

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL
CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon sculentum*) EN LA
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA CANAAN – INIA
AYACUCHO (2,761 m.s.n.m.)**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRONOMO

Presentado por

CONSUELO SAAVEDRA DE LA CRUZ

Ayacucho – Perú

2013

Tesis
Nº 1069
Saa

“DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon sculentum*) EN LA ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA CANAAN – INIA AYACUCHO (2,761 m.s.n.m.)

Recomendado : 03 de abril de 2013

Aprobado : 12 de abril de 2013



M. Sc. SANDRA DEL ÁGUILA RÍOS

Presidente del Jurado



M. Sc. RUBÉN ALFREDO MENESES ROJAS

Miembro del Jurado



M. Sc. ALEX LAZARO TINEO BERMUDEZ
Miembro del Jurado



Ing. LEONIDAS ALEJANDRO ARIAS BALTAZAR

Miembro del Jurado



Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA

Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

A Dios, la Roca en la cual afianzo mi vida.

A mis padres Marina y Rodolfo; me otorgaron la vida, la educación, la moral y la ética; a los que debo mi carácter y mis acciones, esperando sean las correctas; Respeto y Amor hacia ellos.

A mis hijos; como dos antorchas en la noche más oscura; Daryl y Kimberli.

A mis hermanos Rodolfo, Doris, Marina, Rafael, Yojanita, y a mis sobrinos Massiel, Eymi, Solanch, Milagros, Andrea, Yarit, Rodolfo, Maizi, Sebastiani, Hector y Cielo.

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater "Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga", a la que debo mi profesión.

A mis asesores Ing. Jorge Edmundo Pastor Watanabe sin su apoyo hubiera sido difícil concluir este proyecto; y al Ing. Rubén Alfredo Meneses rojas, asesor del presente proyecto.

A mis profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, quienes me proporcionaron la capacidad de análisis y crítica para la toma de decisiones.

A la memoria del Ing. Juan Tinoco, quien me proporcionó valiosos consejos que son los pilares en mi desenvolvimiento profesional.

A mis compañeros de estudio, con quienes compartimos las aulas universitarias.

INDICE

	Pág.
CARATULA	i
JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE PLANOS Y ANEXOS	xii
RESUMEN	xiv
INDICE	
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	04
2.1. Sistema de riego	04
2.1.1. Riego tradicional	04
2.1.2. Riego por aspersión	06
2.1.3. Riego por goteo y micro aspersión	06
2.2. Diseño Agronómico	06
2.2.1. Necesidades de agua	08
2.2.2. Suelos	10
2.2.3. Relaciones de agua-suelo-planta	16
2.2.4. Factores climáticos	19

2.2.5.	Determinación de la evapotranspiración potencial	24
2.2.6.	Necesidad de agua de los cultivos: coeficiente Kc	28
2.2.7.	Análisis del cultivo del tomate	30
2.2.8.	Sistema de riego por goteo	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1.	Generalidades	41
3.1.1.	Justificación	41
3.1.2.	Ubicación	41
3.1.3.	Vías de acceso	42
3.1.4.	Características de la zona	42
3.2.	Materiales y equipos	43
3.2.1.	Materiales	43
3.2.2.	Equipos	43
3.3.	Metodología	44
3.3.1.	Planteamiento del sistema de Riego	44
3.3.2.	Diseño agronómico	46
3.3.3.	Diseño hidráulico	50
3.3.4.	Costos y presupuestos	60
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	
4.1.	Del diseño agronómico: determinación del régimen de riego	61
4.1.1.	Suelo	61
4.1.2.	Los Estados de Humedad del Suelo	63
4.1.3.	Factor Clima	69
4.1.4.	Determinación del Kc para el cultivo del tomate	74
4.1.5.	Fuentes de Agua de Riego	76
4.1.6.	Parcela	76
4.1.7.	Diseño hidráulico	82

4.1.8.	Costos y presupuestos	100
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
5.1.	Conclusiones	104
5.2.	Recomendaciones	106
VI.	BIBLIOGRAFÍA	107

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 2.1 Esquema del cálculo de las necesidades punta de agua en riegos localizados de alta frecuencia.

Figura N° 2.2 Triangulo textual

Figura N° 2.3 Ciclo hidrológico

Figura N° 2.4 ETo = Evapotranspiración

Figura N° 2.5 Curva generalizada del coeficiente del cultivo Kc

Figura N° 2.6 Modelos de mojamiento del suelo en el riego por goteo

Figura N° 4.1 Evaporación del tanque

Figura N° 4.2 Cálculo de ETo por diferentes métodos (mm/día)

Figura N° 4.3 Cálculo de ETo por diferentes métodos (mm/mes)

Figura N° 4.4 Curva de coeficiente del cultivo Kc del tomate (variedad Río Grande)

LISTA DE CUADROS

- Cuadro N° 4.1 Datos básicos para determinar las propiedades físicas de los suelos
- Cuadro N° 4.2 Condiciones físicas del suelo de la estación Canaan – Ayacucho
- Cuadro N° 4.3 Textura del suelo
- Cuadro N° 4.4 Propiedades físicas del suelo
- Cuadro N° 4.5 Determinación de la humedad y de la dosis bruta de agua para riego
- Cuadro N° 4.6 Máximos porcentajes de agua aprovechable sugeridos de acuerdo al ETo y al cultivo
- Cuadro N° 4.7 Calculo de las necesidades de riego
- Cuadro N° 4.8 Consolidado de Información Meteorológico
- Cuadro N° 4.9 Registro de evaporaciones de tanque (mm/mes)
- Cuadro N° 4.10 Registro de evaporaciones de tanque diaria (mm)
- Cuadro N° 4.11 Método Tanque Evaporímetro Clase "A"
- Cuadro N° 4.12 Consolidado de ETo
- Cuadro N° 4.13 Áreabajo riego por sub sector
- Cuadro N° 4.14 Calculo de la necesidad de riego del cultivo del tomate diseño hidráulico
- Cuadro N° 4.15 Resumen de caudales por unidad de riego
- Cuadro N° 4.16 Datos diseño hidráulico de riego por goteo

Cuadro N° 4.17 Diseño de laterales sub unidad 01 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.18 Diseño de laterales sub unidad 02 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.19 Diseño de laterales sub unidad 03 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.20 Diseño de laterales sub unidad 04 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.21 Diseño de laterales sub unidad 05 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.22 Diseño de laterales sub unidad 06 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.23 Diseño de laterales sub unidad 07 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.24 Diseño de laterales sub unidad 08 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.25 Diseño de laterales sub unidad 09 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.26 Diseño de laterales sub unidad 10 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.27 Diseño de laterales sub unidad 11 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.28 Diseño de laterales sub unidad 12 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.29 Diseño de laterales sub unidad 13 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.30 Diseño de laterales sub unidad 14 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.31 Diseño de laterales sub unidad 15 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.32 Diseño de laterales sub unidad 16 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.33 Diseño de laterales sub unidad 17 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.34 Diseño de laterales sub unidad 18 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.35 Diseño de laterales sub unidad 19 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.36 Diseño de laterales sub unidad 20 formula (Darcy-Weisbach)

Cuadro N° 4.37 Tubería terciaria

Cuadro N° 4.38 Diseño de tuberías principales, secundarias Unidad N° 01

Cuadro N° 4.39 Diseño de tuberías principales, secundarias Unidad N° 02

Cuadro N° 4.40 Diseño de tuberías principales, secundarias Unidad N° 03

Cuadro N° 4.41 Diseño de tuberías principales, secundarias Unidad N° 04

Cuadro N° 4.42 Dimensionamiento del filtro de arena

Cuadro N° 4.43 Dimensionamiento del filtro de malla

Cuadro N° 4.44 Cálculo de la potencia de la bomba

Cuadro N° 4.45 Costos de materiales y accesorios del proyecto

Cuadro N° 4.46 Costo válvulas de control

Cuadro N° 4.47 Costo cabezal de campo

Cuadro N° 4.48 Costo cabezal de riego

LISTA DE PLANOS Y ANEXOS

Lamina N° 01 Planos de Ubicación.

Lamina N° 02 Plano General

Lamina N° 03 Esquema Hidráulico

Lamina N° 04 Unidades de Riego

Lamina N° 05 Red de Tuberías

Lamina N° 06 Tuberías Principales

Lamina N° 07 Tuberías Secundarios

Lamina N° 08 Tuberías Terciarias

Lamina N° 09 Cabezal de Riego

Lamina N° 10 Válvula de Control

Lamina N° 11 Cabezal de Campo

Lamina N° 12 Goteros

Lamina N° 13 Diagramas de Presiones

ANEXOS

Figura N° 01 Descripción de los Perfiles

Figura N° 02 Descripción de los Perfiles

Figura N° 03 Descripción de los Perfiles

Cuadro N° 01 Análisis de Caracterización

Cuadro N° 02 Análisis de Caracterización

Cuadro N° 03 Análisis de Caracterización

Cuadro N° 04 Análisis de Caracterización

Registro de Temperatura Máximas Absolutas Diarias (°C)

Registro de Temperatura Mínimas Absolutas Diarias (°C)

Registro de Temperatura Medias Mensuales (°C)

Registro de Humedades Relativas Diarias (%)

Registro de Precipitación Media Mensual (mm)

Registro de Evaporación de Tanque (mm/mes)

Registro de Velocidades de Viento Diarias (m/s)

Registro de Horas de Sol Diarias-Promedio Mensual (m/s)

Evapotranspiración Potencial según TURC (mm/mes)

Evapotranspiración Potencial según THORNTHWAITE (mm/mes)

Evapotranspiración Potencial según HARGREAVES (mm/mes)

Evapotranspiración Potencial según PENMAN MONTHEI (mm/mes)

Evapotranspiración Potencial según TANQUE EVAPORIMETRO (mm/mes)

Presupuesto

RESUMEN

La Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho, posee 44,5 hectáreas de extensión agrícola la cual es un potencial para la producción intensiva de cultivos para la investigación científica y también para el consumo, el riego para todo esta extensión es a través de una acequia que viene desde el reservorio de Canaán Alto, debido al incremento de la población y viviendas que utilizan el agua de riego de la acequia, la cantidad de agua que llega a la estación experimental se ve mermada de manera cada vez más aguda, existe un mal manejo de la programación de riego entre los usuarios, pero es la estación la más perjudicada por la necesidad que tiene esta para atender los diversos trabajos de investigación que aquí se ejecutan, por esta razón es de vital importancia poder realizar trabajos de investigación que puedan dar solución a la escasez de agua.

Con el presente proyecto se pretende mejorar el sistema de riego de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho y contribuir de esta manera a dar solución a uno de los principales problemas que afronta la agricultura en nuestro departamento que es la escasez de agua, aplicando la lámina de riego necesaria para un cultivo e incrementar su rendimiento por campaña logrando, producir durante todo el año y obtener mayor rentabilidad de los cultivos.

Los sistemas de riego en este caso el riego por goteo significa un ahorro significativo de agua en los tiempos actuales donde cobra real importancia el manejo sostenible de este recurso, desde su manejo en las cabeceras de cuencas con la siembra y cosecha de agua, hasta el manejo del recurso en los mismos centros de producción como en este caso una parcela para investigación y producción agrícola que justifique la alta inversión que supone la instalación de riego tecnificado; en este caso el riego por goteo es localizado y proporciona agua al suelo de acuerdo a las necesidades de cultivo, a las características físicas del suelo, al clima.

En el presente trabajo de investigación se determinó tres aspectos importantes en el diseño de un sistema de riego por goteo, que es a planificación del sistema, el diseño agronómico y el diseño hidráulico.

En el diseño agronómico determinamos el régimen de riego basándonos en la metodología del Dr. Albert Avidan, empleando parámetros de análisis de suelos que determinen su textura, estructura, porosidad determinando la lámina neta de agua, establecer el tipo el cultivo, determinar su K_c , para calcular la necesidad hídrica del cultivo a través de la evapotranspiración que puede determinarse a través métodos empíricos y prácticos, características de la parcela y la disponibilidad de agua, luego se procede a hacer el diseño hidráulico donde se establece la longitud de las laterales, pérdidas de carga en los puntos críticos, selección de los componentes del cabezal de riego, potencia de la bomba, determinando las tuberías terciarias, secundarias, primarias, cabezal de riego adecuados para la estación y solucionar de esta manera al problema de la Estación experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho, siendo esta una propuesta de ciencia y tecnología para mejorar la producción agraria y además la protección del recurso hídrico.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los factores limitantes para el desarrollo de la agricultura en nuestra región debido principalmente a la presencia de lluvias estacionales por pertenecer nuestra región a un clima árido y semiárido, lo que determina que exista épocas marcadas para la siembra; campaña grande y campaña chica.

El riego en la agricultura se utiliza para satisfacer 4 necesidades básicas:

- Proporcionar agua para el desarrollo de un cultivo suplementario al agua de lluvia; en los cultivos el riego sustituye a la lluvia.
- Facilitar las prácticas de cultivo, tales como preparación de semilleros o recolección cambiando las condiciones del suelo.
- Proteger las plantas de las heladas; y
- Distribuir en el agua productos químicos utilizados como fertilizantes o pesticidas.

Los diferentes sistemas de riego que se realizan de manera general están dirigidos a humedecer toda la superficie de suelo. Lo que no ocurre en el sistema de riego por Goteo que es uno de los sistemas que está basada en el humedecimiento directo del suelo de manera localizada, aplicando agua a la zona de las raíces y con un caudal bajo, entre 1 a 10 l/h, dando como resultado un gasto menor de agua. Como el riego es localizado solo una parte del volumen del suelo es humedecido por lo tanto las raíces se desarrollan más en esta zona disminuyendo

donde hay menor humedad. El riego por goteo se diferencia del resto por qué puede usar como fertirrigación a los cultivos de acuerdo a sus necesidades.

En este sistema de riego el agua es transportada desde la fuente a través de una red de tuberías hasta cada planta, el aparato que distribuye el agua en el suelo se denomina emisor o gotero. Los emisores disipan la presión que existe en la red de tuberías por medio de un orificio de pequeño diámetro, o por un largo camino recorrido, de esta forma disminuye la presión del agua y descarga desde el sistema hacia el suelo solamente a unos pocos litros por hora por cada gotero, luego el agua es distribuido gracias a su potencial con un movimiento tanto horizontal como vertical, formando el bulbo de humedecimiento.

Es necesario destacar que, a mayor falta de agua se limita el desarrollo vegetativo de los cultivos, en las etapas más críticas, por ello se está prestando mayor importancia a usar de manera eficiente el recurso hídrico, teniendo como base las necesidades hídricas de los mismos y las características del suelo.

Para el presente trabajo de investigación se tomará en cuenta las características fisiológicas del cultivo de tomate que servirá como indicador para el presente trabajo de investigación, la variedad comercial como la Río Grande que según la bibliografía revisada se puede obtener rendimientos de hasta 17 t/ha.

Es importante que se pueda comparar al sistema de riego superficial con un sistema tecnificado que se expuso, por consiguiente a continuación veremos un análisis escueto sobre las especificaciones del riego superficial o pro surcos;

Que reúne una gran variedad de sistemas en los que el agua se aplica directamente sobre la superficie del suelo simplemente por gravedad o escurrimiento y es el único que no precisa aporte de energía.

Una de las principales características de estos riegos es que el propio suelo es el que actúa como sistema de distribución dentro de la parcela de riego.

El riego superficial o por surcos consiste en aplicar continuamente agua al surco hasta que alcance la profundidad de las raíces en la cola del surco, una característica es que el agua cubre el terreno, permaneciendo sobre él durante la duración del riego y presenta ineficiencias por percolación profunda en la cabecera del surco y por escurrimiento superficial en la cola, además de las pérdidas por evaporación e infiltración en los canales de conducción.

Por estas consideraciones se realizó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Realizar el diseño de riego por goteo para el cultivo del tomate (*Lycopersicum sculentum*) para las condiciones de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho

Objetivos específicos

1. Realizar el planeamiento de riego en el cultivo de tomate (*Lycopersicum sculentum*) para las condiciones de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho.
2. Determinar el Diseño Agronómico para el cultivo de tomate (*Lycopersicum sculentum*).
3. Determinar el Diseño Hidráulico del cultivo de tomate (*Lycopersicum sculentum*) para las condiciones de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho.

CAPITULO II

REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Sistema de riego

2.1.1. Riego Tradicional.-

Corresponde a aquellos que se aplican utilizando surcos, inundando las tierras, etc. Según el tipo de aplicación (surcos, inundación, etc.) el volumen que puede manejar eficientemente un hombre está entre 20 y 50 l/s.

Puesto que el proceso de evaporación es continuo es conveniente determinar una secuencia de riego, es decir, turnos de aplicación (cada tantos días, semana, etc.) teniendo en cuenta la tasa de agotamiento del agua aprovechable y antes de llegar al punto de marchite. Es función de la estación del año la frecuencia conveniente. Menos espaciado en verano y más en invierno.

El caudal disminuye a medida que el caudal avanza por la parcela regada, debido a su infiltración en el suelo. Para que la lámina de agua infiltrada se distribuya lo más uniformemente posible a lo largo de la parcela es preciso diseñar y manejar el riego de tal forma que haya un equilibrio entre los procesos de avance e infiltración del agua.

Las pérdidas de agua se producen por escorrentía superficial y por percolación profunda. La escorrentía superficial puede ocasionar problemas de erosión. La

percolación profunda produce lixiviación de nutrientes y sales del suelo, lo que provoca un deterioro de las aguas de drenaje cuando estas retornan al regadío.

La geometría de la superficie del suelo (forma y tamaño de las parcelas, pendientes del terreno rugosidad) condiciona la escorrentía, mientras que las características físicas del suelo (textura, estructura, porosidad) condicionan la infiltración. El empleo eficiente del agua requiere que su aportación y distribución se logre sin que se produzcan pérdidas excesivas por escorrentía y percolación.

El riego por superficie debe limitarse a terrenos con pendientes suaves y con suelos relativamente profundos, ya que de otra forma habrá que realizar obras costosas de movimiento de tierras, con el inconveniente añadido de dejar al descubierto capas de subsuelo. Otra limitación de este sistema de riego es la dificultad de aplicar dosis bajas, necesarias en ocasiones, como por ejemplo, para favorecer la germinación en caso de que haya costra superficial.

Es importante señalar las ventajas y desventajas del sistema de riego por gravedad que nos permitan evaluar los puntos comparativos y se evalué las diferencias comparativas entre ambos diseños de riego.

- Permite regar cultivos sensibles al humedecimiento del suelo en la zona del cuello o tronco de la planta.
- Se consigue en forma fácil una aplicación uniforme del agua en el perfil del suelo.
- Se logran buena eficiencia de aplicación del orden de 60 al 70%.
- Se logra un buen control sobre el caudal aplicado a los surcos.
- Los costos de aplicación son relativamente bajos, especialmente en mano de obra.
- Se adapta a los cultivos sembrados o plantados en hileras como hortalizas, frejoles, papas, frutales.

- No es recomendable utilizarlo en suelos con pendientes mayores al 3%.

2.1.2 Riego por aspersión

CHAVEZ (1996), manifiesta que, este método de lluvia artificial significa un interesante ahorro de agua, pues la eficiencia es más alta que la del riego tradicional: por encima de 0.75. La metodología de aplicación es la de alternar turnos de riego y sin riego.

La tasa de aplicación está influenciada por la permeabilidad del suelo, la presión de las tuberías y la intensidad de los vientos principalmente. La magnitud de los caudales es necesario asperjar para recuperar el nivel de humedad es determinada con la siguiente ecuación.

$$q = \frac{U}{Ea} \times \frac{A \cdot I}{RH} \dots\dots\dots (a)$$

q: caudal necesario m³/h

U: demanda de agua, consumo esencial mm/día.

Ea: eficiencia de riego (décimos)

A: área a servir de riego ha.

I: intervalo entre riegos, días.

R: periodo de aplicación del riego: días.

H: número de horas/día.

2.1.3. Riego por goteo y micro aspersión

Es un riego localizado mediante emisores de riego situados en tuberías colocados longitudinalmente a los pies de cultivo y proporcionando agua en bajo caudal y frecuente, originando en el suelo una zona limitada bajo los emisores o goteros, conocido como bulbo.

2.2. Diseño Agronómico

AVIDAN (1994), manifiesta; que el agricultor antes de planificar su sistema de riego o de determinar las necesidades de riego de sus cultivos, se enfrenta a

algunas preguntas fundamentales: ¿Porque regar?, ¿Cuánto regar?, ¿Cuándo regar?, ¿Cómo regar?, ¿Cuáles son los costos y beneficios?

Las respuestas correctas a estas preguntas permitirán hacer uso racional y eficiente del agua y evitara n riego en exceso o deficiencia, condiciones que han de repercutir negativamente sobre el suelo y el rendimiento de los cultivos.

La práctica del riego consiste esencialmente en reponer al perfil del suelo, el agua consumida por el cultivo. Este concepto se basa en un conocimiento de las relaciones suelo- agua –planta y en el cálculo de las necesidades de riego de los cultivos a partir de datos pertinentes sobre el suelo, el clima, el cultivo y el sistema de riego.

Por tanto el diseño agronómico comprende todo el procedimiento para la determinación del régimen de riego de los cultivos para satisfacer la máxima demanda del cultivo, con base en la información climatológica, cultivos, suelo, sistema de riego, características de la sub unidad de riego, el número de sectores de riego, el caudal requerido y aspectos netamente del régimen de riego.

PIZARRO (1997), indica lo siguiente; que el diseño agronómico es el componente fundamental en todo el proyecto de Riego, y los Riegos Localizados de Alta Frecuencia no son excepción. Es la parte en que los errores tienen consecuencias más graves, de nada sirven unos afinado cálculos hidráulicos en la instalación de Riego o una perfecta elección de los automatismos, si se parte de un diseño agronómico equivocado de emisores. Por otra parte, como también ocurre en los demás métodos de riego, el diseño agronómico es la parte del proyecto que más dificultades presenta, tanto de tipo conceptual como de dificultad de cuantificar mediante fórmulas, coeficientes, tablas, etc. Una series de cuestiones en las que interviene la biología. Por todo ello es una fase del trabajo donde hay que extremar el sentido común y la observación de la realidad.

El diseño agronómico es parte del proyecto en cuanto decide una serie de elementos de la instalación tales como número de emisores, disposición de los mismos, etc. Además proporciona unos datos básicos para el posterior diseño hidráulico, como caudal por emisor y planta se desarrolla en dos fases:

- 1 Calculo de las necesidades de agua
- 2 Determinación de la dosis, frecuencia y tiempo de riego. Número de emisores por planta y caudal del emisor.

Finalmente debe decidir acerca de la disposición de los emisores.

2.2.1 Necesidad de agua

AVIDAN (1994), manifiesta que, el diseño de los sistemas de riego se basa en las exigencias del régimen de riego. El sistema de riego ha de ser capaz de abastecer el volumen de agua requerido durante la etapa de máximo consumo de agua por el cultivo. Por lo tanto, el primer paso por dar, es identificar dicha etapa y obtener los datos pertinentes (factor suelo, factor riego y factor cultivo). A base de estos datos se determina el régimen de riego y se precede al diseño del sistema de riego.

PIZARRO (1997), indica que, a efectos de diseño, lo que interesa conocer acerca de las necesidades de agua en su valor punto, en función del cual se dimensionan posteriormente las instalaciones de riego. Para otro tipo de trabajos puede interesar el cálculo de las necesidades de un cultivo a lo largo de todo su ciclo, como es el caso de los estudios económicos, en los que hay que valorar el coste del agua, o las necesidades anuales de las alternativas para conocer, como por ejemplo la superficie que se puede abastecer con un embalse.

En la siguiente figura observamos el esquema propuesto por Pizarro en el diseño Agronómico para RLAF.

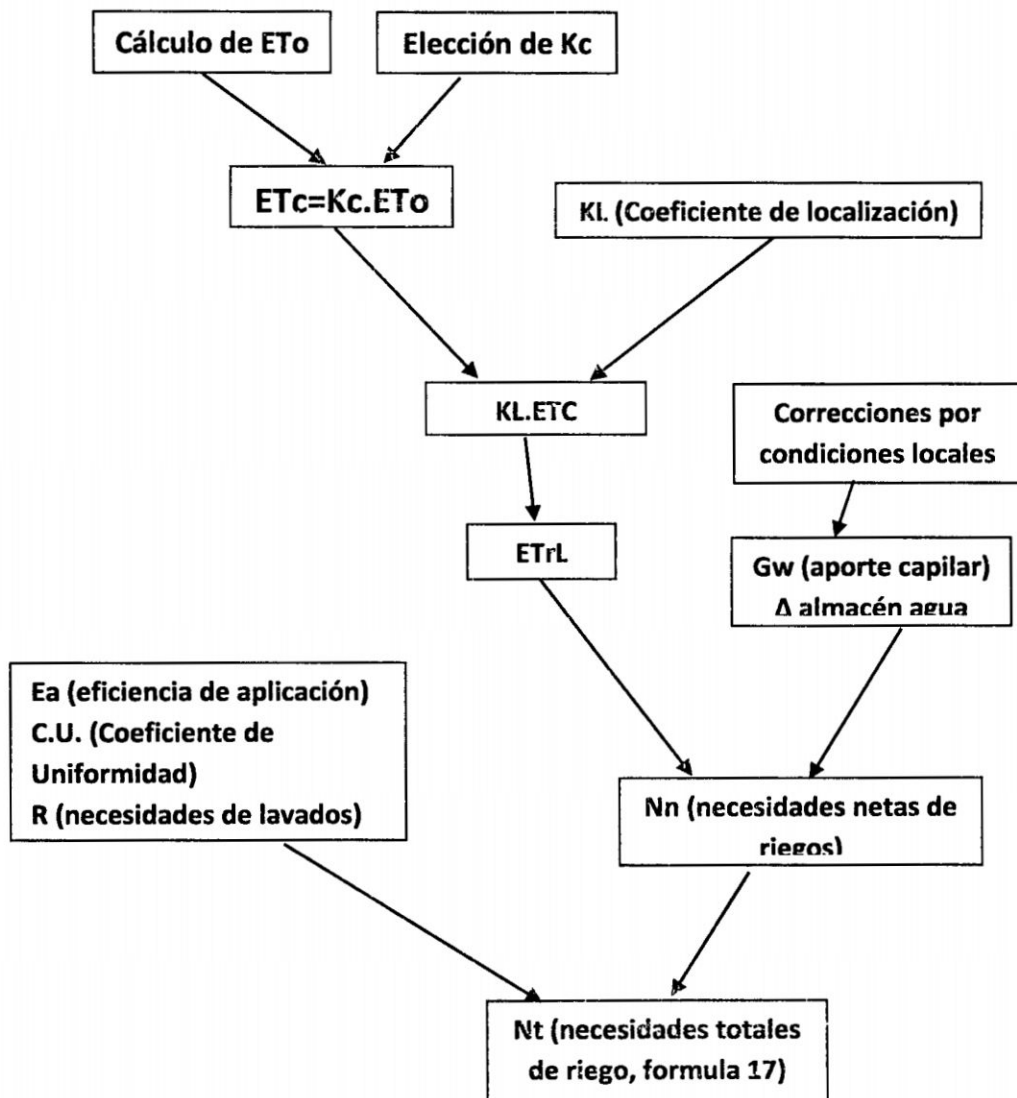


FIGURA N° 2.1. Esquema del cálculo de las necesidades punta de agua en riegos localizados de alta frecuencia.

PIZARRO (1997), manifiesta además que el cálculo de la E_{To} no presenta diferencias respecto a riego tradicional, la elección del K_c dependerá del:

Efecto de localización se han propuesto numerosos procedimientos que corrigen la E_{Tc} , por el “efecto de localización”. Entre ellos hemos seleccionado como mas prácticos los que se basan en la “fracción de área sombreada por el cultivo”, a la que denominamos A y definimos como la “fracción de la superficie del suelo

sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total”, **Correcciones por condiciones locales.**

Variación Climática; Cando la ETo utilizada en el cálculo equivale al valor medio del periodo estudiado, debe mayorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también el valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años el valor calculado sería insuficiente. En RLAF el volumen del suelo es reducido por lo tanto los coeficientes son siempre elevados. Aplicando el criterio de Hernandez Abreua de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1.15 y 1.12.

Variación por Advección, la corrección a aplicar depende del tamaño de la zona de riego.

2.2.2 Suelos

a) Papel del suelo

CHAVEZ (1996), indica que; el papel del suelo, con respecto a la vegetación, no se reduce a darle soporte físico y a disponer de bases o nutrientes para entregarlos, mediante la solución del suelo, a la planta. Su papel fundamental es ser el continente apropiado para almacenar el agua infiltrada (procedente de la lluvia y/o riego), a partir de ello (1) permitir la formación de la solución del suelo; (2) mantener esa solución de suelo a disposición de las raíces para que esta la absorba al ritmo o tasa variable según su fisiología lo exija.

b) El sistema suelo

CHAVEZ (1996), manifiesta que; el suelo por razón de su génesis está formado por cuatro componentes principales:

b.1) Partículas minerales. Es el componente físico derivado de la desintegración de la roca madre.

b.2) Materia orgánica. Comprende en primer lugar la fauna y la flora arraigada en el suelo en forma de micro – organismos y animales de mayor tamaño.

El otro componente orgánico, de gran importancia es el humus junto con plantas, de mayor tamaño, incorporadas a él y en diversos estados de descomposición.

b.3) El agua. Es el agua infiltrada y en movimientos a través del suelo, o adherida a las partículas (higroscópicas).

b.4) El aire. El llamado aire Telúrico contenido en los poros o intersticios del suelo, llena los espacios vacíos no ocupados por el agua.

Todos estos componentes se agrupan, en mayores o menores proporciones. La forma y la proporción de cada uno de ellos que integran el complejo determinan el tipo de suelo y su calidad.

c) Características morfológicas

CHAVEZ (1996), indica que las características morfológicas son:

c.1) Estructura.- La estructura es la forma como se agrupan las partículas del suelo y tienen estrecha relación con la facilidad, mayor o menor para trabajarlo. La estructura más favorable es la de migajón, o de agregación. Otras de ellas son: granular, reticular, esponjosa, escamosa, etc.

c.2) Textura.- Se refiere al tamaño de las partículas que forman el suelo. Su importancia, en el comportamiento del suelo, es muy grande pues no-solo determinan sus características físicas sino que es determinante de los coeficientes hídricos fundamentales en relación con la capacidad de uso de los suelos en la agricultura.

La porción mineral del suelo está formada por partículas que, según tamaño, se clasifican en arena (de 2 a 0,05 mm), limo (de 0,05 a 0,002 mm) y arcilla (inferior a 0,002 mm).

La textura de un suelo hace referencia a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene. Atendiendo a su textura, los suelos se clasifican en arenosos, limosos o arcillosos, según que predomine cada uno de los distintos componentes. Se dice que un suelo es de textura franca, cuando contiene una mezcla de arena, limo y arcilla en proporción equilibrada. El análisis granulométrico, que da los porcentajes de arena, limo y arcilla, determina las distintas clases de textura, que vienen definidas en el esquema triangular de la Figura N°.

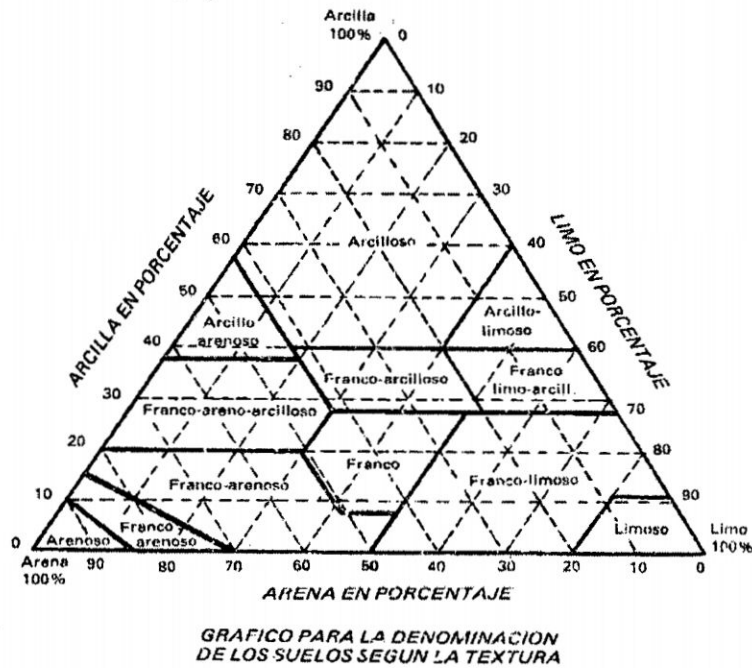


FIGURA N° 2.2. Triangulo Textural para determinar la clasificación de los suelos según su textura. El triángulo está dividido en 12 áreas correspondientes a las distintas clases de textura según los porcentajes en peso de arcilla, limo y arena. La dirección de las flechas indica la forma de aplicar los porcentajes respectivos de arcilla, limo y arena.

c.3) Consistencia.- Es la resistencia que ofrece a las fuerzas que tratan de separar las partículas y es la resultante de las tensiones de cohesión entre ellas.

c.4) Porosidad.- Es el espacio vacío entre las partículas sólidas del suelo. Se expresa en porcentaje con relación al volumen total de la masa.

c.5) Costras salinas.- En las regiones áridas la gran cantidad de sales contenidas en el suelo y no removidas por deficiente cantidad de agua, da lugar a la formación de costras salinas en el perfil del suelo.

d) Relaciones masa volumen derivados del grado de estructuración

Se sabe que el suelo es un medio poroso y se puede establecer una serie de relaciones de masa volumen derivadas del grado de estructuración, dentro de estas:

d.1) Densidad real (*pr*).- Es la relación entre la masa de suelo seco a la estufa a 105°C, sobre el volumen total de sólidos.

$$pr = \frac{m. s. s. e}{V. Sol.}$$

d.2) Densidad aparente (*pa*).- Por definición la densidad aparente es la relación entre el peso del suelo seco a la estufa y el volumen total que ocupa incluyendo los poros. Un suelo franco tiene aproximadamente 1.35 g/cm³ de densidad aparente, por debajo de este valor se trataría de suelos arcillosos y por encima, de suelos arenosos.

$$pa = \frac{m. s. se}{V. Total}$$

Luego se calcula la relación entre el volumen de huecos *Vv*, y el volumen total *Vt* se define como porosidad, pudiendo calcularse a partir de los valores de la densidad aparente y la densidad real.

$$EP = \frac{Vt - Vs}{Vt} = 1 - \frac{pa}{pr}$$

$$\%EP = EP \times 100$$

La eficiencia para la transferencia de fluidos lleva a distinguir tipos de poros:

A > porosidad > movimiento de agua y aire.

Masa o Peso del Suelo /ha

Masa ha = Vol ha x pa

Vol/Ha = 100m x 100m x profundidad (m)

$$pa = \text{Kg/m}^3 \text{ o } \text{t/m}^3$$

Estos cálculos sirven para determinar:

- Los planes de fertilización.
- Cálculo de enmiendas (CaCO_3 , Ca(OH)_2)
- Volumen de riego, etc.

f) Características físicas del suelo

f.1) Las partículas minerales

CHAVEZ (1996), indica que; están constituidas por diferentes tamaños de sólidos que van desde texturas gruesas hasta muy finas.

Las partículas cuyo tamaño es inferior al de la arena fina, 0.02 mm; no pueden ser distinguidas a simple vista. En texturas superiores a 2.0 mm. Ya no se produce el movimiento capilar, el cual es tanto mayor cuanto menor es el diámetro de las partículas.

f.1.1) Arenas

Tanto las gruesas como las finas no proporcionan elementos nutritivos para las plantas, por consiguiente, los suelos de esta textura son pobres y secos pero proporcionan buenas cualidades físicas al suelo, son fáciles de trabajar y de muy escasa capacidad de imbibición.

f.1.2) Limos

Son perceptibles con el auxilio de una lente o por medio de los dientes y, como las arenas, tampoco proporcionan alimentos a los vegetales. Los limosos son buenos suelos de cultivo, favorecen la capilaridad, y la aplicación de fertilizantes siendo fácilmente trabajables. Estos suelos tienen características promedio entre los arenosos y arcillosos, de allí sus buenas cualidades, pero si es excesivamente limoso su estructura es muy débil y fácilmente erosionable.

f.1.3) Arcillas

Junto con la materia orgánica determinan la fertilidad de un suelo pues son capaces de ceder, o transmitir, materias alimenticias a las plantas. Entre otras cualidades determina que el suelo tenga cohesión, tenga capacidad de retención del agua e influye en la acidez del mismo. Si está en proporción muy elevada determina excesiva compacidad y adherencia, dificulta las labores agrícolas, reduce la actividad biológica del suelo, lo hace impermeable y reduce la aireación. Sin embargo, la importancia de la arcilla, como componente del suelo es fundamental.

f.2) Capacidad de imbibición

Expresa la cantidad de agua que puede retener un suelo en los poros y vacíos. Es una propiedad muy importante y es consecuencia de la combinación de textura y estructura. Las arcillas tienen una relativa gran capacidad de imbibición (llega hasta un 40% de su volumen) y más alta aún es la del humus y la turba. Esta última puede retener hasta un quíntuplo de su peso.

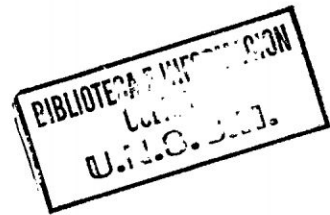
f.3) Capilaridad

La ascensión capilar es función del diámetro de los tubos capilares: a menor diámetro mayor ascensión.

Cuando el desplazamiento capilar es hasta la superficie se produce evaporación y con ella la pérdida del contenido de humedad del suelo, razón ésta de los procesos de encostramiento.

g) Tipos de suelos por su composición física

CHAVEZ (1996), indica que, un buen suelo agrícola es aquel que contiene proporciones tales, de cada tamaño de partícula, que resulta con cualidades convenientes al participar de las ventajas de cada cual.



CUADRO N° 2.1

CLASIFICACION FISICA DE LOS SUELOS

CLASE DE SUELO	PORCENTAJE	
	ARENA	ARCILLA
Arenoso	100-90	0-10
Areno – limoso	90-80	10-20
Limo – arenoso	80-70	20-30
Limoso	70-50	30-50
Arcilloso	50	50

FUENTE: ROSENDO CHAVEZ DIAZ (1996)

Un suelo que contenga alrededor del 70% de arenas y 30% de arcillas y limo, tiene buenas características pues presentará propiedades intermedias.

CUADRO N° 2.2

ELEVACIÓN CAPILAR

SUELO	cm.
Arenoso	10-130
Areno-limoso	50
Limo- arenoso	80-100
Limoso	200-300
Arcilloso	150-200

FUENTE: ROSENDO CHAVEZ DIAZ (1996)

2.2.3. Relaciones agua-suelo- planta

a) Riego para el desarrollo de cultivos.-

CHAVEZ (1996), manifiesta que, los factores que afectan las decisiones para el riego, o cuando y cuánta agua debe aplicarse pueden ser los siguientes: tipo de suelo, cultivo, clima con datos meteorológicos.

El agua se mueve constantemente en el suelo en profundidad y área obedeciendo a la gravedad y hacia arriba por la capilaridad, estos movimientos y el consumo de la planta agotan la disponibilidad del agua entonces es importante mantener

abastecida a la planta en los volúmenes convenientes, allí radica la importancia de un proyecto de irrigación y riego.

b) Clases de agua en el suelo

CHAVEZ (1996), manifiesta que, existen las siguientes clases de agua en los suelos:

b.1) Agua higroscópica.- Es la película de agua que rodea a la partícula sólida. La fuerza de atracción es muy fuerte debido a que las distancias entre las partículas y está, son muy pequeñas. Entonces las tensiones de adherencia no pueden ser vencidas por las plantas y por consiguiente no le es aprovechable.

b.2) Agua capilar.- Es el agua intersticial no sujeta a higroscopicidad y que se puede mover obedeciendo a las tensiones de la capilaridad. Es la única que puede ser aprovechada por la planta.

b.3) Agua gravitacional.- Es el agua excedente con respecto a la higroscópica y capilar, que puede moverse con facilidad en el suelo.

c) Constantes de humedad del suelo

CHAVEZ (1996), manifiesta que, los elementos de medida de la humedad del suelo son los siguientes:

c.1) Coeficiente de marchitez (CM)

Es el contenido de humedad del suelo que determina la marchitez de la planta. Se dice que un suelo está en punto de marchitez permanentemente cuando el contenido de agua ha disminuido tanto que la planta se ha marchitado y no se recobra colocada en una atmósfera húmeda y en la obscuridad.

c.2) Humedad equivalente (HE)

Es un límite de humedad arbitrario que correspondería aproximadamente a un nivel apenas superior al de la marchitez y se mide por el porcentaje de agua

retenida, por un testigo, después de haber sido sometido a una fuerza centrífuga igual a 1,000 veces la gravedad durante 30 min.

C.3) Capacidad de campo (CC)

Corresponde, aproximadamente, al límite superior del agua capilar y se mide por el porcentaje de humedad que se mantiene en el suelo al término de un tiempo específico después del humedecimiento, es decir, el tiempo suficiente para permitir la eliminación del agua excedente o no capilar.

c.4) Coeficiente de saturación (CS)

Expresa el límite de imbibición de un suelo. Todos los intersticios o poros están ocupados por el agua habiendo sido eliminado, incluso, el aire telúrico.

d) Límites de humedad para la producción

Complejo agua/ suelo/ planta

CHAVEZ (1996), manifiesta que, la mayor parte del agua absorbida por la planta es perdida por el suelo y se incorpora a la atmosfera. Esto es consecuencia de la transpiración de la planta, es decir, que la tasa según la cual ésta se produce determina el ritmo de entrega por el suelo a la planta. El proceso es el siguiente: Al perder la planta agua por transpiración se reduce la turgencia de las células de las hojas y ellas tratan, de inmediato de recuperarla aumentando, para lograrlo, la presión de succión sobre los vasos conductores de la savia. Al fluir la savia (el agua) hacia las hojas aumenta la intensidad osmótica en los tejidos de la raíz, acrecentándose el trasvase de la solución de suelo. Como se ve es una cadena cuyo ritmo de operación es controlado por la transpiración de la planta.

Desde que uno de los extremos de la cadena fisiológica, del tránsito de la solución del suelo, son las raíces, en ellas se deben producir tensiones osmóticas cuya intensidad tiene dos componentes: succionar un volumen suficiente igual al reclamado por la planta y variable a lo largo del tiempo y vencer la resistencia que

opone la atracción agua/ suelo, que es también variable y que aumenta con la disminución de agua disponible. Todo esto significa que la planta gasta energías y gasto será tanto mayor cuanto menor sea la disponibilidad de agua en el suelo. Las tenciones de succión (y el gasto de energía consiguiente) suelen ser tanto más crecientes cuanto mayor el contenido de humedad se acerca al índice de marchitez. Se estima que el esfuerzo necesario para tomar agua, cuando el contenido es cercano al de la marchitez, es alrededor de 45 veces el requerido cuando ese contenido es el de capacidad de campo o casi. Las tenciones de succión están entre 10 y 20 atmósferas (10.3 a 20.6 Kg/cm²) cuando el sistema suelo/agua está en niveles de marchitez. De 15 atmósferas. En adelante se está en situación de marchitez permanente. Cuando la tensión de succión llega a 4 atmósferas (4Kg/cm²) conviene aplicar el riego. Cuando la tensión es entre 0.5 y 1 Kg/cm² está bien regado.

2.2.4. Factores climáticos

a) El ciclo hidrológico.-

VASQUEZ (1997), indica que el ciclo hidrológico es la sucesión de cambios que sufre el agua en la hidrósfera y que obedece a las leyes de la física. Para una mejor comprensión de los fenómenos del ciclo hidrológico se asume que este comienza con la evaporación de las superficies libres de agua y que asciende hasta cierta altura de la atmósfera donde se condensa para formar las nubes, las mismas que darán origen a la precipitación; una parte de ésta cae del océano pero la mayor cantidad cae sobre la superficie terrestre, donde sigue diferentes caminos: una parte es interceptada por la vegetación, otra parte se convierte en flujo superficial para formar los ríos y quebradas que van a desembocar a lagos y océanos y otro se infiltra en el suelo donde puede percolar profundamente para recargar el agua subterránea.

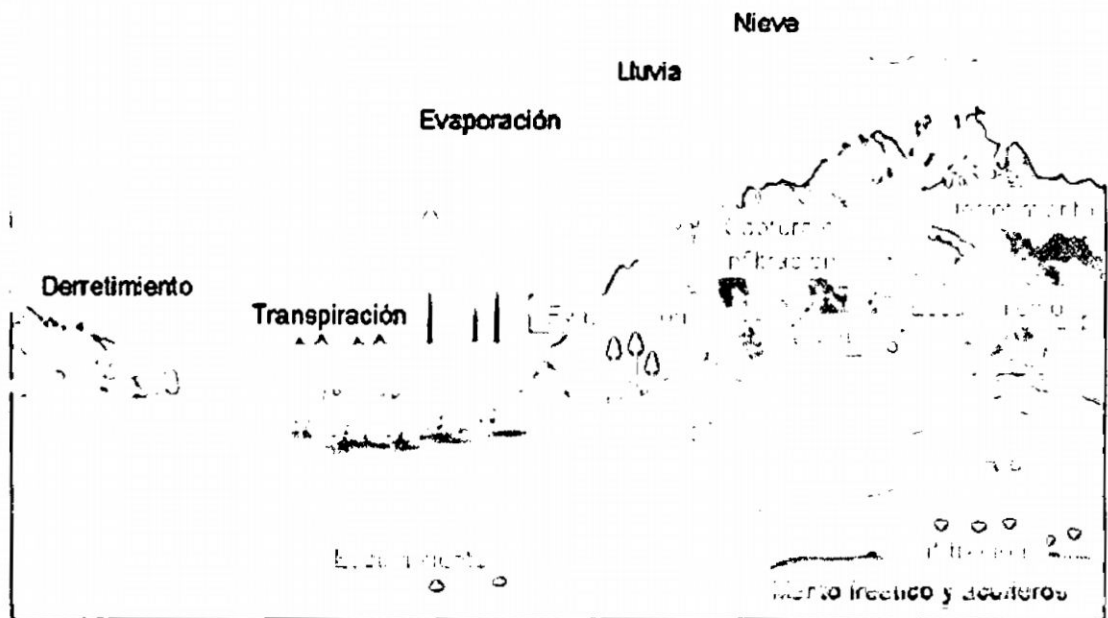


FIGURA N° 2.3: CICLO HIDROLÓGICO

b) La precipitación

La precipitación es toda forma de agua cuyo origen está en las nubes y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo, garúa o nieve. Siendo la precipitación de mayor importancia la lluvia.

c) Temperatura

La temperatura atmosférica la mayor o menor cantidad de calor que hay en la atmósfera. Las modernas investigaciones han demostrado plenamente que gran parte de los fenómenos atmosféricos (presión, vientos, evaporación, etc.) se deben al choque entre masas de aire a distintas temperaturas. Por eso gran parte de los estudios meteorológicos se basan en las diferencias de temperaturas.

c.1) La temperatura media diaria promedio mensual

$$Tm^{\circ}C = \frac{\sum Tx^{\circ}C + \sum Ti^{\circ}C}{2x \text{ día}} \quad \text{ó} \quad Tm^{\circ}C = \frac{Txm^{\circ}C + Tim^{\circ}C}{2}$$

Dónde:

- Tm** : Temperatura °C, diaria media
- Tx** : Temperatura °C, diaria máxima
- Ti** : Temperatura °C, diaria mínima

Días : El número de días del mes considerado

Txm : Temperatura °C, máxima media

Tim : Temperatura °C, mínima media

c.2) El valor de la insolación relativa (n/N):

$$(n/N) = \frac{\sum(n) \text{ horas}}{N \text{ horas/días}} \times \text{días}$$

Donde:

(n/N) : Insolación relativa

(n) : Horas reales de insolación

N : Máximo número de horas de insolación diarias, horas/días, promedio del periodo considerado

d) Humedad relativa

La humedad relativa es la relación de la tensión del vapor existente con la tensión máxima multiplicado por 100, para expresarla en porcentaje.

$$U = \frac{e}{E} \times 100$$

Dónde: **U** : es la humedad relativa en tanto por ciento

e : es la tensión de vapor existente

E : es la tensión máxima de vapor

Una humedad relativa de 50%, quiere decir que el aire tiene la mitad de vapor de agua del que sería necesario para que estuviera saturado.

d.1) La humedad relativa mínima promedio mensual

Se calcula en base a datos meteorológicos con la siguiente fórmula, por estimación.

$$Hrmin = \frac{\sum Hrmin}{\text{días}}$$

Dónde:

Hrmin: Humedad relativa mínima media, fracción decimal

Hrmin: Humedad relativa diaria, fracción decimal

Días: El número de días en el mes considerado.

e) Viento

Se llama viento al movimiento aproximadamente horizontal del aire motivado por la diferencia de presión atmosférica entre dos lugares.

El viento se dirige de lugar de mayor presión hacia el de menor presión. Los movimientos verticales del aire incluyen las corrientes convectivas como la ascensión convergente y la subsidencia o descenso divergente en las áreas de baja presión el aire convergente y se eleva, y en las áreas de alta presión el aire diverge y desciende.

e.1) La velocidad del viento diurno

Se calcula en base a datos meteorológicos con la siguiente fórmula, o por estimación:

$$(U)_{\text{Diurno}} \text{ mm/día} = \sum (u)_{\text{diurno}} \text{ Km/días}$$

Donde:

(U)Diurno : Velocidad del viento diurno Km/día, media diaria

(U) diurno : Recorrido del viento diurno Km, diario.

Días : El número de días en el mes considerado.

Es posible utilizar datos en unidades de m/s.

f) La evaporación

VASQUEZ (1997), indica que, la evaporación es un fenómeno físico que consiste en el paso del agua del estado líquido al estado de vapor, dependiendo de una serie de factores como la radiación solar, la velocidad del viento.

f.1) La evapotranspiración

AVIDAN (1994), manifiesta que, la evapotranspiración o uso consuntivo, representa la suma de la transpiración y la evaporación.

Por el proceso de la transpiración, el agua absorbida por las raíces de las plantas es emitida por las hojas en forma de vapor de agua y reintegrada a la atmósfera. La evaporación representa el agua evaporada de la superficie del suelo y del follaje (las gotas de rocío y las que la lluvia deposita sobre las hojas de las plantas). El uso consuntivo se expresa mediante la tasa de evaporación, ETc (mm/día) o (mm/mes), la cual depende además de los factores del clima que afectan la evaporación (la temperatura y la humedad del aire, el régimen del viento y la intensidad de la radiación solar), de las características fisiológicas de la cobertura vegetal y de la disponibilidad de agua en el suelo para satisfacer la demanda hídrica de la planta.

ET=EVAPOTRANSPIRACIÓN

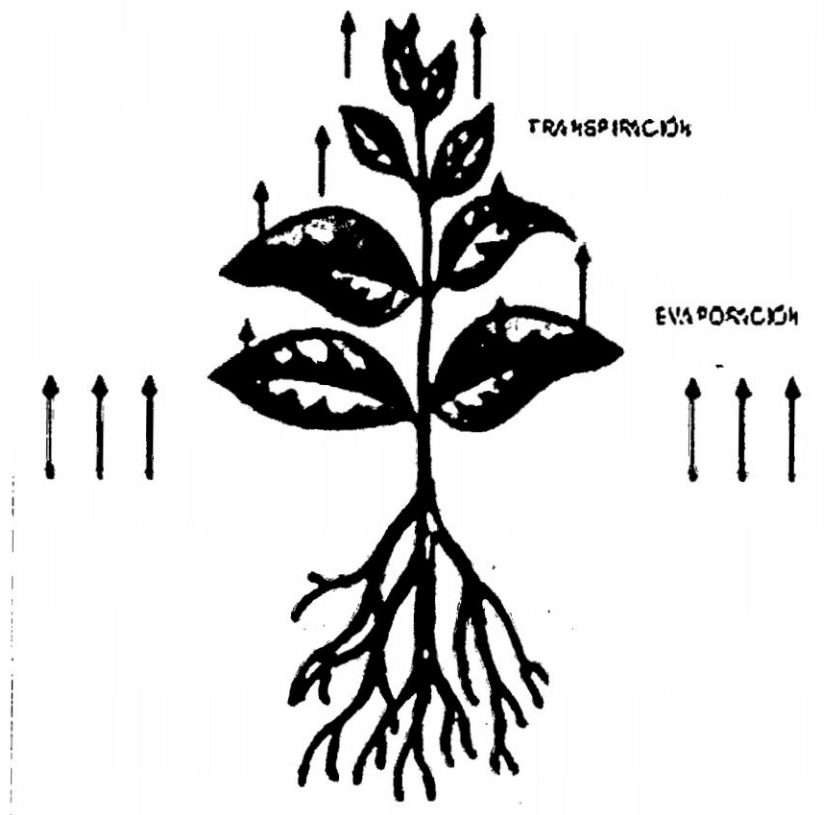


FIGURA N°2.4: LA EVAPOTRANSPIRACION TIENE DOS PROCESOS TRANSPIRACION REALIZADO POR LA PLANTA Y EVAPORACION DEL SUELO

VASQUEZ (1997), indica que; resulta de la combinación de la evaporación de la superficie del suelo y a la transpiración de las plantas.

Para el cálculo de la tasa de evapotranspiración se utiliza los mismos métodos que para determinar la evaporación en superficies libres de agua, con la diferencia que hay que tener en cuenta el suelo y la vegetación.

Pero como en el presente estudio estamos más interesados en conocer la evapotranspiración de los cultivos o uso consuntivo, lo cual se puede calcular indirectamente a partir del concepto de evapotranspiración potencial.

f.1.1) La evapotranspiración potencial

VASQUEZ (1997), indica que, es la tasa de evapotranspiración de una superficie completamente cubierta de vegetación, de preferencia se calcula multiplicando la Evapotranspiración Potencial por un factor de cultivo **Kc**.

AVIDAN (1994), manifiesta que; la evapotranspiración potencial, E_{To} (mm/día), de un cultivo de referencia fue definido por Doorenbos & Pruitt (1975) como: "La tasa de evaporación (mm/día) de una extensa superficie de pasto (grama) verde, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, que sombrea completamente la superficie del suelo y que no sufre escasez de agua."

f.1.2) La evapotranspiración Real – E_{tr}

AVIDAN (1994), indica lo siguiente que, en la práctica, los cultivos se desarrollan en condiciones de humedad muy lejanas de las óptimas. Por este motivo el manejo del riego se ha de basar en la Evapotranspiración real – E_{tr} , la cual toma en consideración al agua disponible en el suelo y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla un cultivo determinado.

2.2.5. Determinación de la evapotranspiración potencial

Existen dos métodos para determinar la evaporación potencial que son los siguientes:

a) Métodos directos:

a.1) Lisímetros

VASQUEZ (1997), indica que; es un cubo impermeable de paredes verticales con la parte superior abierta que esta con suelo y vegetación, en el cual se hace intervenir las variables más importantes de este sistema hidrológico, tales como la precipitación o riego, el caudal de salida y la variación de la cantidad de agua acumulada en el lisímetro . La evaporación se acumula aplicando la ecuación de balance hídrico.

a.2) Métodos del tanque evaporímetro

AVIDAN (1994), indica que, el tanque evaporímetro Clase "A" permite estimar los efectos integrados del clima (la radiación, la temperatura, el viento y la humedad relativa del aire); en función de la evaporación de una superficie de agua libre, de dimensión estándar.

Existe una íntima relación entre los procesos de Evapo-transpiración del cultivo, ETc y la evaporación del Tanque Clase "A", ETan.

La **ETo** se calcula de acuerdo a la siguiente formula de la FAO.

$$ETo \text{ (mm/día)} = ETan \text{ (mm/día)} \times ETan$$

Dónde:

ETo : Evapotranspiración del cultivo de referencia del cultivo de referencia, (mm/día).

ETan : Evapotranspiración media diaria del Tanque Evaporímetro clase "A", (mm/día).

ETan : Coeficiente del Tanque Evaporímetro Clase "A" (mm/día).

b) Métodos indirectos

VASQUEZ (1997), manifiesta que; existen fórmulas empíricas, que son varias y han sido desarrolladas por investigadores, en función de variables meteorológicas, siendo la más adecuada para la sierra la de Hargreaves y la de Blaney – Criddle (modificado por la FAO) que usa un mayor número de variables metodológicas y la que da mejores resultados, sin embargo no siempre se puede usar en lugares donde no se tienen los datos meteorológicos requeridos.

b.1) Formula de Hargreaves

AVIDAN (1994), indica que; la fórmula de Hargreaves es la siguiente:

$$ETo = 0.0023 \times Ra \times (Tm + 17.8) \times TD$$

Dónde:

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia, mm/día

Ra = Radiación extraterrestre, mm/día (tabla)

Tm = Temperatura °C Media diaria

TD = Diferencia de temperatura diaria en el periodo considerado, promedio, °C

El valor de la Radiación extraterrestre, es decir la radiación al tope de la atmósfera, Ra, se obtiene de las tablas para Latitud y el periodo correspondiente.

La temperatura media diaria, Tm °C, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Tm = \sum T \times (^{\circ}C) / 2 \times \text{días} \quad \text{ó} \quad Tm(^{\circ}C) = T \times m(^{\circ}C) + Tim(^{\circ}C) / 2$$

La diferencia de temperatura, media diaria, TD (°C), se calcula con la siguiente fórmula:

$$TD(^{\circ}C) = \sum Tx(^{\circ}C) / \text{días}$$

$$TD(^{\circ}C) = Txm(^{\circ}C) - Tim(^{\circ}C)$$

Dónde:

TD : Diferencia de temperatura diaria en el periodo, promedio, °C.

Tx : Temperatura, °C, máxima diaria.

T_i : Temperatura, °C, mínima diaria.

T_{xm} : Temperatura, °C, máxima media

T_{im} : Temperatura mínima media, °C.

Hargreaves recomienda calcular Eto, empleando los coeficientes de cultivo que aparecen en la tabla.

Etc. mm/día (Eto)= mm/día x KcH

b.2) Formula de Blaney – Criddle (modificado por la FAO).

AVIDAN (1994), indica que según la medición del método por la FAO, después de calcular el factor (f) de Blaney – Criddle en mm/día con los datos de la región con la formula, se calcula Eto.

$$Eto \text{ mm/día} = a + b \times (f)$$

Dónde:

Eto : Evapotranspiración del cultivo de referencia, mm/día, promedio mensual

a,b : Coeficiente de regresión lineal entre (f) y esto (tabla)

(f) : Factor de uso consultivo de Blaney – Criddle en mm/día.

Para estimar el Etc. se utiliza el coeficiente Kc (FAO), a saber:

$$Etc. \text{ mm/día} = Eto \text{ mm/día} \times Kc \text{ (FAO)}$$

Dónde:

$$(f) = P\% \times (0.46 \times Tm \text{ (°C)} + 8.13)$$

(f) : Factores de uso consultivo de Blaney – Criddle en mm/día, promedio mensual.

P : Porcentaje de horas luz diaria, promedio del total mensual (tabla)

Tm : Temperatura media diaria, °C promedio mensual

2.2.6. Necesidad de agua de los cultivos: coeficiente Kc

El Kc es el agua requerida por los cultivos, es equivalente a la tasa de evapotranspiración necesaria para sostener un óptimo crecimiento de la planta. Más aún, el agua requerida es definida como la tasa de evapotranspiración de un cultivo libre de enfermedades, en una superficie no menor de una hectárea bajo óptimas condiciones de suelo, se asume fertilidad adecuada, agua para alcanzar la máxima producción potencial bajo las condiciones predominantes de medio ambiente.

El agua que los cultivos necesitan para su desarrollo se puede estimar a través del **Uso Consuntivo (UC)**, el mismo que se define como la cantidad de agua que la planta requiere para transpirar y formar tejido celular más el agua que se evapora del suelo donde crece.

AVIDAN (1994), indica que; la evaporación de agua de los cultivos se determina multiplicando la Evapotranspiración Potencial por el factor o coeficiente del cultivo Kc. Así

$$ETC = Kc \times ETo$$

Donde:

ETC= Evapotranspiración de los cultivos (mm)

ETo = Evapotranspiración Potencial (mm)

Kc = Coeficiente de Cultivo

Se ha hecho investigaciones sobre la variación de Kc para diferentes cultivos, cuyos resultados se encuentran en el Manual FAO "Requerimiento de Agua de los Cultivos". En este manual se considera que el cultivo tiene cuatro etapas durante su desarrollo:

1ª Etapa inicial de los Cultivos".

En este manual se considera que el cultivo tiene cuatro etapas durante su

2ª Etapa de desarrollo del cultivo

3ª Etapa de maduración del cultivo

4ª Etapa de cosecha

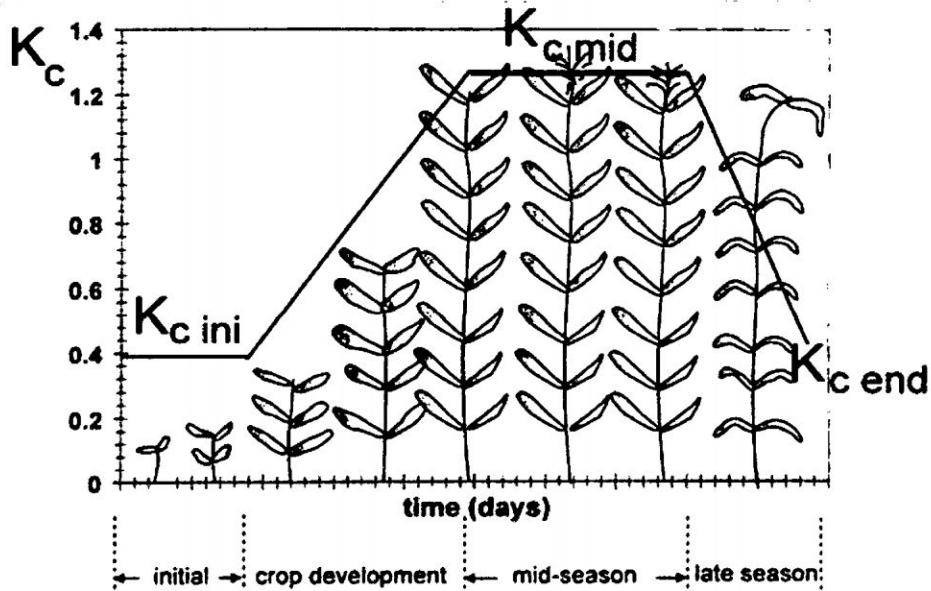


FIGURA N° 2.5: Curva generalizada de Coeficiente de Cultivo K_c , fuente: Estudios FAO Riego Drenaje

Durante las cuatro etapas de coeficiente K_c presenta una variación que puede ser desde aproximadamente 0.2 hasta alrededor de 1.3, con lo cual se puede elaborar una "curva de K_c " del cultivo.

GARCIA (1997), manifiesta que; en contraste con la evaporación potencial ET_p , la cual ocurre en un cultivo de referencia que no sufre ninguna deficiencia de la humedad en el suelo, y está bajo condiciones de cobertura total, existe una evaporación en el campo de cultivo ET la cual puede ser estimada mediante la siguiente ecuación,

$$ET = K_c \times ET_p$$

Donde K_c es el coeficiente que contabiliza la madurez del cultivo y la deficiencia hídrica bajo la cual la planta está creciendo. Este coeficiente es calculado de la siguiente manera,

$$K_c = K_{\infty} \times K_s$$

Donde k_{∞} es el coeficiente que contabiliza la madurez del cultivo y la deficiencia hídrica bajo la cual la planta está creciendo. Este coeficiente es calculado de la siguiente manera,

$$ET = K_{\infty} \times K_s$$

Donde K_{∞} es el coeficiente de madurez del cultivo creciendo bajo condiciones adecuadas de riego de tal manera que el agua no sea una limitante en el crecimiento del cultivo, pero sin mantener la superficie del suelo siempre húmeda y K_s es el coeficiente de deficiencia hídrica.

2.2.7. Análisis del cultivo del tomate

a) Los cultivos

GOMÉZ (2004), indica que, la selección de los cultivos debe tenerse en cuenta primero la importancia tanto económico y social de estos cultivos, se determinan las necesidades mínimas de agua que requiere para su desarrollo.

b) El cultivo del tomate

ORTIZ (1987), indica que el tomate; es un de las tres hortalizas más importantes, tanto desde el punto de vista de su consumo, como de su producción. Se produce principalmente en la Costa central y en Trujillo. Su consumo se hace generalmente al estado fresco, pero es quizás la hortaliza que más se industrializa en el país. Esta hortaliza responde al nombre científico de (*Lycopersicum sculentum*) y pertenece a la familia de las solanáceas.

c) Variedades

Las variedades más recomendables son: Stone, Rutgers, Marglobe, Improved. La Marzano se utiliza mucho para la industria variedad de frutos pequeños, forma alargada, de mucha pulpa, duros y excelentes para la industrialización.

d) Clima y suelo

d.1) Clima.- Requiere de temperaturas entre 10 y 26 °C; humedad relativa baja, siendo la temperatura ideal para la germinación entre los 15 y 30 °C.

d.2) Suelo.- Franco- Arenoso, retentivos, con buen drenaje, alto contenido de materia orgánica profundo y con ph entre 5.8 y 6.5

e) Siembra

ORTIZ (1997), indica que el método más conveniente es la siembra al trasplante, en el que se usa ½ Kg. de semilla por ha. Para la siembra directa se necesita 1 kg y ½ de semilla. El trasplante se realiza cuando las pastillas alcanzan una altura de 35 a 40 cm. en el almácigo.

El distanciamiento es de 1.20 a 1.40 m entre surcos y de 0.75 m a 1.00 m entre plantas. Se puede sembrar durante todo el año, recomendándose quitar el agua al almácigo 10 días antes del trasplante para lograr rusticidad las plantillas y mayor éxito en el prendimiento. Requiere que el suelo este ligeramente húmedo. La escasez de agua provoca rajaduras de fruto.

f) Labores culturales

ORTIZ (1987), indica que, el "Entresaque o Raleo" se realiza cuando las plantas tienen de 10 a 15 cm de altura, dejando 2 plantas por golpe.

Los cultivos y el deshierbo se hacen por medio mecánicos, con cultivadoras, también se hace uso del control químico.

El tomate responde bien a los abonamientos nitrogenados, recomendándose dosis alrededor de 100 kg de nitrógeno por hectárea.

g) Cosecha

ORTIZ (1987) manifiesta que, la cosecha se hace recogiendo los frutos con la mano. La producción promedio se estima en 10,000 a 20,000 kg/ha. El tomate se cosecha en dos etapas diferentes de maduración: fruto pintado (llamado pintón),

cuando no presenta más de 1/3 de su superficie coloreada y fruto maduro cuando ya prácticamente se encuentra todo el fruto coloreado.

Su período vegetativo varía de 140 a 180 días, la cosecha dura un periodo de 20 días.

2.2.8. Sistema de riego por goteo

a) Riego por goteo

CHAVEZ (1996), indica que, este método presupone la aplicación constante de agua, a la masa de suelo continente de las raíces, para mantener el nivel de agua aprovechable prácticamente sin cambios. Se hace mediante un sistema hidráulico complejo y su eficiencia es muy alta, cercana a 1.

SAVALDI (1997), indica que se puede definir el sistema de riego por goteo como un sistema de humedecimiento limitado del suelo, en el cual se aplica el agua únicamente a una parte del volumen del suelo ocupado por el cultivo. El volumen húmedo acomoda el sistema radicular de la planta, de modo que en diferentes suelos, o con goteros de diferentes descargas, o variando la distancia entre los goteros, la frecuencia del riego, Etc., varía también la forma del sistema radicular. La unidad de riego es el gotero, alrededor de cada gotero se forma una zona de suelo húmedo, denominado "bulbo" o "cebolla", por su forma característica.

Dentro de dicho bulbo se forma tres zonas con distinto contenido de agua y aire:

a. La zona saturada.- Debajo y alrededor del gotero, zona en la que existe un exceso de agua y falta de aire.

b. La zona de equilibrio.- En la cual existe una relación óptima entre el agua y el aire.

c. La zona seca.- Donde existe un déficit de humedad y un máximo de aire.

b) Factores que determina la forma del bulbo húmedo

a. El suelo

La dimensión horizontal es favorecida por la atracción capilar del suelo (la cual es responsable por la capacidad de retención del agua). La dimensión vertical está dominada por la fuerza de la gravedad (la cual es responsable por la capacidad de drenaje), o sea que en un suelo arenoso se forma un "bulbo" alargado, mientras que en un suelo arcilloso se forma un "bulbo" más ancho.

EL BULBO HÚMEDO SEGÚN EL TIPO DE SUELO

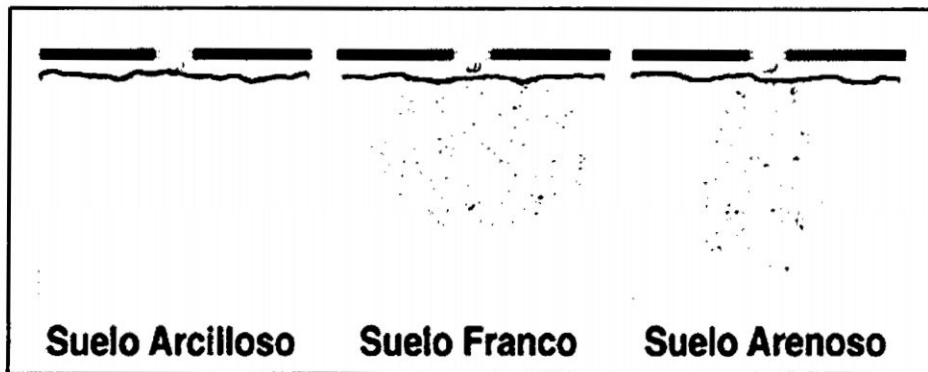


FIGURA N° 2.6 Modelos de mojado del suelo en el riego por goteo

b. La descarga del gotero

La distribución lateral (horizontal) del agua, depende de la descarga del gotero. Un gotero de 2 l/h produce un bulbo más estrecho que uno de 4 ó de 8 l/h. Si comparamos un suelo arenoso con otro arcilloso, veremos que en el primero será necesario seleccionar un gotero con mayor descarga y a menos espaciamiento que en el segundo.

c. Duración del riego

Cuando más se prolonga el riego, más aumenta la dimensión horizontal, hasta un determinado límite. Pasado este límite, se pierde el agua por debajo de la zona radicular, bajando la eficiencia del riego.

d. La frecuencia del riego

A medida que el suelo se seca, aumenta la tensión con la cual el suelo retiene al agua. Tensiones elevadas reducen la velocidad del movimiento del agua en el

suelo. Por lo tanto, el riego por goteo en un suelo seco producirá un bulbo demasiado estrecho y hace falta regar a alta frecuencia.

PIZARRO (1997), el sistema de riego por goteo encaja en la terminología de Sistema de riego localizado de alta frecuencia RLAF y pretende el autor homogenizar los términos empleados por diferentes autores manifestado lo siguiente: “los RLAF se pueden agrupar en la forma que se indica en el siguiente cuadro N° 2.3; en el que el criterio de separación es el caudal por unidad de emisor o por metro lineal del mismo. Como caudal límite se acepta el valor de 16 l/h; que es el establecido por las normas ISO. Se trata de un valor convencional pero que en la práctica separa claramente los sistemas de RLAF”

CUADRO N° 2.3

CLASIFICACIÓN DE LOS RLAF

RLAF	Alto caudal (16 – 150 l/h.)	Microaspersión Difusión
	Bajo caudal (< 16 l/h.)	Goteo

FUENTE: FERNANDO PIZARRO CABELLO (1997)

Los RLAF de alto caudal pulverizan el agua, que se distribuye superficialmente a través del aire. Suelen trabajar a presiones superiores a 10 m. c. a.

En cuanto a los RLAF de bajo caudal preferimos englobar a las numerosas variantes que existen bajo la denominación general de “riego por goteo” incluyendo los llamados riegos por exudación, mangueras micro tubos, etc. y los goteros propiamente dichos.

Como indica su nombre, los riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) se caracteriza por dos hechos fundamentales: la localización y alta frecuencia.

La localización consiste en que solo se humedece parte del volumen del suelo y se pretende que las raíces obtengan de ese volumen el agua y los nutrientes que necesitan.

El efecto de la localización se manifiesta en modificar la evaporación y la transpiración, la distribución de las raíces, en un régimen especial de las sales, etc. Además, la localización del riego casi obliga a que este se aplique con alta frecuencia: el volumen de suelo mojado es reducido y por tanto la capacidad de almacenamiento es baja, por lo que hay que aplicar dosis reducidas de riego y para satisfacer las necesidades de los cultivos con estas pequeñas dosis se deben aplicar con alta frecuencia.

A su vez la alta frecuencia del riego tiene unas consecuencias importantes en el régimen de la humedad: el suelo se mantiene "constantemente" a una humedad elevada, lo que afecta a la absorción de agua, concentración de sales, etc.

Para efectos del presente trabajo de investigación se empleará la metodología del Dr. Albert Avidan la cual es similar a la de otros autores para el diseño agronómico, por lo que no se profundizará en los RLAF del Dr. Fernando Pizarro.

c) Clasificación de sistema de riego por goteo

ARMONI (1998), indica que, un sistema de riego por goteo está compuesto de tres componentes principales:

a. El Cabezal.- Es un conjunto de accesorios para suministrar agua a un nivel adecuado de limpieza, caudal y presión.

b. La Tubería de Distribución.- Tuberías instaladas en forma perpendicular a los surcos, suministrado agua a los laterales. Sobre las tuberías de distribución se encuentran salida, reguladores de presión y conectadores para los laterales.

c. Los Laterales de Goteo.- Tuberías de plástico con goteros insertados a distancias fijas, instaladas paralelamente a los surcos.

d. Tipos de gotero

ARMONI (1998), indica que, los tipos de gotero son los siguientes:

- a. **Micro tubo.-** Es un tubo muy fino, de diámetro capilar, que disipa la presión por la fuerza capilar y la trayectoria de flujo a lo largo del micro tubo.
- b. **Gotero laminar.-** Gotero en dos partes fabricados en plástico rígido, Sobre el "cuerpo" está moldeando un canal en forma de rosca (parecido a un tornillo). El cuerpo se introduce en una cápsula. El gotero lleva dos conexiones para su unión con el lateral.
- c. **Gotero ciclónico (vórtice).-** Es un Gotero tipo botón compuesta de dos partes; la capsula exterior que contiene el orificio de la entrada del agua y el cuerpo que contiene la salida del agua.
- d. **Gotero de perforación.-** Una perforación del tubo sirve como gotero. Se elimina la presencia física del gotero que se convierte en un componente integral del tubo. La perforación se hace con rayos Láser para asegurar la exactitud de la perforación.
- e. **Gotero de laberinto.-** Es consecuencia de la complicación del trayecto de flujo, causando una turbulencia, el caudal del gotero depende de cuatro factores:
La forma del laberinto
La longitud del canal
El ancho del canal
La profundidad del canal
- f. **Gotero de diafragma.-** Son goteros en los cuales un diafragma de goma controla la descarga. El diafragma se encuentra ya sea sobre el orificio de salida del gotero, o bien, se trata de una combinación entre laberinto y diafragma permite un control absoluto, o sea que, el diafragma es una característica de goteros compensados, cualquiera sea la combinación usada.
- e) **Sistema de goteo**

ARMONI (1998), indica que, los sistemas de goteros son los siguientes:

Sistemas anuales

Sistemas de una sola temporada, que es un tubería con paredes de 0.2 mm de espesor, en general tubos perforados. De bajo costo, sin logística, muy sensibles a daños, sistemas de baja presión (hasta 10 m de altura de agua).

Sistemas bienales

Sistemas de uso para dos temporadas. Tuberías con paredes de 0.4 – 0.5 mm de espesor. Están basados en tres conceptos:

1. Tubo perforado
2. Tubo de laberinto
3. Tubo con goteros compensados

Sistemas perennes

Son la mayoría de los sistemas en usos y se caracteriza por su larga vida útil. El espesor de la tubería varía de 1.0 mm a 1.6 mm, de acuerdo con la presión de trabajo y el diámetro de los laterales (12, 16, 20 mm). Son tuberías fabricadas según especificaciones internacionales para polietileno. Estos sistemas requieren mayor inversión pero son los más económicos.

f) Líneas de distribución

ARMONI (1998), indica que, son las tuberías que suministran el agua a los laterales de goteo. Estas líneas pueden ser subterráneas como el caso de frutales o tendidas sobre la superficie como se acostumbra en los cultivos de campo.

Cumpliendo tres funciones:

1. Repartidor de agua a los laterales
2. Reducción de la presión, a la presión de trabajo de la tubería lateral y la de los goteros.
3. Ramificación de grupos de laterales.

g. El cabezal de goteo

ARMONI (1998), indica además que, el cabezal de goteo es el corazón del sistema y cumple con los siguientes principios:

- 1.- Filtración primaria
- 2.- Regulación de presión
- 3.- Fertilizante
- 4.- Medición de presión
- 5.- Descarga de aire
- 6.- Retención del flujo
- 7.- Dosificación
- 8.- Registro acumulativo
- 9.- Filtración secundaria
- 10.- Cierre de paso

h) Filtración

ARMONI (1998), indica además que, los filtros usados en el agro se dividen en cuatro grupos:

a. Filtros de separación.-

Llamados hidro –ciclón. Trabajan por el principio de la centrifuga y separan a las partículas más pesadas que el agua, por diferencia de peso específico. Muy efectivos para la separación de grava y arena.

b. Filtros de malla.-

Basados sobre elementos perforados. El grado de filtración depende de la densidad de perforación, el área activa (libre), la forma y la distribución de las perforaciones. Son los filtros en uso común bajo condiciones normales.

c. Filtros de anillos.-

Elementos de filtración compuesto de anillos, los cuales retienen partículas finas tanto sobre su superficie como en su interior. Este diseño aumenta la capacidad de filtración.

d. Filtro de grava (absorción).-

Llamados filtros de grava, que absorben las partículas sobre la extensa superficie que poseen, filtros especiales para remover impurezas especiales como algas, sulfatos y arcilla.

i) Ventajas del riego por goteo

1. Equipos fijos, lo cual garantiza un dominio de perfecto sobre el cronograma de riego y una economía de mano de obra, la permanencia del equipo depende de sí es cultivo permanente o anual.
2. Distribución exacta de agua
3. Flexibilidad de aplicación
4. Adaptación a condiciones de viento
5. Explotación de suelos problemáticos
6. Nutrición de plantas
7. Limitaciones de caudal Horario
8. El error humano
9. Lotes irregulares
10. Cultivos altos
11. Problemas fitopatológicos
12. Acceso de maquinaria y transporte
13. Cronograma de riego equilibrado
14. Escurrimiento superficial
15. Riego selectivo de cultivos
16. Riego selectivo del área entre hileras

17. Cosecha selectiva
 18. Usos de aguas negras o servidas
 19. Uso de agua salinas
- j) Limitaciones del riego por goteo**
1. Inversión inicial
 2. El problema logístico
 3. Filtración del agua
 4. La fauna
 5. El control Visual
 6. Protección contra calor y frío
 7. Protección contra la erosión por el viento
 8. Riego por saturación (machaco)
 9. Riego suplementario
 10. Anclaje de plantas
 11. Lavado de suelos
 12. Germinación de cultivos sembrados
 13. La memoria plástica de la tubería

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Generalidades

3.1.1 Justificación

Con el presente proyecto se pretende mejorar el sistema de riego de la Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho y contribuir de esta manera dando solución a uno de los principales problemas que afrontan la agricultura en nuestro departamento como es el riego, aplicando la lámina de riego necesaria para un cultivo incrementando la producción por campaña logrando producir durante todo el año y lograr mayor rentabilidad.

3.1.2 Ubicación

Política

Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho se encuentra ubicada en:

Región : Libertadores Wari

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : San Juan Bautista

Localidad : Canaán Bajo

Geográfica

Longitud : 74°14'53.33"

Latitud : 13°09'27.9"

Altitud

La práctica se llevó a cabo en los terrenos de la Estación Experimental Agraria Canaán –INIA Ayacucho a 2761 m.s.n.m.

3.1.3 Vías de acceso

Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho ubicada al Sur Oeste de la ciudad de Ayacucho llegado del parque Sucre en 15'. Con respecto al tiempo de transporte existe movilidad permanente y está a pocos minutos del centro de la ciudad.

3.1.4 Características de la zona

Clima:

Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho, el clima de la zona propicia una amplia cantidad de cultivos y su consiguiente rotación de cultivos, el estudio se hará principalmente para el tomate puesto que es un cultivo indicador del exceso o poca cantidad de agua de riego. El clima es templado a frío por las variaciones de temperatura, pero semiárida de acuerdo a la pluviometría, la estación de lluvias se inicia a mediados de la primavera (noviembre) y se prolonga hasta el verano (diciembre – marzo), y parte de otoño (abril). La estación seca continua a la de lluvias y se prolonga hasta el inicio de la próxima estación lluviosa (Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre).

Topografía y tipo de suelo:

Presente una topografía uniforme por cuanto solo presenta una pendiente de 2%, el tipo de suelo es Franco –Arcillo –Arenoso y Arcillosos en capaz, también presenta poca profundidad. Son suelos de origen residual.

3.3 Materiales y equipos

3.3.1 Materiales:

- Datos meteorológicos
- Materiales de dibujo
- Papel de Ingeniería, milimetrado
- Libreta de campo
- Rollos de película
- Papel bond de 80 g
- Lapiceros tinta líquida
- Bolsas negras 1 Kg
- Gasolina 84 Octanos
- Aceite de motor
- Copias fotostáticas
- Revelado de fotos

3.3.2 Equipos:

- Teodolito y trípode
- Nivel de Ingeniero y trípode
- Miras plegables
- Wincha
- Cordeles
- Brújula
- Calculadora
- Computadora Intel CORE inside portátil
- Impresora
- Máquina fotográfica
- Centrifuga

- Secadora
- Probetas 100 ml

3.4 Metodología:

3.4.1 Planteamiento del sistema de Riego

Determinación del régimen de riego en el cultivo del tomate

Para determinar el régimen de riego de un cultivo es decir: la lámina de riego, la dosis bruta y el intervalo de riego, se requieren datos iniciales sobre el clima, el cultivo, el suelo, la parcela, la fuente de agua y el sistema de riego, los cuales se muestran a continuación. En adelante se nombrara los datos que se requieren para cada uno de continuación. En adelante se nombrara los datos que se requieren para cada uno de los siguientes factores los cuales serán analizados en el capítulo correspondiente:

Clima

- Temperaturas (máxima, mínima y media)
- Humedad relativa (máxima, mínima y media)
- Precipitación (lluvias): Cantidades mensuales y distribución anual.
- Evaporación diaria (valores mensuales promedios del tanque Evaporímetro del Tanque tipo "A").
- Viento: Velocidad y horas viento
- Porcentaje de horas luz

Cultivo

- Especie y variedad
- Etapas de desarrollo del cultivo
- Coeficiente del cultivo (Kc) para cada una de las fases de desarrollo
- Máximo aprovechamiento del agua permisible para el cultivo (Pa).

- Profundidad de la zona radicular efectiva del cultivo: Se considera el perfil del cual el sistema radicular extrae el 85 al 90% del volumen total de agua consumido por el cultivo.
- Espaciamiento y dirección de las líneas de siembra o de los árboles.

Suelo

- Textura (Tipo de suelo)
- HCc (%): Porcentaje de humedad en el punto de marchitez permanente, a base de peso seco (por capa)
- HPm (%): Porcentaje de humedad en el punto de marchitez permanente, a base de peso seco (por capa)
- Pea: Peso específico aparente, en g/cm³ (por capa)
- Infiltración básica, en mm/hora (por capa)

Para la determinación del régimen de riego se tomarán los valores de la capacidad de campo, del punto de marchitez y del peso específico aparente de las diferentes capas del suelo dentro de los límites de la profundidad radicular efectiva del cultivo y se harán los cálculos del volumen de agua disponible por capa. Asimismo, el régimen de riego se basará en el valor de la infiltración básica.

Parcela

- Área (ha)
- Dimensiones
- Topografía (pendiente en %)
- Linderos y obstáculos en el terreno

Fuentes de agua de riego

- Pozo, río, presa, lago, etc.
- Volumen de agua a disposición del proyecto
- Localización de la fuente de agua respecto a la parcela por regar

- Descarga Horaria (caudal)
- Presión en la fuente de agua
- Horas de bombeo
- Horas de disponibilidad de la fuente de agua
- Calidad física y química del agua
- Cota estática y dinámica del espejo de agua

Sistema de riego

- Método de riego
- Características del emisor: modelo diámetro de cobertura, descarga, presión, etc.
- Espaciamiento entre emisiones y laterales
- Eficiencia de riego

3.4.2 Diseño agronómico

Comprende todo el procedimiento para la determinación del régimen de riego de los cultivos para satisfacer la máxima demanda del cultivo, con base en la información climatológica, cultivos, suelos, sistemas de riego, características de la parcela y la disponibilidad de agua, obteniéndose al final el tamaño de la subunidad de riego, el número de sectores de riego, el caudal requerido y aspecto netamente del régimen de riego, en nuestro caso realizamos lo siguiente:

1° Se realizó recojo de muestra de campo, análisis de muestras de campo, análisis en laboratorio y sus consiguientes cálculos de las propiedades físicas del suelo de la **Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho**; como peso específico aparente **Pea**, peso específico real de las partículas **Per**, Porosidad **P**, Textura del suelo o granulometría.

2° Se procedió a determinar el contenido de humedad del suelo por el método gravimétrico, determinando la capacidad de campo y el punto de

marchitez y determinar el régimen de riego durante el periodo vegetativo, las muestras húmedas se pesan (**Wh**) y luego se ponen a secar al horno a 105°C por 24 horas (para un suelo ligero) y hasta 72 horas (para un suelo pesado). Al sacarlas del horno, se pesan las muestras secas (**Ws**) y se determina el porcentaje de humedad a base del peso seco de la muestra del suelo, mediante la siguiente formula;

$$\Theta_w(\%) = \left\{ \frac{Wh - Ws(g)}{Ws(g)} \right\} \times 100$$

ΘW = Porcentaje de humedad, a base del peso seco del suelo (%)

3° Con estos datos la capacidad de campo y punto de marchitez, peso específico aparente del suelo y agua calculados anteriormente, se procede a determinar el agua disponible en porcentaje del volumen **AD**, que es el máximo porcentaje de la humedad del suelo que puede ser utilizada por las plantas y expresa la cantidad de agua que un suelo puede almacenar entre ambos límites, con la siguiente formula:

$$AD (\%v) = \left\{ \frac{HCc - HPm}{(\%W)} \right\} \times \left\{ \frac{Pea}{Pwe} \right\}$$

AD = Agua disponible, a base del volumen del suelo (%)

Hcc = Contenido de humedad, a capacidad de campo a base del peso seco del suelo, (%ws).

HPm = Contenido de humedad, en el punto de marchitez permanente, a base del peso seco del suelo (%ws)

Pea = Peso específico aparente del suelo (g/cm³).

Pew = Peso específico del agua (g/cm³).

4° Luego se procede a determinar la Lámina Disponible a la Profundidad Radicular Efectiva **LD_{zr}** y el Volumen de agua disponible a la profundidad radicular efectiva **VD_{zr}**, con los datos previamente calculados.

5° Continuamos con los cálculos y procedemos a calcular el porcentaje del Área Bajo Riego (**Par**), que afecta al cálculo de la dosis de agua de riego y al diseño del sistema de riego, las formular serán detalladas en el Capítulo IV de Resultado y de Discusión puesto que será redundante.

Es bueno detallar que existen según Albert Avidan del cual se está realizando la metodología tres métodos para determinar el **Par**, por ensayo que no lo haremos por que se necesita como su nombre lo indica aplicar una serie de ensayos con goteros de diferentes descargas, realizadas sobre la parcela para la cual se diseña el sistema de riego; por calculo que es la que emplearemos en base de datos de infiltración básica **I(mm/h)** y la descarga del gotero **qe(l/h)** y la tercera mediante la tabla de Karmeli y Keller que no usaremos.

Es importante señalar que el porcentaje del área bajo riego sugerido para el sistema d riego por goteo es de 30 – 70, los que determinaran los límites para el diseño que viene a ser la verificación y el ajuste del porcentaje del área bajo riego es decir si los cálculos no se encuentran dentro de estos límites se debe volver a calcular y variar las condiciones de operación del emisor cambiar la boquilla o aun seleccionar un emisor diferente; la eficiencia de riego para este sistema es de 90.

6° En cuanto al cultivo se determinó que la profundidad efectiva es de 0.7 m. Para determinar la Lámina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva – **L_{azr}**, se consideró que para obtener rendimiento óptimos debemos evitar que el cultivo agote el agua disponible en el suelo y llegue al punto de marchitez permanente. Para la determinación del régimen de riego, el **Pa (%)** en riegos de alta frecuencia como en este caso, el régimen de riego se basa en un

reducido porcentaje de agotamiento de agua disponibilidad ($P_a = 20\% - 30\%$), estos valores depende en gran medida del tipo de cultivos, de la etapa de desarrollo de este y de la ETC.

7° Luego del recojo, tabulación de los datos climatológicos de OPEMAN ex Proyecto Especial Cachi desde 1995 hasta 2004 se procedió consolidarlos hallando la media, máxima y mínima para poder usarlos de acuerdo al requerimiento de las fórmulas empíricas que empleamos en este trabajo determinando la evapotranspiración potencial por diferentes métodos para luego determinar la evapotranspiración potencial por diferentes métodos para luego determinar el requerimiento de agua del cultivo del tomate la evapotranspiración de agua de los cultivos se determina multiplicando la Evapotranspiración Potencial por el factor o coeficiente de cultivo K_c . Así:

$$ETC = K_c \times ETo$$

Empleando los siguientes métodos para el cálculo de la Evapotranspiración potencial métodos Directos Tanque Evaporímetro y los métodos Indirectos como el de Hargreaves, método de Blaney – Criddle (**modificado por la FAO**), método de Penman, método de Turc, método Thornthwaite.

En el presente estudio se empleó los métodos directo o indirectos descritos anteriormente, sabiendo que para nuestra realidad son recomendadas las dos primeras formulas empíricas. Además se empleara el método directo del tanque evaporímetro.

8° La precipitación horaria, el intervalo de riego el intervalo ajustado, ciclo de riego, la lámina de riego ajustada, el porcentaje de agua aprovechada ajustada, la lámina bruta, la dosis de riego bruta, las horas de riego, máximo número de horas de riego diarios, la superficie bajo riego por turno, la dosis de riego bruta por turno,

el caudal requerido, el número de emisores por turno, volumen bruto por ciclo de riego y el caudal específico serán detallados y calculados en el capítulo siguiente.

3.4.3 Diseño hidráulico

Conocido el número de sectores por cultivo, el tipo de emisores, las necesidades de riego, entre otros, se determina la longitud máxima de los laterales, con las recomendaciones del fabricante, delimitando el bloque o subunidad de riego. El cálculo de las pérdidas de carga a lo largo del lateral, la presión mínima de trabajo del emisor crítico; las pérdidas de carga en el distribuidor, la diferencia de cotas y con ello la presión de entrada a la subunidad antes y después de la válvula de control. Dimensiones de la válvula de control de cada turno de riego.

Se busca el sector crítico para dimensionar la línea de conducción y determinar así la presión necesaria a la salida del cabezal de riego.

Selección de los componentes del cabezal de riego de acuerdo al caudal requerido en el sistema, la pérdida de carga en los filtros de grava y filtros de malla, en las válvulas de control y operación, el inyector de fertilizantes y demás accesorios. Todo ello para determinar la altura o carga dinámica total (CDT) o presión de salida de la bomba y con ello la potencia requerida para operar el sistema.

Para el diseño de un riego de alta frecuencia se sigue la siguiente secuencia:

a) Cálculo de la tolerancia de caudales.- En esta fase de diseño se conoce CU, que se eligió en el diseño agronómico. Conocido CV, e y Qa se calcula Qns.

$$CU = (1 - 1.27 CV/e) Qns/Qa \text{ ó } (1)$$

$$Qns = CU \times Qa / (1 - 1.27 \times CV/e)$$

Dónde:

Qns : Caudal mínimo

Qa : Caudales medios

CU : Coeficiente de uniformidad del riego

CV : Coeficiente de variación de fabricación del emisor.

e : Número de emisores que suministran agua a una misma planta

b) Cálculo de tolerancia de presiones.- Conocidos Q_a y Q_n así como la ecuación del emisor ($q = K hx$). Se calcula las presiones media (h_a) y mínima (h_n)

$$H = (q/K) 1/x \quad (2)$$

La diferencia de presiones en el conjunto de la subunidad, H es proporcional a ($h_a - h_n$).

$$\Delta H = M(h_a - h_n) \quad (3)$$

Dónde:

M : Un factor que depende del número de diámetro que se vayan a emplear en una misma tubería, ya sea terciaria o lateral.

La fórmula (3) permite calcular la frecuencia de presiones admisibles en la subunidad que se reparte entre terciaria y lateral:

$$\Delta H = \Delta H_t + \Delta H_i \quad (4)$$

Dónde:

H_t : Variación de presión admisible en la tubería

H_i : Variación de presión admisible en cada lateral.

Se debe señalar que esas variaciones de presiones incluyen no solo las pérdidas de carga en las tuberías, sino también los desniveles topográficos.

En terrenos de poca pendiente se suele hacer:

$$\Delta H_t = \Delta H_i + \Delta H/2 \quad (5)$$

c) Diseño de subunidad de riego.- El diseño de la subunidad de riego incluye la distribución en planta de terciarias y laterales, la determinación de los caudales de estas tuberías y el cálculo de los diámetros y regímenes de presión. El cálculo se indica a partir de la presión del goteo medio, y en él se determinan

h_m , h_n , H_m , H_a , cuyos valores han de cumplir lo establecido sobre la tolerancia de presiones:

$$h_m - h_n \quad \text{Menor } \Delta H_i$$

$$H_m - H_n \quad \text{Menor } \Delta H_t$$

Una vez satisfecha esta condición, el cálculo se hace a la inversa: partiendo de la presión de entrada en la subunidad. H_m , se calcula h_a y h_n y sus correspondientes Q_a y Q_n a partir de los cuales se comprueba que el coeficiente de uniformidad de riego no es inferior al mínimo establecido.

El diseño no es unidimensional si no que generalmente se hace por tanteos.

d) **Cálculo de laterales.**- La pérdida de carga de un lateral porta goteros coinciden el efecto de mayor pérdida por las conexiones y la disminución progresiva del caudal. La pérdida de carga resultante se calcula según:

$$h_f = J \times FL$$

Dónde:

h_f : Pérdida de carga

J : Pérdida de carga unitaria, incluido el efecto de las conexiones de los emisores (m/m)

F : Coeficiente de Christiansen

L : Distancia (lateral)

e) **Calculo de terciarias.**- En el cálculo de laterales, además de comprobar que la variación de presión ($h_m - h_n$) es menor que H_c , se ha determinado la presión inicial h_m en esas tuberías. En el cálculo de terciarias se iguala $H_a = h_m$ y a partir de H_a se calcula H_m y H_n con la condición de $H - H_n$ sea menor H_t . Se puede presentar los casos siguientes:

Caso 1: subunidad rectangular. Diámetro constante

Caso 2: Subunidad rectangular. Diámetro variable

Caso 3: Subunidad no rectangular

f) Diseño de la red de distribución y cabezal de riego.-

f.1) Diseño de secundarias y primarias.- La distribución entre tuberías primarias y secundarias responde únicamente al orden que ocupa a partir de cabezal. El diseño de estas tuberías comprende los apartados siguientes:

f.1.1) Trazo de la red.- Existen diversos métodos de optimización del trazado de la red primaria y secundaria, como es el caso del método de Girtte, que resuelve por un método gráfico el emplazamiento óptimo de una bifurcación.

f.1.2) Diámetro de timbraje.- El diseño empieza por situar en la planta de la red de distribución las conexiones de las tuberías; en esta fase de cálculo ya se habría diseñado las subunidades de riego, por lo que se conocerá para cada conexión el caudal y la presión necesaria. En cuanto a la presión, no hay que olvidar indicar las pérdidas de carga asociadas por las piezas que puede haber al comienzo de la terciaria, como reguladores de presión, filtros de malla, válvulas, etc. a menos que dichas pérdidas se hubieran tenido en cuenta al estudiar la subunidad.

f.2) Diseño clásico.- Existen fórmulas que permiten calcular el diámetro óptimo, partiendo de distintas hipótesis, describiremos las fórmulas siguientes:

f.2.1) Fórmula de Mendiluce, parte de la hipótesis siguiente; el costo de una tubería varía linealmente con el diámetro, y el régimen turbulento, cumpliéndose:

$$J = K(Q^2/D^5)$$

La fórmula es: $D = 1.913 (Kpn/Pan)^{0.167}/Q$

Dónde:

D: Diámetro de la tubería en m

K: coeficiente de pérdida de carga de la tubería, para su determinación se puede ampliar la expresión.

$$K = 10.54/C^{1.85}$$

Siendo C el coeficiente de la fórmula de Hazen – Willians que para plástico vale 150 y para fibrocemento 140.

P: Precio de Kwh en ptas.

n: Número de horas al año de bombeo

P: Costo de tuberías por metro de diámetro y metro longitud

a: Factor de armonización

$$a = (1 + r)t \times r / (1 + r)t - r$$

Dónde:

r: Interés en tanto por uno

t: Pérdida de amortización de la tubería

n: Rendimiento total del grupo motobomba

Q: Caudal en m³/s

f.2.2) Fórmula de Melzer;

$$D = 1.744(Kpn/Pan)^{0.143} Q^{0.43}$$

f.2.3) Fórmula de Vibert;

$$D = 1.822 (Kpn/Pan)^{0.154} Q^{0.46}$$

g) Fases de diseño.- Las siguientes fases comprenden el procedimiento de

Diseño:

1. Selección de los componentes
2. Distribución en el espacio (ubicación del sistema)
3. Dimensionamiento
4. Operación y mantenimiento
5. Costo

g.1) Selección de componentes.- Toda la información básica requerida para el diseño fue tocada en el punto 3.4 del mismo capítulo, en este caso también incluirá la selección de los emisores y sus características:

Datos del Sistema de Riego

El Riego por goteo, es un sistema de humedecimiento ilimitado del suelo donde se aplica agua solo a una parte del volumen del suelo ocupado. El Sistema de riego por goteo se basa en una tubería en el cual están insertados los goteros que es la unidad de riego aplicando gota por gota.

- Tipo de Emisor y sus características, los tipos de emisores estarán detallados en la bibliografía, al igual que la presión y descarga del emisor.
- Presión nominal de trabajo del emisor
- Descarga del emisor
- Diámetro de cobertura del emisor, el diámetro de cobertura depende del tipo de suelo, número de goteros y tipo de emisor.
- Distancia entre laterales, depende del cultivo
- Distancia entre emisores, depende costo, cultivo, tipo de suelo.
- Número de emisores por planta
- Número de laterales por hilera
- Superficie de espaciamiento del emisor
- Superficie de riego del emisor
- Porcentaje del área regada
- La altura del emisor

g.2) Distribución en el espacio (ubicación del sistema)

El tamaño y número óptimo de subunidades se seleccionan sobre la base del aspecto económico y operacional eficiente y entonces se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Se debe mantener al mínimo los costos y los caudales, diseñado el sistema para periodos de mayor demanda y de mayor tiempo de operación que coincidan con los de mayor demanda. Llegando a determinar el número de estaciones o unidades y sus respectivas subunidades de riego.

2. En los campos con pendientes la posición más económica para la bomba será el punto más alto.

g.3) Dimensionamiento

g.3.1) Diseño de laterales

Existen consideraciones adicionales que serán señaladas a continuación:

El aspecto operativo.- Que plantea que en todo sistema de riego, la distancia entre las tuberías de distribución es igual al doble de la longitud del lateral.

El aspecto económico.- Siendo el diámetro de la tubería del lateral factor decisivo en el costo del sistema.

Selección de laterales.- Los fabricantes suministrarán nomogramas que expresan la relación entre el diámetro de la tubería, la descarga y la distancia entre goteros, el desnivel topográfico, la presión requerida y la pérdida de presión permisible.

La longitud máxima de un lateral de goteo depende de nueve factores que intervienen en su diseño hidráulico.

- Diámetro del lateral
- Descarga horaria
- Distancia entre goteros
- Goteros compensados
- Pendiente
- Exponente del gotero
- Espesor de tubo

- Presión inicial de goteros compensados
- Presión inicial y pendiente

g.3.2) Líneas de distribución

Son las tuberías que suministran agua a los laterales de goteo. Estas líneas pueden ser subterráneas como en el caso de frutales o tendidas sobre la superficie como se acostumbra en los cultivos de campo.

Cumplen tres funciones:

- a) Repartidor de agua a los laterales.
- b) Reducción de la presión, a la presión de trabajo de la tubería lateral y la de los goteros.
- c) Ramificación de grupos laterales.

Se emplean tuberías de aluminio, polietileno o PVP. Los laterales largos, disminuyen el número de líneas de distribución.

g.3.3) Las líneas secundarias y principales

Son diseñadas teniendo en cuenta las características hidráulicas como caudal, velocidades permisibles, la topografía y las pérdidas de carga en la red.

En todos los casos anteriores se determinan las pérdidas de carga mediante fórmulas hidráulicas y de ese modo conocer la demanda total de energía en el sistema.

g.3.4) El cabezal de riego

El cabezal es el corazón del sistema, cumple con las funciones de medición, de control o regulación, de protección del sistema y de operación y de mantenimiento que son funciones imprescindibles en un sistema sofisticado como lo es riego por goteo.

1. La medición se hace mediante:

- Presión, con manómetros en diferentes puntos, para conocer estado de obturación del filtro, ritmo de inyección de fertilizantes y la presión general en el cabezal.
 - Caudal, mediante medidores de agua, válvula volumétrica o hidrómetros.
2. El control o regulación del cabezal se hace:
- Control de la presión del agua: Válvula reductora de presión, sostenedora de presión y purgación (alivio)
 - Control de volumen de agua, dosificadoras de volumen
 - Válvula de retención (Check)
3. La Protección:
- Prevención de golpes de ariete, válvulas purgación (alivio) de presión, purgación de aire (ventosa)
 - Interruptor de flujo
 - Filtros: filtración primaria (hidrociclón), filtros de grava o arena, filtración secundaria, filtros de malla o de anillos y su respectivo retro lavado.
 - Válvulas de drenaje y cierre de paso, para mantenimiento y reparación del cabezal.
4. Operación:
- Bombas (suministro de energía)
 - Bombas inyectora de fertilizante
 - Tableros de control y operación.
5. Mantenimiento:
- Válvula de retro lavado de filtros
 - Mantenimiento del sistema.

g.4) Operación y mantenimiento del sistema

El funcionamiento correcto del sistema es el cabezal de control o de riego que debe estar en constante mantenimiento al igual que el resto del sistema:

La carga DINÁMICA TOTAL para la descarga de la bomba es la suma de la carga requerida en la subunidad crítica, la altura adicional para compensar deterioro del emisor o pequeños obstáculos, las pérdidas de carga en las líneas secundaria y principal, las pérdidas en las válvulas reguladoras y de control, las pérdidas en los filtros, pérdidas de fricción debidas al inyector de fertilizantes, la diferencia de altura entre la bomba y el punto más alto, otro tipo de pérdidas (10% de pérdidas por fricción).

g.4.1) Potencia y deficiencia de una bomba.- El trabajo en tiempo dado (potencia hidráulica) de una bomba que eleva una presión (H) el caudal (Q), se calcula con la siguiente fórmula:

$$P = (H \times Q/270)(HP) \text{ Caballos de fuerza.}$$

La potencia "brake HP" se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Brake HP} = P/Eff\% = H \times Q/270 \times Eff\% , \text{ caballos de Fuerza.}$$

Donde Eff% es el rendimiento de la bomba (dado proporcionado por el fabricante de la bomba). La potencia necesaria (eléctrica) se calcula:

$$P_{elec} = \text{Brake HP} \times 0.746/Eff\% (\text{motor})(\text{Kilowatt hora})$$

g.4.2) Altura o carga de presiones.-La altura de presión representa la altura de una columna de fluido homogéneo que da la presión dada así.

$$H(\text{m de fluido}) = P(\text{Kg/m}^2)/W(\text{Kg/m}^3)$$

g.4.3) Pérdida de Carga.-La pérdida de carga en orificio, tubos, toberas y boquillas y Venturi metros se expresan así:

$$\text{Pérdida de carga en m del fluido} = (1/Cv^2 - 1)(V^2 \cdot c_h / 2g)$$

Cuando esta expresión se aplica a un Venturi metro, V_{ch} = velocidad de la garganta y $C_v = C$

g.4.4) Rendimiento.- El rendimiento se expresa como una relación adimensional, varia con la velocidad y el caudal.

Para turbinas rendimiento total e = potencia en el eje/potencia suministrada por el eje.

Rendimiento Hidráulico e_h = potencia utilizada/potencia suministrada por el eje para, bombas rendimiento e = potencia a la salida/potencia a la entrada

$$e = WQH / \text{potencia a la entrada}$$

g.4.5) Diferencia de presiones.- La diferencia de presiones entre dos puntos a distintos niveles en un líquido viene dado por:

$$p^2 - p^1 = W(h_2 - h_1) \text{ en Kg/m}^2$$

Dónde:

W : Peso específico del líquido (Kg/m^3)

$h_2 - h_1$: Diferencia de elevación

3.4.4 Costos y presupuestos

Los costos y presupuestos del proyecto se determinaran mediante el programa S10.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Del diseño agronómico: determinación del régimen de riego

4.1.1 Suelo

En el cuadro N° 4.1 se observa la tabulación de los datos necesarios para calcular las propiedades físicas de los suelos de la Estación Experimental Agraria Canaán-INIA Ayacucho.

CUADRO N° 4.1
DATOS BÁSICOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

PROFUNDIDAD DEL ESTRATO	N° del cilindro	p.s.h. (gr)	p.s.s. (gr)	Tres Fases del Suelo		
				Suelo (%)	Agua (%)	Aire (%)
5-10-	C-18	123.31	118.00	50.52	31.98	17.50
	C-139	126.95	121.00	52.39	38.71	8.90
	C-120	126.02	120.00	54.07	39.83	6.10
15-20	C-105	130.71	123.00	52.65	41.25	6.10
	C-83	131.79	124.00	49.10	43.70	7.20
	C-119	129.21	122.00	56.39	33.61	10.00
25-30	C-182	146.59	135.01	52.97	39.83	7.20
	C-43	147.80	139.99	54.00	38.30	7.50
	C-147	148.42	136.00	48.70	43.80	7.50

Fuente: Elaboración propia

p.s.h. = peso del suelo humedo

p.s.s.= peso del suelo seco

En el cuadro N° 4.2 se encuentra la tabulación de las características físicas del suelo que se investigó.

CUADRO N° 4.2
CONDICIONES FÍSICAS DEL SUELO DE LA ESTACION CANAAN-AYACUCHO

Prof. Del Estrato (cm)	P (Porosidad) (%)	Sólidos	Qw (%)	Pea (gr/cm ³)	Per (gr/cm ³)
5-10-	55.14	44.86	29.5	1.18	2.14
	56.28	43.72	28.3	1.21	2.15
	54.55	45.45	30.1	1.20	2.20
15-20	54.67	45.33	33.5	1.23	2.25
	55.36	44.64	32.5	1.24	2.24
	54.71	45.29	32.8	1.22	2.23
25-30	54.00	46.00	33.1	1.35	2.50
	55.51	44.49	32.8	1.36	2.45
	55.51	44.49	34.5	1.36	2.45
PROMEDIO				1.26	2.29

Elaboración propia

En el cuadro N° 4.3 se observa que el suelo es de textura Franco- Arcillo- Arenoso, cuyas características físicas se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 4.3
TEXTURA DE SUELO

ANÁLISIS MECÁNICO			TEXTURA
% arena	% limo	% arcilla	Franco- Arcilloso- Arenoso
59.60%	17.80%	22.60%	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 4.4 se observa la información para determinar los estados de humedad del suelo.

CUADRO N° 4.4
PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	
Capacidad de Campo	31.90%
Punto de marchitez	14.50%
Densidad Aparente	1.26 gr/cm ³
Velocidad de infiltración	8.00 mm/hr
Profundidad Efectiva del Suelo	0.70 cm

Elaboración propia

4.1.2 Los Estados de Humedad del Suelo en este caso la capacidad de campo, punto de marchitez permanente, el contenido de humedad que fueron determinados anteriormente, ahora determinaremos la dosis bruta de agua mediante el siguiente cuadro:

CUADRO N° 4.5
DETERMINACION DE LA HUMEDAD Y DE LA DOSIS BRUTA DE AGUA PARA RIEGO

	Capa (cm)		de: 0 a 10			10 a 30			30 a 60		
1	Profundidad de Capa (cm)	nota 1	10			20			30		
	Muestra N°	nota 2	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2	Peso de la muestra húmeda (gr)	(gr)	123.3	126.9	126.0	130.7	131.8	129.2	146.6	147.8	148.4
3	Peso de la muestra seca (gr)	(gr)	118.0	121.0	120.0	123.0	124.0	122.0	135.0	136.0	136.0
4	Peso neto del agua (gr)	(2)-(3)	5.3	5.9	6	7.7	7.8	7.2	11.6	11.8	12.4
5	% de humedad a base del peso seco	$100*(4)/(3)$	4.5	4.9	5	6.3	6.3	5.9	8.6	8.7	9.1
6	% de humedad a base del peso seco promedio/ capa	suma(5)/n	4.8			6.2			8.8		
7	Peso específico aparente del suelo (gr/cm ³)	antemano	1.2			1.2			1.4		
8	% de humedad a base del volumen del suelo	(6)*(7)	5.8			7.6			12.0		
9	% de humedad a Capacidad de Campo (% del volumen)	antemano	31.9			31.9			31.9		
10	Deficit neto lamina (mm) por capa	$((9)-(8))*(1)/10$	26.1			48.7			59.8		
11	Deficit neto total, lamina		134.6								
12	% del deficit por aplicar en el riego	separado	100.0								
13	Lamina neta (mm)	(11)*(12)	134.6								
14	Eficiencia del riego (%)	separado	90.0								
15	Lamina Bruta (mm)	$100*(13)/(14)$	149.6								
16	% de área bajo riego	antemano	32.6								
17	Dosis bruta de agua de riego (m ³ /Ha)	(15)*(16)/10	486.8								

Fuente: ALBERT AVIDAN (1994)

El sistema de riego que se implementará será riego por goteo para la cual se determinará la humedad del suelo y la dosis bruta de agua, lo que se mostrará en el Cuadro N° 4.5 en el cual se detallan las fórmulas empleadas se debe indicar que se determina la dosis bruta de agua para todas las capas empleando el peso de suelo seco, peso húmedo del suelo el peso específico aparente del suelo, la capacidad de campo, determinándose el déficit neto de lámina de agua (mm) por capa, luego se aplica la eficiencia del riego por goteo para determinar la lámina bruta, al aplicar el porcentaje de área bajo riego calculado de antemano que es de 32.55% podemos determinar que la dosis bruta de riego es de 486.8 m³, sin que intervengan aun otros factores del clima, ni características típicas del tipo de sistema de riego, ni del cultivo, entonces estaremos determinando una característica de los sistemas de riego localizado.

Luego se procedió a determinar el Agua Disponible en porcentaje del volumen de agua que nos expresa el máximo porcentaje de humedad del suelo que puede ser empleada por el cultivo del tomate y expresa la cantidad de agua que un suelo puede almacenar entre los límites de capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, se empleó la siguiente fórmula con los datos de campo con los respectivos resultados de diseño:

1. Agua disponible, a base del volumen de suelo

$$\rightarrow AD(\%V) = \{HCc - HPM\} * \{Pea/Pew\}$$

$$AD(\%V) = 21.94$$

Inmediatamente se procedió al Cálculo del Volumen de Agua Disponible por Hectárea a la Profundidad Radicular Efectiva – **Adzr**, con las siguientes formulas 2, 3, 4, 5 y 6. Que nos permitirán determinar el agua disponible en una hectárea y a la profundidad efectiva de la raíces de 0.7 m.

2. Lamina de agua disponible, mm de agua en una capa de suelo de un metro de profundidad
$\rightarrow LDm(mm/m) = AD(V\%) * 10$
$LDm(mm/m) = 219.44$
3. Volumen de agua disponible, en m³ de agua, por ha en una capa de suelo de un metro de profundidad
$\rightarrow V Dm(m^3/Ha/m) = LDm(mm/m) * 10$
$V Dm(m^3/Ha/m) = 2194.36$
4. Lamina de agua disponible, mm de agua a la profundidad z (mm/z).
$\rightarrow LDz(mm/z) = LDm(mm/m) * z(m)$
$LDz(mm/z) = 153.60$
5. Volumen de agua disponible, en m³ de agua, a la profundidad z, (mm/z).
$\rightarrow V Dz(m^3/Ha/z) = LDz(mm/z) * 10$
$V Dz(m^3/Ha/z) = 153.05$

En el Cuadro N°4.6, se estableció que para obtener rendimientos óptimos se debe evitar que el cultivo agote el agua disponible en el suelo y llegue al punto de marchitez permanente, por esta razón se determina el máximo porcentaje de agua disponible (Pa) que el cultivo puede aprovechar sin que disminuye su rendimiento, este porcentaje de agua aprovechable depende del tipo de cultivo, etapa de desarrollo y de evapotranspiración, para nuestro trabajo se determinó que es una hortaliza (tomate), y de acuerdo al mismo Cuadro N° 4.6, la evapotranspiración es baja, por tanto establecemos que el máximo porcentaje de agua disponible (Pa); es 25%, también basándonos que para métodos de riego de alta frecuencia, entonces el régimen de riego se basa en un reducido porcentaje de agotamiento

de agua disponible que va de un (Pa=20% a 30%), por tanto estamos dentro de los parámetros establecidos por ambos fundamentos.

CUADRO N° 4.6
MAXIMOS PORCENTAJES DE AGUA APROVECHABLES DE ACUERDO A Eto Y AL CULTIVO

TIPO DE CULTIVO	Eto	
	Baja de 2 a 5 (mm/día)	Media a Alta de 6 a
Hortalizas	30-40	15-25
Frutales	40-50	20-35
Pastos	50-70	30-45
Cereales	60-70	40-55
Algodón	60-70	40-55
Oleaginosas	60-70	40-55
Caña de Azucar	60-70	40-55
Tabaco	60-70	40-55

Fuente: ALBERT AVIDAN (1994)

6. Lamina de agua disponible en mm. de agua, a la profundidad radicular efectiva, (mm/zr)

$$\rightarrow LDzr(mm/zr) = LDm(mm/m) * zr(m)$$

$$LDzr(mm/zr) = 153.60$$

Con la fórmula 7 se puede determinar de manera directa la lámina de agua disponible en mm, a la profundidad radicular efectiva:

7. Lamina de agua disponible en mm. de agua, a la profundidad radicular efectiva, (mm/zr)

$$\rightarrow LDzr(mm/zr) = \{HCc - HPm\} * \{Pea/Pew\} * zr(m) * 10$$

$$LDzr(mm/zr) = 153.60$$

Luego se determina el volumen de agua disponible en m³, a la profundidad efectiva de raíces de 0.7 m, y la lámina aprovechable en la zona radicular que es de 38.4 mm/zr

8. Volumen de agua disponible, en m³ de agua, a la profundidad radicular efectiva, (mm/z).

$$\rightarrow VDz(m^3/Ha/zr) = LDzr(mm/zr) * 10$$

$$VDz(m^3/Ha/zr) = 153.05$$

9. Lamina de agua aprovechable en la zona radicular efectiva, (mm/zr)

$$\rightarrow LAzr(mm/zr) = (LDzr(mm/zr) * Pa(\%))/100$$

$$LAzr(mm/zr) = 38,40$$

Con las fórmulas 10, 11 determinaremos el Porcentaje del área Bajo Riego Par que depende del sistema de riego, del emplazamiento del emisor, de la presión a la cual opera y de su descarga horaria, los cuales determinan el diámetro de cobertura efectivo, en nuestro caso empleamos cálculos para determinar el Par, nos basaremos en los datos de infiltración básica que en nuestro caso es de 8 mm/h y la descarga del gotero de 2.5 l/h, con la fórmula 12 donde podemos observar que se puede despejar al diámetro del bulbo humedecido que es la fórmula 10 que empleamos cuyo resultado es de 0.63 m.

**10. Porcentaje del área bajo riego- Par
Diametro humedecido por el gotero - d**

$$\rightarrow d(m) = \left\{ \frac{qe(lt/h)}{0.785 * l(mm/h)} \right\}^{1/2}$$

$$d(m) = 0.40$$

$$d(m) = 0.63$$

$$d^2(m) = 0.40$$

11. Porcentaje de área Bajo Riego

$$\rightarrow Par(\%) = \frac{100 * 0.785 * d^2(m^2)}{de(m) * dl(m)} \times \frac{\infty}{360^\circ}$$

$$Par(\%) = 32,55\%$$

12. Velocidad de infiltración

$$\rightarrow l(mm/h) = l(lt/m^2/h) = \frac{qe(lt/h)}{A(m^2)}$$

Se sustituye al área A por $\frac{1}{4\pi} \times d^2 = 0.785 \times d^2$
obtenemos la fórmula siguiente:

$$\rightarrow l(lt/m/h) = \frac{qe(lt/h)}{0.785 \times d^2(m^2)}$$

$$l(lt/m/h) = 1,27$$

CUADRO N° 4.7
CALCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO
DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA

Proyecto

Ubicación:

Localidad: AYACUCHO

Distrito: AYACUCHO

Provincia: HUAMANGA

DATOS PARA EL CALCULO DE LAS NECESIDADES DE RIEGO

Cultivo:

TOMATE

Sistema: DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA

DATOS DE CLIMA	
Eto (mm/día) FAO	6.32
Etan (mm/día)	5.21
Ktan	0.8
Humedad Relativa Media Hrm (%)	45.4
Velocidad del Viento > 3 m/s	de(h): a(h):

DATOS DE LA PARCELA	
Area Bruta A (ha)	27.32
Area Neta Bajo Riego Sr (ha)	23.1
Espaciamiento entre plantas dp/hileras dh (mt)	0.5 0.8
Pendiente (%)	2

DATOS DE LA FUENTE DE AGUA	
Caudal (m ³ /hr)Q	288
Disponibilidad:	s/limitaciones

DATOS DEL CULTIVO	
Nombre:	Tomate
Fase	Producción plena
Kc	1.2
% del área bajo riego Par	30 70
Profundidad radicular efectiva Zr (m)	0.7
Máximo % de agua aprovechable Pa	25

SISTEMA DE RIEGO	
Método	Goteo
Eficiencia (%) Ef	90
Modelo del Emisor	NAAN 233/96 4.9*2.5 sanen
Presión de Operación (atm)	2.5
Caudal del Emisor q (Lt/hr)	2.5
Diametro Efectivo d (mt)	6.3
Angulo de Cobertura α (°)	360
Espaciamiento entre emisores de (m)	0.8
esp/laterales dl (mt)	1.2
Número de Emisores por planta Nep	
Máximas horas de operación por día Hd (h)	10
Días de paro/ciclo Dp	2

DATOS DEL SUELO	
Textura	Franca
HCc (%W)	31.90
HPm (%W)	14.50
Peso Especifico Aparente Pea (gr./cm ³)	1.26
Velocidad de infiltración Básica I (mm/hr)	8.00
Profundidad Efectiva (mt)	0.60

Fuente: ALBERT AVIDAN (1994)

El cuadro N° 4.7 se presenta el resumen para el cálculo de las necesidades de riego. La profundidad radicular efectiva del cultivo del tomate es de 0.7m. Determinado de acuerdo al perfil del suelo, que extrae el 85% al 90% del volumen total de agua y por las tablas existentes. Donde se señala el espaciamiento y dirección de las líneas o laterales de riego.

4.1.3 Factor Clima

A continuación se muestran los cuadros desarrollados y analizados meteorológicamente para determinar el Régimen de riego de los cultivos donde se trabajó con 10 años de registros climáticos obteniéndose los siguientes promedios T° media de 16.7°C, T° máxima de 27.1 °C, T° mínima de 5.6 °C, H°R 45.4%, Velocidad de Viento 62.2 km/hr, Horas de Sol 6.2 (hrs), Precipitación efectiva mensual 31.2 mm, como se mostrará los registros son del 1995 al 2004, en el cuadro N° 4.8 se muestra el consolidado de los datos climáticos analizados por cada factor climático usados en los cálculos de diseño del sistema de riego.

CUADRO N°4.8
CONSOLIDADO DE INFORMACION METEOROLOGICO

Estación	HUAMANGA						
Distrito	AYACUCHO			Altitud	2772.00 msnm		
Provincia	HUAMANGA			Latitud	-13	-8	-51
Región	AYACUCHO			Longitud	-74	-13	-6
MES	T° media (Hrs)	T° Max (°C)	T° Min (°C)	H°R (%)	V.Viento Km/día	Hr Sol (Hrs)	PE mensual (mm)
Enero	18.1	27.73	8.50	56.06	69.38	5.2	64.8
Febrero	16.4	26.30	8.11	45.05	50.62	4.65	98.70
Marzo	17.0	26.29	7.65	56.63	60.07	4.91	75.43
Abril	16.8	26.62	4.56	44.95	54.04	5.68	14.76
Mayo	16.1	26.66	3.28	37.09	45.15	7.06	2.66
Junio	14.9	25.96	1.82	34.72	46.40	7.51	4.71
Julio	14.6	25.78	2.22	35.61	57.07	7.45	1.99
Agosto	15.7	26.56	4.88	37.35	63.41	8.33	6.02
Septiembre	17.1	27.34	5.40	46.53	78.05	6.29	9.57
Octubre	18.0	28.96	6.44	47.27	80.75	7.26	19.13
Noviembre	18.1	28.95	6.82	45.96	69.17	6.41	23.84
Diciembre	18.0	28.32	7.53	57.34	71.79	3.13	52.60
Promedio	16.7	27.1	5.6	45.4	62.2	6.2	31.2

Fuente: Elaboracion Propia

La evapotranspiración del tanque trabajados, con un promedio de 10 años de registro señalan que los mayores valores se dan en los meses de octubre, noviembre y diciembre con los siguientes resultados 5.1 mm/día, 5.2mm/día, 5.1mm/día, empleándose el del mes de noviembre para garantizar el diseño.

En el cuadro N° 4.9 y figura N° 4.1 se muestran los registros de evaporación de tanque evaporímetro tipo "A", de nueve años desde 1995 al 2003 y su respectivo gráfico mostrando la tendencia en ese tiempo, los datos mostrados de evaporación en mm/mes, pero para el diseño se emplearán datos en mm/día como se muestra en el Cuadro N° 4.10.

CUADRO N°4.9

REGISTRO DE EVAPORACIONES DE TANQUE (mm/mes)

PROYECTO ESPECIAL RIO CACHI SUB GERENCIA DE OPEMAN UNIDAD DE HIDROLOGIA												SISTEMA SISMET
ESTACION	: HUAMANGA			DISTRITO	: AYACUCHO			ALTITUD	: 2772.0 msnm			
CODIGO	: 005			PROVINCIA	: HUAMANGA			LATITUD	: 13°08'51"			
AÑO				DEPARTAMENTO	: AYACUCHO			LONGITUD	: 74°13'06"			
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	150	114.8	110.7	124.4	127.2	125.3	138.3	165.6	168	209.2	189.7	194.3
1996	145.8	142.1	160.3	124.4	126	115.6	122.0	142.4	167.9	186.8	226.3	178.4
1997	170.1	115.3	140	118.9	119.6	111.8	138.1	147.8	171.5	203.1	159.7	177.8
1998	137.5	143.9	135.1	147.1	129.6	117.7	138.7	158.9	0	0	0	178.5
1999	169	102.8	117.7	105.1	113.1	111.5	131.9	157.2	172.3	155.7	189.2	146.8
2001	105.2	99.4	94.5	114	123.1	122.6	131.2	148.2	161.9	168.8	204.8	155.8
2002	93	88.5	74	87.6	95.8	91.1	85.2	86.6	64.7	140.6	83.4	86.5
2003	125.7	83.3	81.6	181.8	119.5	139	156.7	140.1	163.1	212.5	200.5	138
2004	61.1	61.1										
MEDIA	128.6	105.7	114.2	125.4	119.2	116.8	130.3	143.4	133.7	159.6	156.7	157.0

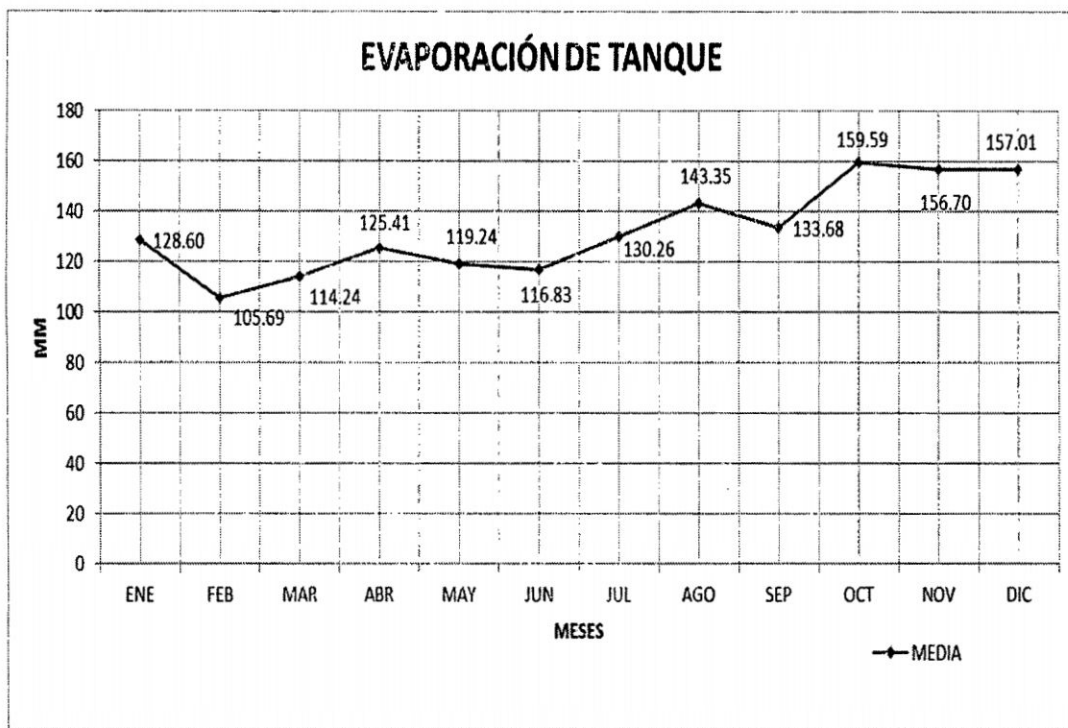


FIGURA N° 4.1. EVAPORACION DE TANQUE

CUADRO N° 4.10

REGISTRO DE EVAPORACIONES DE TANQUE (mm/mes)

OPEMAN UNIDAD DE HIDROLOGIA						SISTEMA SISMET								
ESTACION	: HUAMANGA					DISTRITO	: AYACUCHO					ALTITUD	: 2772.0 msnm	
CODIGO	: 005					PROVINCIA	: HUAMANGA					LATITUD	: 13°08'51"	
AÑO						DEPARTAMENTO	: AYACUCHO					LONGITUD	: 74°13'06"	
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1995	4.8	4.1	3.6	4.1	4.1	4.2	4.5	5.3	5.6	6.7	6.3	6.3		
1996	4.7	4.9	5.2	4.1	4.1	3.9	3.9	4.6	5.6	6	7.5	5.8		
1997	5.5	4	4.5	4	3.9	3.7	4.5	4.8	5.7	6.6	5.3	5.7		
1998	4.4	5	4.4	4.9	4.2	3.9	4.5	5.1	0	0	0	5.8		
1999	5.5	3.5	3.8	3.5	3.6	3.7	4.3	5.1	5.7	5	6.3	4.7		
2001	3.4	3.4	3	4	4	4.1	4.2	4.8	5.4	5.4	6.8	5		
2002	3	3.1	2.4	2.9	3.1	3	2.7	2.8	2.2	4.5	2.8	2.8		
2003	4.1	2.9	2.6	6.1	3.9	4.6	5.1	4.5	5.4	6.9	6.7	4.5		
2004	2	2												
MEDIA	4.2	3.7	3.7	4.2	3.9	3.9	4.2	4.6	4.5	5.1	5.2	5.1		

En el cuadro N° 4.11 se procede a determinar el cálculo de la evapotranspiración de cultivo de referencia en (mm/día), determinado empleando de manera integrada los datos climáticos de la humedad relativa, la radiación, temperatura, el viento, para poder en primer lugar conocer el coeficiente del tanque

evaporímetro. Lo cuadros con todos los registros climáticos se mostraran en el anexo del presente trabajo.

CUADRO N° 4.11
MÉTODO TANQUE EVAPORIMETRO CLASE "A"

MES	Cobertura y Extención		Humedad Relativa	Velocidad Viento KM/día	K Tanque	Eto (mm/día)	Eto (mm/mes)
	1/2	(m)					
Enero	2	9.00	56.1	69.38	0.80	4.16	103.06
Febrero	2	9.00	45.0	50.62	0.80	3.66	81.88
Marzo	2	9.00	56.6	60.07	0.80	3.69	91.40
Abril	2	9.00	45.0	54.04	0.80	4.18	100.20
Mayo	2	9.00	37.1	45.15	0.80	3.86	95.79
Junio	2	9.00	34.7	46.40	0.80	3.89	93.30
Julio	2	9.00	35.6	57.07	0.80	4.21	104.47
Agosto	2	9.00	37.4	63.41	0.80	4.63	114.70
Septiembre	2	9.00	46.5	78.05	0.80	4.45	106.80
Octubre	2	9.00	47.3	80.75	0.80	5.14	127.41
Noviembre	2	9.00	46.0	69.17	0.80	5.21	125.10
Diciembre	2	9.00	57.3	71.79	0.80	5.08	125.86

Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO N°4.12
CONSOLIDADO DE Eto

PROYECTO DISEÑO DE SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DEL TOMATE EN LA ESTACION AGRARIA CANAÁN - INIA AYACUCHO

ESTACION	: HUAMANGA											
DISTRITO	: AYACUCHO		Altitud: 2772.00 msnm									
PROVINCIA	: HUAMANGA		Latitud -13 -8 -51									
DEPARTAMENTO	: AYACUCHO		Longitud -74 -13 -6									
MES	ETP TURC		ETP THORNTHWAITE		ETP HARGREAVES		ETP PENMAN MONTHEI		ETP TANQUE EVAPORIMETRO		ETP PROMEDIO	
	mm/día	mm/mes	mm/día	mm/mes	mm/día	mm/mes	mm/día	mm/mes	mm/día	mm/mes	mm/día	mm/mes
Enero	3.28	101.64	2.52	78.02	5.98	185.29	3.91	121.08	4.16	103.06	3.97	117.82
Febrero	3.25	90.9	2.08	58.37	5.44	152.31	3.57	100.02	3.66	81.88	3.60	96.7
Marzo	2.99	92.76	2.17	67.22	5.31	164.49	3.45	106.87	3.69	97.17	3.52	105.7
Abril	3.28	98.45	2.05	61.6	5.14	154.13	3.18	95.46	4.18	100.20	3.57	101.97
Mayo	3.55	109.94	1.85	57.47	4.58	141.92	2.77	86.01	3.86	95.79	3.32	98.23
Junio	3.55	106.60	1.61	48.39	4.16	124.78	2.55	76.65	3.89	93.30	3.15	89.94
Julio	3.41	105.86	1.57	48.63	4.17	129.38	2.75	85.11	4.21	104.47	3.22	94.69
Agosto	4.03	125.07	1.81	56.24	4.60	142.71	3.32	102.96	4.63	114.70	3.68	108.34
Septiembre	3.55	106.44	2.14	64.27	5.42	162.68	3.74	112.15	4.45	106.80	3.86	110.47
Octubre	4.01	124.28	2.41	74.62	6.11	189.56	4.33	134.10	5.14	127.41	4.40	129.99
Noviembre	3.80	113.9	2.49	74.78	6.32	189.66	4.21	126.40	5.21	125.10	4.41	125.97
Diciembre	2.39	74.08	2.51	77.7	6.18	191.60	3.54	109.81	5.08	125.86	3.94	115.81
MAXIMOS	4.03	125.07	2.52	78.02	6.32	191.6	4.33	134.1	5.21	127.41	4.41	129.99

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro anterior N° 4.12 podemos observar que se determinó el cálculo de evapotranspiración por todos los métodos empíricos y además se dedicó un fragmento para el cálculo de la Eto tanque evaporímetro, que es un método directo, los cuadros para cada método se mostraran en los anexos.

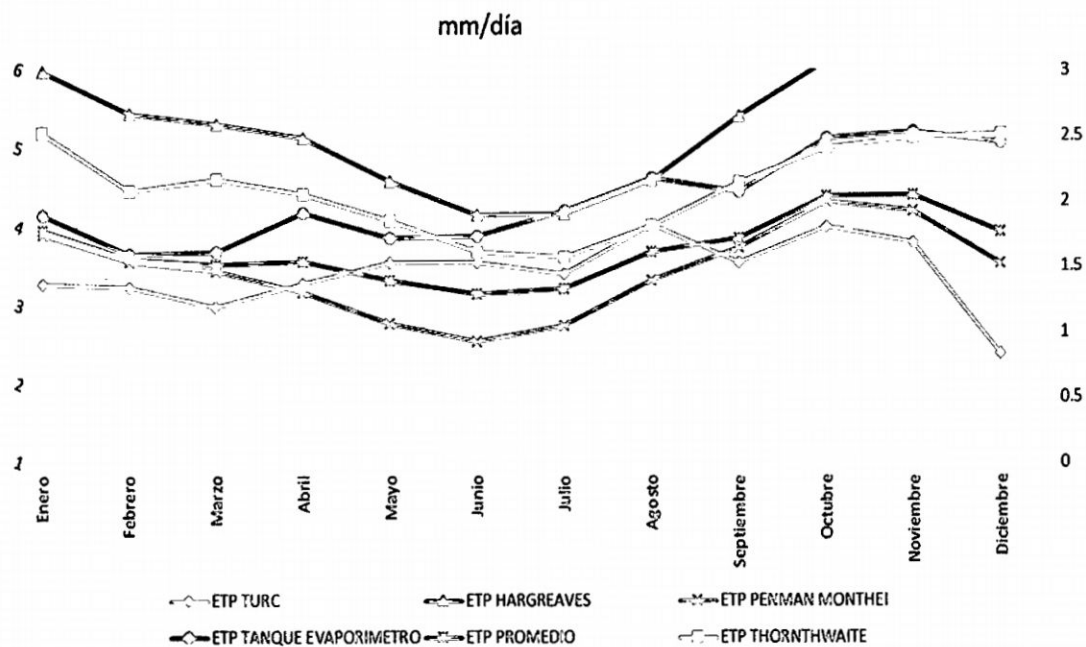


FIGURA N° 4.2. CALCULO DE ETo POR DIFERENTES MÉTODOS (mm/día)

En las Figuras N° 4.2 y N° 4.3, se observa que la ETo calculo por el método del tanque evaporímetro y el ETo promedio tienen cálculos similares, lo que nos da un margen de seguridad para poder determinar de manera adecuada y precisa la necesidad de agua del cultivo en investigación; todos los métodos emplearon datos climáticos de 10 años de registro.

Siendo los datos calculados mediante método indirecto de Hargreaves los más altos sin embargo recomendando por la FAO, para la región sierra, cuyos datos en el mes de noviembre de 6.32 mm/día, que será empleado para los cálculos recomendados según el Dr. Abert Avidan, junto con los resultados de la ETo del tanque evaporímetro, en el Cuadro N° 4.7

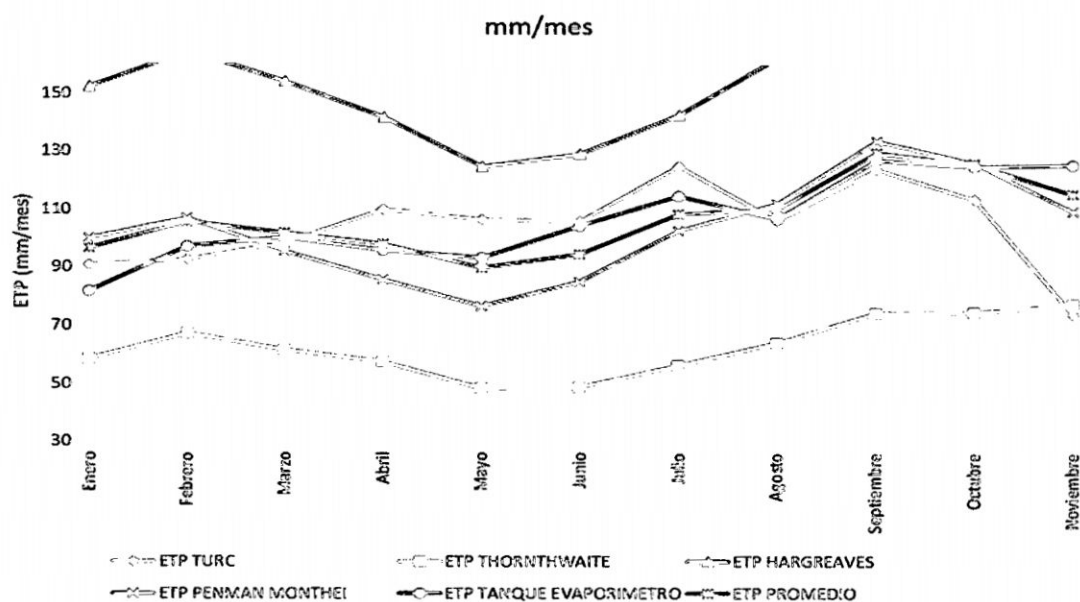


FIGURA N° 4.3. CALCULO DE ETo POR DIFERENTES MÉTODOS (mm/mes)

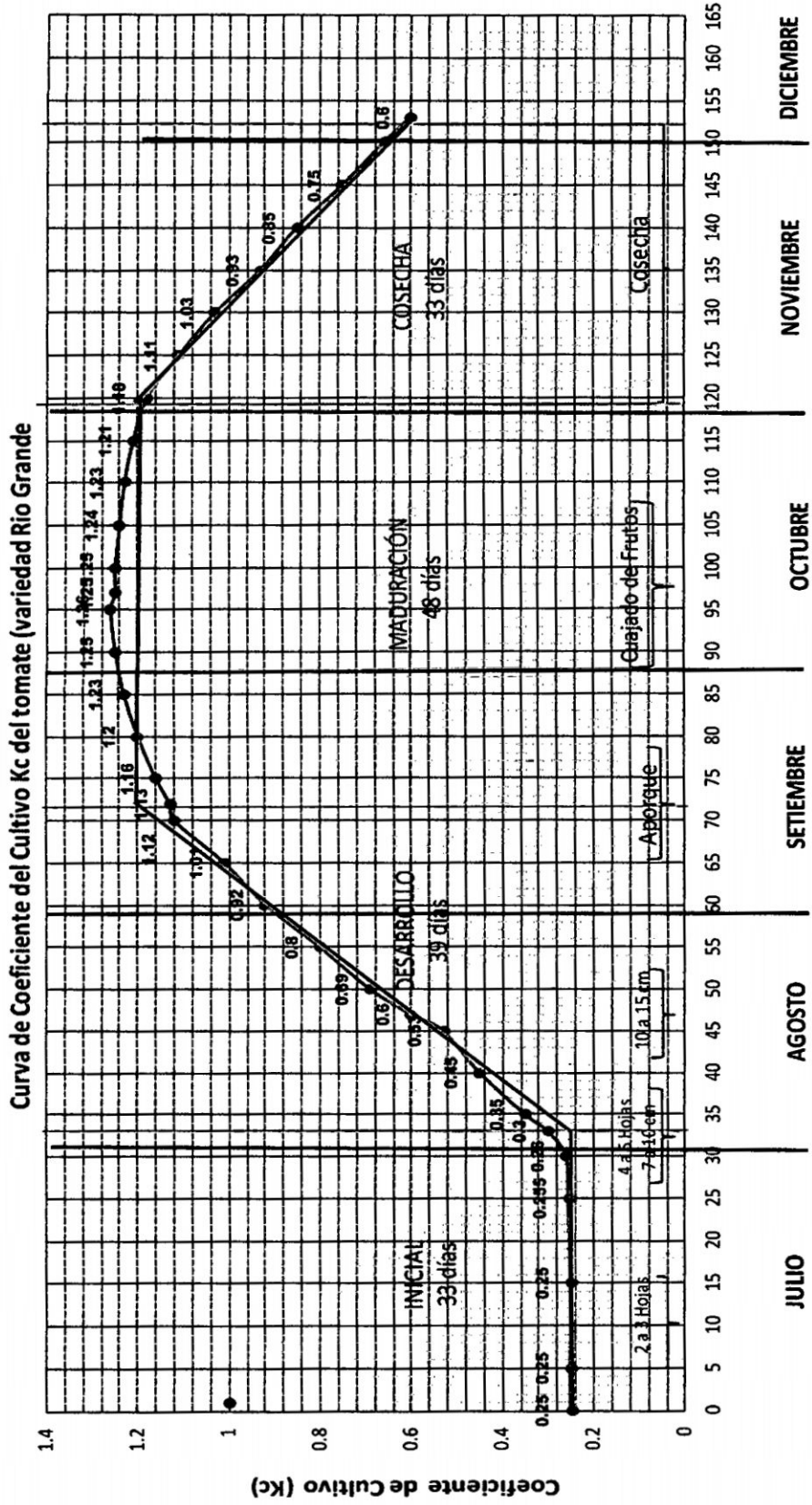
4.1.1 Determinación del Kc para el Cultivo de tomate

La especie a emplear en el presente proyecto es el tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedad Río Grande, cuyo periodo vegetativo de 153 días determinando de acuerdo a la tesis de Donato Tomairo Berrocal "Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de dos variedades de Tomate (*Lycopersico esculentum*) en Canaán a 2750 m.s.n.m. Ayacucho.

Se pudo establecer el Kc de este cultivo a través del estudio de diferentes trabajos de tesis, se debe recalcar que el objetivo del presente proyecto es realizar el diseño de riego por goteo y no de manera profunda la determinación del Kc, que tiene parámetros a evaluar específicos.

En el Figura N° 4.4 se puede observar lo señalado; periodo vegetativo, las cuatro etapas de vida del cultivo establecido de acuerdo a la FAO, cada etapa posee

FIGURA N° 4.4



Días de periodo vegetativo de Julio a diciembre

● Coeficiente del Cultivo (Kc), 150, 0.66

Características específicas que deben ser establecidas de acuerdo a la observación y medición cualitativa, y por último determinar el Kc para cada etapa de desarrollo del cultivo de tomate (**Lycopersicum sculentum**), variedad Río Grande, tiene un periodo vegetativo de 153 días, con una etapa inicial de 33 días, desarrollo de 39 días, maduración de 48 días y cosecha de 33 días, luego del análisis de trabajos de investigación de cultivo del tomate para que se pueda realizar los cálculos respectivos.

4.1.5 Fuentes de Agua de Riego

Para el presente estudio se cuenta con un reservorio de 1,500 m³ de capacidad con alimentación a través del canal con capacidad de 70 l/s. La caracterización de las muestras de agua se mostrara en los anexos.

La ubicación del reservorio está ubicado en la parte más alta de la parcela en las coordenadas E 620753.3293 y N 8539031.7917 a una altitud de 2751.09 m.s.n.m. a un punto medio de la parcela existe una altitud de 2744.93 m.s.n.m. y el punto más bajo es de 2740.39 m.s.n.m. Existe una diferencia de altura de 11 metros de trabajó con esta altura de carga.

La disponibilidad de agua es permanente sin embargo por el incremento poblacional y habitacional se ve reducido la dotación de agua.

4.1.6 Parcela

En el cuadro N° 4.13, se observa las dimensiones de la parcela total de 27.3 ha. Y área neta por cada sub sector de riego dividida en 22 sub sectores de riego, las dimensiones de cada uno de estos sub sectores, con una pendiente de 2%. Los planos se mostraran en los anexos del presente trabajo. Es importante señalar que por razones prácticas el sub sector 18, 21, 22 se unieron en uno solo numéricamente en los planos denominándose sub unidades de riego N° 18.



CUADRO N° 4.13

AREA BAJO RIEGO POR SUB SECTOR

Proyecto: DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA
Ubicación de estación: HUAMANGA
Localidad: HUAMANGA
Distrito: AYACUCHO
Provincia: HUAMANGA
Región: AYACUCHO
Altitud: 2772
Latitud: -13 -8 -51 -13.1475
Longitud: -74 -13 -6 -74.2183333
Unidad de riego: INIA
Cultivo: TOMATE

SUB SECTOR	Area Bruta (Has)	Area Neta (Has)
A1	1.26	1.07
A2	2.11	1.79
A3	1.19	1.00
A4	1.21	1.02
A5	1.21	1.02
A6	1.68	1.42
A7	0.93	0.79
A8	0.96	0.81
A9	1.04	0.88
A10	1.65	1.39
A11	1.55	1.31
A12	1.12	0.94
A13	1.23	1.04
A14	1.68	1.43
A15	1.3	1.10
A16	1.59	1.34
A17	1.36	1.15
A18	0.21	0.18
A19	1.81	1.53
A20	1.77	1.50
A21	0.23	0.20
A22	0.23	0.20
TOTAL	27.32	23.11

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 4.14 podemos observar las formulas y la aplicación de la información básica para determinar los parámetros del diseño de riego por goteo y en este caso se empleó datos de clima, cultivo, goteros, porcentaje del área bajo riego por planta, intervalo de riego, ciclo de riego, dosis bruta por planta, turnos de riego, horas de riego caudal requerido volumen bruto; es decir las necesidades básicas de riego para el cultivo del tomate, a continuación se ofrecerá las formulas detalladas para el cálculo de la necesidad de riego del cultivo del tomate.

CUADRO N° 4.14

CALCULO DE LA NECESIDAD DE RIEGO DEL CULTIVO DEL TOMATE

Formula	Característica	Símbolo	Fórmula	Valor	Unidad
1.13	Lámina disponible/Zr	LDZr	$LDZr = ((HCc - HPm)100) * (Pea/Pew) * Zr * 10$	153.605	mm/Zr
1.14	Volúmen disponible/Zr	VDZr	$VDZr = LDZr * 10$	1536.049	m ³ /ha/Zr
1.27	Lámina aprovechable/Zr	LAZr	$LAZr = LDZr * Pa/100$	38.4	mm/Zr
1.21	% de área bajo riego	Par	$Par = (78.5 * 0.82^2 / (de(m) * dl(m) * \alpha / 360)$	32.55	%
1.22	% de área bajo riego/planta				
1.25	Dámetro humedecido	d	$d(m) = (qe/0.785 * l)^{1/2}$	0.63	
		Par	$\leq MxAR$	$32.55 \leq 70$	ACEPTADO
		Par	$\geq MiAR$	$32.55 \geq 30$	ACEPTADO
3.2	Precipitación horaria	Phr	$Phr = qe * 100 / (de(m) * dl(m) * Par(\%))$	8.00	mm/hr
3.3	Phr	$\leq l$	$Phr (mm/h) \leq l (mm/h)$		
	Etc	Etc	$ETC = Eto * Ktan * Kc$	5.00	mm/día
3.4	Intervalo de riego	lr	$lr = LAZr * Par / (Etc * 100)$	2.50	días
3.5	Intervalo ajustado	lr (aj)	Entero de lr	2.00	
3.6	Ciclo de riego	CR	$CR = lr (aj) - Dp$	2.00	días
3.7	Lamina de riego ajustado	LR (aj)	$LR(aj) = (lr(aj) * Etc * 100 / Par$	30.74	mm
3.8		LR(aj) \leq LAZr			ACEPTADO
3.9	% agua aprovechada	Pa(aj)	$Pa(aj) = (lr(aj) * 100 / LDZr$	20.02	%
3.10		Pa(aj) \leq Pa			ACEPTADO
3.11	Lamina bruta	LB	$LB = (LR(aj) * 100 / Ef$	34.16	mm
3.12	Dosis bruta	DB	$DB = (LB * Par) / 10$	111.20	m ³ /ha
3.14	Horas por turno	Ht	$Ht = LB / Phr$	4.27	hrs/turno
3.15	Turnos por día	Td	$Td = INTEGRO (Hm/Ht)$	2	Turnos/día
3.16	Horas de riego por día	HDr	$Hd = Td * Ht$	8.54	hrs/turno
3.17	Horas por ciclo	Hc	$Hc = entero (CR * Hd)$	17.00	hrs/ciclo
3.18	Turnos por ciclo	Tc	$Tc = CR * Td$	4.00	Turnos/día
3.19	Superficie por turno	St	$St = Sr / Tc$	5.78	ha/turno
3.2	Dosis bruta por turno	DBt	$DBt = St * DB$	642.5	m ³ /turno
3.21	Caudal requerido	Qr	$Qr = DBt / Ht$	150.46	m ³ /hr
3.22		Qr \leq Qs			ACEPTADO
3.23	N° de emisores por turno	Emt	$Emt = Qr * 1000 / qe$	60184.08	e/turno
3.24	Volumen bruto por ciclo	VBr	$VBc = DBt * Tc$	2569.00	m ³ /ciclo
3.25					
3.26	Caudal específico	Qe	$Qe = Qr / A$	5.51	m ³ /hr/ha

Fuente: ALBERTAVIDAN(1994)

La fórmula 10 nos permite determinar el espaciamiento entre los goteros y luego se verifica y ajusta el % del área bajo riego que debe estar entre 30 y 70 % y en la fórmula 11 de Porcentaje del área Bajo Riego cuyo resultado es de 32.55%, como se encuentra dentro de estos límites se continúa con los cálculos,

determinándose la Precipitación Horaria del sistema de riego con la siguiente formula.

13. Precipitación Horaria del Sistema de Riego -Phr

$$\rightarrow Phr(mm/h) = \frac{qe(lt/h) * 100}{de(m) * dl(m) * Par(\%)}$$

$$Phr(mm/h) = 8$$

Este resultado debe ser menor o igual a la velocidad de infiltración básica del suelo que es 8 mm/h si se cumple se continúa con los cálculos de Intervalo de Riego con la fórmula 15 que nos indica los días entre dos riegos sucesivos en la misma posición.

14. Lamina de agua aprovechable a la profundidad radicular efectiva- LAzr

$$\rightarrow LAzr(mm/zr) = \frac{LDzr(mm/zr) * Pa(\%)}{100}$$

$$LAzr(mm/zr) = 38.40 (mm/zr)$$

El resultado del intervalo de riego se ajusta en caso de resultados con cifras decimales para abajo a fin de obtener un número entero de días, en este caso a 2 días.

15. Intervalo de riego -lr

$$lr = \frac{LAzr \times Par (\%)}{Etc (mm/día) \times 100}$$

$$lr = 2.50$$

El ciclo de riego nos permite determinar número entero de días durante el cual se riego una parcela determinada.

16. Ciclo de riego - CR

$$CR (días) = lr(aj) - dp(días)$$

$$CR (días) = 2.00$$

17. Lamina de riego ajustado - LR (aj)

$$LR (aj)(mm) = \frac{lr(aj)(días) \times Etc(mm/día) \times 100}{Par (\%)}$$

$$LR(aj)(mm) = 30.74$$

La lamina de riego ajustada LR (aj) debe ser menor o igual que la lámina de agua aprovechable a nivel de la profundidad radicular efectiva que es de 38.40 mm/zr. Inmediatamente se calcula el porcentaje de agua aprovechada por el cultivo con la fórmula 18 que debe ser comparada con el máximo porcentaje de agua aprovechable por el cultivo en este caso 25% determinada anteriormente y debe ser menor o igual.

18. Porcentaje de agua aprovechada, ajustado Pa (aj)

$$Pa(aj)(\%) = \frac{LR(aj)(mm) \times 100}{Ef(\%)}$$

$$Pa(aj)(\%) = 20.02$$

19. Lámina bruta - LB

$$LB(mm) = \frac{LR(aj)(mm) \times 100}{LDZr(mm/zr)}$$

$$LB(mm) = 34.16$$

La dosis de riego Bruta se determina con la fórmula 20 empleando el resultado de la Lamina Bruta LB fórmula 19.

20. Dosis bruta- DB

$$DB(m^3/ha) = \frac{LB(mm) \times Par(\%)}{10}$$

$$DB(m^3/ha) = 111.20$$

Las horas de riego por turno que es el tiempo requerido para aplicar por medio del emisor seleccionado dependen de la precipitación horaria y se calcula con la fórmula:

21. Horas de riego por turno - Ht

$$Ht(h/turno) = \frac{LB(mm)}{Phr(mm/h)}$$

$$Ht(h/turno) = 4.27$$

El máximo número de horas que es posible operar el sistema se hace con la siguiente formula:

22. Máximo número de turnos de riego diarios -Td

$$Td(\text{turnos/día}) = \text{integro} \left\{ \frac{Hm(\text{h/día})}{Ht(Ht/\text{turno})} \right\}$$

$$Td(\text{turnos/día}) = 2.00$$

Con las formulas siguientes se determina horas de riego por día, por ciclo, número de turnos por ciclo.

23. Horas de riego por día - Hd

$$Hd(\text{h/día}) = CR(\text{días/ciclo}) \times Hd(\text{h/día})$$

$$Hd(\text{h/día}) = 8.54$$

24. Horas de riego por ciclo - Hc

$$Hc(\text{h/ciclo}) = CR(\text{días/ciclo}) \times Hd(\text{h/día})$$

$$Hc(\text{h/ciclo}) = 17.00$$

25. Número de turnos por ciclo . Tc

$$Tc(\text{turnos/ciclo}) = CR(\text{días/ciclo}) \times Td(\text{turnos/día})$$

$$Tc(\text{turnos/ciclo}) = 4.00$$

La superficie bajo riego por turno, se obtiene dividiendo el área bajo riego en la parcela **Sr** que es el área neta bajo riego de 23.10 Ha, entre el número de turnos.

26. superficie bajo riego por turno - St

$$St(\text{ha/turno}) = \frac{Sr(\text{ha/ciclo})}{Tc(\text{turnos/ciclo})}$$

$$St(\text{ha/turno}) = 5.78$$

27. Dosis de riego bruta por turno - DBt

$$DBt(\text{m}^3/\text{turno}) = St(\text{ha/turno}) \times DB(\text{m}^3/\text{ha})$$

$$DBt(\text{m}^3/\text{turno}) = 642.5$$

La fórmula 28 con su respectivo cálculo es el caudal requerido para el riego de la parcela.

28. Caudal requerido - Qr

$$Qr(m^3/h) = \frac{DBt(m^3/turno)}{Ht(h/turno)}$$

$$Qr(m^3/h) = 150.46$$

El número de emisores por turno se calcula de esta manera a base de la descarga del sistema de riego **Qr (m³/h)** y de la descarga del emisor **qe(l/h)**, que nos servirá para calcular los laterales de riego.

29. Número de emisores por turno - Emt

$$Emt(e/turno) = \frac{Qr(m^3/h) \times 1000}{qe(lt/h)}$$

$$Emt(e/turno) = 60184.08$$

30. Volumen bruto por ciclo de riego - VBc

$$VBc(m^3/turno) \times Tc(trunos/ciclo)$$

$$VBc(m^3/ciclo) = 2569.00$$

31. Caudal específico - Qe

$$Qe(m^3/h) = \frac{Qr(m^3/h)}{A(ha)}$$

$$Qe(m^3/h) = 5.51$$

4.1.7 Diseño hidráulico

En el Cuadro N° 4.15 podemos observar las unidades y las subunidades de riego determinadas a través primero del levantamiento y dibujo topográfico del terreno Estación Experimental Agraria Canaán – INIA Ayacucho y de acuerdo a las especificaciones técnicas tratados en el capítulo III punto 3.4.3, acápite diseño de las sub unidades de riego, la pendiente, tamaño y ubicación de la parcela se señalan en los planos topográficos que muestran en el anexo, se fijó primero las unidades de riego para que puedan tener un ingreso de adecuado de agua a cada una de estas, además la sub unidad II está conformada por las sub unidades 07,

08, 09, 14, 15, 16, 17, observándose además la sumatoria de caudales por cada sub unidad y por unidad de riego cuyas características básicas de diseño de riego se observarán en los siguientes cuadros.

CUADRO N° 4.15

RESUMEN DE CAUDALES POR UNIDAD DE RIEGO

UNIDAD	Sub - Unidad	Caudal (l/h)	Sumatoria de caudales (l/h)
I	1	27222.50	
	2	45690.00	
	3	25587.50	
	4	25860.00	
	5	26117.50	
	6	36302.50	186780.00
II	7	20067.50	
	8	20605.00	
	9	22365.00	63037.50
III	10	35597.50	
	11	33472.50	
	12	23832.50	
	13	26310.00	119212.50
II	14	36480.00	
	15	28305.00	
	16	34710.00	99495.00
IV	17	28987.50	
	18	13810.00	
	19	39420.00	
	20	38300.00	120517.50

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro N° 4.16 se encuentran los datos necesarios para el diseño de los emisores de riego y empleando las formulas tratadas en el capítulo III.

CUADRO N° 4.16

DATOS PARA EL DISEÑO HIDRAULICO DE RIEGO POR GOTEO

Coficiente de unifromidad:	90.00	%	
Caudal medio del gotero:	2.50	L/Hr	Coficiente k 0.861 Exponente x 0.480
Presion media del gotero (ha):	9.21	mca	
Coficiente de variacion (CV):	0.03		
Numero de goteros por planta:	0.50		Q=L/Hr Ha=mca
Caudal mínimo (qns):	2.38	L/Hr	
Presion minima (hns):	8.303	mca	
Difencia d presión subunidad:	2.278	mca	
Variacion de presion admisible en la terciaria	1.139	mca	
Variacion de presion admisible en el lateral	1.139	mca	
Separación entre emisores (Se):	0.80	m	
Separación entre Laterales (Sl):	1.20	m	
Desnivel en terciaria:	2.06	%	

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En los siguientes cuadros se observará los cálculos resumen de los laterales de riego de 20 Sub Unidades de riego.

CUADRO N° 4.17

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 01 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	96.00
Numero de goteros por laterales	123.00 max
Longitud de laterales	98.60 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	307.5 L/Hr
Velocidad	0.43 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	6839.9981
Factor de friccion (f):	0.035
Perdida de carga en tub. (Hf')	2.035 m
Factor de Christiansen (F)	0.0368
Perdida de carga (Hf)	0.748 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.763 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.014 m
Límite permisible claculado	0.748 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.18

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 02 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	141.00
Numero de goteros por laterales	135.00 max
Longitud de laterales	108.37 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	337.5 L/Hr
Velocidad	0.47 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	7507.315
Factor de friccion (f):	0.034
Perdida de carga en tub. (Hf')	2.633 m
Factor de Christiansen (F)	0.367
Perdida de carga (Hf)	0.967 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.923 m
Presion minima en el lateral (hn)	8.956 m
Límite permisible claculado	0.967 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.19

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 03 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	83.00
Numero de goteros por laterales	136.00 max
Longitud de laterales	108.92 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	340 L/Hr
Velocidad	0.48 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	7562.9247
Factor de friccion (f):	0.034
Perdida de carga en tub. (Hf')	2.680 m
Factor de Christiansen (F)	0.367
Perdida de carga (Hf)	0.985 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.936 m
Presion minima en el lateral (hn)	8.951 m
Límite permisible claculado	0.985 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.20

DISEÑO DE LATERLES SUB UNIDAD 04 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	108.00
Numero de goteros por laterales	122.00 max
Longitud de laterales	97.91 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	305 L/Hr
Velocidad	0.43 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	6784.3884
Factor de friccion (f):	0.035
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.992 m
Factor de Christiansen (F)	0.368
Perdida de carga (Hf)	0.733 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.751 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.018 m
Límite permisible claculado	0.733 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.21

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 05 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	80.00
Numero de goteros por laterales	137.00 max
Longitud de laterales	109.97 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	342.5 L/Hr
Velocidad	0.48 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	7618.5345
Factor de friccion (f):	0.034
Perdida de carga en tub. (Hf')	2.741 m
Factor de Christiansen (F)	0.367
Perdida de carga (Hf)	1,007 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.952 m
Presion minima en el lateral (hn)	8.945 m
Límite permisible claculado	1.007 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.22

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 06 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	105.00
Numero de goteros por laterales	154.00 max
Longitud de laterales	123.40 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	385 L/Hr
Velocidad	0.54 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	8563.9
Factor de friccion (f):	0.033
Perdida de carga en tub. (Hf')	3.774 m
Factor de Christiansen (F)	0.367
Perdida de carga (Hf)	1,385 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	10.229 m
Presion minima en el laterai (hn)	8.844 m
Límite permisible claculado	1.385m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.23

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 07 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	90.00
Numero de goteros por laterales	101.00 max
Longitud de laterales	81.10 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	252.5 L/Hr
Velocidad	0.35 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	5616.5838
Factor de friccion (f):	0.037
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.186 m
Factor de Christiansen (F)	0.369
Perdida de carga (Hf)	0.437 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.534 m
Presion minima en el lateral (hn)	0.097 m
Límite permisible claculado	0.437 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.24

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 08 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	80.00
Numero de goteros por laterales	106.00 max
Longitud de laterales	84.98 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	265 L/Hr
Velocidad	0.37 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	5894.6325
Factor de friccion (f):	0.036
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.352 m
Factor de Christiansen (F)	0.368
Perdida de carga (Hf)	0.498 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.579 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.081 m
Límite permisible claculado	0.498 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.25

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 09 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	90.00
Numero de goteros por laterales	112.00 max
Longitud de laterales	89.82 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	280 L/Hr
Velocidad	0.39 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	6228.2909
Factor de friccion (f):	0.036
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.573 m
Factor de Christiansen (F)	0.368
Perdida de carga (Hf)	0.579 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.639 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.059 m
Límite permisible claculado	0.579 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.26

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 10 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	100.00
Numero de goteros por laterales	154.00 max
Longitud de laterales	123.43 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	385 L/Hr
Velocidad	0.54 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	8563.9
Factor de friccion (f):	0.033
Perdida de carga en tub. (Hf')	3.775 m
Factor de Christiansen (F)	0.367
Perdida de carga (Hf)	1.385 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	10.229 m
Presion minima en el lateral (hn)	8.844 m
Límite permisible claculado	1.385 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.27

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 11 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	161.00
Numero de goteros por laterales	93.00 max
Longitud de laterales	74.66 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	232.5 L/Hr
Velocidad	0.33 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	5171.7059
Factor de friccion (f):	0.037
Perdida de carga en tub. (Hf')	0.945 m
Factor de Christiansen (F)	0.369
Perdida de carga (Hf)	0.349 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.470 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.121 m
Límite permisible claculado	0.349 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.28

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 12 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	176.00
Numero de goteros por laterales	56.00 max
Longitud de laterales	44.85 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	140 L/Hr
Velocidad	0.20 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	3114.1455
Factor de friccion (f):	0.042
Perdida de carga en tub. (Hf')	0.234 m
Factor de Christiansen (F)	0.373
Perdida de carga (Hf)	0.087 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.278 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.191 m
Límite permisible claculado	0.087 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.29

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 13 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	168.00
Numero de goteros por laterales	83.00 max
Longitud de laterales	66.48 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	207.5 L/Hr
Velocidad	0.29 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	4615.6085
Factor de friccion (f):	0.038
Perdida de carga en tub. (Hf')	0.689 m
Factor de Christiansen (F)	0.37
Perdida de carga (Hf)	0.255 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.401 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.146 m
Límite permisible claculado	0.255 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.30

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 14 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	70.00
Numero de goteros por laterales	223.00 max
Longitud de laterales	178.60 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	20.80 mm
Caudal en lateral	557.5 L/Hr
Velocidad	0.46 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	9479.5893
Factor de friccion (f):	0.032
Perdida de carga en tub. (Hf')	2.915 m
Factor de Christiansen (F)	0.366
Perdida de carga (Hf)	1.066 m
Presion media en el lateral (ha)	10.00 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	10.783 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.716 m
Límite permisible claculado	1.066 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.31

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 15 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	64.00
Numero de goteros por laterales	192.00 max
Longitud de laterales	153.80 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	20.80 mm
Caudal en lateral	480 L/Hr
Velocidad	0.39 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	8161.7988
Factor de friccion (f):	0.033
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.932 m
Factor de Christiansen (F)	0.366
Perdida de carga (Hf)	0.707 m
Presion media en el lateral (ha)	10.00 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	10.519 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.812 m
Límite permisible claculado	0.707 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.32

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 16 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	101.00
Numero de goteros por laterales	161.00 max
Longitud de laterales	129.00 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	402.5 L/Hr
Velocidad	0.56 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	8953.1682
Factor de friccion (f):	0.033
Perdida de carga en tub. (Hf')	4.265 m
Factor de Christiansen (F)	0.367
Perdida de carga (Hf)	1.564 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	10.361 m
Presion minima en el lateral (hn)	8.796 m
Límite permisible claculado	1.564 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.33

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 17 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	108.00
Numero de goteros por laterales	111.00 max
Longitud de laterales	89.00 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	277.5 L/Hr
Velocidad	0.39 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	6172.6812
Factor de friccion (f):	0.036
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.535 m
Factor de Christiansen (F)	0.368
Perdida de carga (Hf)	0.565 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.628 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.063 m
Límite permisible claculado	0.565 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.34

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 18 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	83.00
Numero de goteros por laterales	74.00 max
Longitud de laterales	59.40 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	185 L/Hr
Velocidad	0.26 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	4115.1208
Factor de friccion (f):	0.040
Perdida de carga en tub. (Hf')	0.504 m
Factor de Christiansen (F)	0.37
Perdida de carga (Hf)	0.187 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.351 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.164 m
Límite permisible claculado	0.187 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.35

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 19 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	105.00
Numero de goteros por laterales	112.00 max
Longitud de laterales	89.80 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	280 L/Hr
Velocidad	0.39 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	6228.2909
Factor de friccion (f):	0.036
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.573 m
Factor de Christiansen (F)	0.368
Perdida de carga (Hf)	0.579 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.639 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.059 m
Límite permisible claculado	0.579 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

CUADRO N° 4.36

DISEÑO DE LATERALES SUB UNIDAD 20 FORMULA (DARCY - WEISBACH)

Numero de laterales	90.00
Numero de goteros por laterales	115.00 max
Longitud de laterales	92.20 m
Caudal de goteros	2.50 L/Hr
Diametro lateral	15.90 mm
Caudal en lateral	287.5 L/Hr
Velocidad	0.40 m/s
Temperatura	20.00 °C
Viscosidad	0.000001 m ² /s
Numero de Reynolds (Re)	6395.1202
Factor de friccion (f):	0.035
Perdida de carga en tub. (Hf')	1.692 m
Factor de Christiansen (F)	0.368
Perdida de carga (Hf)	0.623 m
Presion media en el lateral (ha)	9.21 m
Presion a la entrada del lateral (hm)(Ha)	9.670 m
Presion minima en el lateral (hn)	9.048 m
Límite permisible claculado	0.623 m

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA

En el cuadro siguiente se muestra las longitudes de la tubería terciaria y las cantidades de tubería necesaria para el proyecto.

CUADRO N° 4.37

TUBERIA TERCIARIA

N° Riego	N° Parcela	Longitud (m)	Cantidad de tubería
I	1	115.10	23.02
	2	169.36	33.87
	3	99.83	19.97
	4	129.32	25.86
	5	95.72	19.14
	6	126.54	25.31
II	7	108.36	21.67
	8	96.36	19.27
	9	108.36	21.67
III	10	119.79	23.96
	11	193.09	38.62
	12	211.09	42.22
	13	201.32	40.26
II	14	84.13	16.83
	15	76.72	15.34
	16	121.22	24.24
IV	17	190.82	38.16
	18	114.54	22.91
	19	175.15	35.03
	20	176.28	35.26

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En los cuadros N° 4.38, 4.39, 4.40 y 4.41 se observa el cálculo de las tuberías primarias y secundarias de acuerdo a las simulaciones respectivas se llegó a los siguientes resultados.

CUADRO N° 4.38

DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS UNIDAS N° 01

Tramo	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (lt/hr)	Ø calculado (mm)	Ø interior (mm)	Veloc. (m/s)	Re	f	Hf (m)	Cota terreno		Cota piezométrica		Presión	
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16*01	109.41	8.0	186780.0	209.6	208.4	1.52	316986.4	0.0143	0.951	2751.0	2750.3	2766.00	2765.05	15	14.8
01*02	1.68	0.2	88280.0	144.1	159.8	1.22	195386	0.0157	0.014	2750.3	2750.3	2765.05	2765.04	14.8	14.8
02*03	2.32	0.3	25860.0	78.0	84.1	1.29	108752.8	0.0177	0.047	2750.3	2750.3	2765.04	2764.99	14.8	14.7
02*04	134.68	12.0	62420.0	121.2	159.8	0.86	138151.3	0.0168	0.589	2750.3	2747.2	2765.04	2764.45	14.8	17.2
04*05	2.40	0.3	26117.5	78.4	84.1	1.31	109835.7	0.0176	0.049	2747.2	2747.2	2764.45	2764.4	17.2	17.2
04*06	100.05	8.0	36302.5	92.4	108.4	1.09	118444.6	0.0174	1.054	2747.2	2746.0	2764.45	2763.39	17.2	17.4
06*07	2.24	0.2	36302.5	92.4	108.4	1.09	118444.6	0.0174	0.024	2746.0	2746.0	2763.39	2763.37	17.4	17.4
01*08	96.84	8.0	98500.0	152.2	159.8	1.36	218005.5	0.0154	0.957	2750.3	2750.3	2765.05	2764.09	14.8	13.8
08*09	2.12	0.2	98500.0	152.2	159.8	1.36	218005.5	0.0154	0.021	2750.3	2750.3	2764.09	2764.07	13.8	13.8
09*10	1.41	0.2	27222.5	80.0	84.1	1.36	114482.7	0.0175	0.031	2750.3	2750.3	2764.07	2764.04	13.8	13.8
09*11	120.04	11.0	71277.5	129.5	159.8	0.99	157755.2	0.0164	0.668	2750.3	2747.1	2764.07	2763.40	13.8	16.3
11*12	0.30	0.0	45690.0	103.7	108.4	1.38	149073.3	0.0166	0.004	2747.1	2747.1	2763.40	2763.40	16.3	16.3
11*13	174.53	15.0	25587.5	77.6	84.1	1.28	107606.8	0.0177	3.332	2747.1	2743.8	2763.40	2760.07	16.3	16.3
13*14	1.99	0.2	25587.5	77.6	84.1	1.28	107606.8	0.0177	0.038	2743.8	2743.8	2760.07	2760.03	16.3	16.2

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.39

DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS UNIDAS N° 02															
Tramo	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (lt/hr)	Ø calculado (mm)	Ø interior (mm)	Veloc. (m/s)	Re	f	Hf (m)	Cota terreno		Cota piezométrica		Presión	
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16*15	34.10	3.0	20067.5	68.7	69.4	1.47	102268.5	0.0179	1.059	2751.0	2751.0	2766.00	2764.99	15.0	13.9
16*17	90.63	9.0	142465.0	183.1	208.4	1.16	241778.9	0.0151	0.494	2751.0	2748.2	2766.00	2765.51	15.0	17.3
17*18	5.64	5.0	20605.0	69.6	69.4	1.51	105007.7	0.0178	0.319	2748.2	2748.2	2765.51	2765.19	17.3	17
17*19	99.51	10.0	121860.0	169.3	208.4	0.99	206810.0	0.0155	0.410	2748.2	2746.5	2765.51	2765.10	17.3	18.6
19*20	5.53	5.0	22365.0	72.5	84.1	1.12	94054.8	0.0182	0.145	2746.5	2746.5	2765.10	2764.95	18.6	18.5
19*21	116.12	11.0	99495.0	153.0	208.4	0.81	168854.1	0.0162	0.330	2746.5	2744.0	2765.10	2764.77	18.6	20.8
21*22	106.79	10.0	99495.0	153.0	208.4	0.81	168854.1	0.0162	0.303	2744.0	2744.8	2764.77	2764.46	20.8	19.7
22*23	24.37	2.0	99495.0	153.0	159.8	1.38	220207.7	0.0153	0.245	2744.8	2745.2	2764.46	2764.22	19.7	19
23*24	3.62	3.0	34710.0	90.4	108.4	1.04	113248.7	0.0175	0.060	2745.2	2745.2	2764.22	2764.16	19.0	19
23*25	81.88	8.0	64785.0	123.4	159.8	0.9	143385.6	0.0167	0.386	2745.2	2746.8	2764.22	2763.83	19.0	17
25*26	3.54	3.0	28305.0	81.6	84.1	1.42	119035.1	0.0174	0.138	2746.8	2746.8	2763.83	2763.69	17.0	16.9
25*27	89.49	9.0	36480.0	92.6	108.4	1.10	119023.7	0.0174	0.969	2746.8	2748.5	2763.83	2762.86	17.0	14.4
27*28	3.81	3.0	36480.0	92.6	108.4	1.10	119023.7	0.0174	0.067	2748.5	2748.5	2762.86	2762.8	14.4	14.3

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.40

DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS UNIDAS N° 03

Tramo	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (lt/hr)	Ø calculado (mm)	Ø interior (mm)	Veloc. (m/s)	Re	f	Hf (m)	Cota terreno		Cota piezométrica		Presión	
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16*15	34.10	3.0	20067.5	68.7	69.4	1.47	102268.5	0.0179	1.059	2751.0	2751.0	2766.00	2764.99	15.0	13.9
16*17	90.63	9.0	142465.0	183.1	208.4	1.16	241778.9	0.0151	0.494	2751.0	2748.2	2766.00	2765.51	15.0	17.3
17*18	5.64	5.0	20605.0	69.6	69.4	1.51	105007.7	0.0178	0.319	2748.2	2748.2	2765.51	2765.19	17.3	17
17*19	99.51	10.0	121860.0	169.3	208.4	0.99	206810.0	0.0155	0.410	2748.2	2746.5	2765.51	2765.10	17.3	18.6
19*20	5.53	5.0	22365.0	72.5	84.1	1.12	94054.8	0.0182	0.145	2746.5	2746.5	2765.10	2764.95	18.6	18.5
19*21	116.12	11.0	99495.0	153.0	208.4	0.81	168854.1	0.0162	0.330	2746.5	2744.0	2765.10	2764.77	18.6	20.8
21*22	106.79	10.0	99495.0	153.0	208.4	0.81	168854.1	0.0162	0.303	2744.0	2744.8	2764.77	2764.46	20.8	19.7
22*23	24.37	2.0	99495.0	153.0	159.8	1.38	220207.7	0.0153	0.245	2744.8	2745.2	2764.46	2764.22	19.7	19
23*24	3.62	3.0	34710.0	90.4	108.4	1.04	113248.7	0.0175	0.060	2745.2	2745.2	2764.22	2764.16	19.0	19
23*25	81.88	8.0	64785.0	123.4	159.8	0.9	143385.6	0.0167	0.386	2745.2	2746.8	2764.22	2763.83	19.0	17
25*26	3.54	3.0	28305.0	81.6	84.1	1.42	119035.1	0.0174	0.138	2746.8	2746.8	2763.83	2763.69	17.0	16.9
25*27	89.49	9.0	36480.0	92.6	108.4	1.10	119023.7	0.0174	0.969	2746.8	2748.5	2763.83	2762.86	17.0	14.4
27*28	3.81	3.0	36480.0	92.6	108.4	1.10	119023.7	0.0174	0.067	2748.5	2748.5	2762.86	2762.80	14.4	14.3

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.41

DISEÑO DE LAS TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS UNIDAS N° 04															
Tramo	Longitud (m)	Long. Equiv. (m)	Caudal (lt/hr)	Ø calculado (mm)	Ø interior (mm)	Veloc. (m/s)	Re	f	Hf (m)	Cota terreno		Cota piezométrica		Presión	
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
16*17	90.63	9.0	120517.5	168.4	208.4	0.98	204531.6	0.0156	0.365	2751.0	2748.2	2766.00	2765.63	15.0	17.4
17*19	99.51	10.0	120517.5	168.4	208.4	0.98	204531.6	0.0156	0.402	2748.2	2746.5	2765.63	2765.23	17.4	18.7
19*21	116.12	11.0	120517.5	168.4	208.4	0.98	204531.6	0.0156	0.466	2746.5	2744.0	2765.23	2764.77	18.7	20.8
21*22	106.79	10.0	120517.5	168.4	208.4	0.98	204531.6	0.0156	0.428	2744.0	2744.8	2764.77	2764.34	20.8	19.5
22*37	102.68	10.0	120517.5	168.4	208.4	0.98	204531.6	0.0156	0.413	2744.8	2743.4	2764.34	2763.93	19.5	20.5
37*38	3.27	0.3	28987.5	82.6	84.1	1.45	121905.3	0.0173	0.078	2743.4	2743.4	2763.93	2763.85	20.5	20.4
37*39	135.39	13.0	91530.0	146.7	159.8	1.27	202579.1	0.0156	0.186	2743.4	2741.8	2763.93	2762.74	20.5	20.9
39*40	11.84	1.0	13810.0	57.0	56.4	1.54	86600.9	0.0185	0.507	2741.8	2741.8	2762.74	2762.23	20.9	20.4
39*41	115.98	11.0	77720.0	135.2	159.8	1.08	172014.1	0.0161	0.756	2741.8	2741.0	2762.74	2761.98	20.9	21
41*42	1.43	0.1	39420.0	96.3	108.4	1.19	128616.1	0.0171	0.017	2741.0	2741.0	2761.98	2761.97	21.0	21
41*43	1.36	0.1	38300.0	95.1	108.4	1.15	124961.9	0.0172	0.016	2741.0	2741.0	2761.98	2761.97	21.0	21

Fuente: ELABORACION PROPIA

En los cuadros N° 4.42, N° 4.43 y N° 4.44 se observa que se determinó las dimensiones del filtro de arena, el cálculo de la potencia y eficiencia de la bomba y la determinación del filtro de malla los que constituyen el cabezal de riego, los cálculos se realizaron de acuerdo a la metodología explicada en el capítulo III del presente trabajo de investigación.

CUADRO N° 4.42

DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO DE ARENA

Caudal:	186780.00	Lt/Hr
Velocidad:	60.00	m/Hr
Superficie:	3.74	m ²
Largo:	1.50	m
Ancho:	2.49	m
Diametro	2.18	m

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.43

DIMENSIONAMIENTO DEL FILTRO DE MALLA

Diametro del gotero:	0.60 mm
Caudal:	186780.00 Lt/Hr
Velocidad:	0.40 m/s
Tipo de malla:	
N° de mesh:	200
Tamaño de orificio<	86 micras
Superficie del filtro:	0.50 m2
# de filtros	1.00
Diametro filtro:	8"
Altura	0.79 m

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.44

CALCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

Caudal:		
Unidad I	186780.00	Lt/Hr
Unidad II	162532.50	Lt/Hr
Unidad III	119212.50	Lt/Hr
Unidad IV	120517.50	Lt/Hr
Presion Requerida: (Unidades I, II)		
En punto 16:	15	mca
Perdida de carga:		
Filtro de malla:	5	mca
Contador:	2	mca
Filtro de aire:	0.5	mca
Manómetros:	1	mca
Accesorios:	2	mca
Desnivel:	2.5	mca
Diametro Calculado:	209.95	mm
Diametro Calculado:	208.4	mm
Velocidad:	1.52	m/s
Altura de la bomba:	28	mca
Eficiencia bomba:	75%	%
Potencia bomba	29.31	HP
Presion Requerida: (Unidades III,IV)		
En punto 16:	10	mca
Perdida de carga:		
Filtro de malla:	5	mca
Contador:	2	mca
Filtro de aire:	0.5	mca
Manómetros:	1	mca
Accesorios:	2	mca
Desnivel:	2.50	mca
Diametro Calculado:	168.65	mm
Diametro Calculado:	208.40	mm
Velocidad:	0.98	m/s
Altura de la bomba:	23	mca
Eficiencia bomba:	75	%
Potencia bomba:	15.53	HP

Fuente: ELABORACION PROPIA

4.1.8 Costos y presupuestos.

En los cuadros siguientes se observa las cantidades y costos de los equipos y materiales que se emplearan en el presente trabajo de investigación y fueron procesados en el programa S10.

CUADRO N° 4.45

COSTOS DE MATERIALES Y ACCESORIOS DEL PROYECTO

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 8"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	152	182.00	27613.40
2	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 6"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	158	112.00	17733.07
3	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 4"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	60	52.00	3120.00
4	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 3"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	46	34.00	1576.78
5	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 2 1/2"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	9	22.00	196.86
6	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 2"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	3	18.20	61.30
7	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1/2"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	40	6.20	249.98
8	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 3/4"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	21	7.80	163.80
9	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	29	10.00	290.00
10	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1 1/4"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	46	15.00	690.00
11	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1 1/2"x5 mt. TUBOPLAST	UNID.	42	18.00	756.00
12	MANGUERA PEBD 16 MM	ML.	189040	0.45	85068.09
13	TERMINAL DE LINEA TIPO "8" 16 MM	UNID.	2248	0.30	674.40
14	CONECTOR INICIAL + EMPAQUE 16 MM	UNID.	2248	0.70	1573.60
15	VALVULA RAMAL DENTADA 16 MM	UNID.	2248	2.60	5844.80
16	GOTEROS AUTOCOMPENSANTES	UNID.	235617	0.35	82465.95
17	ELECTROBOMBA TRIFASICO 4" x 3" 24 LPH, EJE LIBRE 30 HP	UNID.	1	19550.00	19550.00
18	ELECTROBOMBA TRIFASICO 4" x 3" 24 LPH, EJE LIBRE 16 HP	UNID.	1	17555.00	17555.00
19	CRUZ PVC 8"	UNID.	1	120.00	120.00
20	CRUZ PVC 22 1/2" 8"	UNID.	1	380.00	380.00
21	CRUZ PVC 22 1/2" 6"	UNID.	2	250.00	500.00
22	CRUZ PVC 45° 2 1/2"	UNID.	1	40.00	40.00
23	CRUZ PVC 45° 8"	UNID.	1	380.00	380.00
24	CRUZ PVC SAP 90° 2 1/2"	UNID.	3	40.00	120.00
25	CRUZ PVC SAP 90° 2"	UNID.	2	18.00	36.00
26	CRUZ PVC SAP 90° 3"	UNID.	9	33.00	297.00
27	CRUZ PVC SAP 90° 4"	UNID.	10	50.00	500.00
28	CRUZ PVC SAP 90° 6"	UNID.	3	250.00	750.00
29	CRUZ PVC SAP 90° 8"	UNID.	1	380.00	380.00
30	REDUCCION PVC SAP 6" A 2"	UNID.	1	38.00	38.00
31	REDUCCION PVC SAP 6" A 3"	UNID.	6	40.00	240.00
32	REDUCCION PVC SAP 6" A 4"	UNID.	7	40.00	280.00
33	REDUCCION PVC SAP 8" A 2 1/2"	UNID.	3	40.00	120.00
34	REDUCCION PVC SAP 8" A 3"	UNID.	3	95.00	285.00
35	REDUCCION PVC SAP 8" A 4"	UNID.	1	100.00	100.00
36	REDUCCION PVC SAP 8" A 6"	UNID.	5	100.00	500.00
37	TEE PVC SAP 90° x 6	UNID.	9	106.00	954.00
38	TEE PVC SAP 90° x 8	UNID.	9	210.00	1890.00
TOTAL				40296.60	273093.03

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.46**COSTOS VALVULAS DE CONTROL**

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Valvula de control Esferica PVC SAP 2"RC	UNID.	1	26.00	26.00
2	Valvula de control Esferica PVC SAP 2 1/2"RC	UNID.	2	75.00	150.00
3	Valvula de control Esferica PVC SAP 3"RC	UNID.	10	105.00	1050.00
4	Valvula de control Esferica PVC SAP 4"RC	UNID.	7	195.00	1365.00
6	Adaptador con Rosca	UNID.	2	3.45	6.90
9	Adaptador con Rosca	UNID.	4	4.50	18.00
12	Adaptador con Rosca	UNID.	20	6.00	120.00
15	Adaptador con Rosca	UNID.	14	8.80	123.20
17	Casetas cemento 0.70 mt × 0.70 mt × 0.6 mt.	UNID.	20	30.00	600.00
18	Tapas Metalicas de 0.50 mt × 0.50 mt. Con llave	UNID.	20	85.00	1700.00
TOTAL			100	538.75	5159.10

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.47**COSTOS CABEZAL DE CAMPO**

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Valvula de control Esférica PVP SAP 2" RC	UNID.	1	300	300
2	Valvula de control Esférica PVP SAP 2 1/2"	UNID.	2	350	700
3	Valvula de control Esférica PVP SAP 3"	UNID.	10	387.5	3875
4	Valvula de control Esférica PVP SAP 4"	UNID.	7	625	4375
5	Valvula de Aire de Doble efecto	UNID.	21	99	2079
6	Manometros de Glicerina 6 Bar	UNID.	42	45	1890
7	Curva 90° 2"	UNID.	4	8.5	34
8	Codo 2 1/2"	UNID.	8	12	96
9	Codo 3"	UNID.	40	26	1040
10	Codo 4"	UNID.	28	48	1344
11	UPR Adaptador 2"	UNID.	2	3.45	6.9
12	UPR Adaptador con Rosca 2 1/2"	UNID.	4	8.8	35.2
13	UPR Adaptador con Rosca 3"	UNID.	20	6	120
14	UPR Adaptador con Rosca 4"	UNID.	14	8.8	123.2
TOTAL			203	1928.05	16018.3

Fuente: ELABORACION PROPIA

CUADRO N° 4.48**COSTOS CABEZAL DE RIEGO**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Valcula de Aire Φ 8"	UNID.	2.00	99.00	198.00
Filtro de Malla de 8" Cartucho Largo 200 MESH	UNID.	1.00	3000.00	3000.00
Manometros	UNID.	2.00	45.00	90.00
Tee PVC SAP 90° 8"	UNID.	4.00	210.00	840.00
Uniones F° G° 4"	UNID.	2.00	30.00	60.00
Niple F°G° 4"	UNID.	2.00	30.00	60.00
UPR Adaptador 4"	UNID.	2.00	58.00	116.00
	TOTAL	15.00	3472.00	4364.00

Fuente: ELABORACION PROPIA

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se determinó la ETo por el método del Tanque Evaporímetro para el cálculo de las necesidades de riego de 5.21 mm/día, siendo mayor en el mes de noviembre. El máximo porcentaje de agua aprovechable que empleará el cultivo del tomate es de 25% establecido de acuerdo a la ETo y al cultivo que tiene una profundidad radicular efectiva de la raíz de 0.7m determinado de acuerdo al tamaño del perfil de suelo y extrae el 85% al 90% del volumen total de agua.
2. Las características del suelo estudiado posee una textura Franco Arcillo Arenoso con 59.6% de arena, 17.8% de limo y 22.6% de arcilla siendo sus estados de humedad del suelo como la capacidad de campo de 31.95%, punto de marchitez de 14.5% y la velocidad de infiltración de 8 mm/h. Las características físicas del suelo como la densidad aparente con 1.26 gcm^{-3} y la densidad real de 2.29 gcm^{-3} , determinados luego del análisis del suelo con muestras de suelos de la estación experimental INIA.
3. La parcela evaluada tiene una extensión de área bruta 27.3 ha, y área neta de riego de 23.11 ha; los que se determinaron a partir del levantamiento topográfico, la pendiente del terreno es de 2%. Con 22 subsectores de riego,

los sub sectores N°18, 21 y 22 fueron unidos para el diseño hidráulico, convirtiéndose en la sub unidad de riego N° 18.

- 4 Se cuenta con un reservorio con una capacidad de 1500 m³, con una dotación de 70 l/s, ubicado a 2751.09 m.s.n.m. que regulan la distribución de agua y dotan al sistema, puesto que el reservorio está ubicado en la parte más alta del terreno en estudio, esta diferencia de altura y con la complementación de dos bombas incorporadas al sistema permiten trabajar adecuadamente las presiones del riego por goteo.
- 5 Considerando la características del suelo la determinación de la dosis bruta de agua en cada riego es de 486.8 m³/ha.
- 6 Las necesidades de riego determinados para el cultivo del tomate son: lamina disponible a nivel de la zona radicular que es de 153.605 mm/zr, el porcentaje de área bajo riego es de 32.55%, la duración de riego es de 4.5 horas, el intervalo de riego será de 2 días. Dosis bruta de agua es de 111.20 m³/ha.
- 7 Las tuberías primarias, secundarias y terciarias se determinaron mediante la fórmula de Hazen y Williams, en el diseño hidráulico se determinó emplear para la Red primaria tuberías de PVC C-5 diámetro de 8" a 2 ½ x 5 m. La Red secundaria tuberías de PVC C-5 diámetro de 6" a 2 ½ x 5 m. La red terciaria tuberías de PVC C-5 diámetro de 4" a 2 x 5 m .Los laterales de riego mangueras PEBD 16 mm determinándose la perdida de carga empleando la fórmula de Darcy-Weisbach que se adecua a todos los regímenes hidráulicos.
- 8 El cabezal de riego está compuesto por una Electrobomba Trifásico 4"x3" 24LHP eje libre de 30 HP y Electrobombas Trifásico 4"x3" 24LHP eje libre

de 16 HP de potencia. Filtro de arena de diámetro de 2.18 m. Filtro de malla de 8" cartucho largo de 200 MESH.

5.2 Recomendaciones

- 1** Se recomienda los valores de Kc del cultivo de los diferentes trabajos de investigación deban ser difundidos en los diseños de riego.
- 2** Se recomienda aplicar la propuesta de diseño del presente trabajo en la en la Estación Experimental Agraria Canaán –INIA Ayacucho puesto que trabajo con información de instituciones, de muchos años de compilación de datos con su correspondiente análisis, calculo y tabulación, además que la institución cuenta con la infraestructura adecuada con ligeras modificaciones y de mejora como el reservorio.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- ARMONI.S. (1998) **El Riego por Goteo**, Estado de Israel Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola. (CINADCO). Pag. 1-99.

- 2.- AVIDAN.A. (1994) **Determinación del Régimen de Riego de los Cultivos**, Estado de Israel Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola. (CINADCO). Pag.4 -78.

- 3.-BERH, R. (1954) **Hidráulica Agrícola**, SALVAT EDITORES, S.A. Barcelona-España. Pág. 212-214

- 4.- BERLINJ,J. (1987) **Riego y Drenaje**, Manuales para Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. México. Pag.75-84.

- 5.- BLAIR, E. (1974) **Manual de Riegos y Avenamientos**, Edit. U.N.A La Molina. Lima – Perú.Pag.57-70.

- 6.- CHAVEZ, R. (1996) **Recursos de Agua, Aprovechamiento. Política del Agua**. Pontificia Universidad

Católica del Perú. Fondo editorial. Pag.55,
171,209.

7.- DOMINGUEZ. V.A. (1993) **Fertirrigación**

Ediciones Mundi Prensa Madrid. Pag.217.

8.- GARCIA, I. (1997)

Sistema de Riego, Por aspersión y goteo.

Primera Edición, Editorial Trillas. México. Pág.
26- 47, 175-180, 207 – 226.

9.- GILES, R. (1962)

Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. Tercera

Edición. Editorial Mc Graw- Will De México S.A.

México. Pág.96.

10.- GUTIRERREZ, J. (1997) "Estudio de facilidad de instalación del

sistema de riego presurizado (Aspersión) en la
estación experimental Canaán-Ayacucho. Lima
– Perú. Pág. 8 al 10.

11.- ORTIZ, T. (1987)

Agricultura, Editorial Educativa – INIDE OEA.

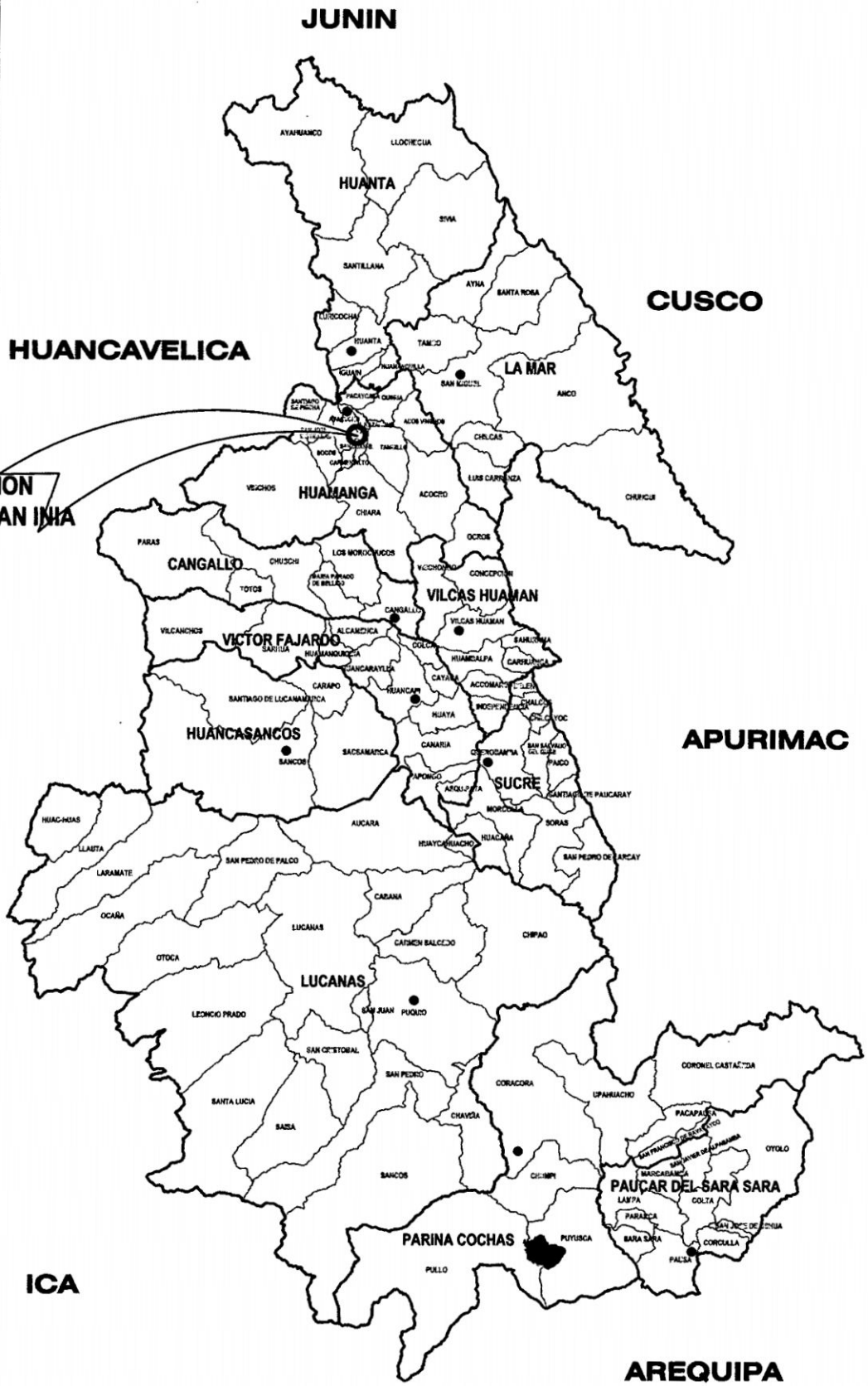
Lima Perú. Pág. 181-83.

12.- PIZARRO, F. (1996)

**Riegos Localizados de Alta frecuencia
(RLAF), goteo, micro aspersión, exudación,**

Ediciones Mundi Prensa Madrid. Pág. 21-399

- 13.- SABBAGH, E. (1998) **Selección de Bombas y Diseño de Sistemas de Bombeo**, (CINADCO) SHERFAM-ISRAELL. Pág.25.
- 14.- SALVADI, D. (1997) **Planificación de Riego**, Estado de Israel Ministerio de Agricultura, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola. (CINADCO). Pág.3-7.
15. TOMAIRO, D. (1990) "Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de dos variedades de Tomate (*Lycopersicon esculentum*) en Canaán a 2750 m.s.n.m. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo, UNSCH. Ayacucho- Perú. Pág. 10 al 50.
- 16.- VASQUEZ, A. (1997) **Manejo de Cuencas Alto Andinas**, Talleres Gráficos de Edias S.A. Lima- Perú. Pág. 139-189.



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—————	LIMITE REGIONAL
—————	LIMITE PROVINCIAL
—————	LIMITE DISTRITAL
●	CAPITAL DE PROVINCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA - AYACUCHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
I.F.P. AGRONOMIA

ENCARGADO DEL SISTEMA DE REGISTRO POR SITIO EN EL CULTIVO DEL TOMATE EN LA ESTACION EXPERIMENTAL ASPARRA CANAAN (AYACUCHO)

UBICACION

PROVINCIA	AYACUCHO	VALOR	01
DISTRITO	HUAMANGA	VALOR	02
SECTOR	AYACUCHO	VALOR	03
COMUNIDAD	CANAAN - SEA	VALOR	04

AGRODIAGNOSTICOS

INGENIEROS

ANEXO I C

FECHA.....

FIG. DESCRIPCION DE LOS PERFILES

VALLE CANAAN HACIENDA E, E. CANAAN - AYACUCHO

COLIBREO LOTE 01 CALICATA No. 01

PROFUNDIDAD	TEXTURA	COLORES	GRAVA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA	RAICILLAS	CONCRET.
00							
10	Al	Fr. Arc A	10YR 6/1		Simple	Suave	Poca
25							
30	Ap	Arc .	10YR 4/1		Granular	Leg-dura	-
40							
50	B	Arc .	10YR 5/3		Granular	Leg-dura	-
60							
70							
80	C						
90							
100							
110							
120							
130							
140							
150							

Muestras A - A - B - C

OBSERVACIONES.....

MATERIAL MADRE Aluvia SALINIDAD Sin Peligro

MOGRAFIA Plana NIVEL FREATICO -----

MOGRAFIA ----- VEGETACION En barbecho

FECHA Buena

POSICION -----

EDRAC..... OBSERVADA POR.....

FIG. DESCRIPCION DE LOS PERFILES

VALLE CANAAN HACIENDA E.E. CANAAN
 LOTE 2 CALICATA No. 02

PROFUNDIDAD	TEXTURA	TIPO	GRAVA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA	RAICILLAS	CONCRETO
0.00							
0.10							
0.20	A	Fr. Arc. Ao	10YR5/1		Granular Leg. dura	Poca	
0.30							
0.40							
0.50	B	Arc.	10YR8/1		Granular dura	-	
0.60							
0.70							
0.80	C	Arc.	10YR8/4		Granular dura	-	
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							

OBSERVACIONES Muestras A,B y C

TIPO DE SUELO MADRE Aluvial SALINIDAD Sin Peligro

TOPOGRAFIA Plana NIVEL FREATICO

TIPO DE VEGETACION VEGETACION En barbecho

ESTADO DEL SUELO Bueno

POSICION

OTRAS OBSERVACIONES FOR

AGRODIAGNOSTICOS

INGENIEROS

A N E X O I C

FECHA.....

FIG. DESCRIPCION DE LOS PERFILES

VALLE CANAAN HACIENDA E.E. CANAAN - AYACUCHO
 COLIFERO LOTE 03 CALICATA No. 03

PROFUNDIDAD	TEXTURA	CLAS	GRAVA	ESTRUCTURA	CONSISTENCIA	RAICILLAS	COMBEC.
00							
10							
20	Ao	Fra. Arc. Ao	10YR5/1		Granular Suave		
30							
40	A1	Arc.	10YR4/1		Bloque Sol. duro		
50	B	Arc.	10YR7/1		Bloque Sol. duro		
60							
70	C						
80							
90							
100							
110							
120							
130							
140							
150							
160							

Muestras Ao, A1, B, y C

RESERVACIONES.....

MATERIAL MADRE Aluvial SALINIDAD Sin Peligro

TOPOGRAFIA Plana NIVEL FREATICO -----

SILOGRAFIA ----- VEGETACION En barbecho

DEMAJE Bueno

POSICION -----

EDRAS..... OBSERVADA POR.....

A N E X O I A

CUADRO ANALISIS DE CARACTERIZACION

NOMBRE : B.H. CANAN
 DIRECCION :
 FUNDO :

FECHA : 17.07.96
 PROCEDENCIA: AYACUCHO

Nº LAB	POTRERO	C.E mS/cm	pH	M.O %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	INTERCAMBIABLES meq/100				CIC
									Ca	Mg	Na	K	
603	1	0.12	7.6	1.2	0.06	22	362	0.4	16.5	4.6	0.12	0.79	22.

TEXTURA			
ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE
59.6	17.8	22.6	Fco-Arc-Ao

MICROELEMENTOS			
Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm
150	2	149	2

INTERPRETACION:

REACCION DEL SUELO (pH):	Normal	FIERRO (Fe):	Alto
SALINIDAD (CE):	Sin peligro	CINCO (Zn):	Deficiente
MATERIA ORGANICA (MO):	Insuficiente	MANGANESO (Mn):	Normal
NITROGENO (N):	Insuficiente	COBRE (Cu):	Normal
FOSFORO DISPONIBLE (P):	Alto	BORO (B):	
POTASIO DISPONIBLE (K):	Alto		
CARBONATO DE CALCIO (CaCO ₃):	Normal		

RECOMENDACIONES :

CULTIVO												
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kg/Ha												

FERTILIZANTES :

OBSERVACIONES:



CUADRO ANALISIS DE CARACTERIZACION

NOMBRE : B.B. CAVAN

FECHA : 17.07.96

DIRECCION :

PROCBENCIA: AYACUCHO

FUNDO :

N° LAB	POTRERO	C.E m.S/cm	pH	M.O %	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	INTERCAMBIABLES mg/100				CIC-L
									Ca	Mg	Na	K	
604	2	0.22	7.6	1.4	0.07	17	476	0.8	25.8	5.4	0.11	1.12	32.4

TEXTURA			
ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE
49.6	24.0	26.4	Fco-Arc-Ao

MICROELEMENTOS			
Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	Cu ppm
82	1	123	2

INTERPRETACION:

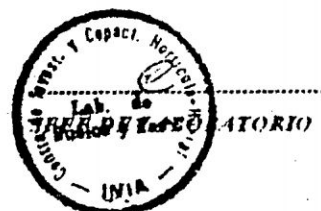
REACCION DEL SUELO	(pH):	Normal	FIERRO	(Fe):	Normal
KALINIDAD	(CE):	Sin peligro	CINCO	(Zn):	Deficiente
MATERIA ORGANICA	(MO):	Insuficiente	MANGANESO	(Mn):	Normal
NITROGENO	(N):	Insuficiente	COBRE	(Cu):	Normal
FOSFORO DISPONIBLE	(P):	Alto	BORO	(B):	
POTASIO DISPONIBLE	(K):	Alto			
CARBONATO DE CALCIO	(CaCO ₃):	Normal			

RECOMENDACIONES :

CULTIVO												
	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O	N	P2O5	K2O
Kg/Ha												

FERTILIZANTES :

OBSERVACIONES:



CUADRO ANALISIS DE CARACTERIZACION

NOMBRE : E.E-CANAN

FECHA :

PROCEDENCIA : AYACUCHO

RESERVOIRIO

C.E. 25°C	mS/cm	0.12
pH		7.2
Ca ⁺⁺	meq./l.	0.36
Mg ⁺⁺	meq./l.	0.21
Na ⁺	meq./l.	0.30
K ⁺	meq./l.	0.06
Suma de Cationes		0.93
CO ₃ =	meq./l.	
HCO ₃ -	meq./l.	1.0
Cl-	meq./l.	0.2
NO ₃ -	meq./l.	0.0
SO ₄ =	meq./l.	0.0
Suma de Aniones		1.2
SAR		0.5
CLASIFICACION		CI SI

Observaciones :



Proyecto DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA

Estración HUAMANGA

Distrito AYACUCHO

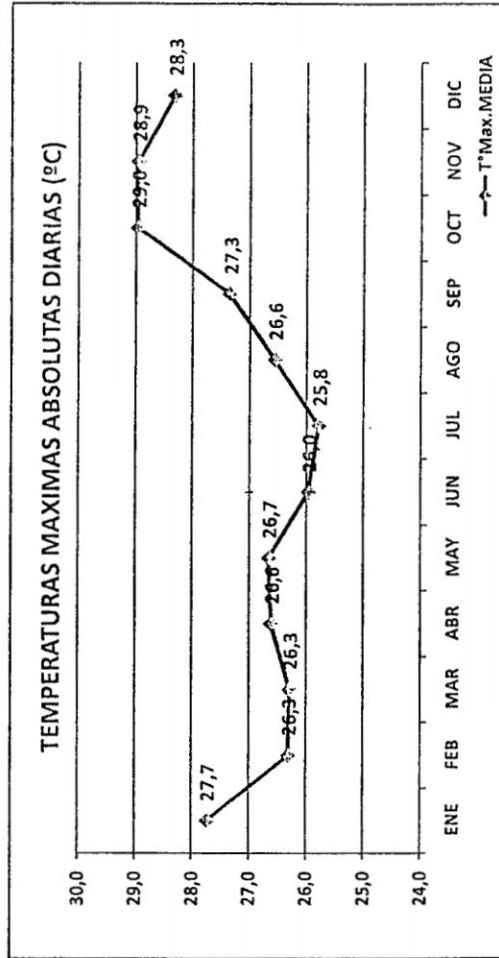
Provincia HUAMANGA

Región AYACUCHO

Altitud 2772 msnm
 Latitud -13 -8 -51
 Longitud -74 -13 -6

REGISTRO DE TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS DIARIAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	27,00	26,80	26,00	26,50	26,30	26,30	26,30	29,60	27,50	29,60	29,20	29,00
1996	27,50	26,50	28,60	25,50	26,80	25,20	26,60	25,40	27,40	30,20	29,50	28,60
1997	29,20	26,40	27,80	27,40	26,20	26,50	26,40	26,10	27,60	29,20	30,00	29,50
1998	27,40	28,20	27,80	28,70	28,00	26,30	26,50	27,10	28,60	29,50	29,30	29,50
1999	28,00	26,00	25,50	25,50	26,80	26,00	25,00	26,60	28,20	27,00	29,50	27,70
2000	22,75	22,21	21,97	23,15	24,27	23,49	22,76	23,95	26,07	24,70	27,61	25,57
2001	25,50	26,00	25,80	26,40	27,00	25,50	25,80	26,40	27,50	31,00	29,60	29,10
2002	30,40	26,50	26,20	28,20	26,70	27,00	25,50	27,50	24,20	29,00	25,30	25,40
2003	29,50	26,50	26,20	26,30	27,00	27,00	26,50	26,50	29,00	30,40	30,50	30,50
2004	29,00	26,90	27,00	28,50	27,50	26,30	26,40	27,00	S/D	S/D	S/D	S/D
2005	28,80	29,00	27,80	29,00	27,90	27,00	27,80	29,20	29,20	30,10	30,40	30,40
T°Max.MEDIA	27,7	26,3	26,3	26,6	26,7	26,0	25,8	26,6	27,3	29,0	28,9	28,3



Proyecto DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA

Estación HUAMANGA

Distrito AYACUCHO

Provincia HUAMANGA

Región AYACUCHO

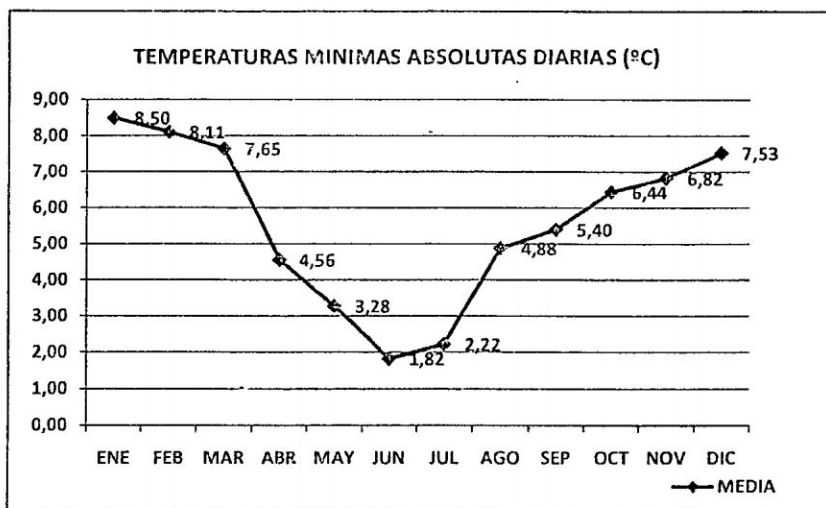
Altitud 2772 msnm

Latitud -13 -8 -51

Longitud -74 -13 -6

REGISTRO DE TEMPERATURAS MINIMAS ABSOLUTAS DIARIAS (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	5,80	4,30	2,10	-1,00	2,40	1,60	4,20	4,20	4,40	7,80	6,60	5,60
1996	8,00	8,80	7,40	6,60	2,60	0,40	1,20	3,60	5,00	6,60	4,80	2,60
1997	8,20	7,00	6,60	5,00	3,00	1,80	0,60	5,80	5,80	7,20	7,80	10,20
1998	10,80	10,00	10,20	8,20	3,00	3,60	1,80	5,80	5,60	6,20	6,20	7,60
1999	8,40	7,20	7,80	6,00	3,00	1,20	0,60	0,60	5,20	4,40	6,60	8,60
2000	10,00	8,40	7,40	6,20	4,00	1,20	3,60	4,60	5,40	7,00	5,80	8,00
2001	9,80	8,80	9,80	4,20	2,20	3,00	4,40	1,60	6,00	6,20	9,20	8,00
2002	7,00	9,40	8,20	4,80	5,00	1,40	1,60	3,80	6,00	7,80	8,80	9,40
2003	9,00	9,20	8,60	0,40	4,00	2,40	1,60	9,40	5,20	4,80	5,60	7,80
2004	8,00	8,00	8,40	5,20	3,60	1,60	2,60	9,40	S/D	S/D	S/D	S/D
2005	7,00	8,60	7,80	4,40	2,00	1,60	0,80	9,40	6,00	7,60	5,00	8,00
MEDIA	8,50	8,11	7,65	4,56	3,28	1,82	2,22	4,88	5,40	6,44	6,82	7,53



Proyecto DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA

Estación HUAMANGA

Distrito AYACUCHO

Provincia HUAMANGA

Región AYACUCHO

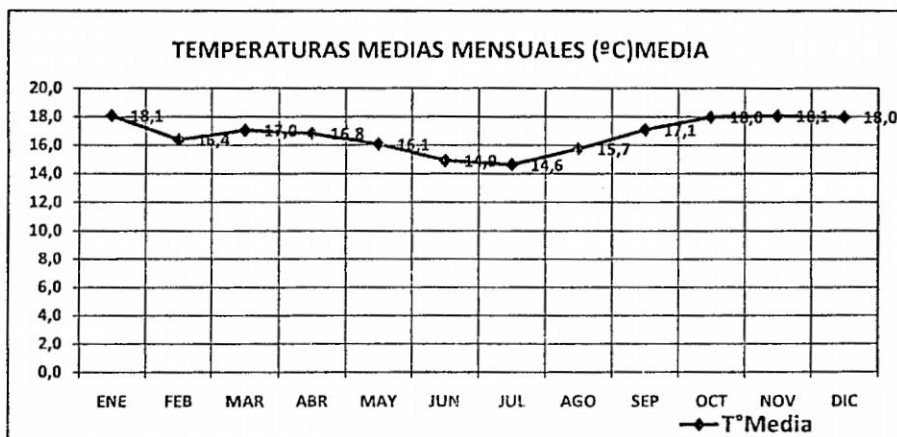
Altitud 2772 msnm

Latitud -13 -8 -51

Longitud -74 -13 -6

REGISTRO DE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	16,5	15,9	15,5	15,2	14,8	14,9	15,4	16,3	16,6	18,7	18,3	18,2
1996	17,6	17,5	17,8	16,9	15,8	14,3	14,1	15,9	16,8	18,3	18,4	17,7
1997	17,5	16,6	17,0	16,6	15,9	14,5	14,7	15,4	17,3	18,9	18,3	19,1
1998	18,7	15,1	19,0	18,9	16,6	15,6	15,1	17,0	18,1	18,5	18,5	18,5
1999	18,0	16,6	16,6	16,5	16,1	14,6	14,2	14,8	16,8	16,9	18,0	17,2
2000	18,0	16,6	16,6	16,5	16,1	14,6	14,2	14,8	16,8	16,9	18,0	17,2
2001	18,0	16,6	16,6	16,5	16,1	14,6	14,2	14,8	16,8	16,9	18,0	17,2
2002	18,6	16,2	17,2	17,3	17,0	16,3	15,2	16,8	17,3	18,7	16,9	18,7
2003	18,3	17,7	16,6	16,6	16,4	16,0	15,7	16,1	17,4	19,5	19,9	18,5
2004	16,5	17,6	14,9	10,0	18,0	15,1	16,5	16,7	S/D	S/D	S/D	S/D
2005	21,1	20,0	16,0	19,4	18,1	14,5	16,3	18,4	20,5	17,7	21,3	17,6
T°Media	18,1	16,4	17,0	16,8	16,1	14,9	14,6	15,7	17,1	18,0	18,1	18,0



Proyecto
Estación
Distrito
Provincia
Región

DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA
HUAMANGA
AYACUCHO
HUAMANGA
AYACUCHO

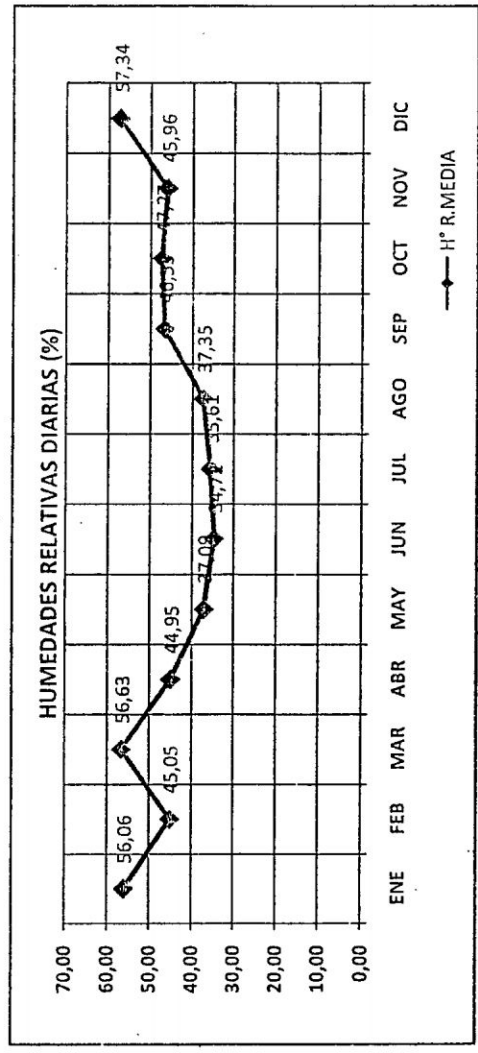
Altitud
Latitud
Longitud

2772
-13
-74

msnm
-51
-6

REGISTRO DE HUMEDADES RELATIVAS DIARIAS (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	60,90	65,74	80,30	71,87	45,07	42,32	43,67	39,52	44,96	43,29	48,04	48,03
1996	59,26	0,00	62,48	58,37	44,05	37,14	35,82	47,40	44,46	46,68	43,14	100,00
1997	60,51	63,75	62,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,36	61,00	62,94	59,53	63,53
2000	70,72	46,90	73,69	67,13	61,12	60,47	62,90	57,52	50,18	60,47	47,57	59,77
2001	65,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	56,66	54,49	56,84	59,15
2002	62,44	75,70	73,45	71,49	63,87	56,29	65,42	39,18	58,94	55,78	60,51	63,12
2003	66,48	73,37	74,87	71,73	65,43	56,45	50,14	56,91	53,78	47,83	49,68	63,06
2004	60,25	66,91	62,90	55,32	48,27	50,23	52,81	50,65				
2005	54,85	58,12	76,36	53,60	43,09	44,35	45,38	43,00	48,82	53,93	48,38	59,37
H° R. MEDIA	56,06	45,05	56,63	44,95	37,09	34,72	35,61	37,35	46,53	47,27	45,96	57,34



Proyecto **DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA**

Estación **HUAMANGA**

Distrito **AYACUCHO**

Provincia **HUAMANGA**

Región **AYACUCHO**

Altitud **2772** msnm

Latitud **-13** -8

Longitud **-74** -13 -6

REGISTRO DE PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1994	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	9,8	19,4	49,3	86,3
1995	157,4	128,9	123,3	12,5	16,5	S/D	2,0	5,6	9,7	34,3	79,1	48,5
1996	75,2	126,6	99,0	43,8	1,4	S/D	S/D	16,7	26,1	20,8	22,3	57,2
1997	147,7	121,6	78,1	25,4	2,9	S/D	2,0	20,2	38,7	23,6	69,3	96,6
1998	116,8	104,1	94,1	6,8	0,4	5,8	0,0	3,9	19,6	56,3	32,4	42,6
1999	107,1	142,3	91,5	29,0	2,6	0,6	4,8	0,0	58,7	13,3	91,2	60,3
2000	130,2	176,0	91,5	8,0	20,3	10,8	55,8	12,7	6,2	66,0	22,1	79,2
2001	161,9	101,3	86,5	23,0	23,2	4,4	24,3	12,6	7,7	31,9	62,6	80,9
2002	133,8	141,4	101,0	26,4	15,1	8,9	25,8	19,3	57,7	22,5	49,7	101,4
2003	71,7	159,7	91,9	45,8	108,1	S/D	S/D	23,7	23,8	11,6	13,5	77,9
2004	69,9	149,1	83,0	29,8	11,3	10,7	26,3	7,5	S/D	S/D	S/D	S/D
2005	50,7											
PP MEDI	111,13	135,10	93,99	25,05	20,18	6,87	17,63	12,22	25,80	29,97	49,15	73,09
P75%	73,45	122,85	87,75	15,13	2,68	4,75	2,00	6,08	9,73	19,75	24,83	57,98
PE(mm)	64,82	98,70	75,43	14,76	2,66	4,71	1,99	6,02	9,57	19,13	23,84	52,60

Calculo de la PE (mm) Método del USDA (Soil Conservati(on Service)

PE(mm) = Pt (125 - 0.2PV/125) Para Pt < 250 mm
 PE(mm) = 125 - 0.1Pt Para Pt > 250 mm

PROYECTO ESPECIAL "RIO CACHI"
SISTEMA SISMET
 DIRECCION DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
 UNIDAD DE HIDROLOGIA

REGISTRO DE EVAPORACIONES DE TANQUE (mm/mes)

ESTACION : HUAMANGA DISTRITO : AYACUCHO ALTITUD : 2772.0 msnm
 CODIGO : 005 PROVINCIA : HUAMANGA LATITUD : 13°08'51"
 AÑO : DEPARTAMENTO : AYACUCHO LONGITUD : 74°13'06"

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	150	114,8	110,7	124,4	127,2	125,3	138,3	165,6	168	209,2	189,7	194,3
1996	145,8	142,1	160,3	124,4	126	115,6	122	142,4	167,9	186,8	226,3	178,4
1997	170,1	115,3	140	118,9	119,6	111,8	138,1	147,8	171,5	203,1	159,7	177,8
1998	137,5	143,9	135,1	147,1	129,6	117,7	138,7	158,9	0	0	0	178,5
1999	169	102,8	117,7	105,1	113,1	111,5	131,9	157,2	172,3	155,7	189,2	146,8
2001	105,2	99,4	94,5	114	123,1	122,6	131,2	148,2	161,9	168,8	204,8	155,8
2002	93	88,5	74	87,6	95,8	91,1	85,2	86,6	64,7	140,6	83,4	86,5
2003	125,7	83,3	81,6	181,8	119,5	139	156,7	140,1	163,1	212,5	200,5	138
2004	61,1	61,1										
MEDIA	128,6	105,7	114,2	125,4	119,2	116,8	130,3	143,4	133,7	159,6	156,7	157,0

Proyecto DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA

Estación HUAMANGA

Distrito AYACUCHO

Provincia HUAMANGA

Región AYACUCHO

Altitud 2772 msnm

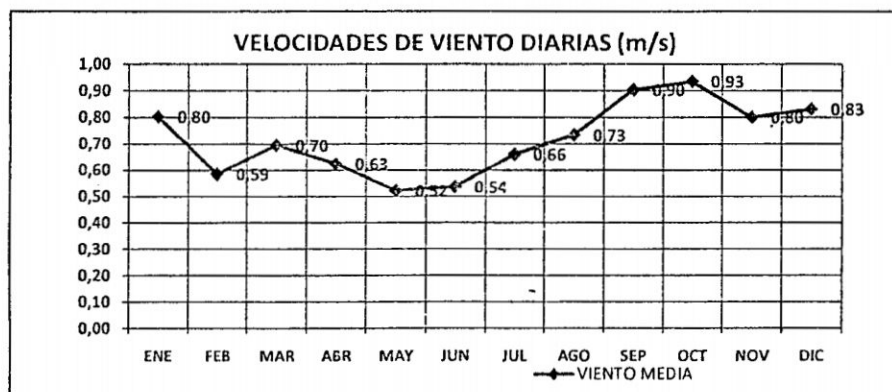
Latitud -13 -8 -51

Longitud -74 -13 -6

REGISTRO DE VELOCIDADES DE VIENTO DIARIAS (m/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	1,23	0,84	0,79	0,81	0,54	0,78	0,84	0,99	1,13	1,18	1,02	1,10
1996	1,19	1,10	0,89	0,88	0,83	1,09	1,13	0,96	1,23	1,29	1,41	1,22
1997	1,18	1,00	1,31	1,08	0,87	0,71	0,97	1,01	1,07	1,17	0,80	0,74
1998	0,57	0,65	0,50	0,60	0,38	0,39	0,38	0,72	0,99	0,95	0,94	0,98
1999	0,82	0,36	0,56	0,36	0,51	0,48	0,44	0,51	0,83	0,95	0,92	0,76
2000	0,48	0,55	D	0,57	0,31	0,41	0,57	0,50	0,82	0,72	0,69	D
2001	0,50	0,25	0,54	0,39	0,51	0,30	0,59	0,67	0,80	0,97	0,25	
2002	0,69	0,25	0,69	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0,95	0,68	0,25	0,39
2003	0,82	0,25	0,29	0,31	0,25	0,14	0,37	0,51	0,41	0,51	0,92	0,63
2004	0,56											
WIENTO MEDIA	0,80	0,59	0,70	0,63	0,52	0,54	0,66	0,73	0,90	0,93	0,80	0,83

Km/día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	69,38	50,62	60,07	54,04	45,15	46,40	57,07	63,41	78,05	80,75	69,17	71,79



Proyecto **DISEÑO DE RIEGO POR GOTEO INIA**

Estación **HUAMANGA**

Distrito **AYACUCHO**

Provincia **HUAMANGA**

Región **AYACUCHO**

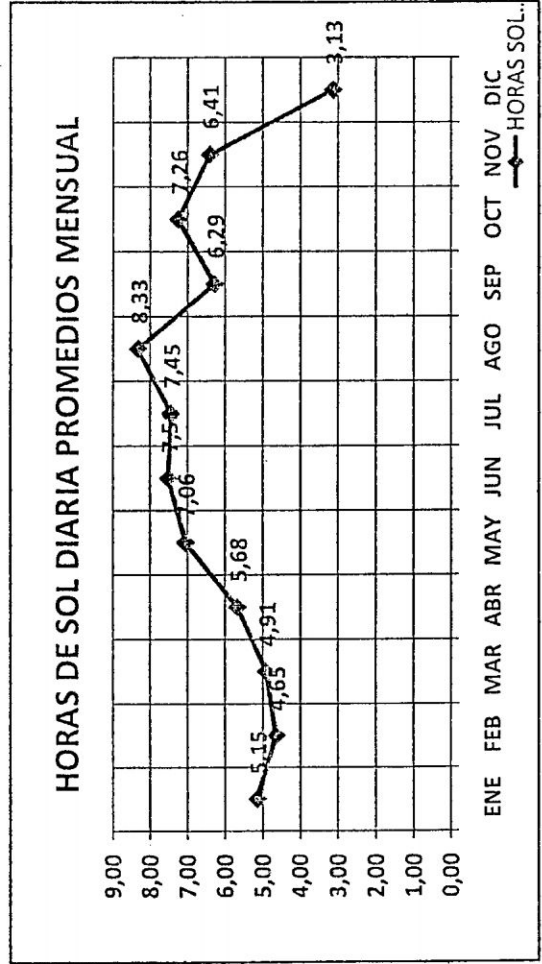
Altitud **2772** msnm
 Latitud **-13**
 Longitud **-74**

-8

-13

REGISTRO DE HORAS DE SOL DIARIA PROMEDIOS MENSUALES

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1995	7,00	6,00	6,00	7,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,00	8,00	8,00	7,00
1996	5,00	6,00	6,00	6,00	8,00	9,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00
1997	5,00	5,00	6,00	8,00	8,00	9,00	9,00	8,00	7,00	7,00	7,00	-1,00
1998	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	8,00	8,00	7,00	7,00	-1,00
1999	6,00	4,00	5,00	5,00	8,00	9,00	8,00	9,00	-1,00	7,00	-1,00	-1,00
2003	5,30	5,30	7,40	6,50	7,40	8,00	8,50	7,40	7,40	7,40	8,50	5,40
2004	6,50	5,50	4,50	7,40	8,60	7,50	8,60	8,60	S/D	S/D	S/D	S/D
2005	7,40	6,40	5,40	6,50	8,50	9,60	8,50	8,60	7,60	6,40	7,40	5,50
HORAS SOL MEDIA	5,15	4,65	4,91	5,68	7,06	7,51	7,45	8,33	6,29	7,26	6,41	3,13



Hoja realizada por J. Almorox. Se permite la copia y uso de la hoja citando la fuente

<http://www.eda.etsia.upm.es/climatologia/principal.htm>

Turc, L. (1961) Evaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle. Ann. Agro.

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN TURC mm/mes

Latitud del observatorio (grados) -13,15

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Día del año (del 1 -1/- al 365 -31/XII-)	15	46	74	105	135	166	196	227	258	288	319	349
Latitud (grados)	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	-13,148	0	0
Temperatura media °C	18,08	16,39	17,05	16,81	16,07	14,92	14,63	15,74	17,08	17,98	18,06	17,97
Número de horas de Sol máximas (h/día)	12,82	12,53	12,19	11,82	11,52	11,36	11,41	11,66	12,01	12,37	12,12	12,12
Horas de Sol media (h/día)	5,15	4,65	4,91	5,68	7,06	7,51	7,45	8,33	6,29	7,26	6,41	3,13
Insolación n/N	0,402	0,371	0,403	0,480	0,613	0,662	0,653	0,714	0,523	0,587	0,529	0,258
Rad. solar extraterrestre (MJ/m ² ·día)	40,49	39,76	37,59	33,69	29,80	27,58	28,26	31,42	35,38	38,39	36,48	35,68
Rad. solar Rs (cal/cm ² ·día)	414,93	389,47	385,92	384,37	398,69	388,71	394,66	467,14	426,25	498,49	442,80	289,78
Humedad relativa %	56,1	45,0	56,6	45,0	37,1	34,7	35,6	37,4	46,5	47,3	46,0	57,3
Factor fi	0,40	0,37	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Factor ci	1,00	1,07	1,00	1,07	1,18	1,22	1,21	1,18	1,05	1,04	1,06	1,00
ETP (mm/mes)	102	91	93	98	110	107	106	125	106	124	114	74

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL SEGUN THORNTHWAITE mm/mes

Latitud (grados)

-13,148

Introduzca la latitud en grados y las temperaturas medias mensuales en °C

Si $t_m > 26.5^\circ\text{C}$ introduzca los valores de ETP sin ajustar. ETP = L · ETP sin ajustar

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media °C	18,1	16,4	17,0	16,8	16,1	14,9	14,6	15,7	17,1	18,0	18,1	18,0
Indice calor mensual "I"	7,00	6,03	6,41	6,27	5,86	5,23	5,08	5,68	6,42	6,94	6,99	6,94
Indice calor anual "I"	74,85											
Parámetro "a"	1,685											
ETP sin ajustar mm/mes	70,68	59,90	64,04	62,55	57,95	51,14	49,48	56,00	64,22	70,04	70,59	70,00
L	1,10	0,97	1,05	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	1,07	1,06	1,11
ETP mm/mes	78,02	58,37	67,22	61,60	57,47	48,39	48,63	56,24	64,27	74,62	74,78	77,70
ETP sin ajustar si $t_m > 26.5$												
L	1,10	0,97	1,05	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	1,07	1,06	1,11
ETP mm/mes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Si $t_m > 26.5^\circ\text{C}$ lea directamente el valor de ETP sin ajustar y sólo hay que multiplicar por el valor L												
t_m	26,5	27,0	27,0	27,5	28,0	28,5	29,0	29,5	30,0	30,5	31,0	31,5
ETP sin	135,0	139,5	139,5	143,7	147,8	151,7	155,4	158,9	162,1	165,2	168,0	170,7
$t_m < 26.5$												
t_m	32,5	33,0	33,0	33,5	34,0	34,5	35,0	35,5	36,0	36,5	37,0	37,5
ETP sin	175,3	177,2	177,2	179,0	180,5	181,8	182,9	183,7	184,3	184,7	184,9	185,0
	18,1	16,4	17,0	16,8	16,1	14,9	14,6	15,7	17,1	18,0	18,1	18,0
	18,1	16,4	17,0	16,8	16,1	14,9	14,6	15,7	17,1	18,0	18,1	18,0
	7,00	6,03	6,41	6,27	5,86	5,23	5,08	5,68	6,42	6,94	6,99	6,94
	74,85											
	1,685											
	70,68	59,90	64,04	62,55	57,95	51,14	49,48	56,00	64,22	70,04	70,59	70,00
	1,10	0,97	1,05	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	1,00	1,07	1,06	1,11
	78	58	67	62	57	48	49	56	64	75	75	78
	78	58	67	62	57	48	49	56	64	75	75	78

EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIA SEGUN HARGREAVES mm/día

$$ETo = 0.0023 * (Tm + 17.8) * \sqrt{TD}$$

Latitud (grados)

-13,1475

Introduzca la latitud en grados y los valores de temperatura en °C

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura media °C "tm"	18,1	16,4	17,0	16,8	16,1	14,9	14,6	15,7	17,1	18,0	18,1	18,0
Temp. media de máximas °C "T"	27,7	26,3	26,3	26,6	26,7	26,0	25,8	26,6	27,3	29,0	28,9	28,3
Temp. media de mínimas °C "t"	8,5	8,1	7,7	4,6	3,3	1,8	2,2	4,9	5,4	6,4	6,8	7,5
T-t	19,2	18,2	18,6	22,1	23,4	24,1	23,6	21,7	21,9	22,5	22,1	20,8
Ra	16,52	16,22	15,33	13,74	12,16	11,25	11,53	12,82	14,43	15,66	16,29	16,48
ET referencia en mm/día	6,0	5,4	5,3	5,1	4,6	4,2	4,2	4,6	5,4	6,1	6,3	6,2
ET referencia en mm/mes	185	152	164	154	142	125	129	143	163	190	190	192
ET referencia en m3/ha/mes	1853	1523	1645	1541	1419	1248	1294	1427	1627	1896	1897	1916

Calculado para cada día 15 del mes

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Latitud (grados)	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15	-13,15
Latitud (radianes)	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229
Día del año:	15,00	46,00	74,00	105,00	135,00	166,00	196,00	227,00	258,00	288,00	319,00	349,00
Corrección distancia Sol-Tierra	0,24	0,77	1,26	1,79	2,31	2,84	3,36	3,89	4,42	4,94	5,47	5,99
Declinación (radianes)	1,03	1,03	1,01	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,99	1,01	1,02	1,03
Declinación (grados)	-0,37	-0,23	-0,04	0,17	0,33	0,41	0,38	0,25	0,06	-0,14	-0,32	-0,41
Angulo horario (radianes)	-21,27	-12,95	-2,44	9,48	18,67	23,29	21,66	14,30	3,34	-8,22	-18,30	-23,22
Angulo horario (grados)	1,66	1,62	1,58	1,53	1,49	1,47	1,48	1,51	1,56	1,60	1,65	1,67
Angulo horario (grados)	95,22	93,08	90,57	87,76	85,47	84,23	84,68	86,59	89,22	91,93	94,43	95,75
Ra (cal/cm2-día)	967,0	949,7	897,8	804,6	711,7	658,7	675,0	750,4	844,9	917,0	954,0	964,7
Ra (mm/día)	16,51701	16,22006	15,33453	13,74246	12,15599	11,24983	11,52885	12,8164	14,4313	15,66157	16,29414	16,47692

Give : Station HUNARICA
 Latitude -13.148 -13.25 -0.23 rad
 Altitude 2772 m.

Parameters :
 Rad. onda corta a = 0.25 b = 0.50 alpha =
 Albedo alpha = 0.23
 Rad. onda larga a = 0.30 b = 0.10
 al = 0.34 bl = -0.139
 viento temp Cropheight Aerot off
 AerDyn Resistance ra * v = 206 Grass Alfalfa 900
 Canopy resistance rc = 70 86
 13

	JAN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL
max	27.7	26.30	26.29	26.62	26.66	25.96	25.78	26.56	27.34	28.96	29.95	29.32	
min	9.50	8.11	7.65	4.56	3.29	1.92	2.22	4.89	5.40	6.44	6.82	7.53	
mean	56.06	45.05	56.63	41.25	37.09	34.72	35.61	37.35	46.53	47.27	45.96	57.31	
rain	26	22	27	19	13	12	13	15	18	18	18	24	
Wind (km/h)	69.30	50.62	60.07	54.04	45.15	46.40	57.07	63.41	78.05	80.75	69.17	71.79	
Sunhours	5.15	4.65	4.91	5.89	7.06	7.51	7.45	8.33	6.29	7.36	6.41	3.13	
Ev. fac. (mm/d)	3.91	3.57	3.45	3.18	2.77	2.55	2.75	3.32	3.74	4.33	4.21	3.54	41.32
Avg Temp	19.12	17.21	16.97	15.53	14.97	13.94	14.00	15.72	16.37	17.70	17.99	17.93	
D/H	0.41	0.37	0.37	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	
Wind (m/s)	0.80	0.53	0.70	0.63	0.52	0.51	0.66	0.73	0.90	0.93	0.80	0.83	
RA (mm/d)	3.72	3.42	3.42	3.49	3.49	3.35	3.32	3.47	3.64	4.00	3.99	3.55	
RA (mm/d)	1.11	1.09	1.05	0.85	0.77	0.70	0.87	0.90	0.90	0.96	0.99	1.01	
RA (mm/d)	3.42	2.35	2.33	2.17	2.13	2.62	2.03	2.17	2.27	2.48	2.49	2.41	
RA (mm/d)	0.96	0.74	0.91	0.61	0.47	0.40	0.42	0.52	0.67	0.73	0.73	0.91	
RA (mm/d)	5.64	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54	
RA (mm/d)	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.15	
RA (mm/d)	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	72.6	
RA (mm/d)	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	
RA (mm/d)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
RA (mm/d)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
RA (mm/d)	357	352	350	350	354	351	352	351	359	357	357	349	
RA (mm/d)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	
RA (mm/d)	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	
RA (mm/d)	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	
RA (mm/d)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	
RA (mm/d)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
RA (mm/d)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
RA (mm/d)	-0.370	-0.330	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	
RA (mm/d)	0.083	0.052	0.098	-0.011	-0.075	-0.091	-0.093	-0.053	-0.009	0.040	0.078	0.031	
RA (mm/d)	0.907	0.914	0.913	0.952	0.920	0.914	0.902	0.847	0.813	0.839	0.819	0.831	
RA (mm/d)	1.66	1.63	1.52	1.53	1.43	1.37	1.45	1.51	1.56	1.61	1.65	1.67	
RA (mm/d)	1.03	1.02	1.01	0.99	0.99	0.97	0.97	0.99	0.99	1.01	1.02	1.03	
RA (mm/d)	40.39	39.66	37.34	33.33	29.54	27.43	29.39	31.79	35.78	39.77	40.04	40.38	
RA (mm/d)	12.70	12.42	12.06	11.69	11.33	11.22	11.30	11.57	11.94	12.32	12.63	12.78	
RA (mm/d)	14.1	13.4	13.0	12.7	12.7	12.4	12.7	12.9	13.1	13.3	13.5	13.6	
RA (mm/d)	0.46	0.44	0.47	0.54	0.66	0.70	0.69	0.75	0.87	0.93	0.86	0.82	
RA (mm/d)	35.50	35.04	34.36	34.10	33.62	33.65	34.41	34.73	35.39	35.46	35.45	35.45	
RA (mm/d)	0.20	0.22	0.21	0.23	0.24	0.25	0.24	0.24	0.22	0.22	0.22	0.21	
RA (mm/d)	7.32	7.71	7.23	7.93	8.45	8.39	8.24	7.84	7.80	7.63	7.26	7.26	
RA (mm/d)	3.37	3.27	3.38	4.27	5.80	5.95	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	6.17	
RA (mm/d)	10.72	9.92	9.66	9.39	7.25	6.43	6.21	6.75	9.63	11.33	11.16	9.25	
RA (mm/d)	0.03	-0.13	-0.03	-0.19	-0.03	-0.15	0.02	0.24	0.03	0.49	0.03	0.01	
RA (mm/d)	10.69	10.10	9.69	9.59	7.31	6.57	6.82	9.51	11.15	11.11	9.21	9.21	
RA (mm/d)	3.07	3.36	3.74	3.38	2.05	1.79	1.99	2.45	2.63	3.23	3.22	2.65	
RA (mm/d)	3.07	3.30	2.75	2.43	2.02	1.83	1.99	2.39	2.66	3.48	3.22	2.65	
RA (mm/d)	3.91	3.51	3.44	3.15	2.75	2.51	2.75	3.31	3.76	4.30	4.22	3.54	
RA (mm/d)	0.24	-1.04	-0.34	-1.76	-0.94	-1.74	-0.29	0.01	0.73	1.24	0.24	0.04	
RA (mm/d)	3.91	3.57	3.45	3.12	2.77	2.55	2.75	3.32	3.74	4.33	4.21	3.54	

METODO TANQUE EVAPORIMETRO, CLASE "A"

INIA

MES	Cobertura y Extensión		Humedad Relativa	Velocidad Viento KM/día	K Tanque	Eto (mm/día)	Eto (mm/mcs)
	1/2	(m)					
ENERO	2	9,00	56,1	69,38	0,80	4,16	103,06
FEBRERO	2	9,00	45,0	50,62	0,80	3,66	81,88
MARZO	2	9,00	56,6	60,07	0,80	3,69	91,45
ABRIL	2	9,00	45,0	54,04	0,80	4,18	100,20
MAYO	2	9,00	37,1	45,15	0,80	3,86	95,79
JUNIO	2	9,00	34,7	46,40	0,80	3,89	93,30
JULIO	2	9,00	35,6	57,07	0,80	4,21	104,47
AGOSTO	2	9,00	37,4	63,41	0,80	4,63	114,70
SETIEMBRE	2	9,00	46,5	78,05	0,80	4,45	106,80
OCTUBRE	2	9,00	47,3	80,75	0,80	5,14	127,41
NOVIEMBRE	2	9,00	46,0	69,17	0,80	5,21	125,10
DICIEMBRE	2	9,00	57,3	71,79	0,80	5,08	125,86

Presupuesto

0501001 RIEGO GOTEO

S10 S.A.

Costo al

10/09/2012

AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO

Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
OBRAS PRELIMINARES				5,421.5502
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	pza	1.00	1,343.4814	1,343.4814
TRAZOS Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO	m	1,214.00	3.3592	4,078.0688
CABEZAL DE BOMBEO				41,401.1200
CABEZAL DE BOMBEO	u	1.00	41,401.1200	41,401.1200
CABEZAL DE CONTROL (DE RIEGO)				7,696.6497
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN CABEZAL DE CONTROL DE RIEGO				7,696.6497
VALVULA DE CONTROL 4"	u	7.00	320.1778	2,241.2446
VALVULA DE CONTROL 3"	u	10.00	229.7334	2,297.3340
VALVULA DE CONTROL 2"	u	1.00	139.2925	139.2925
VALVULA DE CONTROL 2 1/2"	u	2.00	189.1778	378.3556
EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS	m3	6.76	28.3920	191.9299
CONCRETO PARA SOLADO FC = 100 KG/CM2	m2		13.5113	
CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	2.85	285.3012	813.1084
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	33.36	31.2753	1,043.3440
ACERO DE REFUERZO	kg	331.88	1.7839	592.0407
RED DE CONDUCCION PRIMARIA, SECUNDARIA Y TERCIARIA				79,538.0321
MOVIMIENTO DE TIERRAS				17,837.2160
EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	272.60	28.2932	7,712.7263
EXCAVACION EN ROCA SUELTA	m	174.18	5.2052	906.6417
EXCAVACION EN ROCA FIJA	m	406.43	9.0246	3,667.8682
REFINE Y NIVELACION ZANJA	m	556.80	4.0441	2,251.7549
CAMA DE APOYO C/ ARENA ZARANDEADA	m3	159.06	2.4975	397.2524
RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	170.77	16.9876	2,900.9725
INSTALACION DE TUBERIAS PRINCIPAL, SECUNDARIA Y TERCIARIA				61,700.8161
RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC PRINCIPAL SECUNDARIA Y TERCIAR DE DIFERENTE DIAMETRO	m	1.00	53,005.4957	53,005.4957
PRUEBA HIDRAULICA	m	607.06	0.5230	317.4924
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS VARIOS EN RED PRINCIPAL SECUNDARIA Y TERCIARIA	u	1.00	8,377.8280	8,377.8280
INSTALACION DE RED DE RIEGO				175,800.1140
INSTALACION DE RED, GOTEROS Y ACCESORIO				175,800.1140
INSTALACION DE RED DE TUBERIA PEBD, GOTEROS Y ACCESORIOS	glb	1.00	175,800.1140	175,800.1140
MEDIDAS DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL				5,433.8376
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	859.97	6.3053	5,422.3688
PROTECCION AMBIENTAL	m3	1.00	11.4688	11.4688
COSTO DIRECTO				315,291.3036
GASTOS GENERALES 15%				47,293.6955
UTILIDAD 10%				31,529.1304
SUB TOTAL				394,114.1295
IMPUESTO (IGV) 19%				74,881.6846
TOTAL PRESUPUESTO				468,995.8141

Análisis de precios unitarios

Asunto 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

.01		06.01		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Item	m3/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3				6.3053	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
Mano de Obra									
0002	OPERARIO	hh	1.0000	0.50	5.2500	2.6250			
0004	PEON	hh	2.0000	1.00	3.3800	3.3800			
						6.0050			
Equipos									
0001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	6.0050	0.3003			
						0.3003			

.02.01		04.02.01		RED DE DISTRIBUCION TUBERIA PVC PRINCIPAL SECUNDARIA Y TERCER DE DIFERENTE DIAMETRO					
Item	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m				53,005.4957	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
Mano de Obra									
0002	OPERARIO	hh	1.0000	0.07	5.2500	0.3675			
0004	PEON	hh	3.0000	0.20	3.3800	0.6760			
						1.0435			
Materiales									
0019	PEGAMENTO PLASTICO PARA PVC CCP	gal		7.00	80.0000	560.0000			
0016	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 8" x 5 mt. TUBOPLAST	u		152.00	182.0000	27,664.0000			
0017	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 6" x 5 mt. TUBOPLAST	u		158.00	112.0000	17,696.0000			
0018	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 4" x 5 mt. TUBOPLAST	u		60.00	52.0000	3,120.0000			
0019	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 3" x 5 mt. TUBOPLAST	u		46.00	34.0000	1,564.0000			
0020	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 2 1/2" x 5 mt. TUBOPLAST	u		9.00	22.0000	198.0000			
0021	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 2" x 5 mt. TUBOPLAST	u		3.00	18.2000	54.6000			
0022	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1/2" x 5 mt. TUBOPLAST	u		40.00	6.2000	248.0000			
0023	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 3/4" x 5 mt. TUBOPLAST	u		21.00	7.8000	163.8000			
0024	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1" x 5 mt. TUBOPLAST	u		29.00	10.0000	290.0000			
0025	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1 1/4" x 5 mt. TUBOPLAST	u		46.00	15.0000	690.0000			
0026	TUBERIA PVC C-5 DIAMETRO 1 1/2" x 5 mt. TUBOPLAST	u		42.00	18.0000	756.0000			
						53,004.4000			
Equipos									
0001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	1.0435	0.0522			
						0.0522			

.01		01.01		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS					
Item	pza/DIA	MO. 32.0000	EQ. 32.0000	Costo unitario directo por : pza				1,343.4814	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
Mano de Obra									
0004	PEON	hh	4.0000	1.00	3.3800	3.3800			
						3.3800			
Equipos									
0001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	3.3800	0.1014			
0010	CAMION PLATAFORMA 4 X 2 122 HP 8 ton	hm	4.0000	1.00	670.0000	670.0000			
0017	CAMION SEMITRAYLER 6 X 4 330 HP 35 ton	hm	4.0000	1.00	670.0000	670.0000			
						1,340.1014			

Análisis de precios unitarios

lo 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

01.02		TRAZOS Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO					
2	m/DIA	MO. 250.0000	EQ. 250.0000	Costo unitario directo por : m			3.3592
nto	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
032	TOPOGRAFO	hh	4.0000	0.13	5.2500	0.6825	
003	OFICIAL	hh	4.0000	0.13	4.2500	0.5525	
004	PEON	hh	8.0000	0.26	3.3800	0.8788	
						2.1138	
	Materiales						
005	NIVEL TOTPOGRAFICO	hm		0.03	8.0000	0.2400	
000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		0.04	1.0000	0.0400	
						0.2800	
	Equipos						
001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	2.1138	0.1057	
046	MIRA TOPOGRAFICA	he	0.3750	0.01	8.0000	0.0800	
003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.03	9.9900	0.2997	
020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	2.0000	0.06	8.0000	0.4800	
						0.9654	
04.01.06		RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO					
1.06	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			16.9876
nto	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
003	OFICIAL	hh	1.0000	0.80	4.2500	3.4000	
004	PEON	hh	3.0000	2.40	3.3800	8.1120	
						11.5120	
	Materiales						
000	AGUA	m3		0.05	2.0000	0.1000	
						0.1000	
	Equipos						
001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	11.5120	0.5756	
001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.80	6.0000	4.8000	
						5.3756	
03.01.08		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
1.08	m2/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2			31.2753
nto	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
002	OPERARIO	hh	0.5000	0.50	5.2500	2.6250	
003	OFICIAL	hh	2.0000	2.00	4.2500	8.5000	
004	PEON	hh	1.0000	1.00	3.3800	3.3800	
						14.5050	
	Materiales						
008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.25	4.0000	1.0000	
007	CLAVOS PARA CEMENTO DE ACERO CON CABEZA DE 3/4"	kg		0.20	4.0000	0.8000	
000	MADERA TORNILLO	p2		4.07	3.5000	14.2450	
						16.0450	
	Equipos						
001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	14.5050	0.7253	
						0.7253	

Fecha : 28/10/2012 09:44:56p.m.

Análisis de precios unitarios

lo 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

03.01.04 VALVULA DE CONTROL 2 1/2"				Costo unitario directo por : u			189.1778
1.04	u/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000				
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
002		OPERARIO	hh	1.0000	2.00	5.2500	10.5000
004		PEON	hh	1.0000	2.00	3.3800	6.7600
							17.2600
	Materiales						
048		PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.03	80.0000	2.4000
051		TAPA METALICA DE 50 X 50 cm. CON LLAVE	u		1.00	85.0000	85.0000
016		UPR ADAPTADOR PVC SAP 2 1/2"	u		2.00	4.5000	9.0000
022		VALVULA DE CONTROL ESFERICA PVC SAP 2 1/2" RC	u		1.00	75.0000	75.0000
							171.4000
	Equipos						
001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	17.2600	0.5178
							0.5178

03.01.02 VALVULA DE CONTROL 3"				Costo unitario directo por : u			229.7334
1.02	u/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000				
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
002		OPERARIO	hh	1.0000	2.67	5.2500	14.0175
004		PEON	hh	1.0000	2.67	3.3800	9.0246
							23.0421
	Materiales						
048		PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.05	80.0000	4.0000
051		TAPA METALICA DE 50 X 50 cm. CON LLAVE	u		1.00	85.0000	85.0000
014		UPR ADAPTADOR PVC SAP 3"	u		2.00	6.0000	12.0000
023		VALVULA DE CONTROL ESFERICA PVC SAP 3" RC	u		1.00	105.0000	105.0000
							206.0000
	Equipos						
001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	23.0421	0.6913
							0.6913

03.01.01 VALVULA DE CONTROL 4"				Costo unitario directo por : u			320.1778
1.01	u/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000				
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
002		OPERARIO	hh	1.0000	2.00	5.2500	10.5000
004		PEON	hh	1.0000	2.00	3.3800	6.7600
							17.2600
	Materiales						
048		PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.06	80.0000	4.8000
051		TAPA METALICA DE 50 X 50 cm. CON LLAVE	u		1.00	85.0000	85.0000
013		UPR ADAPTADOR PVC SAP 4"	u		2.00	8.8000	17.6000
024		VALVULA DE CONTROL ESFERICA PVC SAP 4" RC	u		1.00	195.0000	195.0000
							302.4000
	Equipos						
001		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	17.2600	0.5178
							0.5178

Análisis de precios unitarios

sto 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

01.03		03.01.03		VALVULA DE CONTROL 2"			Costo unitario directo por : u		139.2925
ento	u/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000						
	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra								
0002	OPERARIO			hh	1.0000	1.60	5.2500	8.4000	
0004	PEON			hh	2.0000	3.20	3.3800	10.8160	
								19.2160	
	Materiales								
0048	PEGAMENTO PARA PVC			gal		0.02	80.0000	1.6000	
0051	TAPA METALICA DE 50 X 50 cm. CON LLAVE			u		1.00	85.0000	85.0000	
0015	UPR ADAPTADOR PVC SAP 2"			u		2.00	3.4500	6.9000	
0021	VALVULA DE CONTROL ESFERICA PVC SAP 2" RC			u		1.00	26.0000	26.0000	
								119.5000	
	Equipos								
0001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.00	19.2160	0.5765	
								0.5765	
01		02.01		CABEZAL DE BOMBEO			Costo unitario directo por : u		41,401.1200
ento	u/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000						
	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra								
0003	OFICIAL			hh	1.0000	4.00	4.2500	17.0000	
0004	PEON			hh	1.0000	4.00	3.3800	13.5200	
								30.5200	
	Materiales								
0058	MANOMETRO DE GLICERIINA 6 BAR			u		2.00	45.0000	90.0000	
0108	FILTRO DE MALLA DE 8" CARTUCHO LARGO 200 MESH			m		1.00	3,000.0000	3,000.0000	
0100	NIPLE FIERRO GALVANIZADO DE 4" X 4"			u		2.00	30.0000	60.0000	
0016	UNION FIERRO GALVANIZADO 4"			pza		2.00	30.0000	60.0000	
0018	TEE PVC SAP 90° 8"			u		4.00	210.0000	840.0000	
0013	UPR ADAPTADOR PVC SAP 4"			u		2.00	8.8000	17.6000	
0011	VALVULA DE AIRE DIAMETRO DE 8"			u		2.00	99.0000	198.0000	
								4,265.6000	
	Equipos								
0064	ELECTROBOMBA TRIFASICA 4" x 3" 24 LPH, EJE LIBRE 30 HP			u		1.00	19,550.0000	19,550.0000	
0065	ELECTROBOMBA TRIFASICA 4" x 3" 24 LPH, EJE LIBRE 16 HP			u		1.00	17,555.0000	17,555.0000	
								37,105.0000	

Fecha : 28/10/2012 09:44:56p.m.

Análisis de precios unitarios

slo 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

04.02.03		SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS VARIOS EN RED PRINCIPAL SECUNDARIA Y TERCIARIA					8,377.8280
02.03	u/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : u			
02.03	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0002	OPERARIO		hh	3.0000	24.00	5.2500	126.0000
0004	PEON		hh	9.0000	72.00	3.3800	243.3600
							369.3600
	Materiales						
0048	PEGAMENTO PARA PVC		gal		1.00	80.0000	80.0000
0030	CURVA PVC SAP 22 1/2" 8"		u		1.00	380.0000	380.0000
0031	CURVA PVC SAP 22 1/2" 6"		u		2.00	250.0000	500.0000
0032	CURVA PVC SAP 45" 2 1/2"		u		1.00	40.0000	40.0000
0033	CURVA PVC SAP 45" 8"		u		1.00	380.0000	380.0000
0034	CURVA PVC SAP 90" 2 1/2"		u		3.00	40.0000	120.0000
0035	CURVA PVC SAP 90" 2"		u		2.00	18.0000	36.0000
0036	CURVA PVC SAP 90" 3"		u		9.00	33.0000	297.0000
0037	CURVA PVC SAP 90" 4"		u		10.00	50.0000	500.0000
0038	CURVA PVC SAP 90" 6"		u		3.00	250.0000	750.0000
0039	CURVA PVC SAP 90" 8"		u		1.00	380.0000	380.0000
0009	REDUCCION PVC SAP 6 A 2"		u		1.00	38.0000	38.0000
0010	REDUCCION PVC SAP 6 A 3"		u		6.00	40.0000	240.0000
0018	TEE PVC SAP 90" 8"		u		9.00	210.0000	1,890.0000
0020	TEE PVC SAP 90" 6"		u		9.00	106.0000	954.0000
0008	CRUZ PVC SAP 8"		u		1.00	120.0000	120.0000
0020	REDUCCION PVC SAP 6" A 4"		u		7.00	40.0000	280.0000
0021	REDUCCION PVC SAP 8" A 2 1/2"		u		3.00	40.0000	120.0000
0022	REDUCCION PVC SAP 8" A 3"		u		3.00	95.0000	285.0000
0023	REDUCCION PVC SAP 8" A 4"		u		1.00	100.0000	100.0000
0024	REDUCCION PVC SAP 8" A 6"		u		5.00	100.0000	500.0000
							7,990.0000
	Equipos						
0001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00	369.3600	18.4680
							18.4680
04.01.02		EXCAVACION EN ROCA SUELTA					
01.02	m/DIA	MO. 5.2000	EQ. 5.2000	Costo unitario directo por : m			5.2052
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0004	PEON		hh	1.0000	1.54	3.3800	5.2052
							5.2052
04.01.03		EXCAVACION EN ROCA FIJA					
01.03	m/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m			9.0246
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0004	PEON		hh	1.0000	2.67	3.3800	9.0246
							9.0246
04.01.04		REFINE Y NIVELACION ZANJA					
01.04	m/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m			4.0441
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
0003	OFICIAL		hh	1.0000	0.27	4.2500	1.1475
0004	PEON		hh	3.0000	0.80	3.3800	2.7040
							3.8515
	Equipos						
0001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.00	3.8515	0.1926
							0.1926

Fecha : 28/10/2012 09:44:56p.m.

Análisis de precios unitarios

esto 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

04.02.02 PRUEBA HIDRAULICA				Costo unitario directo por : m			0.5230
1.02.02	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000				
o	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
10002	OPERARIO	hh	0.8000	0.06	5.2500	0.3150	
10004	PEON	hh	0.8000	0.06	3.3800	0.2028	
						0.5178	
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.00	0.5178	0.0052	0.0052

05.01.01 INSTALACION DE RED DE TUBERIA PEBD, GOTEROS Y ACCESORIOS				Costo unitario directo por : glb			175,800.1140
5.01.01	glb/DIA	MO. 240.0000	EQ. 240.0000				
o	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
10002	OPERARIO	hh	1.0000	0.03	5.2500	0.1575	
10003	OFICIAL	hh	1.0000	0.03	4.2500	0.1275	
10004	PEON	hh	9.0000	0.30	3.3800	1.0140	
						1.2990	
Materiales							
10094	CONECTOR INICIAL + EMPAQUE 16 MM	pza		2,248.00	0.7000	1,573.6000	
10071	TERMINAL DE LINEA TIPO "8" 16 MM	u		2,248.00	0.3000	674.4000	
10048	PEGAMENTO PARA PVC	gal		2.00	80.0000	160.0000	
10056	CINTA TEFLON	u		10.00	1.2000	12.0000	
10019	GOTEROS AUTOCOMPENSANTES	u		235,617.00	0.3500	82,465.9500	
10002	MANGUERA PEBD 16 MM C-2.5	m		189,040.00	0.4500	85,068.0000	
10023	VALVULA RAMAL DENTADA 16 MM	u		2,248.00	2.6000	5,844.8000	
						175,798.7500	
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	1.2990	0.0650	0.0650

04.01.01 EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO				Costo unitario directo por : m3			28.2932
4.01.01	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000				
o	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
10002	OPERARIO	hh	1.0000	2.29	5.2500	12.0225	
10004	PEON	hh	2.0000	4.57	3.3800	15.4466	
						27.4691	
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	27.4691	0.8241	0.8241

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

03.01.07		CONCRETO f'c=210 kg/cm2					
Presupuesto	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			285.3012
Item	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
110002	OPERARIO	hh	1.0000	0.80	5.2500	4.2000	
110003	OFICIAL	hh	2.0000	1.60	4.2500	6.8000	
110004	PEON	hh	6.0000	4.80	3.3800	16.2240	
							27.2240
Materiales							
100003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.32	61.0000	19.5200	
110004	ARENA GRUESA	m3		0.25	45.0000	11.2500	
100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.74	21.5000	209.4100	
150000	AGUA	m3		4.20	2.0000	8.4000	
							248.5800
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	27.2240	1.3612	
00007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.80	10.1700	8.1360	
							9.4972

06.02		PROTECCION AMBIENTAL					
Presupuesto	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			11.4688
Item	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
10002	OPERARIO	hh	2.0000	0.80	5.2500	4.2000	
10004	PEON	hh	5.0000	2.00	3.3800	6.7600	
							10.9600
Materiales							
30000	AGUA	m3		0.09	2.0000	0.1800	
							0.1800
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	10.9600	0.3288	
							0.3288

03.01.05		EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRUCTURAS					
Presupuesto	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3			28.3920
Item	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
10004	PEON	hh	3.0000	8.00	3.3800	27.0400	
							27.0400
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	27.0400	1.3520	
							1.3520

03.01.09		ACERO DE REFUERZO					
Presupuesto	kg/DIA	MO. 280.0000	EQ. 280.0000	Costo unitario directo por : kg			1.7839
Item	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
10003	OFICIAL	hh	1.0000	0.03	4.2500	0.1275	
							0.1275
Materiales							
10007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.25	4.5000	1.1250	
10003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.50	1.0500	0.5250	
							1.6500
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	0.1275	0.0064	
							0.0064

Análisis de precios unitarios

esto 0501001 RIEGO GOTEO

Fecha presupuesto 10/09/2012

04.01.05		CAMA DE APOYO C/ ARENA ZARANDEADA					
1.01.05	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			2.4975
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
10003	OFICIAL	hh	1.0000	0.16	4.2500	0.6800	
10004	PEON	hh	3.0000	0.48	3.3800	1.6224	
							2.3024
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	2.3024	0.1151	
80012	ZARANDA MECANICA	hm	1.0000	0.16	0.5000	0.0800	
							0.1951
03.01.06		CONCRETO PARA SOLADO FC = 100 KG/CM2					
3.01.06	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			13.5113
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
10002	OPERARIO	hh	1.0000	0.20	5.2500	1.0500	
10003	OFICIAL	hh	2.0000	0.40	4.2500	1.7000	
10004	PEON	hh	8.0000	1.60	3.3800	5.4080	
							8.1580
Materiales							
00001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.04	21.5000	0.8600	
00000	HORMIGON (PUESTO EN OBRA)	m3		0.09	35.0000	3.1500	
							4.0100
Equipos							
10001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		4.00	8.1580	0.3263	
10007	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	0.5000	0.10	10.1700	1.0170	
							1.3433

