.05	102.00	0.53	72.95	1.2870	91.32	72.95	10
D23 - D24	1+579	1+612	2919.100	9.600	33.00	33.00	39.60	0.01789	2992.96	74.35	2.8097	34.32	102.00	0.49	73.86	1.2870	92.72	73.86	10
DISTANCIA HORIZONTAL ACUMULADA					1,612.00														

* Longitud inclinada mas su 20%, esta longitud sustenta las pérdidas de carga locales debido a accesorios como codos, tes derivaciones y válvulas que se encuentran a lo largo de la red de tuberías.

DISEÑO HIDRÁULICO LINEA DE TUBERIA PRINCIPAL- PERFIL TOPOGRAFICO Y GRADIENTE HIDRAULICA

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

REGION:

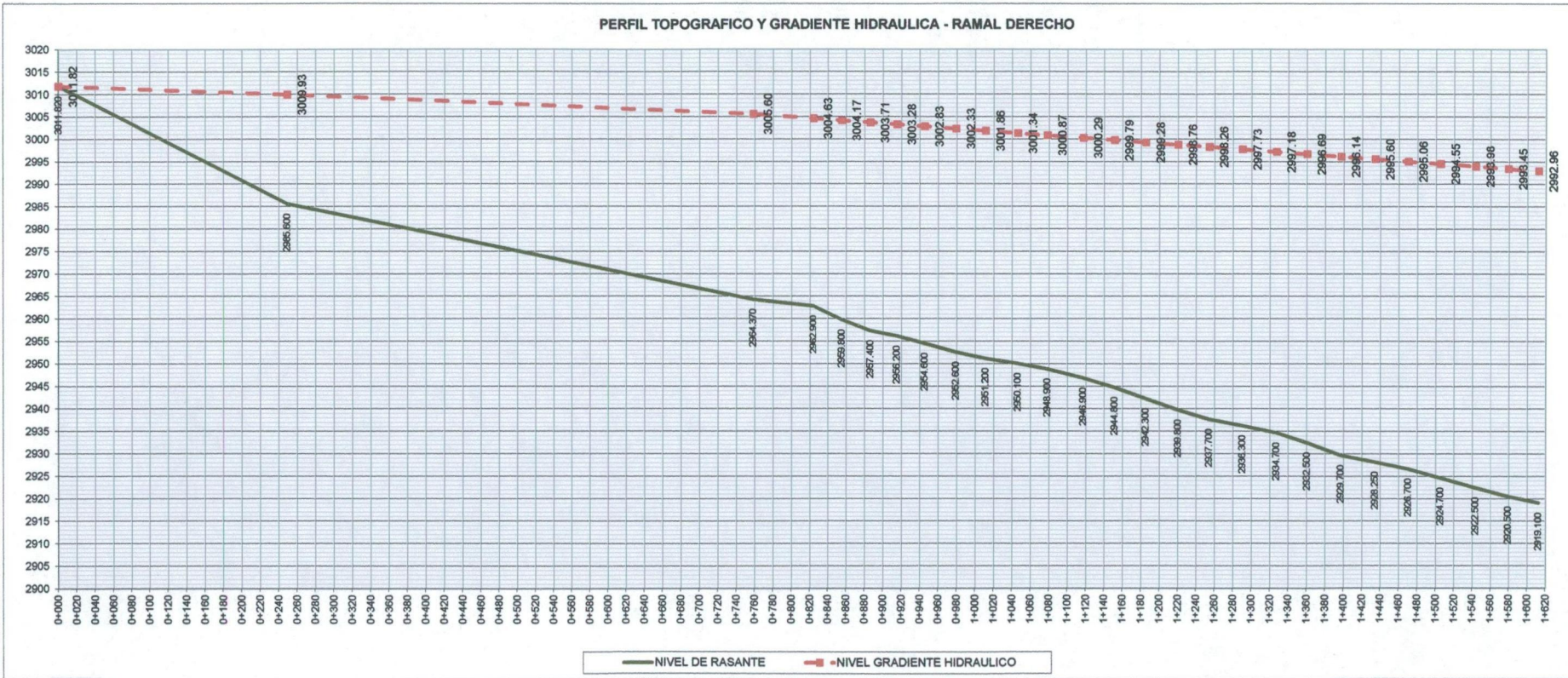
AYACUCHO

PROVINCIA: HUANCA

DISTRITO: TAMBILLO

FECHA: SET - 2010

PERFIL TOPOGRAFICO Y GRADIENTE HIDRAULICA - RAMAL DERECHO



DISEÑO HIDRÁULICO LINEA DE TUBERIA PRINCIPAL- RAMAL IZQUIERDO

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

REGION: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA DISTRITO: TAMBILLO FECHA: SET- 2010

1. Para el cálculo del diámetro de la tubería se utiliza la fórmula de Hazen y Williams

Donde:

- Q = Caudal de Diseño (m³/s)
- C = Coeficiente de Flujo de Hazen y Williams
- D = Diámetro de la Tubería (mm)
- S = Gradiente Hidráulica, donde S = J/L
- J = Pérdida de Carga en Línea (m)
- L = Longitud de la Tubería (m)

$$Q = 0.2788 * CD^{2.63} S^{0.54}$$

Esta fórmula nos permite el cálculo del diámetro, para luego optar por un diámetro comercial, sin embargo para efecto de este trabajo ya se tienen diámetros empleados.

2. Para el cálculo de la pérdida de carga debido al rozamiento se ha empleado la fórmula de Darcy & Weisbach

Donde:

- hf = Pérdida de carga debido al rozamiento
- f = Factor de fricción
- L = Longitud de la tubería (m)
- Q = Caudal del agua en la tubería (l/s)
- g = La aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- v = Velocidad del agua en la tubería (m/s)

$$hf = \frac{16 * 10^9}{20 * g * \pi^2} * f * L * \frac{Q^2}{Di^5}$$

Esta ecuación donde se despeja la velocidad y se trabaja con el caudal y diámetro comercial, permite calcular la pérdida de carga que se produce en la red de tuberías.

$$hf = f * \frac{L}{Di} * \frac{V^2}{2g} * 10^3$$

Despejando la velocidad, esta ecuación nos permite calcular la velocidad real con la que fluye el agua, empleando el caudal y diámetro comercial adoptado.

TRAMO	Puntos	Progresiva	Cota Rasante	Q diseño (l/seg)	Longitud Horizontal (m)	Longitud Inclinada (m)	* Longitud Inclinada mas su 20%	factor de Fricción f	Cota Piezométrica (m)	Altura Carga Teórica	Pendiente Pérdida Energía (S)	Diámetro Calculado (mm)	Diámetro Comercial emplead (mm)	Pérdida de Carga (m)	Altura de Carga de Presión (m)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga Estática (m)	Presión disponible (mca)	Clase Tubería
CC		0+000	3011.820	-	-	-	-	-	3011.82	-	-	0	0	-	-	-	-	0.00	
CC-CR	0+000	0+249	2985.600	19.200	249.00	249.00	298.80	0.01683	3009.93	26.22	0.1053	87.68	152.00	1.89	24.33	1.1591	26.22	24.33	5
CR-RE	0+249	0+758	2964.370	19.200	509.00	509.00	610.80	0.01675	3005.60	45.56	0.0932	89.90	148.40	4.33	41.23	1.2160	47.45	41.23	5
RE - I1	0+758	0+883	2956.300	9.600	125.00	125.00	150.00	0.01789	3003.75	49.30	0.4442	50.13	102.00	1.85	47.45	1.2870	55.52	47.45	7.5
I1 - I2	0+883	0+910	2953.950	9.600	27.00	27.00	32.40	0.01789	3003.35	49.80	2.1433	36.28	102.00	0.40	49.40	1.2870	57.87	49.40	7.5
I2 - I3	0+910	0+939	2951.700	9.600	29.00	29.00	34.80	0.01789	3002.92	51.65	2.0731	36.53	102.00	0.43	51.22	1.2870	60.12	51.22	7.5
I3 - I4	0+939	0+973	2949.400	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	3002.42	53.52	1.8359	37.46	102.00	0.50	53.02	1.2870	62.42	53.02	7.5
I4 - I5	0+973	1+005	2947.600	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	3001.95	54.82	2.0069	36.78	102.00	0.47	54.35	1.2870	64.22	54.35	7.5
I5 - I6	1+005	1+040	2946.200	9.600	35.00	35.00	42.00	0.01789	3001.43	55.75	1.8749	37.30	102.00	0.52	55.23	1.2870	65.62	55.23	7.5
I6 -I7	1+040	1+071	2944.900	9.600	31.00	31.00	37.20	0.01789	3000.97	56.53	2.1587	36.23	102.00	0.46	56.07	1.2870	66.92	56.07	7.5
I7 - I8	1+071	1+107	2943.500	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	3000.44	57.47	1.8978	37.20	102.00	0.53	56.94	1.2870	68.32	56.94	7.5
I8 - I9	1+107	1+139	2941.800	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	2999.96	58.64	2.1881	36.13	102.00	0.47	58.16	1.2870	70.02	58.16	7.5
I9 - I10	1+139	1+173	2940.300	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	2999.46	59.66	2.1035	36.42	102.00	0.50	59.16	1.2870	71.52	59.16	7.5
I10 - I11	1+173	1+206	2938.550	9.600	33.00	33.00	39.60	0.01789	2998.97	60.91	2.2203	36.02	102.00	0.49	60.42	1.2870	73.27	60.42	7.5
I11 - I12	1+206	1+242	2936.700	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	2998.44	62.27	2.0867	36.48	102.00	0.53	61.74	1.2870	75.12	61.74	10
I12 - I13	1+242	1+273	2935.150	9.600	31.00	31.00	37.20	0.01789	2997.98	63.29	2.4732	35.23	102.00	0.46	62.83	1.2870	76.87	62.83	10
I13 - I14	1+273	1+309	2933.300	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	2997.45	64.68	2.1811	36.15	102.00	0.53	64.15	1.2870	78.52	64.15	10
I14 - I15	1+309	1+341	2931.700	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	2996.97	65.75	2.5038	35.14	102.00	0.47	65.27	1.2870	80.12	65.27	10
I15 - I16	1+341	1+373	2930.050	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	2996.50	66.92	2.5553	35.00	102.00	0.47	66.45	1.2870	81.77	66.45	10
I16 - I17	1+373	1+407	2928.450	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	2996.00	68.05	2.4521	35.30	102.00	0.50	67.55	1.2870	83.37	67.55	10
I17 - I18	1+407	1+440	2926.900	9.600	33.00	33.00	39.60	0.01789	2995.51	69.10	2.5733	34.95	102.00	0.49	68.61	1.2870	84.92	68.61	10
I18 - I19	1+440	1+475	2925.450	9.600	35.00	35.00	42.00	0.01789	2994.99	70.06	2.4677	35.25	102.00	0.52	69.54	1.2870	86.37	69.54	10
I19 - I20	1+475	1+509	2924.000	9.600	34.00	34.00	40.80	0.01789	2994.49	70.99	2.5829	34.92	102.00	0.50	70.49	1.2870	87.82	70.49	10
I20 - I21	1+509	1+541	2922.750	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	2994.01	71.74	2.7834	34.39	102.00	0.47	71.26	1.2870	89.07	71.26	10
I21 - I22	1+541	1+572	2921.800	9.600	31.00	31.00	37.20	0.01789	2993.55	72.21	2.9039	34.09	102.00	0.46	71.75	1.2870	90.02	71.75	10
I22 - I23	1+572	1+608	2920.700	9.600	36.00	36.00	43.20	0.01789	2993.02	72.85	2.5311	35.07	102.00	0.53	72.32	1.2870	91.12	72.32	10
I23 - I24	1+608	1+641	2919.800	9.600	33.00	33.00	39.60	0.01789	2992.53	73.22	2.7885	34.38	102.00	0.49	72.73	1.2870	92.02	72.73	10
I24 - I25	1+641	1+673	2919.200	9.600	32.00	32.00	38.40	0.01789	2992.06	73.33	2.8944	34.11	102.00	0.47	72.86	1.2870	92.62	72.86	10
I25 -I26	1+673	1+725	2918.100	9.600	52.00	52.00	62.40	0.01789	2991.29	73.96	1.8023	37.60	102.00	0.77	73.19	1.2870	93.72	73.19	10
DISTANCIA HORIZONTAL ACUMULADA					1,725.00														

* Longitud inclinada mas su 20%, esta longitud sustenta las pérdidas de carga locales debido a accesorios como codos, tes derivaciones y válvulas que se encuentran a lo largo de la red de tuberías.

DISEÑO HIDRÁULICO LINEA DE TUBERIA PRINCIPAL- PERFIL TOPOGRAFICO Y GRADIENTE HIDRAULICA

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

REGION:

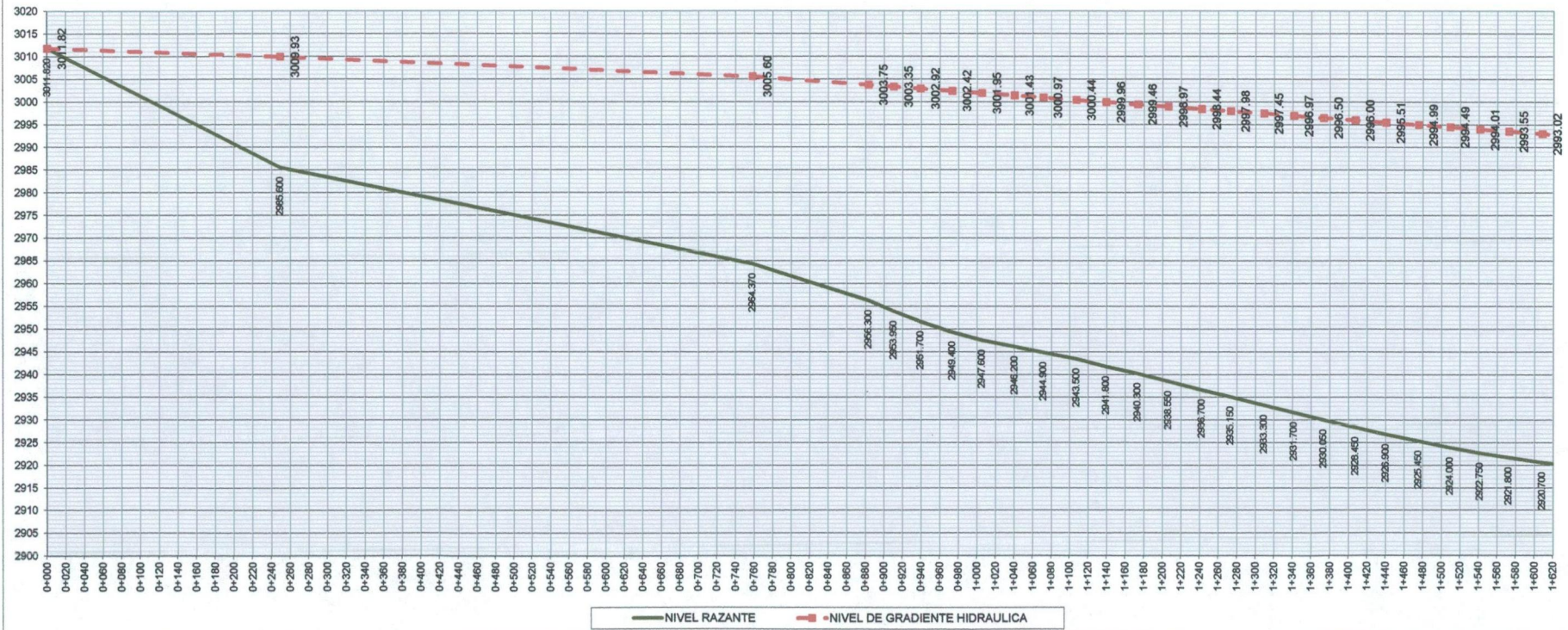
AYACUCHO

PROVINCIA: HUAMANGA

DISTRITO: TAMBILLO

FECHA: SET - 2010

PERFIL TOPOGRAFICO Y GRADIENTE HIDRAULICA- RAMAL IZQUIERDO



ANÁLISIS DE SOBREPRESIONES - RAMAL DERECHO

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

1. Para el cálculo de la sobrepresión se emplea la siguiente fórmula:

Donde:

P = Aumento de la presión, en bares.

Q = Caudal, en l/seg.

L = Longitud de la tubería (m)

T = Tiempo de parada, en seg.

D = Diámetro de la tubería, en mm.

$$P = 67,6 * \frac{Q \times L}{T \times D^2}$$

Fuente: Técnicas de riego, FUENTES, J (2003)

Mediante esta fórmula se obtiene la sobrepresión generada por el cierre de válvulas en el proceso de operación del sistema de riego.

TRAMO	Q diseño (l/seg)	Longitud Inclínada (m)	Diámetro Comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga Estática (m)	Presión disponible (mca)	Clase Tubería	* Tiempo de parada (seg.)	Sobre presión (bares)	Sobre presión (mca)	Presión total (mca)	Conclusión en relación a la clase de tubería
CC	-		152.00	-	-	0.00						
CC-CR	19.200	26.22	152.00	1.1591	26.22	24.33	5.0	5	2.80	0.27	24.61	No hay golpe de ariete
CR-RE	19.200	21.23	148.40	1.2160	47.45	41.23	7.5	5	8.80	0.86	42.10	
RE - D1	9.600	1.47	102.00	1.2870	48.92	41.73	7.5	5	9.62	0.94	42.67	
D1 - D2	9.600	3.10	102.00	1.2870	52.02	44.37	7.5	5	10.01	0.98	45.35	
D2 - D3	9.600	2.40	102.00	1.2870	54.42	46.31	7.5	5	10.39	1.02	47.33	
D3 - D4	9.600	1.20	102.00	1.2870	55.62	47.08	7.5	5	10.76	1.05	48.13	
D4 - D5	9.600	1.60	102.00	1.2870	57.22	48.23	7.5	5	11.13	1.09	49.33	
D5 - D6	9.600	2.00	102.00	1.2870	59.22	49.73	7.5	5	11.55	1.13	50.86	
D6 - D7	9.600	1.40	102.00	1.2870	60.62	50.66	7.5	5	11.95	1.17	51.83	
D7 - D8	9.600	1.10	102.00	1.2870	61.72	51.24	7.5	5	12.39	1.22	52.45	
D8 - D9	9.600	1.20	102.00	1.2870	62.92	51.97	7.5	5	12.79	1.25	53.22	Existe peligro de golpe de ariete ya que se esta sobre pasando la presión admisible de la tubería empleada
D9 - 10	9.600	2.00	102.00	1.2870	64.92	53.39	7.5	5	13.28	1.30	54.69	
D10 - D11	9.600	2.10	102.00	1.2870	67.02	54.99	7.5	5	13.70	1.34	56.33	
D11 - D12	9.600	2.50	102.00	1.2870	69.52	56.98	7.5	5	14.12	1.39	58.37	
D12 - D13	9.600	2.50	102.00	1.2870	72.02	58.96	7.5	5	14.56	1.43	60.39	
D13 - D14	9.600	2.10	102.00	1.2870	74.12	60.56	7.5	5	14.99	1.47	62.03	
D14 - D15	9.600	1.40	102.00	1.2870	75.52	61.43	7.5	5	15.43	1.51	62.94	
D15 - D16	9.600	1.60	102.00	1.2870	77.12	62.48	7.5	5	15.90	1.56	64.04	
D16 - D17	9.600	2.20	102.00	1.2870	79.32	64.19	7.5	5	16.31	1.60	65.79	
D17 - D18	9.600	2.80	102.00	1.2870	82.12	66.44	7.5	5	16.77	1.64	68.09	
D18 - D19	9.600	1.45	102.00	1.2870	83.57	67.35	7.5	5	17.23	1.69	69.04	
D19 - D20	9.600	1.55	102.00	1.2870	85.12	68.36	7.5	5	17.68	1.73	70.10	
D20 - D21	9.600	2.00	102.00	1.2870	87.12	69.85	7.5	5	18.12	1.78	71.62	
D21 - D22	9.600	2.20	102.00	1.2870	89.32	71.48	7.5	5	18.59	1.82	73.31	
D22 - D23	9.600	2.00	102.00	1.2870	91.32	72.95	7.5	5	19.04	1.87	74.82	
D23 - D24	9.600	1.40	102.00	1.2870	92.72	73.86	7.5	5	19.45	1.91	75.77	

* Tiempo de parada en segundos, es el tiempo mínimo que en la práctica se ejecuta esta acción (de cierre de las diferentes válvulas), por los operadores del sistema de riego

ANÁLISIS DE SOBREPRESIONES - RAMAL IZQUIERDO

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

1. Para el cálculo de la sobrepresión se emplea la siguiente fórmula:

Donde:

- P = Aumento de la presión, en bares.
- Q = Caudal, en l/seg.
- L = Longitud de la tubería (m)
- T = Tiempo de parada, en seg.
- D = Diámetro de la tubería, en mm.

$$P = 67,6 * \frac{Q \times L}{T \times D^2}$$



Mediante esta fórmula se obtiene la sobrepresión generada por el cierre de válvulas en el proceso de operación del sistema de riego.

Fuente: Técnicas de riego, FUENTES, J (2003)

TRAMO	Q diseño (l/seg)	Longitud Inclínada (m)	Diámetro Comercial (mm)	Velocidad (m/s)	Altura de Carga Estática (m)	Presión disponible (mca)	Clase Tubería	* Tiempo de parada (seg.)	Sobre presión (bares)	Sobre presión (mca)	Presión total (mca)	Conclusión en relación a la clase de tubería
CC	-	-	0	-	-	0.00						
CC-CR	19.200	249.00	152.00	1.1591	26.22	24.33	5	5	2.80	0.27	24.61	No hay golpe de ariete Existe peligro de golpe de ariete ya que se esta sobre pasando la presión admisible de la tubería empleada
CR-RE	19.200	509.00	148.40	1.2160	47.45	41.23	5	5	8.80	0.86	42.10	
RE - I1	9.600	125.00	102.00	1.3776	55.52	47.45	7.5	5	10.36	1.02	48.47	
I1 - I2	9.600	27.00	102.00	1.3776	57.87	49.40	7.5	5	10.69	1.05	50.45	
I2 - I3	9.600	29.00	102.00	1.3776	60.12	51.22	7.5	5	11.06	1.08	52.31	
I3 - I4	9.600	34.00	102.00	1.3776	62.42	53.02	7.5	5	11.48	1.13	54.15	
I4 - I5	9.600	32.00	102.00	1.3776	64.22	54.35	7.5	5	11.88	1.16	55.51	
I5 - I6	9.600	35.00	102.00	1.3776	65.62	55.23	7.5	5	12.32	1.21	56.44	
I6 - I7	9.600	31.00	102.00	1.3776	66.92	56.07	7.5	5	12.70	1.25	57.32	
I7 - I8	9.600	36.00	102.00	1.3776	68.32	56.94	7.5	5	13.15	1.29	58.23	
I8 - I9	9.600	32.00	102.00	1.3776	70.02	58.16	7.5	5	13.55	1.33	59.49	
I9 - I10	9.600	34.00	102.00	1.3776	71.52	59.16	7.5	5	13.97	1.37	60.53	
I10 - I11	9.600	33.00	102.00	1.3776	73.27	60.42	7.5	5	14.39	1.41	61.83	
I11 - I12	9.600	36.00	102.00	1.3776	75.12	61.74	7.5	5	14.84	1.45	63.19	
I12 - I13	9.600	31.00	102.00	1.3776	76.67	62.83	7.5	5	15.22	1.49	64.32	
I13 - I14	9.600	36.00	102.00	1.3776	78.52	64.15	7.5	5	15.67	1.54	65.68	
I14 - I15	9.600	32.00	102.00	1.3776	80.12	65.27	7.5	5	16.07	1.58	66.85	
I15 - I16	9.600	32.00	102.00	1.3776	81.77	66.45	7.5	5	16.47	1.62	68.06	
I16 - I17	9.600	34.00	102.00	1.3776	83.37	67.55	7.5	5	16.89	1.66	69.20	
I17 - I18	9.600	33.00	102.00	1.3776	84.92	68.61	7.5	5	17.31	1.70	70.30	
I18 - I19	9.600	35.00	102.00	1.3776	86.37	69.54	7.5	5	17.74	1.74	71.28	
I19 - I20	9.600	34.00	102.00	1.3776	87.82	70.49	7.5	5	18.17	1.78	72.27	
I20 - I21	9.600	32.00	102.00	1.3776	89.07	71.26	7.5	5	18.57	1.82	73.08	
I21 - I22	9.600	31.00	102.00	1.3776	90.02	71.75	7.5	5	18.95	1.86	73.61	
I22 - I23	9.600	36.00	102.00	1.3776	91.12	72.32	7.5	5	19.40	1.90	74.22	
I23 - I24	9.600	33.00	102.00	1.3776	92.02	72.73	7.5	5	19.81	1.94	74.68	
I24 - I25	9.600	32.00	102.00	1.3776	92.62	72.86	7.5	5	20.21	1.98	74.84	
I25 - I26	9.600	52.00	102.00	1.3776	93.72	73.19	7.5	5	20.86	2.05	75.23	

* Tiempo de parada en segundos, es el tiempo mínimo que en la practica se ejecuta esta acción (de cierre de la diferentes válvulas), por los operadores del sistema de riego.

Anexo 04

EVALUACIÓN DE RIEGO COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

Fecha: 26 de Agosto del 2010
 Superficie de parcela: 0.1521
 Cultivo actual: Arveja
 Tipo de riego: cobertura parcial fija
 Marco de riego: 39x39 m

DATOS DE CLIMA

Temperatura ambiental °C : 16
 Velocidad del viento en m/s : 2.2 - 2.7

DATOS DE ASPERSOR

Tipo: Cañon de turbina
 Marca y modelo: SKIPER
 Boquilla: 20 mm
 Altura de tubo porta aspersor: 1.4 m

PLUVIOMETRIA RECOGIDA

39 m

* A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	60	75	40	40	30	20	3	0	3	0	0	0
2	95	130	100	105	75	65	40	12	5	0	0	0
3	115	150	150	160	120	105	90	57	15	9	0	0
4	150	200	240	205	165	165	155	65	30	9	5	0
5	155	235	305	375	230	200	210	80	45	35	15	0
6	165	270	320	360	275	300	185	90	80	53	10	3
7	180	270	335	360	350	345	240	125	100	50	30	13
8	160	265	350	415	450	420	300	200	100	80	45	9
9	155	230	315	400	435	450	365	240	160	105	50	24
10	180	270	335	390	460	440	385	285	185	100	65	25
11	235	360	315	355	375	440	400	310	235	150	80	35
12	230.3	350	300	260	290	360	340	305	230	165	110	70
13	105	180	175	175	200	260	305	250	215	140	100	60

medida de los pluviómetros en ml

39 m

Nº	PLUVIOMETRO FILA COLUMNA	Vl (ml)	Vl ord. (ml)	(Vl-Vel) (ml)
1	1 A	60	0	152.51
2	1 B	75	0	152.51
3	1 C	40	0	152.51
4	1 D	40	0	152.51
5	1 E	30	0	152.51
6	1 F	20	0	152.51
7	1 G	3	0	152.51
8	1 H	0	0	152.51
9	1 I	3	0	152.51
10	1 J	0	0	152.51
11	1 K	0	0	152.51
12	1 L	0	0	152.51
13	1 M	0	0	152.51
14	2 A	90	0	152.51
15	2 B	125	0	152.51
16	2 C	95	0	152.51
17	2 D	95	2	150.51
18	2 E	70	3	149.51
19	2 F	65	3	149.51
20	2 G	40	3	149.51
21	2 H	12	3	149.51
22	2 I	5	4	148.51

23	2 J	0	4	148.51
24	2 K	0	4	148.51
25	2 L	0	4	148.51
26	2 M	0	5	147.51
27	3 A	105	5	147.51
28	3 B	145	7	145.51
29	3 C	140	9	143.51
30	3 D	140	9	143.51
31	3 E	115	9	143.51
32	3 F	95	10	142.51
33	3 G	90	11	141.51
34	3 H	57	12	140.51
35	3 I	15	13	139.51
36	3 J	9	15	137.51
37	3 K	0	15	137.51
38	3 L	0	20	132.51
39	3 M	0	24	128.51
40	4 A	140	25	127.51
41	4 B	195	30	122.51
42	4 C	235	30	122.51
43	4 D	195	30	122.51
44	4 E	155	35	117.51
45	4 F	160	35	117.51
46	4 G	150	40	112.51
47	4 H	60	40	112.51
48	4 I	30	40	112.51
49	4 J	9	45	107.51
50	4 K	5	45	107.51
51	4 L	0	45	107.51
52	4 M	0	50	102.51
53	5 A	150	53	99.509
54	5 B	225	57	95.509
55	5 C	295	60	92.509
56	5 D	365	60	92.509
57	5 E	225	60	92.509
58	5 F	190	60	92.509
59	5 G	200	65	87.509
60	5 H	80	70	82.509
61	5 I	45	70	82.509
62	5 J	35	70	82.509
63	5 K	15	70	82.509
64	5 L	0	75	77.509
65	5 M	0	75	77.509
66	6 A	155	80	72.509
67	6 B	260	80	72.509
68	6 C	310	85	67.509
69	6 D	350	90	62.509
70	6 E	265	90	62.509
71	6 F	290	90	62.509
72	6 G	170	95	57.509
73	6 H	85	95	57.509
74	6 I	70	95	57.509
75	6 J	53	95	57.509
76	6 K	10	95	57.509
77	6 L	3	95	57.509
78	6 M	2	95	57.509
79	7 A	170	105	47.509
80	7 B	260	105	47.509
81	7 C	325	115	37.509
82	7 D	340	120	32.509
83	7 E	340	125	27.509
84	7 F	335	135	17.509
85	7 G	235	140	12.509
86	7 H	120	140	12.509
87	7 I	95	140	12.509
88	7 J	50	140	12.509
89	7 K	30	140	12.509
90	7 L	13	145	7.5089
91	7 M	3	150	2.5089
92	8 A	150	150	2.5089
93	8 B	240	150	2.5089
94	8 C	330	150	2.5089
95	8 D	405	155	2.4911
96	8 E	430	155	2.4911

97	8 F	390	160	7.4911
98	8 G	280	160	7.4911
99	8 H	190	160	7.4911
100	8 I	80	165	12.491
101	8 J	70	170	17.491
102	8 K	45	170	17.491
103	8 L	9	170	17.491
104	8 M	7	175	22.491
105	9 A	140	180	27.491
106	9 B	220	190	37.491
107	9 C	305	190	37.491
108	9 D	380	195	42.491
109	9 E	425	195	42.491
110	9 F	440	195	42.491
111	9 G	355	200	47.491
112	9 H	230	210	57.491
113	9 I	150	220	67.491
114	9 J	95	220	67.491
115	9 K	45	225	72.491
116	9 L	24	225	72.491
117	9 M	4	225	72.491
118	10 A	175	225	72.491
119	10 B	250	230	77.491
120	10 C	325	230	77.491
121	10 D	350	235	82.491
122	10 E	440	235	82.491
123	10 F	420	240	87.491
124	10 G	375	245	92.491
125	10 H	275	250	97.491
126	10 I	180	250	97.491
127	10 J	90	250	97.491
128	10 K	60	260	107.49
129	10 L	25	260	107.49
130	10 M	4	265	112.49
131	11 A	230	275	122.49
132	11 B	340	280	127.49
133	11 C	310	280	127.49
134	11 D	350	290	137.49
135	11 E	365	290	137.49
136	11 F	330	295	142.49
137	11 G	395	295	142.49
138	11 H	295	295	142.49
139	11 I	220	295	142.49
140	11 J	140	305	152.49
141	11 K	75	310	157.49
142	11 L	35	310	157.49
143	11 M	4	325	172.49
144	12 A	225	325	172.49
145	12 B	340	330	177.49
146	12 C	290	330	177.49
147	12 D	250	330	177.49
148	12 E	280	335	182.49
149	12 F	340	340	187.49
150	12 G	330	340	187.49
151	12 H	295	340	187.49
152	12 I	225	340	187.49
153	12 J	160	340	187.49
154	12 K	105	350	197.49
155	12 L	70	350	197.49
156	12 M	11	350	197.49
157	13 A	95	355	202.49
158	13 B	170	365	212.49
159	13 C	160	365	212.49
160	13 D	165	375	222.49
161	13 E	195	380	227.49
162	13 F	250	390	237.49
163	13 G	295	395	242.49
164	13 H	245	405	252.49
165	13 I	210	420	267.49
166	13 J	135	425	272.49
167	13 K	95	430	277.49
168	13 L	60	440	287.49
169	13 M	4	440	287.49
			152.51	18954

1. Cálculo de la uniformidad de la zona evaluada

$$UD(zona) = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m}$$

$V_{25\%} = 6.6429$

$V_m = 152.51$

$UD(zona) = 4.3557$

2. Uniformidad de instalación

Presión máxima = 55 mca

Presión media = 52 mca

$$UD = UD(zona) \times \frac{1 + 3 \times \sqrt{\frac{P_{\min}}{P_m}}}{4}$$

$UD = 4.4486$

3. Pérdidas por evaporación y arrastre

caudal en L/S = 6.06

Caudal aplicado (L/h) = 21816

Caudal aplicado (m³/h) = 21.816

Tiempo de prueba (min) = 40

$$L_a (mm) = \frac{Q_a (\text{Litros/Hora})}{\text{Superficie zona evaluada (m}^2) \times 60} \times \text{Tiempo de evaluación (min)}$$

Lamina de agua aplicada = 9.5621 mm

Altura media recogida por los pluviómetros

0.0014

$$L_p (mm) = \frac{V_{\text{promedio}}}{S} \times 1000$$

Area del pluviometro (mm²) = 20106.24

V_{promedio} (ml) = 152.51

Altura media mm = 7.5852

Pérdidas por evaporación y arrastre

$$P_e = 100 \times \frac{L_a - L_p}{L_a}$$

$P_e = 20.675$

4. Coeficiente de uniformidad de Chistiansen

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_m|}{n \times V_m} \right) \times 100$$

$CU = 26.462$

5. Pluviometría media recogida hm en mm/h

$$hm = \frac{L_p}{t} \times 60$$

$hm = 11.378$ mm/h

6. Pluviometría media aplicada qr en mm/h

$$qr = \frac{q}{S_{1 \times 52}} \times 1000$$

$qr = 14.343$

7. Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor (Ea)

$$Ea = \frac{hm}{qr} \times 100$$

$Ea = 79.325$

EVALUACIÓN DE RIEGO COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

Fecha: 09 de Setiembre del 2010
 Superficie de parcela: 0.1521
 Cultivo actual: Arveja
 Tipo de riego: cobertura parcial fija
 Marco de riego: 35x35 m

DATOS DE CLIMA

temperatura ambiental °C : 17.3
 Velocidad del viento en m/s : 4.02

DATOS DE ASPERSOR

Tipo: Cañon de turbina
 Marca y modelo: SKIPER
 Boquilla: 16 mm
 Altura de tubo porta aspersor: 1.4 m

PLUVIOMETRIA RECOGIDA

35 m

* A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	125	251	431	613	530	510	445	285	200	150	90	90
2	200	135	315	565	590	540	365	280	177	138	153	225
3	50	100	285	475	545	345	335	270	220	320	259	330
4	0	65	205	385	340	305	230	227	205	250	360	385
5	0	70	115	290	300	235	240	275	238	350	400	485
6	0	10	90	195	185	200	210	310	370	415	418	490
7	0	10	65	155	150	200	280	375	410	555	510	465
8	0	0	30	100	115	185	295	395	455	530	490	490
9	0	10	30	85	135	230	320	410	575	530	430	407
10	0	10	30	105	165	250	320	360	560	450	410	405
11	0	15	30	90	170	220	390	315	655	330	325	300
12	5	10	20	17	100	110	100	90	100	440	155	105

35 m

medida de los pluviómetros en ml

N°	PLUVIOMETRO FILA COLUMNA	Vi (ml)	Vi ord. (ml)	[Vi-Vm] (ml)
1	1 A	125	0	253.76
2	1 B	251	0	253.76
3	1 C	431	0	253.76
4	1 D	613	0	253.76
5	1 E	530	0	253.76
6	1 F	510	0	253.76
7	1 G	445	0	253.76
8	1 H	285	0	253.76
9	1 I	200	0	253.76
10	1 J	150	5	248.76
11	1 K	90	10	243.76
12	1 L	90	10	243.76
13	2 A	200	10	243.76
14	2 B	135	10	243.76
15	2 C	315	10	243.76
16	2 D	613	15	238.76
17	2 E	590	17	236.76
18	2 F	540	20	233.76
19	2 G	365	30	223.76
20	2 H	280	30	223.76
21	2 I	177	30	223.76
22	2 J	138	30	223.76

23	2 K	153	50	203.76
24	2 L	225	65	188.76
25	3 A	50	65	188.76
26	3 B	100	70	183.76
27	3 C	285	85	168.76
28	3 D	475	90	163.76
29	3 E	545	90	163.76
30	3 F	345	90	163.76
31	3 G	335	90	163.76
32	3 H	270	90	163.76
33	3 I	220	100	153.76
34	3 J	320	100	153.76
35	3 K	259	100	153.76
36	3 L	330	100	153.76
37	4 A	0	100	153.76
38	4 B	65	105	148.76
39	4 C	205	105	148.76
40	4 D	385	110	143.76
41	4 E	340	115	138.76
42	4 F	305	125	128.76
43	4 G	230	135	118.76
44	4 H	227	135	118.76
45	4 I	205	138	115.76
46	4 J	250	150	103.76
47	4 K	360	150	103.76
48	4 L	385	153	100.76
49	5 A	0	155	98.764
50	5 B	70	155	98.764
51	5 C	285	155	98.764
52	5 D	290	165	88.764
53	5 E	300	170	83.764
54	5 F	235	177	76.764
55	5 G	240	185	68.764
56	5 H	275	185	68.764
57	5 I	238	200	53.764
58	5 J	350	200	53.764
59	5 K	400	200	53.764
60	5 L	485	200	53.764
61	6 A	0	205	48.764
62	6 B	10	205	48.764
63	6 C	90	210	43.764
64	6 D	155	220	33.764
65	6 E	185	220	33.764
66	6 F	200	225	28.764
67	6 G	210	227	26.764
68	6 H	310	230	23.764
69	6 I	370	230	23.764
70	6 J	415	235	18.764
71	6 K	418	238	15.764
72	6 L	490	240	13.764
73	7 A	0	250	3.7639
74	7 B	10	250	3.7639
75	7 C	65	251	2.7639
76	7 D	155	259	5.2361
77	7 E	150	270	16.236
78	7 F	200	275	21.236
79	7 G	280	280	26.236
80	7 H	375	280	26.236
81	7 I	410	285	31.236
82	7 J	555	285	31.236
83	7 K	510	285	31.236

84	7 L	465	290	36.236
85	8 A	0	295	41.236
86	8 B	0	300	46.236
87	8 C	30	300	46.236
88	8 D	100	305	51.236
89	8 E	115	310	56.236
90	8 F	185	315	61.236
91	8 G	295	315	61.236
92	8 H	395	320	66.236
93	8 I	455	320	66.236
94	8 J	530	320	66.236
95	8 K	490	325	71.236
96	8 L	490	330	76.236
97	9 A	0	330	76.236
98	9 B	10	335	81.236
99	9 C	30	340	86.236
100	9 D	85	345	91.236
101	9 E	135	350	96.236
102	9 F	230	360	106.24
103	9 G	320	360	106.24
104	9 H	410	365	111.24
105	9 I	575	370	116.24
106	9 J	530	375	121.24
107	9 K	430	385	131.24
108	9 L	407	385	131.24
109	10 A	0	390	136.24
110	10 B	10	395	141.24
111	10 C	30	400	146.24
112	10 D	105	405	151.24
113	10 E	165	407	153.24
114	10 F	250	410	156.24
115	10 G	320	410	156.24
116	10 H	360	410	156.24
117	10 I	560	415	161.24
118	10 J	450	418	164.24
119	10 K	410	430	176.24
120	10 L	405	431	177.24
121	11 A	0	440	186.24
122	11 B	15	445	191.24
123	11 C	30	450	196.24
124	11 D	90	455	201.24
125	11 E	170	465	211.24
126	11 F	220	475	221.24
127	11 G	390	485	231.24
128	11 H	315	490	236.24
129	11 I	655	490	236.24
130	11 J	330	490	236.24
131	11 K	325	510	256.24
132	11 L	300	510	256.24
133	12 A	5	530	276.24
134	12 B	10	530	276.24
135	12 C	20	530	276.24
136	12 D	17	540	286.24
137	12 E	100	545	291.24
138	12 F	110	555	301.24
139	12 G	100	560	306.24
140	12 H	90	575	321.24
141	12 I	100	590	336.24
142	12 J	440	613	359.24
143	12 K	155	613	359.24
144	12 L	105	655	401.24
			253.76	21033

1. Calculo de la uniformidad de la zona evaluada

$$UD(zona) = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m}$$

V25% = 39.222
 Vm = 253.76
 UD(zona) = 15.456

2. Uniformidad de instalación

Presión maxima = 55 mca
 Presión media = 52 mca

$$UD = UD(zona) \times \frac{1 + 3 \times \sqrt{\frac{P_{\min}}{P_m}}}{4}$$

UD = 15.786

3. Perdidas por evaporación y arrastre

caudal en L/S = 12.12
 Caudal aplicado (L/H) = 43632
 Caudal aplicado (m3/h) = 43.632
 Tiempo de prueba (min) = 35

$$L_a (mm) = \frac{Q_a(\text{Litros/Hora})}{\text{Superficie zona evaluada (m}^2) \times 60} \times \text{Tiempo de evaluación (min)}$$

Lamina de agua aplicada = 16.734 mm

Altura media recogida por los pluviómetros

$$L_p (mm) = \frac{V_{\text{promedio}}}{S} \times 1000$$

Area del pluviometro (mm2) = 20106.24
 Vpromedio (ml) = 253.76
 Altura media mm = 12.621

Perdidas por evaporación y arrastre

$$P_e = 100 \times \frac{L_a - L_p}{L_a}$$

Pe = 24.577

4. Coeficiente de uniformidad de Chistiansen

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_m|}{n \times V_m} \right) \times 100$$

CU = 42.443

5. Pluviometría media recogida hm en mm/h

$$hm = \frac{L_p}{t} \times 60$$

hm = 21.636 mm/h

6. Pluviometría media aplicada qr en mm/h

$$qr = \frac{q}{S_1 \times S_2} \times 1000$$

qr = 28.686

7. Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor (Ea)

$$Ea = \frac{hm}{qr} \times 100$$

Ea = 75.423

EVALUACIÓN DE RIEGO COMUNIDAD DE LLUTACANCHA

Fecha: 10 de Octubre del 2010
 Superficie de parcela: 0.1521 Has
 Cultivo actual: Arveja
 Tipo de riego: cobertura parcial fija
 Marco de riego: 35x35 m

DATOS DE CLIMA

temperatura ambiental °C : 11.18
 Velocidad del viento en m/s : 1.61

DATOS DE ASPERSOR

Tipo: Cañon de turbina
 Marca y modelo: SKIPER
 Boquilla: 16 mm
 Altura de tubo porta aspersor: 1.4 m

PLUVIOMETRIA RECOGIDA

35 m

*	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	*
1	245	500	250	285	895	870	665	600	500	310	230	200	
2	120	340	662	830	845	640	680	590	440	240	150	150	
3	100	270	530	630	680	640	590	470	340	165	140	150	
4	120	200	415	540	550	550	460	330	255	155	145	150	
5	135	185	315	450	420	450	365	305	175	125	115	125	
6	155	180	250	355	370	330	275	255	165	140	100	105	
7	150	180	210	300	305	295	235	230	150	115	100	90	
8	165	140	180	230	285	255	245	155	145	120	90	85	
9	115	145	140	215	250	235	215	180	150	105	80	80	
10	150	190	155	210	230	195	215	175	130	80	70	60	
11	200	230	200	190	205	215	185	155	120	65	50	30	
12	235	255	185	175	200	155	135	125	90	85	115	15	
*	medida de los pluviómetros en ml												*

35 m

Nº	PLUVIOMETRO FILA COLUMNA	Vl (mm)	Vl ord. (ml)	Vl-Vm (ml)
1	1 A	245	15	242.72
2	1 B	500	30	227.72
3	1 C	250	50	207.72
4	1 D	285	60	197.72
5	1 E	895	65	192.72
6	1 F	870	70	187.72
7	1 G	665	80	177.72
8	1 H	600	80	177.72
9	1 I	500	80	177.72
10	1 J	310	85	172.72
11	1 K	230	85	172.72
12	1 L	200	90	167.72
13	2 A	120	90	167.72
14	2 B	340	90	167.72
15	2 C	662	100	157.72
16	2 D	285	100	157.72
17	2 E	845	100	157.72
18	2 F	640	105	152.72
19	2 G	680	105	152.72
20	2 H	590	115	142.72
21	2 I	440	115	142.72
22	2 J	240	115	142.72

23	2 K	150	115	142.72
24	2 L	150	120	137.72
25	3 A	100	120	137.72
26	3 B	270	120	137.72
27	3 C	530	120	137.72
28	3 D	630	125	132.72
29	3 E	680	125	132.72
30	3 F	640	125	132.72
31	3 G	590	130	127.72
32	3 H	470	135	122.72
33	3 I	340	135	122.72
34	3 J	165	140	117.72
35	3 K	140	140	117.72
36	3 L	150	140	117.72
37	4 A	120	140	117.72
38	4 B	200	145	112.72
39	4 C	415	145	112.72
40	4 D	540	145	112.72
41	4 E	550	150	107.72
42	4 F	550	150	107.72
43	4 G	460	150	107.72
44	4 H	330	150	107.72
45	4 I	255	150	107.72
46	4 J	155	150	107.72
47	4 K	145	150	107.72
48	4 L	150	150	107.72
49	5 A	135	155	102.72
50	5 B	185	155	102.72
51	5 C	530	155	102.72
52	5 D	450	155	102.72
53	5 E	420	155	102.72
54	5 F	450	155	102.72
55	5 G	365	165	92.722
56	5 H	305	165	92.722
57	5 I	175	165	92.722
58	5 J	125	175	82.722
59	5 K	115	175	82.722
60	5 L	125	175	82.722
61	6 A	155	180	77.722
62	6 B	180	180	77.722
63	6 C	250	180	77.722
64	6 D	300	180	77.722
65	6 E	370	185	72.722
66	6 F	330	185	72.722
67	6 G	275	185	72.722
68	6 H	255	190	67.722
69	6 I	165	190	67.722
70	6 J	140	195	62.722
71	6 K	100	200	57.722
72	6 L	105	200	57.722
73	7 A	150	200	57.722
74	7 B	180	200	57.722
75	7 C	210	200	57.722
76	7 D	300	205	52.722
77	7 E	305	210	47.722
78	7 F	295	210	47.722
79	7 G	235	215	42.722
80	7 H	230	215	42.722
81	7 I	150	215	42.722
82	7 J	115	215	42.722
83	7 K	100	230	27.722

84	7 L	90	230	27.722
85	8 A	165	230	27.722
86	8 B	140	230	27.722
87	8 C	180	230	27.722
88	8 D	230	235	22.722
89	8 E	285	235	22.722
90	8 F	255	235	22.722
91	8 G	245	240	17.722
92	8 H	155	245	12.722
93	8 I	145	245	12.722
94	8 J	120	250	7.7222
95	8 K	90	250	7.7222
96	8 L	85	250	7.7222
97	9 A	115	255	2.7222
98	9 B	145	255	2.7222
99	9 C	140	255	2.7222
100	9 D	215	255	2.7222
101	9 E	250	270	12.278
102	9 F	235	275	17.278
103	9 G	215	285	27.278
104	9 H	180	285	27.278
105	9 I	150	285	27.278
106	9 J	105	295	37.278
107	9 K	80	300	42.278
108	9 L	80	300	42.278
109	10 A	150	305	47.278
110	10 B	190	305	47.278
111	10 C	155	310	52.278
112	10 D	210	330	72.278
113	10 E	230	330	72.278
114	10 F	195	340	82.278
115	10 G	215	340	82.278
116	10 H	175	365	107.28
117	10 I	130	370	112.28
118	10 J	80	415	157.28
119	10 K	70	420	162.28
120	10 L	60	440	182.28
121	11 A	200	450	192.28
122	11 B	230	450	192.28
123	11 C	200	460	202.28
124	11 D	190	470	212.28
125	11 E	205	500	242.28
126	11 F	215	500	242.28
127	11 G	185	530	272.28
128	11 H	155	530	272.28
129	11 I	120	540	282.28
130	11 J	65	550	292.28
131	11 K	50	550	292.28
132	11 L	30	590	332.28
133	12 A	235	590	332.28
134	12 B	255	600	342.28
135	12 C	185	630	372.28
136	12 D	175	640	382.28
137	12 E	200	640	382.28
138	12 F	155	662	404.28
139	12 G	135	665	407.28
140	12 H	125	680	422.28
141	12 I	90	680	422.28
142	12 J	85	845	587.28
143	12 K	115	870	612.28
144	12 L	15	895	637.28
			257.72	19484

1. Cálculo de la uniformidad de la zona evaluada

$$UD(zona) = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m}$$

V25% = 100.42
 Vm = 257.72
 UD(zona) = 38.963

2. Uniformidad de instalación

Presión máxima = 31 mca
 Presión media = 30 mca

$$UD = UD(zona) \times \frac{1 + 3 \times \sqrt{\frac{P_{\max}}{P_m}}}{4}$$

UD = 39.446

3. Pérdidas por evaporación y arrastre

caudal en L/S = 9.206
 Caudal aplicado (L/H) = 33142
 Caudal aplicado (m3/h) = 33.142
 Tiempo de prueba (min) = 50

$$L_a (mm) = \frac{Q_a (\text{Litros/Hora})}{\text{Superficie zona evaluada (m}^2) \times 60} \times \text{Tiempo de evaluación (min)}$$

Lamina de agua aplicada = 18.158 mm
 Altura media recogida por los pluviómetros

$$L_p (mm) = \frac{V_{\text{promedio}}}{S} \times 1000$$

Area del pluviometro (mm2) = 20106.24
 Vpromedio (ml) = 257.72
 Altura media mm = 12.818

Pérdidas por evaporación y arrastre

$$P_e = 100 \times \frac{L_a - L_p}{L_a}$$

Pe = 29.408

4. Coeficiente de uniformidad de Chistiansen

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_m|}{n \times V_m} \right) \times 100$$

CU = 47.498

5. Pluviometría media recogida hm en mm/h

$$hm = \frac{L_p}{t} \times 60$$

hm = 15.382 mm/h

6. Pluviometría media aplicada qr en mm/h

$$qr = \frac{q}{S1 \times S2} \times 1000$$

qr = 21.789

7. Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor (Ea)

$$Ea = \frac{hm}{qr} \times 100$$

Ea = 70.592

EVALUACIÓN DE RIEGO COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

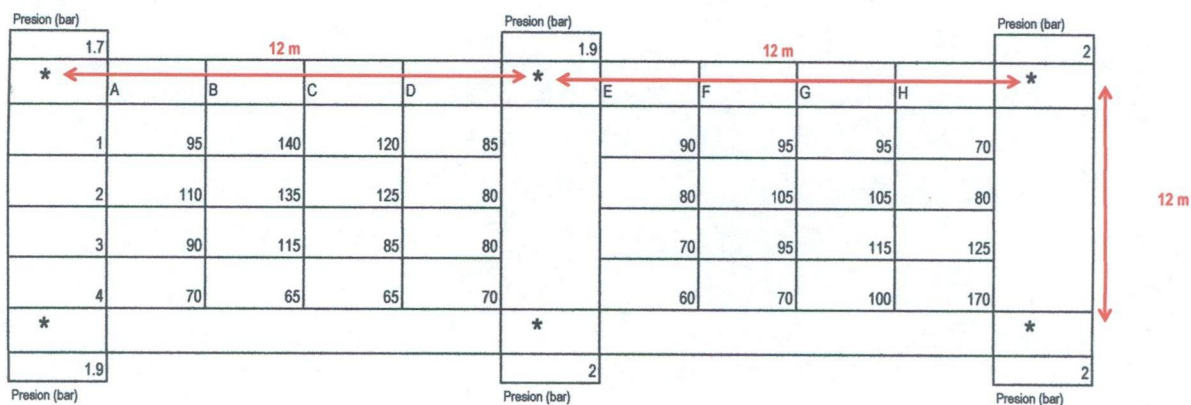
Fecha: 26 de Agosto del 2010
 Superficie de parcela: 0.25 Ha
 Cultivo actual: alfalfa
 Tipo de riego: Cobertura parcial movil
 Marco de riego: 12 x 12m

DATOS DE CLIMA

temperatura ambiental °C : 23.2
 Velocidad del viento en m/s : 4.7

DATOS DE ASPERSOR

Tipo: de martillo
 Marca y modelo: VIR 80 modelo 8002
 Boquilla:
 Altura de tubo porta aspersor:



N°	PLUVIOMETRO FILA COLUMNA	Vi (ml)	Vi ord. (ml)	[Vi-Vm] (ml)
1	1 A	95	60	35.46875
2	1 B	140	65	30.46875
3	1 C	120	65	30.46875
4	1 D	85	70	25.46875
5	1 E	90	70	25.46875
6	1 F	95	70	25.46875
7	1 G	95	70	25.46875
8	1 H	70	70	25.46875
9	2 A	110	80	15.46875
10	2 B	135	80	15.46875
11	2 C	125	80	15.46875
12	2 D	80	80	15.46875
13	2 E	80	85	10.46875
14	2 F	105	85	10.46875
15	2 G	105	90	5.46875
16	2 H	80	90	5.46875
17	3 A	90	95	0.46875
18	3 B	115	95	0.46875
19	3 C	85	95	0.46875
20	3 D	80	95	0.46875
21	3 E	70	100	4.53125
22	3 F	95	105	9.53125
23	3 G	115	105	9.53125
24	3 H	125	110	14.53125
25	4 A	70	115	19.53125
26	4 B	65	115	19.53125
27	4 C	65	120	24.53125
28	4 D	70	125	29.53125
29	4 E	60	125	29.53125
30	4 F	70	135	39.53125
31	4 G	100	140	44.53125
32	4 H	170	170	74.53125
			95.46875	638.75

1. Cálculo de la uniformidad de la zona evaluada

$$UD(zona) = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m}$$

V25% = 67.5
 Vm = 95.46875
 UD(zona) = 70.70

2. Uniformidad de instalación

Presión máxima = 2

$$P_m = \frac{2 \times P_{min} + P_{max}}{3}$$

Presión media = 1.80

$$UD = UD(zona) \times \frac{1 + 3 \times \sqrt{\frac{P_{min}}{P_m}}}{4}$$

UD = 69.21

3. Pérdidas por evaporación y arrastre del viento

Medida de caudales medidos en campo en Litros por segundo

A1*	A2*	A3*	
	0.27	0.26	0.28
	0.22		0.27
promedio l/s =	0.24	promedio l/s =	0.26
A4*	A5*	A6*	
	0.26	0.24	0.27
	0.24	0.24	0.28
promedio l/s =	0.25	promedio l/s =	0.24
		promedio l/s =	0.27

$$Q_a = \frac{Q_1}{4} - \frac{Q_2}{2} - \frac{Q_3}{4} + \frac{Q_4}{4} + \frac{Q_5}{2} + \frac{Q_6}{4}$$

Qa l/s = 0.506515625
 Qa l/h = 1823.45625
 caudal promedio l/s = 0.26
 Caudal en m3/h = 0.9196875

superficie de zona evaluada m2 = 288
 Tiempo de la prueba en min = 45

Determinación de la lamina de agua aplicada

$$L_a (mm) = \frac{Q_a (\text{Litros/Hora})}{\text{Superficie zona evaluada (m}^2) \times 60} \times \text{Tiempo de evaluación (min)}$$

La (mm) = 4.748583984

Altura media recogida por los pluviómetros

$$L_p (mm) = \frac{V_{promedio}}{S} \times 1000$$

Area del pluviometro (mm2) = 20106.24
 Vpromedio (ml) = 95.46875
 Altura media mm = 4.748214982

Pérdidas por evaporación y arrastre

$$P_e = 100 \times \frac{L_a - L_p}{L_a}$$

Pe = 0.008

4. Coeficiente de uniformidad de Christiansen

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Vi - Vm|}{n \times Vm} \right) \times 100$$

CU = 79.09165303

5. Pluviometría media recogida hm en mm/h

$$hm = \frac{Lp}{t} \times 60$$

hm = 6.330953309 mm/h

6. Pluviometría media aplicada qr en mm/h

$$qr = \frac{q}{S1 \times S2} \times 1000$$

qr = 6.38671875

7. Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor (Ea)

$$Ea = \frac{hm}{qr} \times 100$$

Ea = 99.12685304

EVALUACIÓN DE RIEGO COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA

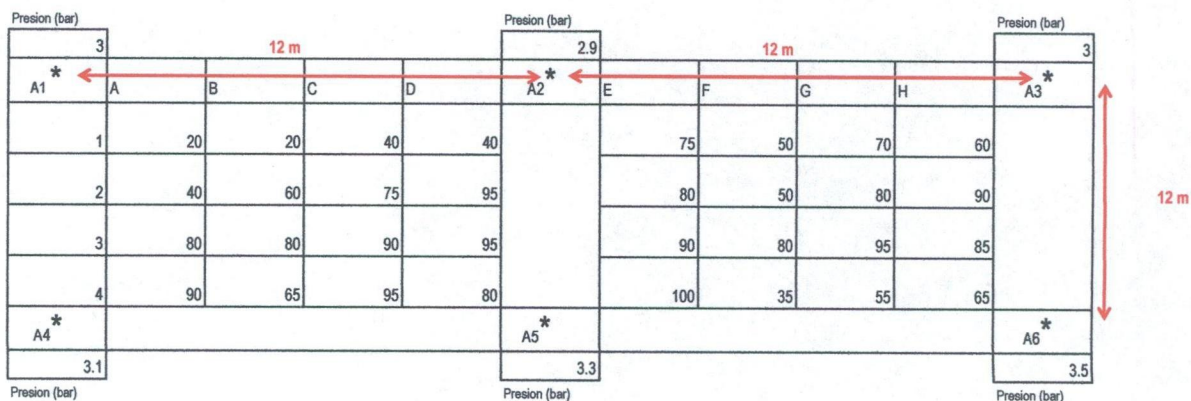
Fecha: 09 de Setiembre del 2010
 Superficie de parcela: 0.25 Ha
 Cultivo actual: alfalfa
 Tipo de riego: Cobertura parcial móvil
 Marco de riego: 12 x 12m

DATOS DE CLIMA

temperatura ambiental °C : 22.2
 Velocidad del viento en m/s : 3.6

DATOS DE ASPERSOR

Tipo: de martillo
 Marca y modelo: VIR 80 modelo 8002
 Boquilla:
 Altura de tubo porta aspersor:



N°	PLUVIOMETRO FILA COLUMNA	Vi (ml)	Vi ord. (ml)	Vi-Vm (ml)
1	1 A	20	20	49.53125
2	1 B	20	20	49.53125
3	1 C	40	35	34.53125
4	1 D	40	40	29.53125
5	1 E	75	40	29.53125
6	1 F	50	40	29.53125
7	1 G	70	50	19.53125
8	1 H	60	50	19.53125
9	2 A	40	55	14.53125
10	2 B	60	60	9.53125
11	2 C	75	60	9.53125
12	2 D	95	65	4.53125
13	2 E	80	65	4.53125
14	2 F	50	70	0.46875
15	2 G	80	75	5.46875
16	2 H	90	75	5.46875
17	3 A	80	80	10.46875
18	3 B	80	80	10.46875
19	3 C	90	80	10.46875
20	3 D	95	80	10.46875
21	3 E	90	80	10.46875
22	3 F	80	80	10.46875
23	3 G	95	85	15.46875
24	3 H	85	90	20.46875
25	4 A	90	90	20.46875
26	4 B	65	90	20.46875
27	4 C	95	90	20.46875
28	4 D	80	95	25.46875
29	4 E	100	95	25.46875
30	4 F	35	95	25.46875
31	4 G	55	95	25.46875
32	4 H	65	100	30.46875
			69.53125	607.8125

1. Calculo de la uniformidad de la zona evaluada

$$UD(zona) = 100 \times \frac{V_{25\%}}{V_m}$$

V25% = 36.875
 Vm = 69.53125
 UD(zona) = 53.03

2. Uniformidad de instalación

Presión maxima = 2

$$P_m = \frac{2 \times P_{min} + P_{max}}{3}$$

Presión media = 2.67

$$UD = UD(zona) \times \frac{1 + 3 \times \sqrt{\frac{P_{min}}{P_m}}}{4}$$

UD = 55.45

3. Perdidas por evaporación y arrastre del viento

Medida de caudales medidos en campo en Litros por segundo

A1*	A2*	A3*	
	0.31	0.33	0.33
	0.33	0.32	0.33
promedio l/s =	0.32	promedio l/s =	0.32
A4*	A5*	A6*	
	0.32	0.31	0.33
	0.33	0.31	0.33
promedio l/s =	0.32	promedio l/s =	0.31

$$Q_a = \frac{Q_1}{4} - \frac{Q_2}{2} - \frac{Q_3}{4} + \frac{Q_4}{4} + \frac{Q_5}{2} + \frac{Q_6}{4}$$

Qa l/s = 0.642074827
 Qa l/h = 2311.469377
 caudal promedio l/s = 0.32

Caudal en m3/h = 1.158879304

superficie de zona evaluada m2 = 288
 Tiempo de la prueba en min = 43

Determinación de la lamina de agua aplicada

$$L_a (mm) = \frac{Q_a (\text{Litros/Hora})}{\text{Superficie zona evaluada (m}^2) \times 60} \times \text{Tiempo de evaluación (min)}$$

La (mm) = 5.751920324

Altura media recogida por los pluviómetros

$$L_p (mm) = \frac{V_{promedio}}{S} \times 1000$$

Area del pluviometro (mm2) = 20106.24
 Vpromedio (ml) = 69.53125

Altura media mm = 3.458192581

Perdidas por evaporación y arrastre

$$P_e = 100 \times \frac{L_a - L_p}{L_a}$$

Pe = 39.878

4. Coeficiente de uniformidad de Christiansen

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - V_m|}{n \times V_m} \right) \times 100$$

CU = 72.68258427

5. Pluviometría media recogida hm en mm/h

$$hm = \frac{Lp}{t} \times 60$$

hm = 4.825384997 mm/h

6. Pluviometría media aplicada qr en mm/h

$$qr = \frac{q}{51 \times 52} \times 1000$$

qr = 8.047772945

7. Eficiencia de descarga o rendimiento de aplicación del aspersor (Ea)

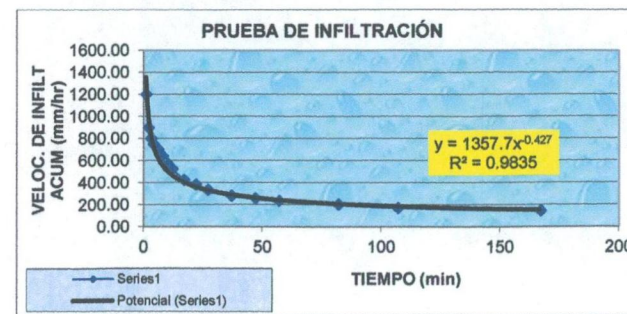
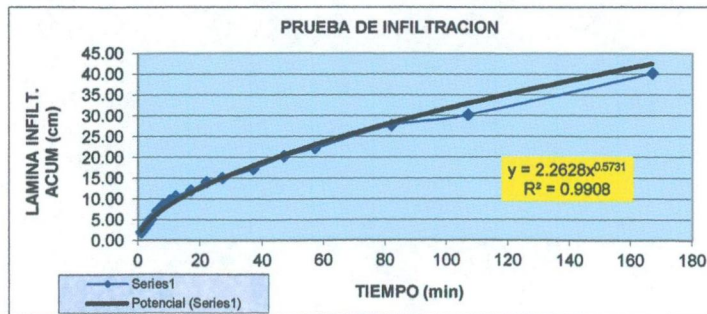
$$Ea = \frac{hm}{qr} \times 100$$

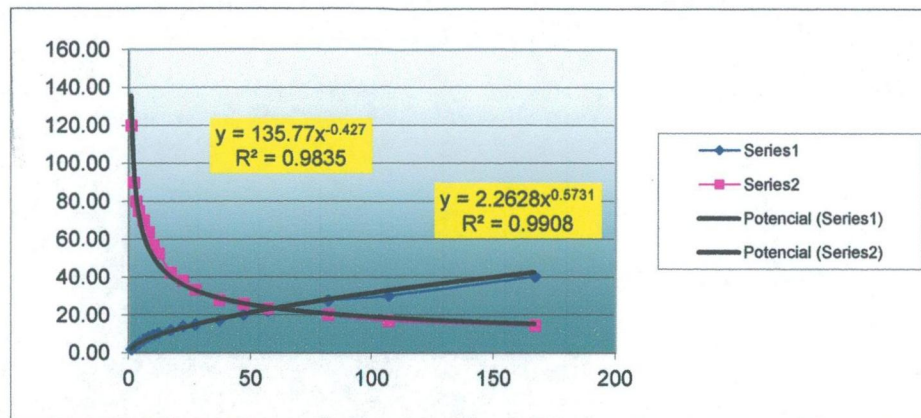
Ea = 59.95925867

Anexo 05

PRUEBA DE INFILTRACION: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LLUTACANCHA

HORA			LECTURAS		TIEMPO		LECTURAS INFILTRADAS		VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	
			ENRASE	LECTURA DE DESENSE	PARCIAL (min)	ACUMULADO (min)	LAMINA PARCIAL (cm)	LAMINA ACUMULADA (cm)	INSTANTANEO (mm/hr)	PROMEDIO (mm/hr)
H	M	M	Ei	Li,n	Δt	ΣΔt	Mi,n	ΣMi,n		
9	3	543		126	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
9	5	545		128	1	1	2.00	2.00	1200.00	1200.00
9	7	547		129	1	2	1.00	3.00	600.00	900.00
9	9	549		130	1	3	1.00	4.00	600.00	800.00
9	11	551		131	1	4	1.00	5.00	600.00	750.00
9	13	553		133	2	6	2.00	7.00	600.00	700.00
9	15	555		134.5	2	8	1.50	8.50	450.00	637.50
9	20	560		135.5	2	10	1.00	9.50	300.00	570.00
9	25	565		136.5	2	12	1.00	10.50	300.00	525.00
9	30	570		138	5	17	1.50	12.00	180.00	423.53
9	35	575		140	5	22	2.00	14.00	240.00	381.82
9	40	580		141	5	27	1.00	15.00	120.00	333.33
9	45	585	130	143.2	10	37	2.20	17.20	132.00	278.92
9	52	592		133	10	47	3.00	20.20	180.00	257.87
10	0	600		135	10	57	2.00	22.20	120.00	233.68
10	10	610		140.5	25	82	5.50	27.70	132.00	202.68
10	25	625	129	143	25	107	2.50	30.20	60.00	169.35
10	40	640		139	60	167	10.00	40.20	100.00	144.43





Luego de obtener los valores de (b, a) después de la regresión de la grafica obtenida del cuadro de velocidad de infiltración versus el tiempo de infiltración acumulado. Se optuvo:

$$I_{acum} = 2.262 * T^{0.573} \text{ cm/min}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A &= 2.262 \\ B &= 0.573 \end{aligned}$$

Calculo de la velocidad de infiltracion

$$\frac{\partial(I_{acum})}{\partial t} = \frac{\partial(2.262 * T^{0.573})}{\partial t} = I = 1.2961 * T^{-0.427}$$

Donde :

$$\begin{aligned} a &= 1.2961 \\ b &= -0.427 \end{aligned}$$

Por tanto el tiempo de infiltración base donde la velocidad de infiltración es casi constante es:

$$T_b = -600 * b \text{ min}$$

$$T_b = -600 * (-0.427) \text{ min} = 256.2 \text{ min} \quad : \quad 256 \text{ min}$$

$$T_b = 4.3 \text{ hr}$$

$$Vib = 0.121 \text{ mm/min}$$

$$Vib = 7.286 \text{ mm/hr}$$

TIPO DE SUELO EN EL LUGAR DEL PROYECTO:

TEXTURA: FRANCO ARCILLOSO

$$CC = 31\%$$

$$PMP = 16\%$$

$$Pa = 1.18$$

cc	=	10 - 13 % suelos arenosos
cc	=	hasta mas de 30 % suelos arcillo limosos o arcillosos
cc	=	hasta 100 % para horizontes ricos en humus.

CLASE TEXTURAL	PMP
Arena =	2 a 5%
Limo =	8a10%
Limo arcilloso =	15%
Suelo turboso =	35%

CLASE TEXTURAL	Pa
Arcilla	1.1
Franco arcilloso	1.2
Franco limoso	1.3
Franco	1.4
Franco arenoso	1.5
Arena	1.6

Anexo 06



MULTISERVICIOS AGROLAB
INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

RUC 10282079009

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO DE SUELOS

Solicitante: Srta. Cusi de la Cruz

Departamento: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Tambillo

Comunidad: Llutacancha

Fecha: 10-01-11

Nº Laboratorio	AS 10200
Nº Campo	Llutacancha
Capacidad de campo (%)	30.79
Punto de marchites (%)	15.89
Densidad Aparente (g.cc ⁻¹)	1.18
Arena (%)	63.40
Limo (%)	11.88
Arcilla (%)	24.72
Clase textural	Fr Ar A

M. Sc. Ing. Marileni Cerdá Gómez
Especialista en Suelos



Departamento AYACUCHO
Provincia HUAMANGA
Distrito TAMBILLO
Predio UCHUYPAMPA

Proyecto ..Unidad de Riago de Uchuypampa..
Solicitante
Exxx: Análisis caracterización y físico
Ingreso de Muestra Q5-11-2004
Entrega de Resultados: .. 29-11-2004

ANALISIS DE SUELOS

Clave Muestra		Análisis Mecánico (%)			Clase Textural	pH.		C E mmhos/cm	CO3 %	Mat. Org. %	N Total %	Elementos disp. (ppm)			Cationes Cambiables (meq/100g)					CIC (meq/100g)			
Laborat	Campo	Arena	Limo	Arcilla		H2O	KCl					P	K	S	Ca**	Mg**	K*	xxx D. ap. g/cm ³	xxx E.C. %		PMP %		
140	S:2-3*	55.59	18.40	26.01	Fr-Arcil-Aren	7.30	--	1.40	0.24	2.21	0.11	11.58	392	--	21.28	0.49	2.01	1.11	26.08	14.17	22.00		
141	S:1-4*	57.59	12.40	30.01	" " "	7.20	--	1.29	0.12	1.82	0.09	8.07	385	--	20.24	0.97	1.97	1.28	27.22	14.79	23.00		

Observaciones: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA Programa de Fisiología y Ganadería * S: 2-3 = Sectores 2 y 3 ; S:1-4 = Sectores 1 y 4

Jefe Laboratorio
Ing. JUAN B. GIRON MOLINA
Laboratorio de Análisis de Suelos
Mareas y Aguas "Nicolas Boulet"
RESPONSABLE

Técnico Laboratorista
.....

MODELO SKIPPER 1 1/2"

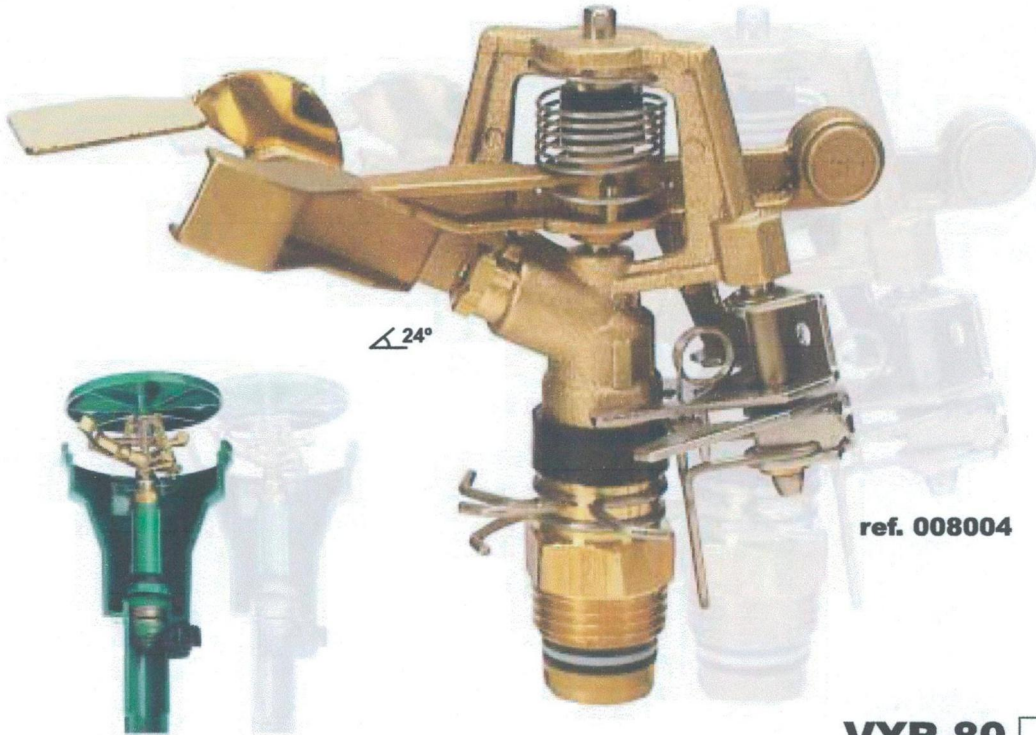


Aspersor de media capacidad para medias presiones, con rotación uniforme circular y con sectores de extensión variable. Está provisto de toberas intercambiables y de un quebrachorro que se puede reglar con interferencia fija o intermitente. La grande uniformidad y dulzura de lluvia a lo largo del chorro lo hacen especialmente apropiado para la irrigación racional de tierras con siembras jóvenes, de cultivos delicados listos para germinar, de hortalizas y plantas ornamentales. Por su ligereza y la completa protección de sus mecanismos se conviene muy especialmente a las instalaciones móviles de cualquier dimensión.

Aspersores de largo y medio chorro con movimiento a turbina

Diámetro de la tobera		Presión		Chorro		Capacidad			Datos para cada Aspersor	
									Superficie irrigada	Intensidad por hora
m	inch	Kg/cm ²	Ibs/inch	m	feet	l/min	m ³ /h	G.P.M	m ²	mm/h
10	.40	2	29	18.5	60	88	5.3	23	1075	4.9
		2.5	37	20	66	99	5.9	26	1256	4.7
		3	44	21	68	108	6.5	28	1384	4.7
		4	56	23	75	125	7.5	33	1661	4.5
12	.47	2.5	37	21	68	143	8.6	38	1384	6.2
		3	44	22	72	155	9.4	41	1519	6.2
		3.5	51	24	78	168	10.2	44	1808	5.6
		4	56	26	85	180	10.8	47	2123	5.1
14	.55	2.5	37	21	68	194	11.6	51	1384	8.3
		3	44	23	75	212	12.8	56	1661	7.7
		3.5	51	26	82	230	13.8	61	2123	6.5
		4.5	66	28	88	260	15.6	68	2461	6.3
16	.63	3	44	27	82	276	16.7	73	2289	7.3
		3.5	51	28	88	298	18.1	79	2461	7.3
		4	56	30	94	320	19.3	84	2826	6.8
		5	70	33	102	356	21.3	94	3419	6.3
18	.71	3	44	28	92	350	21	92	2461	8.5
		4	56	31	102	405	24.3	107	3017	8.0
		5	70	35	108	452	27.1	119	3846	7.0
		6	85	37	114	496	29.7	131	4298	6.9

Nota: Información y gráficos de este documento son propiedad de SIME Sprinklers



ref. 008004

VYR-80

impacto - impact - impact - schlagregner

aspersores jardin - sprinklers garden - arroseurs jardin - regner garten

■ ASPERSOR VYR-80

- Fabricado en latón.
- Conexión 1/2" macho.
- Deflector de cobertura regulable.
- Tornillo difusor.
- Brazo especial antisalpicadura.

Ref. 008001: Círculo completo. Deflector.

Ref. 008002: Círculo completo.

Diseño especial para adaptar al pop-up VYR-961

Ref. 008004: Sectorial o círculo completo.

Deflector.

Ref. 008005: Sectorial o círculo completo.

Especial para adaptar a la carcasa VYR-961.

■ SPRINKLER VYR-80

- Made of brass.
- 1/2" pipe thread connection.
- Adjustable deflector set distance.
- Diffuser pin.
- Special antibacksplash arm.

Ref. 008001: Full circle. Deflector.

Ref. 008002: Full circle.

Special design for pop-up VYR-961

Ref. 008004: Full or part circle. Deflector.

Ref. 008005: Full or part circle.

Special design for pop-up VYR-961

■ ARROSEUR VYR-80

- Fabriqué en laiton.
- Raccord 1/2" mâle.
- Axe ressorts et butées en acier inox.
- Déflecteur pour ajuster le rayon d'arrosage de 4,5 m. à 12,75 m.
- Bras anti-éclaboussure.

Ref. 008001: Arroseur circulaire avec déflecteur.

Réf. 008002: Arroseur circulaire émergent.

Dessiné spécialement pour être adapté à ca casse VYR-961.

Réf. 008004: Arroseur circulaire ou à secteur

avec déflecteur.

Réf. 008005: Arroseur circulaire/ secteur émergent

dessiné spécialement pour être adapté à carcasse VYR-961.

■ REGNER VYR-80

- Ausführung aus Messing.
- Anschluss 1/2" männlich.
- Sektor-Begrenzungen und Umschaltfeder aus rostfreiem Stahl.
- Stellscheibe zur Einstellung des Wirkungsradius von 4,5 bis 12,75 Meter.
- Arm anti-basprintzen.

Ref. 008001: Rundregner mit Stellscheibe zur Einstellung der Höhe und der Wurfweite der Berengnung.

Ref. 008002: Versenkbarer Rundregner

Gewindeachse zur Einstellung des Gestells.

Ref. 008004: Rund-oder Sektorregner mit Stellscheibe.

Ref. 008005: Versenkbarer Sektorregner

Gewindeachse zur Einstellung des Sammelbeckens VYR-961.

◆ STANDARD

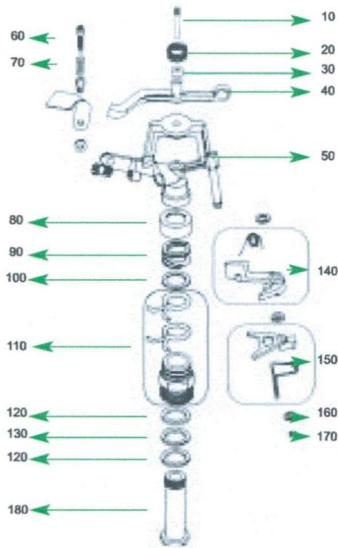
- Los aspersores se suministrarán con toberas estándar si no se especifica nada en contra.
- Sprinklers will be furnished with standard nozzles unless specified otherwise.

- Les arroseurs sont fournis avec des buses standard s'il n'y a pas de précision spécifique au moment de la commande.
- Ohne angabe von speziellen düssenbestückung-stand dardausführung



VYR-80

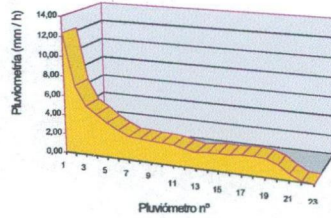
despiece y tablas - break-down and tables
pannes et tables - zusammenbruch und tische



MARCO	CU	UD
R:7*7	94	93
R:8*8	90	90
R:9*9	84	73
R:10*10	81	72
R:11*11	86	85
R:12*12	86	78
R:13*13	82	70
R:14*14	81	71

CU: Coeficiente de Uniformidad de Christiansen
UD: Uniformidad de Distribución
R: Marco rectangular

PRESIÓN (kg/cm)	2,76
CAUDAL (l/h)	1.006
Diámetro Boq. (mm)	4 PVC
Fecha	06/14/02
Observador	C.I.T
Vel. Rol. (min/rev)	0,42
Altura aspersor (m)	0,60
Duración (min)	60
T°	20°
Hr	20:00
Velocidad viento	0



PLUV.	mm/h	metros
1	12,40	0,62
2	7,10	1,24
3	5,10	1,86
4	4,40	2,48
5	3,60	3,10
6	3,00	3,72
7	2,50	4,34
8	2,40	4,96
9	2,30	5,58
10	2,30	6,20
11	2,20	6,82
12	1,90	7,44
13	1,70	8,06
14	1,80	8,68
15	1,90	9,30
16	1,90	9,92
17	2,00	10,54
18	2,00	11,16
19	1,90	11,78
20	1,50	12,40
21	0,70	13,02
22	0,10	13,64

STANDARD

Bars	3 mm.		3,5 mm.		4 mm.	
	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.
1,5	450	20	580	21	730	22
2,0	510	21	660	22	850	23
2,5	550	22	740	23	950	24
3,0	630	23	810	23	1.030	24
3,5	680	23	870	24	1.110	25
4,0	720	24	930	25	1.180	26

Solamente para aspersores circulares.
Only for full circle series.



- Las zonas sombreadas no son recomendables para una distribución óptima.
- Shaded areas are not recommended for best distribution.

- Les zones ombrages ne sont pas conseillées pour un arrosage correct.
- Für optimale Leistung nur einstellbaren im weissen feld der tabellen wählen.

RENDIMIENTOS DE LOS CULTIVOS

AYACUCHO: RENDIMIENTO PROMEDIO DE LA ARVEJA GRANO VERDE, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	1897	1941	1882	1948	2002	1944	2131	2159	2315	2260	2406	2634
HUAMANGA	1756	2042	1910	1935	2181	2040	2252	2143	2536	2339	2639	2931
Ayacucho	–	2000	1846	1929	1750	2000	2000	–	–	2000	2103	2360
Acocro	1619	1788	1939	1825	2045	2000	2083	2029	2271	2307	2964	2929
Acos Vinchos	1800	2000	1818	1850	1833	1714	–	2000	2000	2000	2160	2455
Carmen Alto	–	2000	1500	1500	1600	–	2000	2048	2000	2000	2194	2927
Chiara	2000	2323	1889	1846	1971	1944	2000	1962	2275	2000	2236	2841
Ocos	2273	2667	2531	2615	2581	2667	2743	2628	3064	4000	4110	4013
Pacaycasa	1700	2000	1778	2000	2000	1667	2000	–	1857	2000	–	–
Quinoa	1600	2000	2000	1818	2333	1750	2000	2000	2167	2111	–	2375
San José de Ticllas	–	1750	2000	1750	1800	1500	2000	–	2000	2000	2000	2167
San Juan Bautista	–	2000	2000	1500	2000	–	2000	2125	–	–	–	–
Santiago de Pischa	1500	1706	1500	1767	1938	1429	–	–	–	2000	2000	2333
Socos	1600	2000	1700	1800	2071	1769	2000	2000	2828	2000	2000	2630
Tambillo	–	2125	1615	1923	2000	1571	1778	1909	2042	2000	2000	2235
Vinchos	1533	2000	1636	2056	2000	1778	2286	1933	2868	2203	2214	2778
Jesús de Nazareno	–	–	–	–	2000	1500	2000	–	–	2000	–	–

AYACUCHO: RENDIMIENTO PROMEDIO DE LA PAPA, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	7247	8897	9569	9822	10301	10703	12565	9342	11609	13277	13313	14914
HUAMANGA	8549	1552	11041	10343	10824	12299	16365	9526	15257	18011	18420	19515
Ayacucho	11683	11479	10955	9703	11154	19400	11269	8667	10778	11000	10471	11267
Acocro	9266	11966	11366	10258	11901	13761	19020	10084	20797	24109	22221	21822
Acos Vinchos	8158	10396	9990	9583	10592	11669	14785	8769	12291	10205	10510	15125
Carmen Alto	8286	9611	8944	9263	10520	10962	9950	8000	15530	15060	13961	20438
Chiara	8216	11228	12102	11219	10575	13242	17594	9792	13727	15006	19068	22321
Ocos	8370	11685	10126	9816	11427	10670	12415	9048	11259	13997	12085	14804
Pacaycasa	11325	12720	11188	12269	12161	11500	11923	8333	9333	10000	10000	12333
Quinoa	8319	10190	10861	10602	11935	11309	14196	8000	11800	12000	12161	14641
San José de Ticllas	7113	12612	10554	10013	11614	9323	11906	7818	11944	12022	11663	13971
San Juan Bautista	7962	10875	10034	9548	12077	12000	11750	8364	13444	13500	14000	11333
Santiago de Pischa	8342	13108	10714	10044	9770	8769	11056	7308	11963	10933	11028	13870
Socos	7702	10585	9634	9911	9127	10059	12844	10360	13553	13974	12535	10678
Tambillo	8541	11716	11037	10674	11165	11769	12479	8563	12741	14000	12653	16916
Vinchos	7224	11364	10761	9917	9710	10785	15747	7866	11598	19791	17499	15266
Jesús de Nazareno	–	–	–	–	12176	11250	12500	–	10000	10667	14400	14375

Fuente: Agencias Agrarias de la DRA – Ayacucho
Elaboración: Dirección de Información Agraria Ayacucho

AYACUCHO: RENDIMIENTO PROMEDIO DEL MAÍZ CHOCLO, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	4678	5123	4930	5491	5291	4863	6146	5233	5432	5279	5590	5408
HUAMANGA	5810	5962	5993	5978	5276	4855	6673	5738	6281	5654	6005	5771
Ayacucho	4500	5000	5333	5200	5000	4000	--	--	--	5050	5070	5333
Acocro	6500	6750	6563	6436	5161	4941	5833	6333	5211	5567	7636	5538
Acos Vinchos	5250	5757	5818	6000	5571	4400	--	--	4000	4821	6000	5167
Carmen Alto	5500	6000	5000	5000	5000	4000	--	--	--	--	--	5250
Chiara	--	5667	5500	5167	4909	4400	--	--	--	5000	4533	4714
Ocos	6333	6563	6375	6550	5250	5229	6619	5766	6637	6010	5924	6164
Pacaycasa	5000	6000	5750	5000	5333	4000	--	--	--	5200	--	--
Quinua	6538	6571	5667	6222	5722	5067	--	--	--	6200	--	--
San José de Ticllas	5429	5818	6231	5929	5231	4875	7667	--	6000	5800	5900	4750
San Juan Bautista	5000	5500	5000	5000	5000	4000	--	--	--	--	--	--
Santiago de Píscha	5500	5714	6375	5938	5077	4375	--	--	--	5000	5000	4500
Socos	5333	5000	5667	5850	5333	4778	--	--	6000	5500	5641	4941
Tambillo	6167	6333	6400	5500	5000	4333	7750	5333	--	5000	5700	5474
Vinchos	5750	6000	5786	5857	5364	4250	--	--	--	6000	6000	5286
Jesús de Nazareno	--	--	--	--	5000	4500	8000	--	6000	6000	5800	5000

AYACUCHO: RENDIMIENTO PROMEDIO DE ALFALFA, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	18397	19691	22046	26171	30376	30056	29673	30685	31694	32349	32339	33159
HUAMANGA	20664	21163	24005	25607	30984	29973	27824	30765	31343	33067	31203	30276
Ayacucho	25444	25667	24750	29750	46500	45833	38000	42286	44286	44533	38774	38667
Acocro	--	--	20000	22000	31500	27000	26250	26750	26800	27000	24400	25000
Acos Vinchos	21000	21750	21818	32909	34214	32214	29214	41200	40200	40625	33500	34231
Carmen Alto	18500	18667	18750	22250	30500	39750	40000	40500	41500	41571	41947	41723
Chiara	18250	19250	20125	21909	23154	20462	18615	17308	18308	18462	21000	21500
Ocos	18842	25750	26957	26609	29649	27189	23378	25838	28027	27865	28268	28512
Pacaycasa	21905	25560	30320	36640	37650	39150	37583	43667	41333	41417	39308	39621
Quinua	22760	17364	24030	23848	27640	24667	24250	34583	30042	30458	32333	32423
San José de Ticllas	18000	19000	21714	22929	28000	29000	30667	30667	30667	31000	29000	28259
San Juan Bautista	22000	26500	27500	26000	35500	38000	33500	30000	30000	29500	28200	28300
Santiago de Píscha	18905	19043	21393	20581	36333	32000	30400	26400	27167	27333	24867	24050
Socos	21333	19091	19182	19714	27286	24786	26786	25071	24929	24857	23786	23765
Tambillo	23500	20500	26500	24500	27000	25333	25000	34909	37091	37167	33059	33773
Vinchos	17571	19714	22286	20429	27429	30286	35000	28000	29857	30154	30667	24780
Jesús de Nazareno	--	--	--	--	33300	42100	36667	33778	37333	37222	28154	26844

Fuente: Agencias Agrarias de la DRA – Ayacucho
 Elaboración: Dirección de Información Agraria Ayacucho

PRECIOS DE LOS CULTIVOS

AYACUCHO: PRECIO PROMEDIO EN CHACRA DE LA ARVEJA GRANO VERDE, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	0.60	0.70	0.82	0.69	0.69	0.68	0.62	0.66	0.69	0.74	0.71	0.85
HUAMANGA	0.62	0.70	0.86	0.60	0.71	0.65	0.67	0.71	0.72	0.72	0.72	0.84
Ayacucho	--	0.64	0.79	0.54	0.71	0.70	0.63	--	--	0.80	0.71	0.69
Acocro	0.62	0.70	0.81	0.51	0.74	0.90	0.67	0.73	0.74	0.71	0.62	0.78
Acos Vinchos	0.58	0.76	0.89	0.50	0.75	0.64	--	0.73	0.69	0.67	0.62	0.71
Carmen Alto	--	0.70	0.86	0.70	0.84	--	0.57	0.72	0.75	0.63	0.92	1.06
Chiara	0.61	0.71	0.81	0.64	0.60	0.63	0.66	0.67	0.67	0.65	0.60	0.78
Ocros	0.61	0.70	0.93	0.63	0.71	0.66	0.71	0.73	0.70	0.86	0.94	1.04
Pacaycasa	0.62	0.72	0.98	0.60	0.70	0.62	0.68	--	0.68	0.73	--	--
Quinua	0.63	0.69	0.78	0.66	0.71	0.67	0.66	0.70	0.60	0.61	--	0.82
San José de Ticllas	--	0.64	0.71	0.70	0.71	0.66	0.70	--	0.60	0.62	0.69	0.72
San Juan Bautista	--	0.65	0.89	0.75	0.70	--	0.60	0.77	--	--	--	--
Santiago de Pischa	0.64	0.65	0.90	0.57	0.71	0.66	--	--	--	0.62	0.64	0.72
Socos	0.64	0.69	0.90	0.60	0.76	0.62	0.70	0.60	0.75	0.70	0.67	0.75
Tambillo	--	0.70	0.91	0.72	0.70	0.72	0.67	0.67	0.70	0.75	0.67	0.89
Vinchos	0.64	0.70	0.94	0.60	0.71	0.63	0.63	0.71	0.76	0.68	0.65	0.84
Jesús de Nazareno	--	--	--	--	0.69	0.65	0.60	--	--	0.65	--	--

AYACUCHO: PRECIO PROMEDIO EN CHACRA DE LA PAPA, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	0.43	0.55	0.40	0.28	0.43	0.28	0.42	0.39	0.29	0.42	0.43	0.46
HUAMANGA	0.40	0.55	0.37	0.21	0.41	0.21	0.40	0.34	0.24	0.40	0.40	0.43
Ayacucho	0.55	0.60	0.37	0.19	0.39	0.24	0.42	0.35	0.25	0.36	0.38	0.47
Acocro	0.41	0.51	0.37	0.21	0.41	0.22	0.40	0.35	0.23	0.38	0.40	0.43
Acos Vinchos	0.42	0.57	0.36	0.22	0.45	0.19	0.42	0.32	0.24	0.36	0.42	0.39
Carmen Alto	0.53	0.55	0.41	0.19	0.42	0.24	0.42	0.35	0.24	0.42	0.41	0.49
Chiara	0.37	0.61	0.36	0.21	0.43	0.20	0.39	0.34	0.28	0.43	0.40	0.42
Ocros	0.35	0.56	0.35	0.19	0.40	0.26	0.39	0.40	0.24	0.46	0.47	0.39
Pacaycasa	0.48	0.55	0.43	0.26	0.40	0.20	0.37	0.32	0.35	0.48	0.40	0.52
Quinua	0.39	0.54	0.36	0.25	0.42	0.20	0.38	0.34	0.21	0.43	0.46	0.41
San José de Ticllas	0.45	0.57	0.36	0.22	0.42	0.20	0.44	0.32	0.29	0.42	0.40	0.37
San Juan Bautista	0.50	0.49	0.37	0.22	0.41	0.23	0.44	0.44	0.23	0.34	0.41	0.44
Santiago de Pischa	0.43	0.54	0.41	0.20	0.40	0.20	0.44	0.32	0.33	0.48	0.41	0.40
Socos	0.43	0.52	0.38	0.23	0.40	0.17	0.38	0.32	0.20	0.42	0.40	0.39
Tambillo	0.42	0.54	0.36	0.24	0.40	0.23	0.44	0.35	0.25	0.44	0.40	0.44
Vinchos	0.38	0.58	0.36	0.19	0.41	0.19	0.38	0.33	0.23	0.40	0.40	0.42
Jesús de Nazareno	--	--	--	--	0.40	0.29	0.48	--	0.20	0.34	0.40	0.91

Fuente: Agencias Agrarias de la DRA – Ayacucho
Elaboración: Dirección de Información Agraria Ayacucho

AYACUCHO: PRECIO EN CHACRA DEL MAÍZ CHOCLO, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	0.65	0.76	0.80	0.70	0.65	0.68	0.68	0.73	0.73	0.71	0.69	0.80
HUAMANGA	0.65	0.76	0.82	0.71	0.54	0.62	0.67	0.62	0.71	0.64	0.65	0.75
Ayacucho	0.61	0.75	0.87	0.62	0.50	0.60	--	--	--	0.61	0.69	0.69
Acocro	0.67	0.75	0.80	0.70	0.50	0.50	0.67	0.61	0.75	0.65	0.64	0.61
Acos Vinchos	0.64	0.75	0.86	0.77	0.58	0.50	--	--	0.75	0.73	0.70	0.59
Carmen Alto	0.65	0.74	0.90	0.70	0.60	0.55	--	--	--	--	--	0.94
Chiara	--	0.76	0.82	0.63	0.61	0.50	--	--	--	0.66	0.70	0.73
Ocos	0.65	0.76	0.80	0.73	0.53	0.75	0.67	0.62	0.70	0.63	0.62	0.81
Pacaycasa	0.64	0.80	0.82	0.70	0.60	0.63	--	--	--	0.69	--	--
Quinua	0.67	0.78	0.78	0.60	0.51	0.60	--	--	--	0.67	--	--
San José de Ticllas	0.65	0.77	0.87	0.70	0.60	0.58	0.74	--	0.70	0.66	0.70	0.67
San Juan Bautista	0.67	0.75	0.90	0.70	0.60	0.60	--	--	--	--	--	--
Santiago de Píscha	0.65	0.76	0.78	0.77	0.60	0.62	--	--	--	0.55	0.56	0.67
Socos	0.65	0.78	0.81	0.70	0.50	0.51	--	--	0.70	0.60	0.69	0.71
Tambillo	0.64	0.76	0.90	0.84	0.60	0.55	0.70	0.57	--	0.63	0.64	0.88
Vinchos	0.67	0.76	0.79	0.73	0.51	0.50	--	--	--	0.67	0.68	0.70
Jesús de Nazareno	--	--	--	--	0.60	0.55	0.70	--	0.60	0.68	0.64	0.71

AYACUCHO: PRECIO EN CHACRA DE ALFALFA, SEGÚN PROVINCIAS Y DISTRITOS POLÍTICOS, POR AÑO 1997 – 2008 (KG/HA)

Provincia/ Distrito	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
AYACUCHO	0.30	0.32	0.33	0.33	0.28	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.27	0.28
HUAMANGA	0.30	0.32	0.33	0.32	0.28	0.27	0.30	0.32	0.32	0.30	0.30	0.30
Ayacucho	0.33	0.32	0.38	0.36	0.27	0.28	0.32	0.34	0.33	0.32	0.32	0.31
Acocro	--	--	0.20	0.20	0.29	0.28	0.28	0.30	0.30	0.30	0.31	0.32
Acos Vinchos	0.28	0.31	0.31	0.31	0.29	0.28	0.32	0.35	0.35	0.31	0.31	0.30
Carmen Alto	0.32	0.36	0.36	0.30	0.30	0.27	0.33	0.32	0.33	0.30	0.30	0.31
Chiara	0.28	0.29	0.31	0.32	0.28	0.27	0.27	0.31	0.31	0.31	0.32	0.31
Ocos	0.28	0.24	0.25	0.27	0.26	0.27	0.28	0.28	0.27	0.22	0.22	0.24
Pacaycasa	0.30	0.35	0.34	0.32	0.27	0.27	0.31	0.35	0.35	0.32	0.34	0.31
Quinua	0.31	0.37	0.37	0.34	0.27	0.28	0.31	0.34	0.37	0.30	0.32	0.31
San José de Ticllas	0.29	0.31	0.34	0.32	0.26	0.28	0.30	0.32	0.32	0.31	0.32	0.31
San Juan Bautista	0.32	0.40	0.40	0.36	0.28	0.29	0.35	0.32	0.34	0.31	0.31	0.30
Santiago de Píscha	0.30	0.31	0.31	0.32	0.28	0.27	0.32	0.32	0.31	0.31	0.30	0.31
Socos	0.29	0.25	0.34	0.32	0.29	0.28	0.33	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31
Tambillo	0.31	0.32	0.37	0.36	0.27	0.27	0.29	0.32	0.35	0.31	0.31	0.31
Vinchos	0.29	0.29	0.30	0.29	0.27	0.28	0.30	0.31	0.31	0.30	0.31	0.31
Jesús de Nazareno	--	--	--	--	0.30	0.28	0.31	0.32	0.32	0.30	0.31	0.31

Fuente: Agencias Agrarias de la DRA – Ayacucho
 Elaboración: Dirección de Información Agraria Ayacucho

Anexo 07

Costos de producción: Arveja / 1.0 Ha

SUPERFICIE: 1.0 Ha.
 OBJETIVO DEL CULTIVO: Arveja verde para mercado
 TECNOLOGIA: Media - Riego por aspersión
 RENDIMIENTO ESPERADO: 3987.30 Kg ha⁻¹

DESCRIPCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
	UNIDAD	CANTIDAD			
TOTAL COSTOS DIRECTOS					2488.50
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					305.00
Limpieza del terreno	Jornal	1.0	25	25	
Poly Rastra - preparación del terreno	H/M	4.0	35	140	
Surcado	H/M	4.0	35	140	
2. SIEMBRA					138.50
Desinfección de semilla	Jornal	0.5	25	12.5	
Primer abonamiento	Jornal	2.0	25	50	
Distribución de semillas en surcos	Jornal mujer	2.0	20	40	
Tapado de semillas	Yunta	2.0	18	36	
3. LABORES CULTURALES					680.00
Riego por aspersión	Jornal mujer	12.0	20	240	
Deshierbo	Jornal varón	4.0	20	80	
Segundo abonamiento	Jornal varón	2.0	25	50	
Primer aporque	Jornal varón	10.0	26	260	
Segundo control fitosanitario	Jornal varón	2.0	25	50	
4. COSECHA					210.00
Recolección de vainas	Jornal mujer	5.0	20	100	
Selección	Jornal mujer	2.0	20	40	
Ensacado y cocido	Jornal varón	2.0	25	50	
Comercialización	Jornal	1.0	20	20	
5. INSUMOS					144.00
Semilla	Kg.	120.0	1.2	144	
Fertilizante (80-80-40 NPK)					545.00
Guano de Isla	Saco	5.0	40	200	
Urea agrícola	Saco	2.0	70	140	
Fosfato diámonico	Saco	2.0	70	140	
Cloruro de potasio	Saco	1.0	65	65	
Pesticidas					230.00
Hormai WP	Kg.	0.3	80	20	
Ciperklin	Lt.	1.0	90	90	
Sulfa 80 (Fungicida contra oidiosis)	Kg.	2.0	20	40	
Faena (adherente, humectante, dispersante y r)	Lt.	2.0	40	80	
6. OTROS					236.00
Fletes, transporte, insumos	kg.	1200.0	0.15	180.00	
Envases	Unidad	70.0	0.80	56.00	

Costos de producción: Papa / 1.0 Ha

SUPERFICIE: 1.0 Ha.
 OBJETIVO DEL CULTIVO: Papa para mercado
 TECNOLOGÍA: Media - Riego por aspersión
 RENDIMIENTO ESPERADO: 30178.61 Kg.ha⁻¹

DESCRIPCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
	UNIDAD	CANTIDAD			
TOTAL COSTOS DIRECTOS					5962.60
1. PREPARACION DE TERRENO					470.00
Limpieza, roturación y desterronado manual	Jornal varón	2.0	25.00	50.00	
Roturación o arado	H/M	6.0	35.00	210.00	
Rastra	H/M	4.0	35.00	140.00	
Surcado	H/M	2.0	35.00	70.00	
2. SIEMBRA					236.00
Desinfección de Semilla	Jornal mujer	2.0	20.00	40.00	
Abonamiento	Jornal varón	2.0	25.00	50.00	
Aplicación de insecticida en surco	Jornal varón	2.0	25.00	50.00	
Distribución de semilla	Jornal mujer	3.0	20.00	60.00	
Tapado de la semilla	Yunta	2.0	18.00	36.00	
3. LABORES CULTURALES					1015.00
Deshierbo	Jornal varón	5.0	25.00	125.00	
Primer control fitosanitario	Jornal varón	1.0	25.00	25.00	
Segundo aporque	Jornal varón	10.0	25.00	250.00	
Segundo control fitosanitario	Jornal varón	3.0	25.00	75.00	
Segundo aporque	Jornal varón	12.0	25.00	300.00	
Riego en todo el ciclo vegetativo	Jornal	12.0	20	240	
4. COSECHA					830.00
Corte de follaje	Jornal mujer	3.0	20.00	60.00	
Escarbe a lampa	Jornal varón	12.0	25.00	300.00	
Recojo a mano	Jornal mujer	8.0	20.00	160.00	
Traslado o amontonado	Jornal varón	5.0	25.00	125.00	
Selección y clasificación	Jornal mujer	3.0	20.00	60.00	
Ensayado y cocido	Jornal varón	3.0	25.00	75.00	
Cargue y descargue	Jornal varón	2.0	25.00	50.00	
5. INSUMOS					
SEMILLA					1800.00
Semilla de papa	Kg	1200.0	1.50	1800.00	
FERTILIZANTES (100-100-60)					740.00
Urea agrícola	Sacos	4.0	70.00	280.00	
Superfosfato triple de calcio	Sacos	4.0	80.00	320.00	
Cloruro de potasio	Sacos	2.0	70.00	140.00	
PESTICIDAS:					771.60
Para chupadera (desinfección de semilla)	Kg	0.5	80.00	41.60	
Furadán	Bols	2.0	100.00	200.00	
Ciperklín	Lt	2.0	110.00	220.00	
Fitoraz 76% PM	Kg	2.0	110.00	220.00	
Adherente (Agral)	Lt	3.0	30.00	90.00	
6. OTROS					100.00
Transporte de insumos hacia la chacra	Global	1.0	100.00	100.00	

Costos de producción: Maíz /1.0 Ha

SUPERFICIE: 1.0 Ha.
 OBJETIVO DEL CULTIVO: Maíz choclo para mercado
 TECNOLOGIA: Media - Riego por aspersion
 RENDIMIENTO ESPERADO: 250 cientos.ha⁻¹

DESCRIPCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
	UNIDAD	CANTIDAD			
TOTAL COSTOS DIRECTOS					1995
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					100
Limpieza del terreno	Jornal varó	4.0	25	100	
Riego de machaco	Jornal muje	3.0	20		
Roturación	Jornal varó	6.0	25		
Surcado y tapado	Yunta	4.0	20		
2. SIEMBRA					180
Distribución de semillas	Jornal muje	4.0	20	80	
Abonamiento	Jornal varó	4.0	25	100	
3. LABORES CULTURALES					865
Deshierbo	Jornal varó	8.0	25	200	
Aporque	Jornal varó	16.0	25	400	
Primer control fitosanitario	Jornal varó	1.0	25	25	
Riego por aspersion	Jornal muje	12.0	20	240	
4. COSECHA					250
Corte	Jornal varó	8.0	25	200	
Selección y embalaje	Jornal	2.0	25	50	
5. INUMOS AGRICOLAS					240
Semilla de maíz	Kg.	80.0	3	240	
Fertilizante 105 - 111 - 60					150
Estiercol de vacuno	Saco	30.0	5	150	
Insecticidas y/o pesticidas					110
Insecticida contra mazoequero	Lt.	1.0	70	70	
Faena (adherente, humectante, dispersante y reg	Lt.	0.5	80	40	
D. TRANSPORTE					100
Transporte de Insumos hacia la chacra	Global	1.0	100.00	100	

EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA
Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO –AYACUCHO

Costos de producción: Flores /1.0 Ha

SUPERFICIE: 1.0 Ha.
OBJETIVO DEL CULTIVO: Clavel para mercado
TECNOLOGÍA: Media - Riego por aspersión
RENDIMIENTO ESPERADO: 90000 Ramos/Ha

DESCRIPCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	PRESUPUESTO TOTAL S/.
	UNIDAD	CANTIDAD			
TOTAL COSTOS DIRECTOS					79471.5
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					600
Limpieza del terreno	Jornal varón	1.0	25	25	
Aradura	H/M	3.0	35	105	
Arado cruzado	H/M	2.0	35	70	
Preparación de camas o eras	Jornal varón	20.0	20	400	
2. SIEMBRA					377
Transplante	Jornal mujer	15.0	20	300	
Recalce	Jornal varón	1.0	25	25	
Abonamiento	Jornal varón	2.0	26	52	
3. LABORES CULTURALES					700
Deshierbo	Jornal varón	6.0	25	150	
Control fitosanitario	Jornal varón	2.0	25	50	
2do Abonamiento	Jornal varón	2.0	25	50	
Riego por aspersión	Jornal mujer	12.0	20	240	
Despunte	Jornal mujer	3.0	20	60	
Tutorado	Jornal varón	6.0	25	150	
4. COSECHA					480
Corte de flores	Jornal mujer	15.0	20	300	
Formación de ramos	Jornal mujer	5.0	20	100	
Tratamiento post cosecha	Jornal mujer	2.0	20	40	
Embalaje	Jornal varón	2.0	20	40	
5. INUMOS AGRICOLAS					60184.5
Plantulas	Und	225000.0	0.25	56250	
Fertilizante					
Urea	Saco	4.0	70	280	
Fosfato diamonico	Saco	4.0	70	280	
Sulfato de potasio	Saco	4.0	75	300	
Fetrilon combi	Kg.	2.0	85	170	
Aminofol	Lt.	1.0	300	300	
Insecticidas					
Cyperclin	Lt.	1.0	110	110	
Fungicidas					
Plantvax	Kg.	1.0	260	260	
Baycor	Lt.	1.0	300	300	
Botrizin	Lt.	2.0	90	180	
Robrai	Kg.	2.0	160	320	
Azufre en polvo	Kg.	45.0	6.5	292.5	
Tecto	Kg.	1.0	170	170	
Benlate	Kg.	1.0	190	190	
Dimanin (Bactericida)	Lt.	2.0	80	160	
Nitrato de plata (bloqueador de etil)	Kg.	0.1	1120	112	
Thiosulfato pentahidratado	Kg.	0.2	1250	250	
Nematicida					
Termik	Kg.	3.0	60	180	
Adherente					
Triple A	Lt.	2.0	40	80	
6. TUTORADO					16300
Rollizos	Und.	5400.0	3	16200	
Cordel o rafia	Und.	100.0	1	100	
D. TRANSPORTE					830
Transporte de insumos hacia la cha	Global	1.0	100.00	100	
Baldes	Und.	50.0	10.00	500	
Transporte en la venta	Global	1.0	100.00	100	
Mano de obra eb venta	Jornal mujer	4.0	20.00	80	
Ligas	Millar	100.0	0.50	50	

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA
Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO –AYACUCHO

Costos de producción: Alfalfa /1.0 Ha

SUPERFICIE: 1.0 Ha.
OBJETIVO DEL CULTIVO: Alfalfa para mercado
TECNOLOGIA: Media - Riego por aspersión
RENDIMIENTO ESPERADO: 51130.67 Kg ha⁻¹

DESCRIPCION	METRADO		PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO PARCIAL S/.	RESUPUESTO TOTAL S/.
	UNIDAD	CANTIDAD			
TOTAL COSTOS DIRECTOS					2909
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO					325
Limpieza del terreno	Jornal varón	2.0	25	50	
Machaco	Jornal varón	1.0	25	25	
Roturación o Aradura (YANMAR)	H/M	3.0	35	105	
Poly Rastra	H/M	1.5	50	75	
Arado de disco (cruzado)	H/M	2.0	35	70	
2. SIEMBRA					180
Desinfección de semilla	Jornal mujer	1.0	20	20	
Mezcla	Jornal mujer	1.0	20	20	
Distribución	Jornal mujer	3.0	20	60	
Tapado	Yunta	4.0	20	80	
3. LABORES CULTURALES					525
Control fisanitario	Jornal varón	2.0	20	40	
Deshierbo	Jornal mujer	6.0	20	120	
Abonamiento	Jornal varón	5.0	25	125	
Riego por aspersión	Jornal mujer	12.0	20	240	
4. COSECHA					435
Corte	Jornal varón	10.0	25	250	
Amontonado	Jornal mujer	3.0	20	60	
Traslado	Jornal varón	4.0	25	100	
Comercialización	Jornal	1.0	25	25	
5. INUMOS AGRICOLAS					634
Semilla de maíz	Kg.	25.0	25	625	
Rizomack (inoculante)	Sobre	1.0	9	9	
Fertilizante 150- 100 - 50					390
Guano de isla	Saco	2.0	40	80	
Fosfato diamonico	Saco	2.0	65	130	
Roca fosfórica	Saco	4.0	30	120	
Cloruro de potasio	Saco	1.0	60	60	
Pesticidas					320
Baytroid	Lt.	2.0	150	300	
Agral (adherente)	Lt.	1.0	20	20	
D. OTROS					100
Transporte de Insumos hacia la chacra	Global	1.0	100.00	100	

EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN
COMUNIDADES LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO – AYACUCHO

RENDIMIENTOS HISTÓRICOS Y PROYECTADOS EN EL DISTRITO DE TAMBILLO

**RENDIMIENTOS ANUALES DE PRODUCCION DE LOS CULTIVOS KG/HA -
CONDICIÓN INICIAL**

AÑO DE PROD.	ARVEJA (Kg/Ha)	PAPA (Kg/Ha)	MAIZ CHOCLO (Kg/Ha)	FLORES Ramos/Ha	ALFALFA (Kg/Ha)
1,997	-	8,541.00	6,167.00	90,000.00	19,091.00
1,998	2,125.00	11,716.00	6,333.00	90,000.00	20,500.00
1,999	1,615.00	11,037.00	6,400.00	90,000.00	26,500.00
2,000	1,923.00	10,674.00	5,500.00	90,000.00	24,500.00
2,001	2,000.00	11,165.00	5,000.00	90,000.00	27,000.00
2,002	1,571.00	11,769.00	4,333.00	90,000.00	25,333.00
2,003	1,778.00	12,479.00	7,750.00	90,000.00	25,000.00
2,004	1,909.00	11,716.00	5,333.00	90,000.00	34,909.00
2,005	2,042.00	12,741.00	--	90,000.00	37,091.00
2,006	2,000.00	14,000.00	5,000.00	90,000.00	37,167.00
2,007	2,000.00	12,653.00	5,700.00	90,000.00	33,059.00
2,008	2,235.00	16,916.00	5,474.00	90,000.00	33,773.00
Promedio	1,927.09	12,117.25	5,726.36	90,000.00	28,660.25

Fuente: Agencias Agrarias DRA Ayacucho

**RENDIMIENTOS ANUALES DE PRODUCCION DE LOS CULTIVOS KG/HA -
PROYECTADO**

AÑO DE PROD.	ARVEJA (Kg/Ha)	PAPA (Kg/Ha)	MAIZ CHOCLO (Kg/Ha)	FLORES Ramos/Ha	ALFALFA (Kg/Ha)
Año 1	2,570.25	19,453.40	6,585.32	90,000.00	32,959.29
Año 2	2,698.76	20,426.07	6,914.58	90,000.00	34,607.25
Año 3	2,833.70	21,447.37	7,260.31	90,000.00	36,337.61
Año 4	2,975.39	22,519.74	7,623.33	90,000.00	38,154.50
Año 5	3,124.15	23,645.73	8,004.50	90,000.00	40,062.22
Año 6	3,280.36	24,828.02	8,404.72	90,000.00	42,065.33
Año 7	3,444.38	26,069.42	8,824.96	90,000.00	44,168.60
Año 8	3,616.60	27,372.89	9,266.20	90,000.00	46,377.03
Año 9	3,797.43	28,741.53	9,729.51	90,000.00	48,695.88
Año 10	3,987.30	30,178.61	10,215.99	90,000.00	51,130.67

PRECIOS DE LOS CULTIVOS EN CHACRA EN EL DISTRITO DE TAMBILLO
PRECIOS PROMEDIOS EN CHACRA DE LOS CULTIVOS
(S/. por Kg)

PERIODO	ARVEJA	PAPA	MAIZ CHOCLO	FLORES	ALFALFA
1997	0.70	0.42	0.64	1.00	0.31
1998	0.70	0.54	0.76	1.00	0.32
1999	0.91	0.36	0.90	1.00	0.37
2000	0.72	0.24	0.84	1.00	0.36
2001	0.70	0.40	0.60	1.00	0.27
2002	0.72	0.23	0.55	1.00	0.27
2003	0.67	0.44	0.70	1.00	0.29
2004	0.67	0.35	0.57	1.00	0.32
2005	0.70	0.25	--	1.00	0.35
2006	0.75	0.44	0.63	1.00	0.31
2007	0.67	0.40	0.64	1.00	0.31
2008	0.89	0.44	0.88	1.00	0.31
PROMEDIO	0.73	0.38	0.70	1.00	0.32

Fuente: Agencias Agrarias DRA Ayacucho

EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO –AYACUCHO

VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS NETOS - LLUTACANCHA
A Precios Privados (S/.)

RUBRO	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. INCREMENTO EN EL VALOR NETO DE LA PRODUCCIÓN		14,032.54	14,494.11	14,978.76	15,487.64	16,021.97	16,583.01	17,172.10	17,790.65	18,440.13	19,122.08
1. Situación Con Proyecto											
Valor Bruto de la Producción		43,894.54	44,356.11	44,840.76	45,349.64	45,883.97	46,445.01	47,034.10	47,652.65	48,302.13	48,984.08
Costo de Producción Agrícola		29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00	29,862.00
B. COSTOS INCREMENTALES (por consumo de agua)		160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
1. Costos Con Proyecto		160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
C. COSTOS INCREMENTALES (por inversión)	65,287.90	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)	(2,700.00)
1. Costos de Inversión Con Proyecto	65,287.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto		2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00	2,700.00
D. BENEFICIOS NETOS INCREMENTALES (A - B - C)	(65,287.90)	11,172.54	11,634.11	12,118.76	12,627.64	13,161.97	13,723.01	14,312.10	14,930.65	15,580.13	16,262.08
INDICADORES ECONÓMICOS	TIR (%) =	14.85%	VAN (S/.) =	11,737.42	B/C =	1.18					

Fuente: Elaboración propia

TIR : Tasa interna de retorno

VAN : Valor actual neto

B/C : Relación beneficio costo

Tasa de Descuento

11%

EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN COMUNIDADES LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA DISTRITO DE TAMBILLO – AYACUCHO

VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS NETOS - UCHUYPAMPA
A Precios Privados (S/.)

RUBRO	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A. INCREMENTO EN EL VALOR NETO DE LA PRODUCCIÓN		44,782.06	46,429.44	48,159.20	49,975.44	51,882.49	53,884.89	55,987.42	58,195.07	60,513.10	62,947.04
1. Situación Con Proyecto											
Valor Bruto de la Producción		187,365.96	189,013.34	190,743.10	192,559.34	194,466.39	196,468.79	198,571.32	200,778.97	203,097.00	205,530.94
Costo de Producción Agrícola		142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90	142,583.90
B. COSTOS INCREMENTALES (por consumo de agua)		170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00
1. Costos Con Proyecto		170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00	170.00
C. COSTOS INCREMENTALES (por inversión)	211,646.46	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)	(5,375.00)
1. Costos de Inversión Con Proyecto	211,646.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Costos de Operación y Mantenimiento Con Proyecto		5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00	5,375.00
D. BENEFICIOS NETOS INCREMENTALES (A - B - C)	(211,646.46)	39,237.06	40,884.44	42,614.20	44,430.44	46,337.49	48,339.89	50,442.42	52,650.07	54,968.10	57,402.04
INDICADORES ECONÓMICOS	TIR (%) =	16.90%	VAN (S/.) =	59,502.11	B/C =	1.28					

Fuente: Elaboración propia

TIR : Tasa interna de retorno

VAN : Valor actual neto

B/C : Relación beneficio costo

Tasa de Descuento

11%

Anexo 08

REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, PARA SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN



Compilado por Cusi De La Cruz Lizarbe

Ayacucho, Tambillo -2011

REGLAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

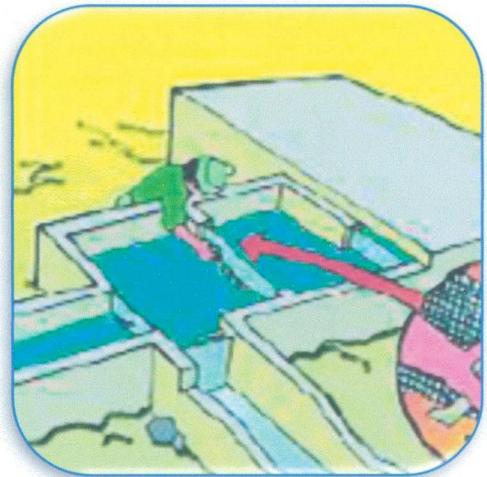
Introducción



Los sistemas de riego además de optimizar el uso del agua, permiten mejorar los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos. Sin embargo también significa una gran inversión para los agricultores. Aprovechar al máximo esta inversión es un desafío que los mismos agricultores deben enfrentar a diario a través de una correcta operación y mantenimiento del equipo, lo que significa revisar e inspeccionar periódicamente todos los componentes del sistema de riego, como válvulas, tuberías, laterales y emisores (aspersores, micro aspersores, goteros).

¿Qué significa operación?

La operación es el proceso de manejo de las obras hidráulicas, de las estructuras de control y medición, este proceso comprende desde que se capta el agua hasta el momento en que se entrega a los usuarios.



¿Qué significa mantenimiento?

Son las actividades que tienen por finalidad mantener en buen estado todos los elementos de la infraestructura hidráulica que deben ser operados para dar un adecuado y oportuno servicio de riego.

Recomendaciones básicas para la operación y mantenimiento

Se debe:

- **Tener un inventario de la infraestructura y equipos:** para tener conocimiento de las infraestructuras hidráulicas, físicas existentes y su estado de funcionamiento.
- **Hacer un programa anual de mantenimiento:** en este se precisa el cronograma de trabajos de mantenimiento necesario.
- **Contar con un reglamento de mantenimiento:** es necesario contar con un conjunto de reglas donde se detallen los procedimientos e intervalos de mantenimiento para las estructuras hidráulicas, equipamiento, construcciones, etc.
- **Tener el padrón de usuarios:** de los usuarios que hacen uso del agua con fines agrícolas con las áreas de riego de cada uno.
- **Tener un pronóstico de la disponibilidad de agua:** para planificación de las áreas y cultivos a sembrar.
- **Hacer el plan de cultivo y riego:** permitirá dosificar y controlar el ingreso de agua.
- **Estimar un presupuesto anual:** para cubrir los costos de operación y mantenimiento.

Operación de sistemas de riego

Para operar los elementos que conforman el sistema de riego deberá seguirse un procedimiento que garantice su funcionamiento adecuado y disminuya el riesgo de deterioro.

1. **Aplicación del riego:** es importante tener presente que regar en exceso es perjudicial para el suelo y el cultivo, además que puede afectar a los demás usuarios del sistema. Regar insuficientemente disminuye rendimientos de la cosecha. Para regar bien se debe realizar pruebas de campo.



Lo ideal es que cada sistema de riego en ladera disponga un programa de riego recomendado por técnicos en la materia para los cultivos de la zona

2. Recomendaciones para un buen uso del riego

- Revise el equipo de riego se encuentre en buen estado. Repare oportunamente los daños.
- No cambie el tamaño de las boquillas del aspersor recomendada por los técnicos.
- Procure dejar de regar durante la ocurrencia de los vientos fuertes.
- Familiarícese con la medición del agua de riego y participe en las actividades de capacitación que se programen.
- Solicite asesoría a los técnicos.



Mantenimiento de sistemas de riego

Los beneficiarios del sistema de riego deben tener en cuenta que está expuesto al deterioro y a la ocurrencia de daños, la comunidad beneficiaria debe enfrentar esta situación mediante procedimientos de prevención y reparación para lo cual se requiere tanto de organización como de recursos económicos.

El mantenimiento general del sistema y la construcción o reconstrucción de obras debe programarse en épocas de tal forma que las labores no interrumpen los riegos.

1. **Vigilancia del sistema:** el funcionamiento del sistema debe controlarse permanentemente. La persona encargada de esta labor debe realizar las labores de chequeo de las obras de toda la red, como la supervisión del uso del agua de riego a nivel de cada parcela.
2. **Calidad del agua:**
 - **Extracción de sedimentos:** se realiza en los canales, desarenadores, cámara de carga, mediante el lavado con el empleo de herramientas manuales, la finalidad es mantener libre de arena y malezas. Como norma general se debe hacer esta labor tan frecuentemente como sea posible, para que la concentración de sedimentos sea mínima en cada oportunidad.



- **Sistemas de filtrado:** Todo sistema de riego presurizado debe contar con un sistema de filtraje que ayude a evitar el taponamiento u obturación de los emisores que se encargan de entregar finalmente el agua a los cultivos.

Dentro de los sistemas de filtraje existen los filtros de grava, que son recipientes de metal, normalmente circulares. En su interior llevan arena o grava, que limpia el agua de partículas sólidas y de materia orgánica.



La limpieza de los filtros de grava se realiza produciendo una inversión del flujo de agua con la apertura y cierre de las válvulas correspondientes, lo que se denomina retrolavado. Esta operación de retrolavado debe efectuarse periódicamente, para evitar el taponamiento de los filtros y la excesiva disminución de la presión de operación del sistema, lo que se logra retrolavándolos.

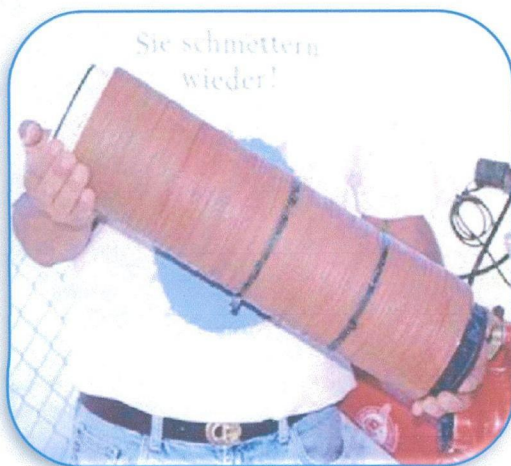
Cuando el manómetro de salida registra una diferencia de presión no mayor a 4 o 5 metros de columna de agua, respecto al manómetro de entrada, al realizar en el retro lavado e invertir el flujo de agua se produce el arrastre de las partículas retenidas en la arena las que deben ser eliminadas del sistema a través de la tubería la tarea de retrolavar para limpiar el filtros, finaliza cuando el agua sale cristalina.

Es conveniente revisar una o dos veces al año el estado de la arena o grava, depositada en el interior de los tanques, que normalmente es de aristas irregulares como un cristal, debe cambiarse cuando su forma sea muy redonda y se vea gastada.

Otro tipo de filtro que ayuda a limpiar las impurezas del agua de riego, son los filtros de malla, ubicados en el cabezal de riego, inmediatamente después de los filtros de grava, estos filtros retienen las partículas que logran traspasar los filtros de grava. Estos deben ser revisados y limpiados constantemente.



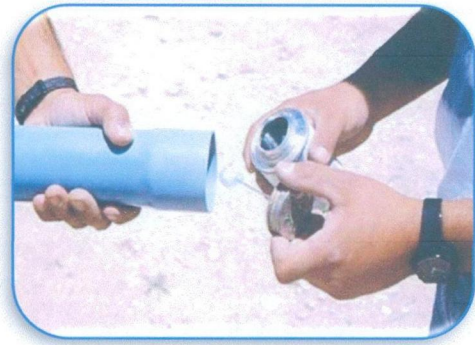
Esta operación se realiza con la ayuda de un chorro de agua a presión y en caso que sea necesario, con un cepillado suave.



Los filtros de anillas están compuestos por un conjunto de argollas con ranuras impresas sobre un soporte central cilíndrico y perforado, en este caso el agua es filtrada al pasar por los pequeños conductos formados entre dos anillas consecutivas, pudiendo retener gran cantidad de sólidos.

Este sistema permite reemplazar a los filtros de grava, cuando el agua no tiene una gran cantidad de materia orgánica, estos filtros se limpian desarmándolos al menos una vez por semana y limpiándolos con un chorro de agua y cepillo suave hasta que desaparezca la suciedad.

3. **Reparación de tuberías y accesorios:** Es importante chequear las tuberías, en caso de que se presente algún tipo de daño o rotura es necesario repararlas inmediatamente.



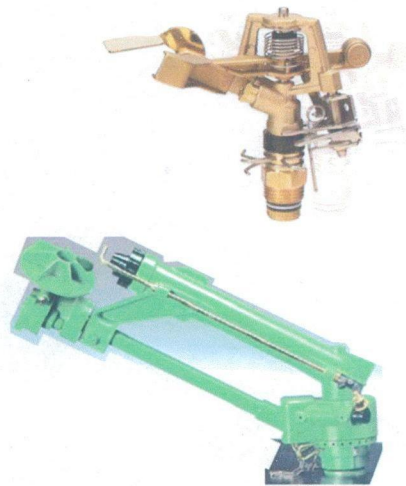
En general conviene tener las siguientes recomendaciones:

- Determinar con precisión la naturaleza del daño, los repuestos y herramientas necesarios.
- Informar sobre los tramos afectados y suspender el servicio.
- Descubrir la tubería en una longitud suficiente para no forzarla durante la reparación.



- No realizar reparaciones improvisadas o temporales.
- La reparación debe ser dirigida por una persona autorizada y conocedora del manejo del sistema.
- Se debe comprobar el buen resultado de la reparación antes de proceder a tapar las tuberías.

4. **Chequeo de válvulas:** Para mantener operando en forma correcta un sistema de riego también es importante realizar chequeos periódicos de las válvulas, verificando que no existan filtraciones y que los cierres y aperturas funcionen adecuadamente.



5. **Emisores:** Un componente fundamental en los sistemas de riego son los emisores, los que deben ser revisados en forma permanente, verificar que boten el caudal de agua correspondiente, ya que muchas veces se tapan con partículas de limo y arcilla que logran traspasar el sistema de filtros.

La mantención de un equipo de riego debe considerar igualmente, un chequeo periódico de las presiones en los laterales, a fin de verificar que los emisores estén operando con la presión necesaria, por otro lado, es igualmente importante y necesario medir los caudales a través de la descarga de emisores, escogidos al azar dentro de un sector de riego.

6. **Reparación de concretos:** es importante la reparación de canales, tanques, cajas de hidrantes, etc.

Reglas específicas para los sistemas de riego de Llutacancha y Uchuypampa.

Se debe:

- Asignar a una persona encargada de las labores de operación que conozca el sistema de riego, así mismo, cada uno de los regantes deben asumir esta responsabilidad cada cierto tiempo.
- Limpiar los desarenadores y cámara de carga al inicio y final de la campaña agrícola, así como cada vez que se observe sedimentos acumulados.
- Realizar el lavado de los mecanismos de filtraje, en el filtro de gravas realizar el retrolavado al inicio de cada riego, lavar la grava al inicio y final de cada campaña, así mismo cada vez que sea necesario en caso contrario la presión en el sistema se verá reducido.
- Realizar la purga de la red tuberías principales cada quince días como máximo a fin de eliminar las partículas sólidas que se puedan encontrar aquí.
- El cierre y la apertura de válvulas debe realizarse lentamente en un tiempo mínimo de cinco segundos para evitar golpes de presión que pueden dañar la red de tuberías.
- Los riegos deben realizarse en horarios donde la velocidad del viento sea la mínima y respetar las distancias entre aspersores y mangueras a fin de que el riego sea lo más uniforme posible.
- Tomar en cuenta los tiempos y frecuencias de riego recomendados, ya que estas son las necesidades de agua de la planta y han sido calculadas con los datos climáticos de la zona y tipo de suelo sus parcelas.

- Frecuencia y tiempo de riego para los cultivos, con riego por aspersión en la comunidad de Llutacancha.

mes	Frecuencia de riego de los cultivos (días)		
	Arveja	Maíz	Papa
Enero	8	16	7
Febrero	7	14	6
Marzo	8	16	7
Abril	-	-	-
Mayo	-	-	9
Junio	10	20	9
Julio	9	17	8
Agosto	6	12	5
Septiembre	7	13	6
Octubre	-	10	-
Noviembre	-	15	7
Diciembre	9	17	8

Tiempo de riego en minutos		
Arveja	Maíz	Papa
13	25	11

- Frecuencia y tiempo de riego para los cultivos, con riego por aspersión en la comunidad de Uchuypampa.

mes	Frecuencia de riego de los cultivos (días)				
	Arveja	Maíz	Papa	Alfalfa	Flores
Enero	8	16	7	26	12
Febrero	6	12	5	19	9
Marzo	7	14	6	23	10
Abril	-	-	-	20	9
Mayo	-	-	6	20	9
Junio	8	15	7	24	11
Julio	7	13	6	21	10
Agosto	5	11	5	17	8
Septiembre	5	11	5	17	8
Octubre	-	9	-	14	6
Noviembre	-	11	5	18	8
Diciembre	7	14	6	22	10

Una buena operación y mantenimiento de los equipos de riego, contribuirá al buen funcionamiento de los sistema de riego prolongando su vida útil, de esta forma los agricultores pueden obtener mejores rendimientos en sus cosechas y recuperar la inversión que significa instalar un sistema de riego tecnificado para modernizar la agricultura.

Fuentes empleadas para su elaboración:

- ◆ Video grama "Operación y Mantenimiento de Sistemas de Riego". Comisión Nacional del Riego. Chile.
- ◆ IPROGA, Intercambio de Experiencias de Riego Por Aspersión en Zonas de Sierra del Perú. Lima.
- ◆ ARANGO, Julio. Manual de Operación y Mantenimiento para los Sistemas de Riego en Ladera. Colombia.
- ◆ GUERRA, Julio. Artículo: Operación, Mantenimiento, Distribución y Administración del Riego.

Anexos

Programación de riego sugerida

PROGRAMACION DE RIEGO: CRONGRAMA DE APERTURA DE VALVULA EN PEDESTALES POR CADA PARCELA DE RIEGO

PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION DE LA COMUNIDAD DE LLUTACANCHA							
	HORARIO	APERTURA DE LAS VALVULAS EN LAS CAJAS Y PEDESTALES FIJOS					
		PARCELA 3 Y 4 DIA 1	PARCELA 5 DIA 2	PARCELA 6 DIA 3	PARCELA 7 DIA 4	PARCELA 8 DIA 5	DIA 6
PARCELAS DE RIEGO 3, 4, 5, 6, 7 y 8	6.00 Am a	C1 - C2 - C3 - C4 - C5	P1 y P6 - P8 y P3 - P5 y P2 - P7 y P4	P9 y P15 - P14 y P10 - P15 y P11 - P10 y P16	P19 y P24 - P20 y P23 - P20 y P25	P27 y P32 - P28 y P31 - P28 y P30	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
	11.00 Am						
	12.00 Am a	C1 - C2 - C3 - C4 - C5	P1 y P6 - P8 y P3 - P5 y P2 - P7 y P4	P16 y P12 - P11 y P17 - P12 y P18 - P17 y P13	P29 y P24 - P21 y P26 - P26 y P25	P29 y P32 - P29 y P34 - P30 y P33	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
	17.00 Pm						

* EL TIEMPO DE RIEGO CORRESPONDIENTE A CADA APERTURA DE VALVULA ES DE 20 MINUTOS, LA FRECUENCIA NO DEBE SUPERAR LOS 7 DIAS.

* COMO MUESTRA EN EL CUADRO LAS PARCELAS DE RIEGO TENDRAN UN TURNO DE UN DIA (1 DIAS) CADA SECTOR.

* UNA VEZ CULMINADO LAS HORAS DE RIEGO EN LOS CINCO SECTORES SE REALIZARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA (UN DIA), Y SE COMENZARA CON EL MISMO PROCESO.

PARCELAS DE RIEGO	
PARCELA	PROPIETARIO
P3	RAUL ENCISO VELAPATIÑO
P4	PEPE L. ENCISO LOAYZA
P5	ALCIDEZ ENCISO LOAYZA
P6	DELIA HUAMANI VILCATOMA
P7	DARIO ENCISO VELAPATIÑO
P8	JULIO ENCISO VELAPATIÑO

	PARCELA 3
	PARCELA 4
	PARCELA 5
	PARCELA 6
	PARCELA 7
	PARCELA 8

PROGRAMACION DE RIEGO: CRONGRAMA DE APERTURA DE HIDRANTES POR CADA PARCELA DE RIEGO

PROYECTO :SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO DE LA COMUNIDAD DE UCHUYPAMPA							
SECTORES DE RIEGO IZQUIERDO Y DERECHO	HORARIO	TURNOS DE RIEGO EN LAS PARCELAS					
		SECTOR I	SECTOR II	SECTOR I	SECTOR II	SECTOR I y II	
		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
SECTORES DE RIEGO IZQUIERDO Y DERECHO	6.00 Am a 11.00 Am	D01 -D02 - D03 - D04 - D05 - D06 -D07 - D08 - D09 - D10	I01 - I02 - I03 - I04 - I05 - I06 - I07 - I08 - I09 - I10	D11 - D12 - D13 - D14 - D15 - D16 - D17 - D18 - D19-D20	I11 - I12 - I13 - I14 - I15 - I16 - I17 - I18 - I19 - I20	I21 - I22 - I23 - I24 - I25 - I26 - D21 - D22 - D23 - D24	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
	12.00 Am a 17.00 Pm	D01 -D02 - D03 - D04 - D05 - D06 -D07 - D08 - D09 - D10	I01 - I02 - I03 - I04 - I05 - I06 - I07 - I08 - I09 - I10	D11 - D12 - D13 - D14 - D15 - D16 - D17 - D18 - D19-D20	I11 - I12 - I13 - I14 - I15 - I16 - I17 - I18 - I19 - I20	I21 - I22 - I23 - I24 - I25 - I26 - D21 - D22 - D23 - D24	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

* LA FRECUENCIA DE RIEGO POR CADA PARCELA NO DEBE SUOERAR LOS 6 DÍAS Y EL TIEMPO DE RIEGO ES COMPLETO EN LOS HORARIOS ESTABLECIDOS.

* COMO MUESTRA EN EL CUADRO LOS SECTORES DE RIEGO TENTRAN UN TURNO DE UN DIA (1 DIAS) CADA SECTOR.

* UNA VEZ CULMINADO LAS HORAS DE RIEGO EN LOS CINCO SECTORES SE REALIZARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA (UN DIA), Y SE COMENZARA CON EL MISMO PROCESO.

SECTOR I	SECTOR II	SECTOR I y II
----------	-----------	---------------

SECTOR DE RIEGO IZQUIERDO	
PARCELA	PROPIETARIO
101	TEOFILO VILCATOMA GARCIA
102	ERASMO VILCATOMA CASTILLO
103	MIGUEL GARCIA BARRIENTOS
104	PEDRO CONTRERAS PALOMINO
105	PABLO CARRILLO YUPANQUI
106	GENOVEVA HUAMANAHUA SANCHEZ
107	ESTEBAN YUPANQUI PALOMINO
108	VICTORIANO HUAMANI CARRILLO
109	TIMOTEO FLORES LARA
110	MARCOS HUAMANAHUA YUPANQUI
111	DAVID VILCATOMA RAMOS
112	MAXIMO CURI YUPANQUI
113	URBANO YUPANQUI CARRASCO
114	AGUSTIN YUPANQUI SULCA
115	ANGEL HUAMAN YUPANQUI
116	FELICIANO YUPANQUI GOMEZ
117	JULIO YUPANQUI GOMEZ
118	MAURO YUPANQUI GOMEZ
119	LEONCIO HUAMAN YUPANQUI
120	JUAN GARCIA HUAMANAHUA
121	FELIX GOMEZ GUTIERREZ
122	CIRILO RAMOS GARCIA
123	NICOLAS YUPANQUI GOMEZ
124	ANTONIA YUPANQUI GOMEZ
125	FRANCISCA YUPANQUI PALOMINO
126	FILEMON HUAMAN YUPANQUI

SECTOR DE RIEGO IZQUIERDO	
PARCELA	PROPIETARIO
D01	ERASMO CARRILLO GOMEZ
D02	ERASMO CARRILLO GOMEZ
D03	ERASMO CARRILLO GOMEZ
D04	MARCELINA YUPANQUI CARRASCO
D05	MARDONIO YUPANQUI CARREÑO
D06	FELICIANO HUAMANAHUA QUISPE
D07	CESAR AQUINO SULCA
D08	ESTEBAN QUISPE VILCATOMA
D09	SEGUNDINA CARRILLO YUPANQUI
D10	FELICITAS FLORES LARA
D11	JUANA YUPANQUI FLORES
D12	FRANCISCA YUPANQUI CARRASCO
D13	ELADIO YUPANQUI GARCIA
D14	CARLOS HUAMANAHUA QUISPE
D15	JORGE QUISPE VILCATOMA
D16	FRANCISCO FLORES LARA
D17	ERASMO VILCATOMA CARRILLO
D18	THOMAS HUAMAN LEON
D19	CATALINA FLORES QUISPE
D20	MODESTO HUAMANAHUA YUPANQUI
D21	MIGUEL GARCIA BARRIENTOS
D22	JESUS YUPANQUI RAMOS
D23	SALVADOR VILCATOMA BARRIENTOS
D24	ISABEL YUPANQUI SULCA

Anexo 09

Panel de fotografías



Fotografía N°01: Reservorio – Cámara de carga del sistema de riego en la comunidad de Llutacancha.



Fotografía N°02: Caja de válvula de control en el reservorio –cámara de carga.



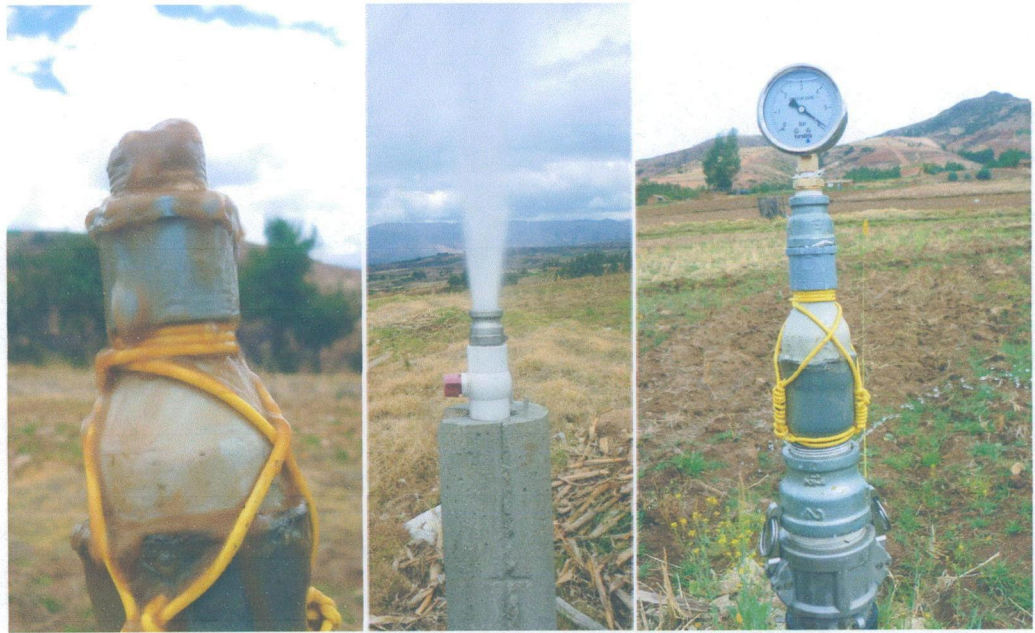
Fotografía N°03: Situación de algunos componentes del sistema de riego en la comunidad de Llutacancha al primer año de funcionamiento.



Fotografía N°04: Prueba de pluviometría en una parcela representativa del sistema de riego de la comunidad de Llutacancha.



Fotografía N°05: Aspersor modelo skipper 1½" en funcionamiento – prueba de pluviometría en la comunidad de Llutacancha.



Fotografía N°06: Medida de las presiones en los aspersores del sistema de riego por aspersión - Llutacancha.



Fotografía N°07: Componentes del sistema de riego tecnificado en la comunidad de Uchuypampa al sexto año de funcionamiento.



Fotografía N°08: Cabezal de riego y sistemas de filtrado del sistema de riego en la comunidad de Uchuypampa.



Fotografía N°09: Medida los pluviómetros en el ensayo en una de las parcelas del sistema de riego de la comunidad de Uchuypampa.



Fotografía N°10: Medida de parámetros climáticos con la estación meteorológica automática VANTAGE PRO 2.



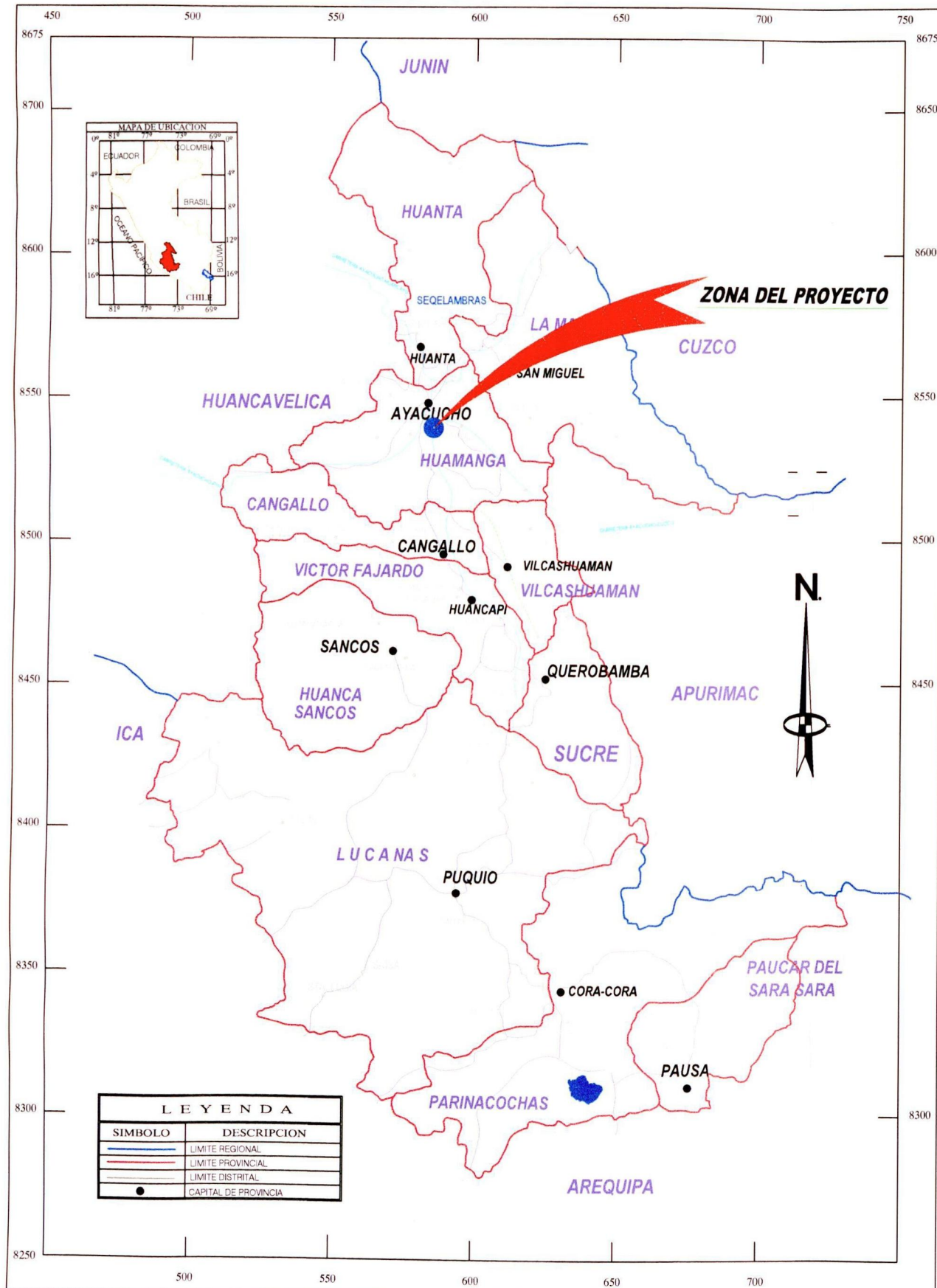
Fotografía N°11: Prueba de infiltración – en el predio que se realizó el ensayo de la comunidad de Uchuypampa.



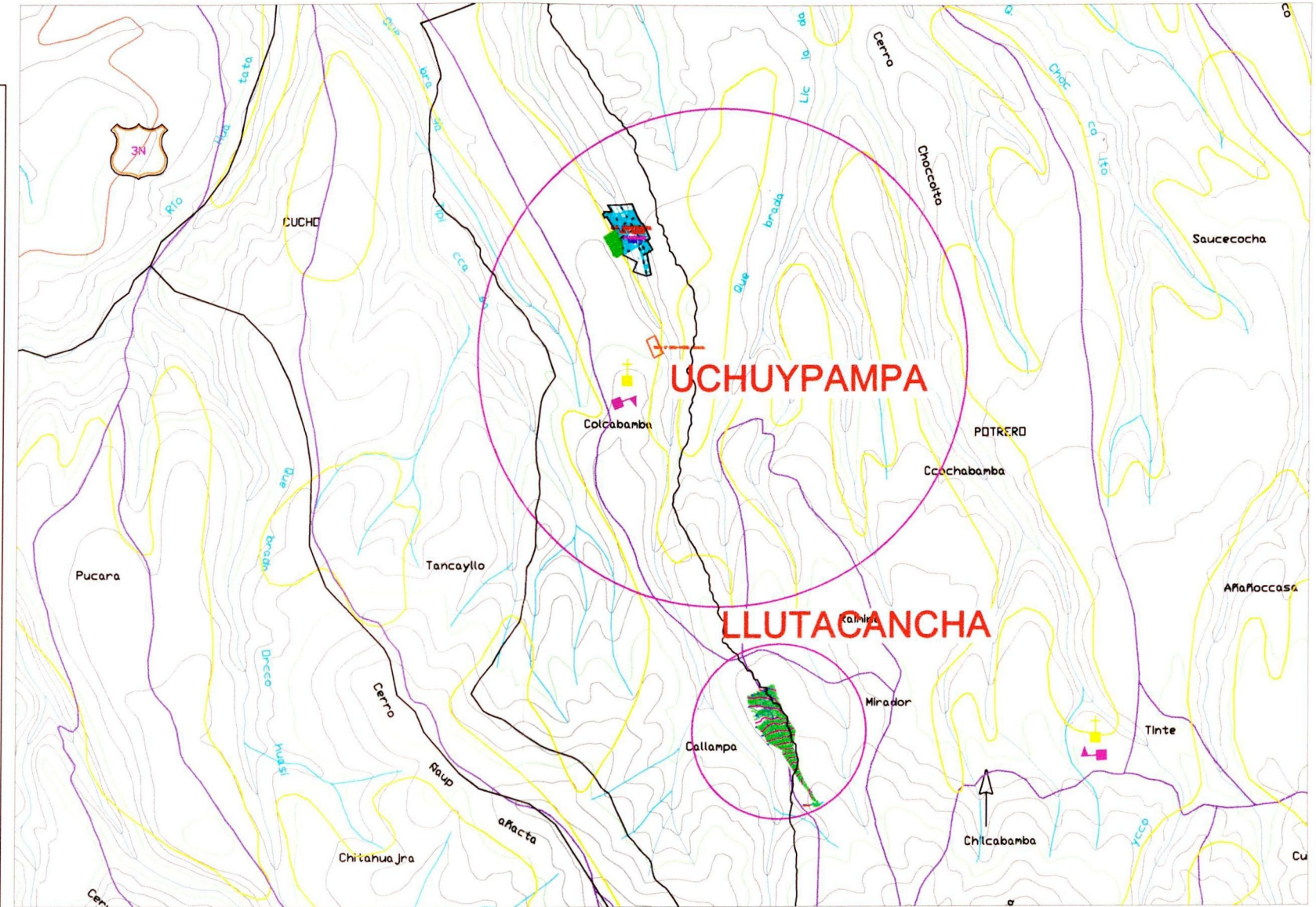
Fotografía N°12: Prueba de pluviometría en la parcela representativa – comunidad de Uchuypampa.

Anexo 10

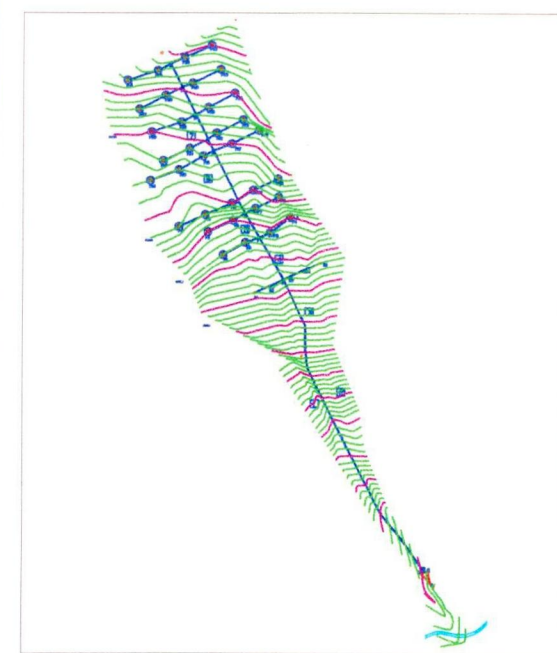
MAPA DE AYACUCHO



PLANO DE LOCALIZACION

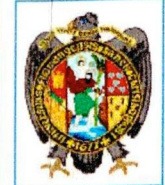


PLANO DE UBICACION



LLUTACANCHA

Tramo	Condición	Distancia Km	Duración Hrs.	Transporte
Ayacucho Llutacancha	Trocha Carrozable	7.5 Km	0.40 horas Pasajeros



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUMANGA

PROYECTO: EVALUACION TECNICA ECONOMICA PARA ESTABLECER REGLAS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA DISTRITO TAMBILLO - AYACUCHO, 2010

PLANO: **UBICACION DE LAS COMUNIDADES**

REGION: AYACUCHO PROVINCIA: HUAMANGA DISTRITO: TAMBILLO COMUNIDADES: LLUTACANCHA Y UCHUYPAMPA

DIBUJO: C. D. L. ESCALA: S / E FECHA: NOVIEMBRE 2010

LAMINA:
**PU
-01**

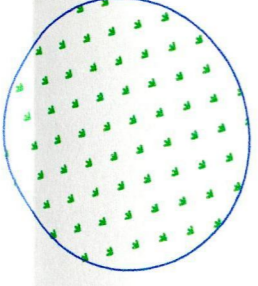
TUBERIA PRINCIPAL
PVC C-7.5 D=4"
LONGITUD TOTAL = 323.19 ml

TUBERIA PRINCIPAL
PVC C-7.5 D=4"
LONGITUD TOTAL = 431.64 ml

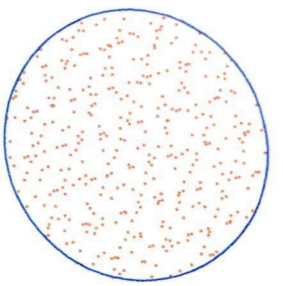
TUBERIA SECUNDARIA
PVC C-7.5 D=2"
LONGITUD TOTAL = 991.14 ml



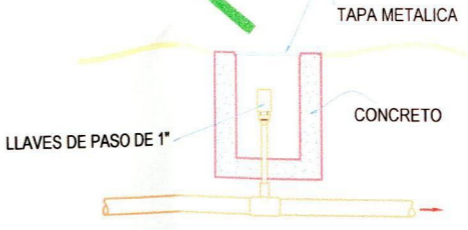
ASPERSORES SKIPPER
1 1/2" BOQ. 16 mm
(PTOS DEL P1 AL P34)



AREAS PARA
CULTIVO EN LIMPIO

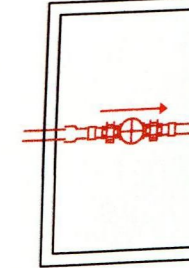
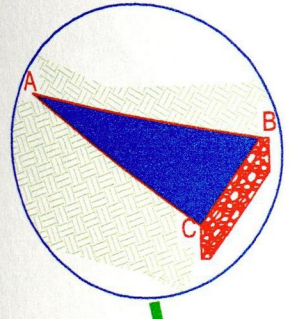


AREAS DE LINDERO
ARBUSTOS



CAJAS DE CONCRETO
PARA LLAVES DE PASO
(PTOS. C1,C2,C3,C4 y C5)

RESERVORIO CAMARA DE CARGA
COTA = 3376 m.s.n.m
CAPACIDAD = 88.92 M3



CAJA DE VALV
EN RESERVO
(PTO. D)

PLANO DEL ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE RIEGO

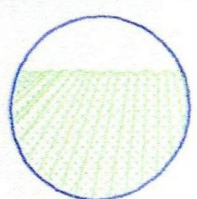
ESCALA 1/1250

PARCELA	AREA Ha
SO VELAPATIÑO	0.6123
CISO VELAPATIÑO	0.5662
O VELAPATIÑO	1.2038
ISO LOAYZA	1.3619

LEYENDA

	ASPERSORES 1 1/2" MODELO SKIPPER
	C4, C2, C3, C4, C5 CAJAS PARA LA LLAVE DE PA
	P1 - P34 PEDESTALES FIJOS DE CONCRETO
	AREAS DE RIEGO
	RED DE TUBERIAS PRINCIPALES
	RED DE TUBERIAS SECUNDARIAS

SECTOR DE RIEGO DERECHO
AREA = 10.208 ha.



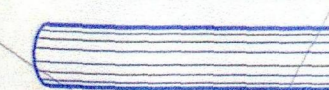
TUBERIA SECUNDARIA DERECHA
PVC C-7.5 DIAMETRO = 4"
LONGITUD = 853.6 m.



TUBERIA PRINCIPAL
PVC C-7.5 Ø 6"
LONGITUD = 512.30 m.



TUBERIA DE CONDUCCION
PVC C-5 Ø 6"
LONGITUD = 250.00 m



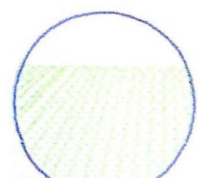
CABEZAL DE RIEGO
COTA = 2985.60 m.s.n.m.

PLAZA PRINCIPAL

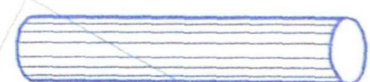
RESERVOIRIO EXISTENTE

POZA DISIPADORA, TOMA LATERAL Y
DESARENADOR
COTA = 3011.8 m.s.n.m.

SECTOR DE RIEGO IZQUIERDO
AREA = 12.943 ha.



TUBERIA SECUNDARIA IZQUIERDA
PVC C-7.5 DIAMETRO = 4"
LONGITUD = 966.80 m.



PLANO TOPOGRAFICO Y RED DE RIEGO

ESCALA : 1:2,500

LEYENDA:

- CANAL DE DERIVACION EXISTENTE
- TUBERIA DE CONDUCCION
- TUBERIA MATRIZ O PRINCIPAL
- TUBERIA SECUNDARIA
- TUBERIA TERCIARIA
- ROCHAS, CARRETERAS.
- SECTOR DE RIEGO IZQUIERDO
- SECTOR DE RIEGO DERECHO

AREA DE RIEGO:

SECTOR:	AREA:
SECTOR DE RIEGO IZQUIERDO	12.943 ha
SECTOR DE RIEGO DERECHO	10.204 ha
TOTAL	23.147 ha.