



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO
PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR
QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ -
CAJAMARCA"**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

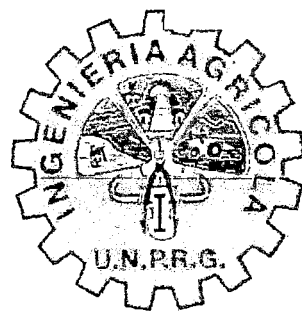
PRESENTADA POR:

Bach. INOÑAN ALFARO PEDRO NOMBERTO

LAMBAYEQUE - PERÚ
FEBRERO DE 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEOPARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA – CATACHE – SANTA CRUZ – CAJAMARCA."

T E S I S

PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADA POR:
Bach. INOÑAN ALFARO PEDRO NOMBERTO

LAMBAYEQUE – PERÚ

FEBRERO DE 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL
CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA –
CATACHE – SANTA CRUZ - CAJAMARCA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

BACH. INOÑAN ALFARO PEDRO NOMBERTO

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

DR. Julio Oswaldo Vivar Párraga
Presidente de Jurado

Ing. Juan Hernández Alcántara
Secretario de Jurado

Ing. José Arturo Solórzano Gonzales
Vocal de Jurado

Ing. Alex Guimac Huamán
Patrocinador

DEDICATORIA

A DIOS

**Que me ha dado vida y
salud, para poder un
cumplir esta meta tan
importante.**

A MIS PADRES

**Pedro Inoñan Zapata y
Carmen Alfaro Ocampos,
por siempre haberme
guiado y apoyado en mi
vida. Y porque gracias a su
esfuerzo voy a poder ser un
profesional.**

A MIS HERMANOS

**Kassandra y Alonso, por
incentivarme a seguir
adelante y ser un modelo
para ellos.**

A MIS ABUELOS

**Juan, Pepe, Elena
Mercedes, por apoyarme en
todo momento en mi
formación como persona y
como profesional.**

A TODA MI FAMILIA

**Por haberme apoyado de
una u otra forma, en la
formación como
profesional.**

INOÑAN ALFARO PEDRO NOMBERTO

AGRADECIMIENTO

AL Ing. ÁLEX GUIMAC HUAMÁN

***Por su orientación patrocinadora y su
cooperación desinteresada para la
culminación de la presente tesis.***

AL Dr. WALTER CAMPOS UGAZ

***Por haberme brindado su apoyo y la
oportunidad de desarrollar la presente
tesis.***

**A TODOS LOS DOCENTES DE LA
FIA**

***Quienes con sus enseñanzas
contribuyeron con mi formación
profesional y me orientaron en la
elaboración de a presente tesis.***

***A todas las personas que se cruzaron en
este camino, que de una u otra manera
me apoyaron y me dieron palabras de
aliento y apoyo.***

INOÑAN ALFARO PEDRO NOMBERTO

RESUMEN

La presente tesis comprende el diseño de un Sistema de Riego por Goteo para el cultivo de café en el fundo "Querguer", en una área de 6149.0 m², para lograr dicho diseño ha tenido en consideración diversos datos como: características fisicoquímicas del suelo, topografía del terreno, datos meteorológicos de la zona, la fuente de agua, cantidad y calidad de agua, el manejo agronómico del cultivo, el manejo hidráulico del sistema de riego entre otros.

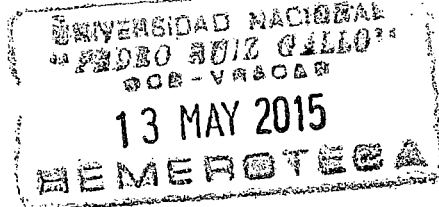
Se calculó la Evapotranspiración potencial con el método de Hargreaves, para luego calcular las necesidades hídricas del café, además se demuestra la disponibilidad óptima de agua para el proyecto a través de un balance hídrico entre la oferta del manantial "Quebradonda" y la demanda de agua del cultivo. Para fines de diseño agronómico e hidráulico se seleccionó la máxima demanda del cultivo de café y máxima cantidad de lavado de sales. Seguido se seleccionan los distintos materiales, equipos y accesorios para posteriormente realizar los distintos cálculos de requerimientos de presión, ya que el sistema va a utilizar el desnivel topográfico, desde la captación hasta el predio, para tener presión.

SUMMARY

This thesis includes the design of a Drip Irrigation System for growing coffee on the farm " Querguer " in an area of 6149.0 m², to achieve this design has taken into consideration various information such as physicochemical characteristics of the soil , topography terrain , weather data area , the source of water quantity and water quality, agronomic crop management , hydraulic irrigation system management among others.

Potential evapotranspiration with the method of Hargreaves , then calculate the water needs of coffee is calculated in addition optimum availability of water for the project through a water balance between supply of spring " Quebradonda " and demand for water is demonstrated crop . For purposes of agronomic and hydraulic design for maximum demand of coffee cultivation and maximum amount of salt leaching was selected.

Followed different materials , equipment and accessories are chosen later to make different calculations pressure requirements , as the system will use the topographic slope , from catchment to the property , to have pressure.



ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

PÁGINA

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1. GENERALIDADES.

1.2. PROBLEMÁTICA.

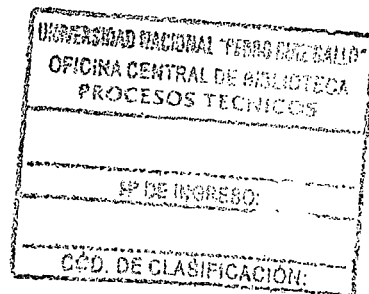
1.2.1. Planeamiento del problema.

1.2.2. Formulación del problema.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General.

1.3.2. Objetivos Específicos.



CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. MARCO TEÓRICO.

2.1.1. Antecedentes del Estudio.

2.2. BASE TEÓRICA O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.2.1. El Riego Por Goteo.

2.2.1.1. Conceptos.

2.2.1.2. Ventajas e Inconvenientes.

2.2.1.3. Componentes.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. MATERIALES.

3.1.1. Características Generales de la Zona.

3.1.1.1. Ubicación y Extensión.

3.1.1.2. Vías de Acceso.

3.1.1.3. Extensión y Uso Actual del Terreno.

3.1.1.4. Datos Meteorológicos.

3.1.1.5. Fuente de Abastecimiento de Agua.

3.1.1.6. Energía.

3.2. MÉTODOS.

3.2.1. Reconocimiento del Área.

3.2.2. Levantamiento Topográfico.

3.2.3. Ubicación de los Puntos de Muestreo y Calicata en el Terreno.	14
3.2.4. Estudio de Suelos.	15
3.2.4.1. Muestreo del suelo.	15
3.2.4.2. Calicata.	15
3.2.4.3. Análisis de las Muestras y Procediendo.	15
➤ Análisis Físico del Suelo.	15
➤ Análisis Químico del Suelo.	17
3.2.4.4. Coeficientes Hídricos.	18
➤ Capacidad de Campo (CC)	18
➤ Punto de Marchitez Permanente (PMP)	19
3.2.4.5. Infiltración.	19
3.2.5. Estudio de los Recursos Hídricos.	19
3.2.5.1. Caudal Disponible.	19
3.2.5.2. Calidad de Agua.	20
3.2.6. Cultivo a Considerar en el Diseño.	20
3.2.7. Diseño Agronómico del Sistema.	20
3.2.7.1. Cálculo de las Necesidades Hídricas del Cultivo.	20
A. Cálculo de la evapotranspiración Potencial (Eto).	20
B. Cálculo de la evapotranspiración del Cultivo (Etc).	20
C. Efecto de Localización (Kl).	21
D. Corrección por Condiciones Locales.	21
E. Necesidades Netas de Riego (Nn).	22
F. Necesidades Totales de Riego (Nt).	22
G. Cálculo de la Lámina De Riego (Lr).	23
H. Número Mínimo de Emisores.	24
I. Cálculo de la Dosis de Riego (D).	24
J. Cálculo del Intervalo o Frecuencia de Riego (I).	25
K. Tiempo de Riego (t).	25
L. Balance Hídrico.	25
3.2.8. Cálculo Hidráulico del Sistema de Riego.	26
3.2.8.1. Secuencia del Diseño Hidráulico.	26
3.2.8.2. Tolerancia de Caudales.	26
3.2.8.3. Tolerancia de Presiones.	26
3.2.8.4. Diseño de la Subunidad de Riego.	27

3.2.8.5.	Cálculo de los Laterales de Riego.	27
3.2.8.6.	Cálculo de Tuberías Portalaterales. Secundaria y primaria.	28
3.2.8.7.	Cálculo del Requerimiento de Presión y Caudal del Sistema.	29
3.2.9.	Componentes Complementarios del Sistema de Riego.	30
3.2.9.1.	Captación.	30
3.2.9.2.	Aducción.	30
3.2.9.3.	Reservorio Revestido con Geomembrana.	30
A.	Datos Necesarios para el Cálculo.	30
B.	Dimensiones y Cálculos Hidráulicos del Reservorio.	31
C.	Cálculo de la Geomembrana.	32
D.	Longitud y Ancho del Reservorio en Corona.	33
3.2.9.4.	Cálculo del Sistema de Filtrado.	33
3.2.9.5.	Sistema de Fertirriego.	33
3.2.10.	Metrados y Presupuesto del Proyecto.	33

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES. 34

4.1.	CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA.	34
4.2.	TOPOGRAFÍA.	34
4.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	35
4.3.1.	Características Físicoquímicas del Suelo.	35
4.3.1.1.	Textura.	35
4.3.1.2.	Densidad.	35
4.3.1.3.	Porosidad.	36
4.3.1.4.	Contenido de Sales y pH.	36
4.3.2.	Coefficientes Hídricos.	37
4.3.3.	Capacidad de Infiltración.	38
4.4.	CANTIDAD Y CALIDAD DE AGUA DE RIEGO.	39
4.5.	CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (Eto).	41
4.6.	COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc).	42
4.7.	DISEÑO AGRONÓMICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ.	42
4.7.1.	Tipo de Suelo.	42
4.7.2.	Condiciones Climáticas de la Zona.	43
4.7.3.	Características del Emisor y Tiempo de Riego.	43



4.7.4. Superficie a Regar y Parámetros de Cultivo Instalado.	43
4.7.5. Cálculo de la Necesidad Hídrica del Cultivo	44
4.7.6. Porcentaje de Humedad.	45
4.7.7. Radio del Bulbo Húmedo.	45
4.7.8. Cálculo de la Frecuencia, Tempo de Riego, Número de Emisores por Planta y Caudal del Emisor.	46
4.7.9. Caudal y Tiempo de Riego en Parcela.	46
4.7.10. Balance Hídrico.	47
A. Cálculo de la Demanda Hídrica.	47
B. Cálculo de la Oferta Hídrica.	47
C. Balance Hídrico.	47
4.8. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.	49
4.8.1. Cálculo de Laterales de Riego.	49
4.8.2. Cálculo de Tuberías Portalaterales.	50
4.8.3. Cálculo de la Tubería Secundaria.	50
4.8.4. Cálculo de la Tubería Primaria o Matriz.	51
4.8.5. Tubería de Aducción.	51
4.9. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO.	51
4.9.1. Captación.	51
4.9.1.1. Diseño Hidráulico.	51
A. Cálculo de la Distancia entre el Afloramiento y la Cámara Húmeda.	51
B. Cálculo del Ancho de la Pantalla.	51
C. Cálculo de la Altura de la Cámara Húmeda.	52
D. Dimensionamiento de la canastilla.	53
E. Cálculo de la tubería de reboce y limpieza.	54
4.9.1.2. Diseño Estructural.	54
A. Dimensionamiento Previo.	54
B. Chequeo por Volcadura.	55
C. Chequeo por Asentamiento.	56
D. Chequeo por Deslizamiento.	56
E. Cálculo del Acero.	56
4.9.2. Reservorio revestido con Geomembrana.	57
4.9.3. Sistema de filtrado.	57
4.9.4. Sistema de fertirriego.	58
4.10. PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO.	58

CAPÍTULO V: METRADOS Y PRESUPUESTO.	59
5.1. METRADOS	50
5.2. PRESUPUESTO.	59
5.3. REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES Y EQUIPOS.	59
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.	60
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.	62
CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.	63
CAPÍTULO IX: ANEXOS.	65

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 01:

PÁGINA

Cuadro N° 01: Datos climatológicos.	13
Cuadro N° 02: Textura de Suelo.	35
Cuadro N° 03: Densidad Aparente, Densidad Real y Porosidad.	36
Cuadro N° 04: Conductividad Eléctrica y pH del Suelo.	37
Cuadro N° 05: Coeficientes Hídricos.	38
Cuadro N° 06: Velocidad de Infiltración del Suelo.	38
Cuadro N° 07: Análisis de Agua de la Quebrada Quebradonda-Catache.	40
Cuadro N° 08: Método de HARGREAVES.	41
Cuadro N° 09: Descripción del Suelo.	42
Cuadro N° 10: Condiciones Climáticas.	43
Cuadro N° 11: Características del Emisor y Tiempo Máximo de Riego.	43
Cuadro N° 12: Parámetros del Cultivo.	44
Cuadro N° 13: Necesidad Hídrica Requerida del Cultivo.	44
Cuadro N° 14: Resultados de Campo en la Obtención del Radio Húmedo.	45
Cuadro N° 15: Frecuencia, Tiempo de Riego, Número de Emisores por Planta y Caudal del Emisor.	46
Cuadro N° 16: Turnos de Riego Fundo "Querguer".	47
Cuadro N° 17: Demanda Hídrica del Cultivo de Café.	48
Cuadro N° 18: Oferta Hídrica del Manantial "Quebradonda".	48
Cuadro N° 19: Balance Hídrico para el Cultivo de Café.	48
Cuadro N° 20: Pérdida de Carga en el Lateral.	49
Cuadro N° 21: Pérdida de Carga en el Portalateral.	50
Cuadro N° 22: Cálculo de Pérdida de Carga en la Tubería Secundaria.	50
Cuadro N° 23: Cálculo de Perdida de Carga en la Tubería Matriz.	51
Cuadro N° 24: Cálculo de Momento Resistente (Mr).	55
Cuadro N° 25: Características del Reservorio con Geomembrana.	57
Cuadro N° 26: Plan de Mantenimiento de las Diferentes Estructuras Equipos de Riego.	58

ÍNDICE DE TABLAS

<u>TABLA N°</u>	<u>PÁGINA</u>
Tabla N° 01: Porcentaje de C.C. Para Determinar P.M.P.	19
Tabla N° 02: Valores de Eficiencia de Aplicación (Ea), Según Keller.	23
Tabla N° 03: Coeficiente de Fricción para Diferentes Materiales de Tuberías.	28
Tabla N° 04: Coeficiente de Pérdida de Cargas Singulares (K).	29
Tabla N° 05: Velocidad de Infiltración Según el USDA de los EE.UU.	39
Tabla N° 06: Velocidad de Infiltración Básica Según Textura de Suelo.	39
Tabla N° 07: Clasificación de Agua de Riego de Acuerdo con el CRS.	41
Tabla N° 08: Porcentaje de Humedad Recomendados.	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<u>GRÁFICO N°</u>	<u>PÁGINA</u>
Gráfico N° 01: Ubicación del Proyecto.	10
Gráfico N° 02: Vista Panorámica de la Ubicación del Área del Proyecto.	11
Gráfico N° 03: Triángulo Textural.	16
Gráfico N° 04: Variación por Advención.	22
Gráfico N° 05: Secuencia del Diseño Hidráulico.	26
Gráfico N° 06: Nomograma para Clasificar el Agua de Riego.	40
Gráfico N° 07: Curva Kc para el Cultivo de Café.	42
Gráfico N° 08: Balance Hídrico – Café.	49
Gráfico N° 09: Diagrama de Cuerpo Libre de Muro.	55

ÍNDICE DE ANEXOS

	<u>PÁGINA</u>
ANEXO I: FOTOGRAFÍAS.	65
ANEXO II: FORMATOS, GRÁFICOS Y TABLAS.	72
ANEXO III: HOJA DE METRADOS.	103
ANEXO IV: DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ.	113
ANEXO V: PRESUPUESTO Y REQUERIMIENTO DE MATERIALES DEL PROYECTO.	117
ANEXO VI: CATÁLOGOS.	123
ANEXO VII: PLANOS	133

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

El recurso hídrico es muy valioso ya que se constituye en el punto de partida para conseguir el desarrollo de la agricultura; este estudio contribuye con el mejor uso del agua, aplicando el sistema de riego presurizado.

El riego por gravedad en la sierra peruana causa erosión hídrica, degradación del suelo agrícola; además de un ineficiente uso del agua; por lo que surge la necesidad de desplazar los sistemas de riego por gravedad por sistemas de riego más eficientes (riego presurizado), que permitan hacer un mejor uso del recurso hídrico. Para usar en forma eficiente el agua de riego, es necesario disminuir las pérdidas por conducción, distribución, aumentar la eficiencia a nivel predial (aplicación) y aplicar agua de acuerdo a los períodos fenológicos de los cultivos.

Es en este contexto que el propietario del terreno tomando como referencia los criterios expuestos permitió que se ejecute la tesis: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA – CATACHE – SANTA CRUZ – CAJAMARCA"**, en una muestra de mejorar el riego del cultivo de café, asegurando la vida útil y producción del cultivo.

1.2. PROBLEMÁTICA.

1.2.1. Planteamiento del problema.

En los meses de Febrero a Julio, la zona del proyecto es beneficiada por la naturaleza, debido a la precipitación natural que alimenta los cauces naturales (manantiales y quebradas) y luego es captada para irrigar sus zonas agrícolas.

El problema, comienza con la carencia de agua en la época de estiaje durante los meses de Agosto a Enero, en donde, por escasez de lluvias hay disminución de caudal de los cauces naturales (quebradas, riachuelos, etc.)

y manantiales, los cultivos permanentes y estacionarios, sufren de un “stress” hídrico, por la ausencia del agua de reposición para el cumplimiento de sus funciones fisiológicas básicas. Por este motivo se da la alternativa de diseñar un sistema de riego presurizado, para poder abastecer de agua al cultivo de café durante todo el año según sus necesidades.

1.2.2. Formulación del problema.

¿De qué manera podemos aumentar la eficiencia de riego para el cultivo de café y así poder mejorar su desarrollo y producción?

1.2.3. Justificación e importancia del estudio.

El presente trabajo de investigación se justifica ya que contribuye a mejorar la disponibilidad del recurso hídrico y aumentar la eficiencia de riego, evitando así el stress hídrico del cultivo implantado en la parcela (café); para así asegurar la vida y producción del cultivo.

El estudio es trascendente y servirá de parcela demostrativa. Los agricultores de la zona observaran lo eficiente que es el riego por goteo y en situaciones futuras iniciarán el cambio del riego tradicional (riego por gravedad) por el riego presurizado (goteo, microaspersión o aspersión).

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General:

- Diseñar un sistema de riego por goteo Para El Cultivo De Café En El Sector Quebradonda – Catache – Santa Cruz – Cajamarca.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Recopilar información básica para determinar el área bruta y neta mediante el levantamiento topográfico del terreno y analizar la cantidad y calidad de agua.
- Analizar la textura y estructura del suelo, porosidad, densidad real y aparente, infiltración, capacidad de campo, punto de marchitez, conductividad eléctrica y el contenido de materia orgánica base para el cultivo de café.

- Realizar el diseño agronómico para el sistema de riego a implementar de tal manera que satisfaga las necesidades máximas del cultivo de café.
- Realizar el diseño hidráulico del sistema de riego por goteo en el cultivo de café, calculando los requerimientos de presión y caudal máximo de la red de tuberías.
- Realizar el diseño de la captación, conducción, almacenamiento y del cabezal de riego del sistema de riego tecnificado para el cultivo de café.
- Elaborar los metrados, el análisis de costos y presupuesto del sistema de riego tecnificado en el cultivo de café.

CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Antecedentes del estudio.

A continuación se presentan los trabajos de investigación que guardan relación con el problema motivo de estudio. Al respecto:

a. Investigaciones realizadas en el contexto interregional

Vilcabana Bernilla, Santos (2010), tesis: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LA PARCELA DEMOSTRATIVA CALERA ALTA – TALAMBO, PROYECTO ESPECIAL JEQUETEPEQUE – ZAÑA – DISTRITO CHEPÉN", Sarango Núñez, Segundo (2010), tesis: "DISEÑO DE UN RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO PARA 237.0 HÉCTARES EN EL FUNDO "EL VICHAYO" NAJSA – JAYANCA"; Correa Vásquez, E. (2004): "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN UN ÁREA EXPERIEMNTAL DEL FUNDO EL CIENAGO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO CON FINES DE INVESTIGACIÓN".

b. Proyectos realizados en el contexto de la región Cajamarca a nivel de perfil:

La presente tesis se encuentra ubicado dentro del Gobierno Regional de Cajamarca, el cual viene promoviendo proyectos de Instalación de Sistemas Riego Presurizado con el fin de optimizar el uso del recurso hídrico, por la alta eficiencia que este tiene; además de incrementar el rendimiento de los productos agrícolas actuales e introducir en la zona nuevos cultivos como: cacao, **café**, piña, plátanos, entre otros. Prueba de ello mencionamos algunos proyectos ya instalados: "Riego Tecnificado en el Distrito de los Baños del Inca – Cajamarca", "Instalación del Sistema De Riego Tecnificado En Los Caseríos El Tablón y Juan Velasco Alvarado, Distrito De Chirinos, San Ignacio – Cajamarca", "Construcción Sistema De Riego Tecnificado Microcuenca Contumaza", "Construcción del Sistema de Riego Tecnificado en el sector Punre – Distrito de La Encañada, Provincia Cajamarca - Cajamarca", "Construcción del Sistema de Riego Tecnificado por Aspersión en el Sector Chim Chim, Comunidad

Campesina de Michiquillay, Distrito de la Encañada, Provincia de Cajamarca". Los proyectos antes mencionados son antecedentes indirectos de este proyecto, debido a que utilizan como emisor un aspersor y no un gotero.

2.2. BASE TEÓRICA O REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.2.1. EL RIEGO POR GOTEO.

2.2.1.1. CONCEPTOS:

- **García, I y Briones, G (1997).** Un sistema de riego por goteo es aquel que aplica agua filtrada dentro o sobre el suelo, directamente a cada planta de forma individual.
- **Medina, J (2000).** Es aquel sistema que para conseguir mantener el agua en la zona radicular en las condiciones de utilización más favorables para la planta, se aplica el agua gota a gota. De esta forma el agua se conduce por medio de conductos cerrados desde el punto de toma hasta la misma planta, a la que se aplica por medio de dispositivos que se conocen como goteaderos, goteros o emisores.
- **Moshe, S (2006).** El término riego por goteo se emplea para describir aquellos métodos en los cuales pequeños volúmenes de agua son aplicados al suelo en intervalos cortos.
- **Moya, J (1998).** Los sistemas de riego localizado son en general, instalaciones que dan el agua frecuentemente y localizada en unos puntos (bulbo húmedo), cuyo tamaño y volumen depende del tipo de suelo y de la clase del emisor; permitiendo alcanzar una profundidad donde se encuentra la mayoría de las raíces activas, y almacenar un volumen de agua que deberá ser restituido periódicamente, para compensar las pérdidas por el consumo de las plantas y por la evaporación.
- **Hernández J (2012).** Este sistema de riego por goteo puede utilizar la altura de la fuente natural de agua y tubería para obtener la presión

necesaria para los emisores (goteros), es decir se aprovechará la ladera de la zona montañosa donde se encuentra el manantial, para lograr la presurización por desniveles topográficos

- **Hernández J (2012).** “La clave para un buen diseño está en fijar el caudal, presión y uniformidad desde el principio e ir diseñando en consecuencia. El proceso de diseño se divide en dos fases; la primera que es el diseño agronómico del riego, donde determinamos la cantidad de agua que la instalación tiene que conducir con capacidad para el mes de máximas necesidades, y la segunda que es el diseño hidráulico, donde se calculan las dimensiones, ubicaciones de las conducciones y componentes para que puedan satisfacerse las necesidades agronómicas”
- **Pizarro F (1996).** Indica al riego por goteo como riego localizado de alta frecuencia (RLAF), denominado localizado por el hecho de humedecer solo una parte de volumen del suelo, pretendiendo que las raíces obtengan este volumen de agua y los nutrientes que necesiten.

2.2.1.2. Medina, J (2000). VENTAJAS E INCONVENIENTES

A. VENTAJAS:

- Ahorro importante de agua, mano de obra, abono y productos fitosanitarios.
- Posibilidad de regar cualquier tipo de terreno, por accidentados o pobres que sean.
- Utilización de aguas de poca calidad.
- Aumento de producción, adelantamiento de cosechas y mejor calidad de los frutos como consecuencia de tener las plantas satisfechas sus necesidades en agua y nutrientes en cada instante.
- Permite realizar, simultáneamente al riego, otras labores culturales, pues al haber zonas secas, no presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno.
- No altera la estructura del terreno.

B. INCONVENIENTES:

- Es un sistema muy caro de instalar, por lo que existe una limitación de tipo económica en su aplicación en los cultivos.
- En zonas frías y con cultivos sensibles a las heladas, el riego por goteo no protege de las mismas, por lo que su uso debe descartarse.
- Si se proyecta o se instala mal, puede ocasionar la pérdida de la cosecha por falta de agua o nutrientes.
- En zonas áridas en que no existe posibilidad de lavado, el uso sistemático y durante varios años de agua de mala calidad puede arruinar los terrenos de cultivo si no se riega de forma adecuada.
- Obstrucción de los goteros por las partículas que arrastra el agua, y que, en ocasiones puede acarrear daño a la instalación y al cultivo.
- Se precisa una mayor cualificación por parte de los usuarios que en cualquiera de otros sistemas de riego.

2.2.1.3. COMPONENTES:

- **Moshe S. (2006).** Los componentes se agrupan en seis categorías:

A. La fuente de agua :

La fuente de agua puede ser superficial (un río, un lago, un embalse); subterráneas (pozos), la cual puede estar abierta a la atmósfera o presurizada.

Si se dispone de una fuente de agua propia, es posible diseñar la estación de bombeo de acuerdo a las exigencias de caudal y de presión del área bajo riego.

B. El sistema de filtrado:

Las pequeñas dimensiones de los conductores por los cuales fluye el agua dentro de los goteros los hacen susceptibles a la obturación por partículas en suspensión y por materia que se precipitan del agua de riego. Se emplean tres métodos para prevenir la obturación de los goteros:

- Separación previa de las partículas sólidas en suspensión en estanques de sedimentación (decantación) y por separadores de arena.

- Filtrado del agua de riego.
- Tratamiento químico del agua para descomponer materia orgánica en suspensión, para prevenir que se formen incrustaciones y evitar el desarrollo de colonias de microorganismos que secretan mucílagos.

Los accesorios requeridos para el tratamiento del agua se instalan por lo general en el "cabezal de control" del sistema de riego. Es necesario darle el mantenimiento adecuado a cada filtro y limpiarlo rutinariamente. La limpieza puede ser manual o automática.

C. El sistema de conducción:

- **Tuberías principales:** Actualmente la mayoría de las instalaciones emplean tubería en materiales plásticos (Cloruro de Polivinilo (PVC), Polietileno (PE), etc.). por lo general, las tuberías de PVC se instalan en zanjas a fin de protegerlas de la radiación ultravioleta (UV). La presión de presión de trabajo (PN) de las tuberías mencionadas ha de ser mayor que la de los laterales ya que operan a presión más elevada. Estas tuberías alimentan a las tuberías secundarias.
- **Tuberías secundarias:** las tuberías secundarias de PVC deben enterrarse, mientras que las de PE pueden instalarse sobre o por debajo de la superficie, debido a que estas se fabrican agregando negro de humo a la materia prima, con lo cual están protegidas a la radiación UV. Estas tuberías alimentan a los Portalaterales.
- **Portalaterales:** estas son las tuberías que alimentan a los laterales y/o a las cintas de riego.

D. Los laterales de goteo:

Los laterales van conectados al portalateral. Dichas conexiones han de resistir la presión de trabajo como a picos de presión que se producen durante el llenado de las tuberías. Estas tuberías son por lo general de

polietileno de baja densidad. Los laterales se pueden disponer sobre la superficie del terreno o por debajo de esta.

E. Accesorios de control y monitoreo:

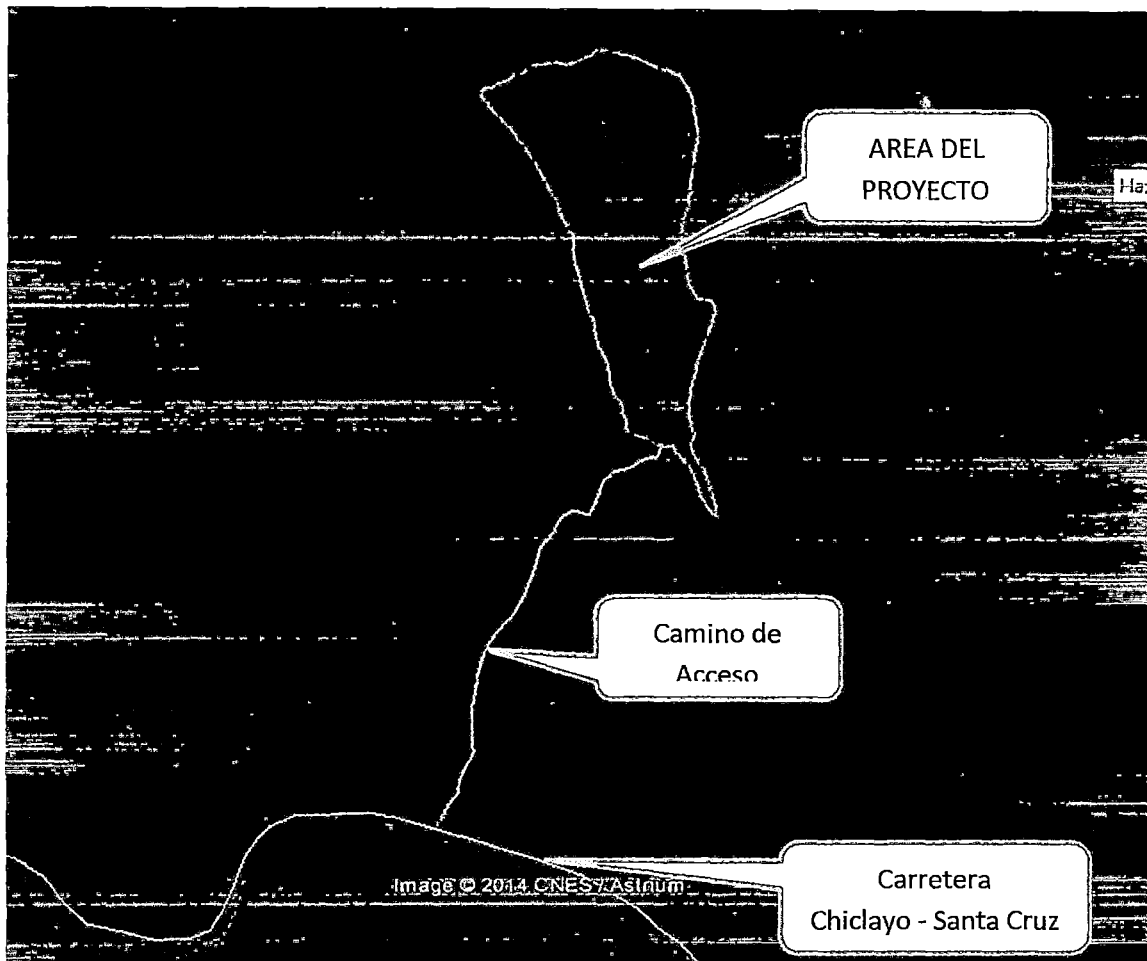
Cuando se han de regar diversos cultivos con diferentes normas de consumo de agua empleando un sistema de riego común a todos ellos, se hace necesario crear sectores de riego, cada uno bajo el control de una válvula por la cual fluye el caudal requerido a la presión adecuada. Las válvulas de aire deben instalarse en los puntos altos del sistema a fin de evitar la acumulación de "bolsas de aire", las cuales pueden interferir con el flujo del agua y además prevenir el que la tubería reviente debido a la compresión del aire en el sistema.

➤ Moya, J (1998). Sistema de Fertilización - Tanque Fertilizador:

Fue el primero que apareció en el mercado y es muy útil en parcelas pequeñas. Puede ser desde un simple bidón de plástico, colocado a una altura superior.

Moderadamente los tanques de fertilización son de fibra de vidrio reforzado que se instalan mediante un "by pass", o derivación en paralelo, de forma cilíndrica o de "botella de butano", conectada a la tubería principal por la parte inferior, para que el agua a presión cree una turbulencia, facilitando la mezcla y arrastre de los fertilizantes hacia la salida por la parte superior.

GRÁFICO N° 02: Vista Panorámica de la Ubicación del Área del proyecto.



FUENTE: GOOGLE EARTH.

- Geográficamente:

Las coordenadas que lo limitan geográficamente son las siguientes:

- 06° 39' 59.76" y 06° 40' 04.52" de latitud sur de la línea ecuatorial.
- 79° 02' 27.61" y 79° 02' 24.28" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

- Hidrográficamente:

- Cuenca : Chancay
- Valle agrícola : Catache

3.1.1.2. Vías de Acceso.

La vía de acceso es por la carretera Chiclayo – Santa Cruz, aproximadamente a dos horas de la ciudad de Chiclayo (viajando en camioneta); hasta el área del proyecto se llega caminando aproximadamente a diez minutos desde la carretera.

3.1.1.3. Extensión y Uso Actual del Terreno.

El área de la Parcela donde se realizó la presente tesis tiene una extensión total de 8089.7 m², con un perímetro de 470.2 m; de los cuales 7964.7 m² están destinados para la explotación agrícola, 125.0 m² para infraestructura

3.1.1.4. Datos Meteorológicos.

➤ Descripción General.

Los registros climáticos están referidos al distrito de Catache proporcionados por la estación climatológica "CIRATO", la cual se es administrada por SENAMHI, se instaló en el año 2009 y se encuentra geográficamente a 06° 21' 16.2" de latitud Sur y a 79° 6' 32.4" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. El **cuadro N° 01** muestra los datos meteorológicos.

CUADRO N° 01

DATOS CLIMATOLÓGICOS

ESTACIÓN : CIRATO

LATITUD : 6° 21' 16.2" S
LONGITUD : 79° 6' 32.4" W
ALTITUD : 1088 msnm

MES	VELOC. VIENTO (m/s)	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA (%HR)	PRECIPITAC. (mm)
		MÍNIMA	MÁXIMA	MEDIA		
ENERO	4.15	19.12	26.63	22.88	75.91	0.00
FEBRERO	3.75	19.32	26.80	23.06	77.76	0.04
MARZO	3.73	19.67	27.43	23.55	77.49	0.02
ABRIL	3.44	19.23	26.49	22.86	81.35	0.03
MAYO	3.63	18.46	26.59	22.52	77.18	0.02
JUNIO	4.10	18.14	27.48	22.81	68.43	0.00
JULIO	4.33	17.75	27.91	22.83	61.44	0.00
AGOSTO	4.48	17.87	27.93	22.90	58.49	0.00
SEPTIEMBRE	4.43	18.07	27.72	22.89	61.62	0.00
OCTUBRE	4.14	17.68	26.79	22.23	64.28	0.00
NOVIEMBRE	4.18	17.48	26.60	22.04	65.75	0.00
DICIEMBRE	4.30	18.18	26.89	22.54	69.81	0.00

Promedio mensuales de 4 años, debido a que el SENAMHI instaló la estación en el año 2009.

FUENTE: SENAMHI

ELABORADO: Por el responsable.

3.1.1.5. Fuente de Abastecimiento de Agua.

➤ Aguas Subterráneas.

El fundo "QUERGUER" se abastece de agua de un manantial (Corriente de agua que mana del suelo o de entre las rocas de forma natural), siendo su caudal mínimo en tiempos de estiaje de 1.20 l/seg. y el cual se turna con otro predio siendo los turnos un día cada uno; esta información es muy importante debido a que será uno de los factores para el diseño del sistema de riego. Este manantial es alimentado por las filtraciones del canal 01-Catache (hecho de tierra), el cual lleva agua para irrigar los

terrenos agrícolas que se encuentran en la parte superior del terreno del proyecto.

➤ **Aguas Superficiales.**

El predio donde se realizó la presente tesis cuenta con turno de agua cada 30 días por 12 horas, que es captado del canal 01-Catache, este dato se tuvo en cuenta para construir un canal que derivará estas aguas.

3.1.1.6. Energía.

En los alrededores del área de la presente tesis se está llevando a cabo un proyecto de electrificación rural (línea de baja tensión de 220 v), por lo cual el propietario ha pedido al proyecto que le coloquen un punto de energía cerca de su terreno.

3.2. MÉTODOS.

3.2.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA.

El reconocimiento del área de la tesis se realizó con ayuda del propietario del predio el cual nos mostró el punto de agua, el reservorio actual (ver fotografías N° 01 y 02), los canales internos y los linderos del terreno, para luego realizar el levantamiento topográfico.

3.2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Se realizó el planimétrico y altimétrico con la ayuda de una estación total (ver fotografía N° 03), el cual tuvo en consideración la dirección del cultivo de café debido a que ya se encontraba sembrado antes de realizar el levantamiento topográfico.

3.2.3. Ubicación de los puntos de muestreo y calicata en el terreno.

Con ayuda de los planos topográficos, de la información de campo que maneja el propietario y el método Zig-Zag se ubicaron los puntos de muestreo, y se tomó la decisión de tener un punto para la calicata.

3.2.4. Estudio de Suelos.

3.2.4.1. Muestro del suelo.

Para determinar la eficiencia de aplicación de sistema de riego por goteo, fue preciso conocer las características predominantes del suelo, para ello se realizó la extracción de 15 muestras (tres por cada punto) con palana y barreta, a niveles: 0.00 – 0.30, 0.30 – 0.60, 0.60 - 0.90 (ver fotografía N° 04).

3.2.4.2. Calicata.

Se excavó una calicata y se tomaron muestras por cada capa hasta la profundidad de 1.20 m (ver fotografía N° 05).

3.2.4.3. Análisis de las Muestras y Procesamiento.

Las muestras de suelo tomadas en campo a tres niveles de profundidad, fueron llevadas para su procesamiento al Laboratorio de Recursos Hídricos de la Facultad de Ingeniería Agrícola – Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

➤ Análisis Físico del Suelo.

• Textura del Suelo.

El Método del Hidrómetro o de Bouyoucos se utilizó para determinar datos de porcentaje de Arcilla, Limo y Arena, y con ayuda del triángulo textural se determinó la textura (ver Gráfico N° 03).

$\%Aa = 100 - 1LHC \times 2$	$\%Ar = 2LHC \times 2$	$\%Lo = 100 - (\%Aa + \%Ar)$
------------------------------	------------------------	------------------------------

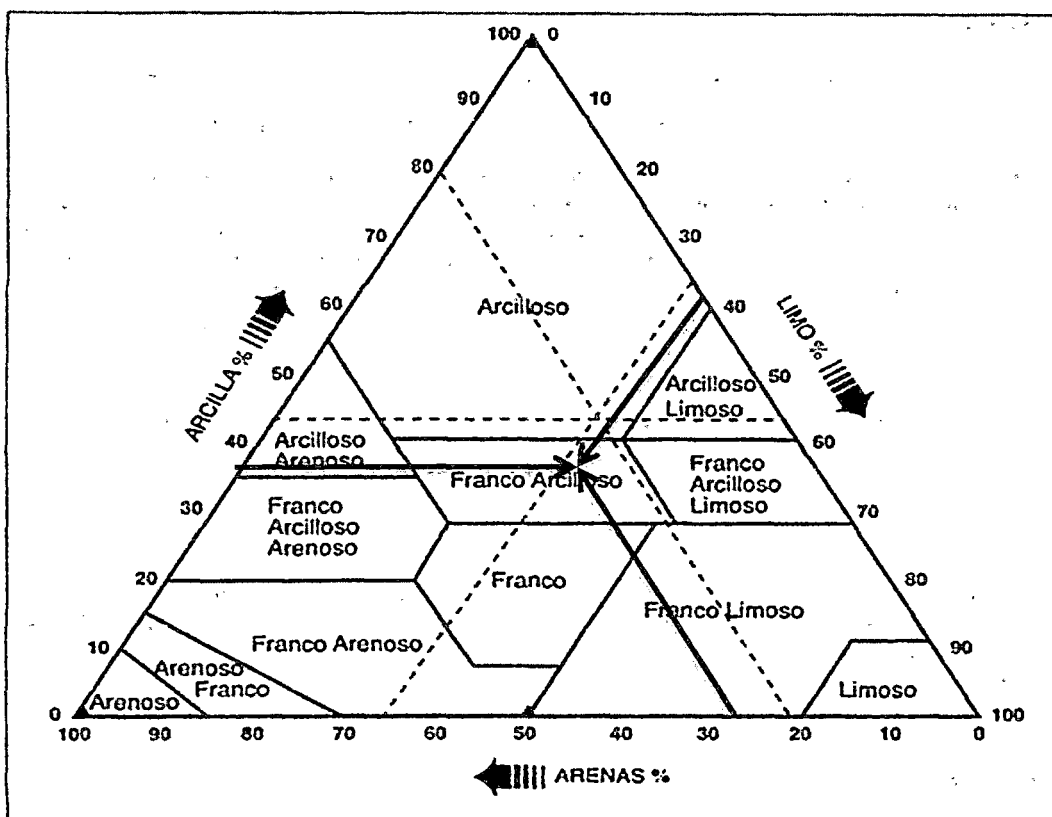
$$FC = T^{\circ}F \times 2 \rightarrow LHC = LH + FC$$

LHC: Lectura de hidrómetro corregida

.FC: Factor de corrección.

T°F: Temperatura en Grados Fahrenheit.

Grafico N° 03: Triángulo Textural



- **Densidad Aparente.**

Se determinó aplicando el método de la probeta; es una relación que expresa la masa del suelo a la estufa y el volumen total del suelo.

$$Da = \frac{Pss}{Vt}$$

Donde:

Da = Densidad Aparente (gr/cm³). Pss = Peso del Suelo Seco (gr.).

Vt = Volumen total del suelo (cm³).

- **Densidad Real.**

Se determinó utilizando el método de la Fiola, el cual comprende los siguientes pasos:

- Se pesa la Fiola, teniendo cuidado de que se encuentre seco y limpio, se anota la lectura del peso y luego se pesa 5 gr de suelo seco y tamizado.
- Se coloca agua destilada hasta la marca de calibración en el cuello de la Fiola y luego se anota el peso.
- Dentro de la Fiola vacía se coloca la muestra de suelo pesada, se agrega agua destilada hasta la mitad de la Fiola y se agita para que se combine el suelo con el agua, luego se llena la Fiola hasta la marca de calibración y se anota la lectura del peso. Luego se toma la temperatura del agua dentro de la Fiola.
- Finalmente, con los datos obtenidos se calcula la Densidad Real, utilizando la siguiente formula:

$$Dr = \frac{Dag(P_s)}{P_{FA} + P_{FS} - P_{FSA} - P_F}$$

Donde:

Dr = Densidad Real (gr/cm³).

Dag = Densidad del agua en gr/ml a la temperatura de observación.

P_s = Peso del suelo (gr).

P_{FA} = Peso de la Fiola + Agua (gr).

P_F = Peso de la Fiola vacía (gr).

P_{FS} = Peso de la Fiola + Suelo (gr).

P_{FSA} = Peso de la Fiola + Suelo + Agua (gr).

• Porosidad.

Se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$Pr = 100 \times \left(1 - \frac{Da}{Dr}\right)$$

➤ **Análisis Químico del Suelo:**

• **Conductividad Eléctrica (CE).**

Se determinó la conductividad eléctrica del extracto de saturación de las muestras de suelo, mediante el conductivímetro, el resultado nos indica la concentración total de sales solubles en el extracto de saturación y está relacionado con la suma de cationes y aniones. La unidad empleada fue ms/cm.

• **Determinación del pH.**

El pH de los extractos de saturación de las muestras de suelo se determinó con el Peachímetro.

3.2.4.4. Coeficientes Hídricos.

➤ **Capacidad de Campo (CC).**

Se determinó mediante el siguiente proceso:

- Se agrega suelo seco y tamizado dentro de una tubería transparente de diámetro de 1" (una pulgada) y largo de 0.40 m, dicha tubería tiene que estar tapada por un extremo con papel filtro, dejando libre 0.15 m para luego agregar agua.
- Se deja drenar de 24 a 72 horas dependiendo del tipo de suelo, hasta que deje de drenar.
- Se extrae la muestra ya drenada y se coloca una porción central de la muestra dentro de un tarro, que debe ser pesado estando vacío, luego se coloca dentro de la estufa por un periodo de 24 horas.
- Se extrae el tarro de la estufa y se anota la lectura del peso.
- Finalmente, con los datos obtenidos se calcula la Capacidad de Campo, utilizando la siguiente formula:

$$CC = \left(\frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} \right) \times 100$$

Donde:

P_{sh} = Peso del suelo húmedo (gr).

P_{ss} = Peso del suelo seco a estufa (gr).

Y se comparó con:

Fórmula de Peele:

$$Cc = 0.48*Ac+0.162*Lo+0.023*Ar+2,62$$

➤ **Punto de Marchitez Permanente (PMP).**

Está referido al contenido de humedad del suelo en el cual las plantas no pueden reponer el agua suficiente para recobrar su turgencia, por lo que se marchitan permanentemente.

Para el estudio se utilizó las siguientes relaciones:

TABLA N° 01: Porcentaje de C.C para determinar P.M.P.

Suelo Arenoso	:	P.M.P = 0.4 C.C.
Suelo Franco	:	P.M.P = 0.5 C.C.
Suelo Arcilloso	:	P.M.P = 0.6 C.C.

Fuente: Tesis – Bach S. Vilcabana B. (2010) – FIA – UNPRG.

Fórmula de Briggs:

$$P.m.p = 0.302*Ac+0.102*Lo+0.0147*Ar$$

Y se halló el resultado del P.m.p. aplicando la regla de tres simple y comparando datos.

3.2.4.5. Infiltración.

➤ **Prueba de Infiltración y Velocidad de Infiltración.**

Se realizó la prueba de infiltración en el campo, empleando el método de los cilindros infiltrómetros y teniendo en cuenta la textura (ver fotografía N° 06). Luego con los datos obtenidos se determinó la velocidad de infiltración básica. Las características de la infiltración de un suelo constituyen el elemento básico para poder efectuar un adecuado diseño del sistema de riego y determinar el tiempo de riego.

3.2.5. Estudio de los Recursos Hídricos.

3.2.5.1. Caudal Disponible.

La dotación de agua para el sistema de riego es el agua proveniente de un manantial (ver fotografía N° 01), que tiene un caudal mínimo en tiempos de estiaje de 1.02 l/s. y el cual se turna con otro predio siendo los turnos un día cada uno (según dato del propietario); esta información es muy importante debido a que será uno de los factores para el diseño del sistema de riego.

3.2.5.2. Calidad de Agua.

Para esto se extrajo una muestra de agua del manantial, con los cuidados previos para prevenir alteraciones en la muestra, luego esta muestra se llevó al laboratorio de la Facultad de Agronomía – Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, donde se determinó los siguientes parámetros:

- | | |
|---------------------------|----------------|
| - Conductividad eléctrica | - ph |
| - Calcio. | - Magnesio. |
| - Sodio. | - Potasio. |
| - Carbonato. | - Bicarbonato. |
| - Sulfato. | - Cloruro. |



Para determinar la conductividad eléctrica y el ph se utilizará el conductímetro y Peachímetro respectivamente, y para los aniones y cationes se utilizará el método de titulación.

3.2.6. Cultivo a Considerar en el Diseño.

El cultivo a considerar es el café, ya que este actualmente se encuentra sembrado en la parcela y por petición del propietario solo se diseñará para este cultivo.

3.2.7. Diseño Agronómico del Sistema.

3.2.7.1. Cálculo de las Necesidades Hídricas del Cultivo.

A. Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (Eto).

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se empleó el **MÉTODO DE HARGRAVES**, debido a que los datos obtenidos de la estación climatológica “CIRATO”, no eran suficientes para poder aplicar en método de PENMAN o el programa CROPWAT.

B. Cálculo de la Evapotranspiración del Cultivo (Etc).

Se ha elaborado la curva de crecimiento del cultivo de café tomando como referencia los coeficientes de cultivo (Kc) recomendados por la FAO en su manual N° 56. Finalmente, con los datos obtenidos se determina la Evapotranspiración del Cultivo, utilizando la siguiente formula:

$$Etc = Eto \times Kc$$

El Kc depende de las características del cultivo, el ritmo de desarrollo y ciclo de crecimiento del cultivo. Para el diseño agronómico se tomó el máximo valor del periodo vegetativo del cultivo de café.

C. Efecto de localización (Kl).

Consiste básicamente en la corrección de la Evapotranspiración del Cultivo (Etc.) y se determinó utilizando las siguientes fórmulas matemáticas:

$$A = \frac{Ap}{At}$$

Donde:

A : Fracción de área sombreada por el cultivo (m²).

Ap : Fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a medio día en el solsticio de verano ($\pi \cdot Sp^2/4$) (m²).

At : Superficie total (Sp. (esp. Entre planta) x Sf. (esp. Entre filas.))

Este efecto de localización se calculará mediante los métodos de:

Aljibury Et Al Kl = 1.34 A
Decroix Kl = 0.1+A
Hoare Et Al Kl = A+0.5 (1-A)
Keller. Kl = A+0.15 (1-A)

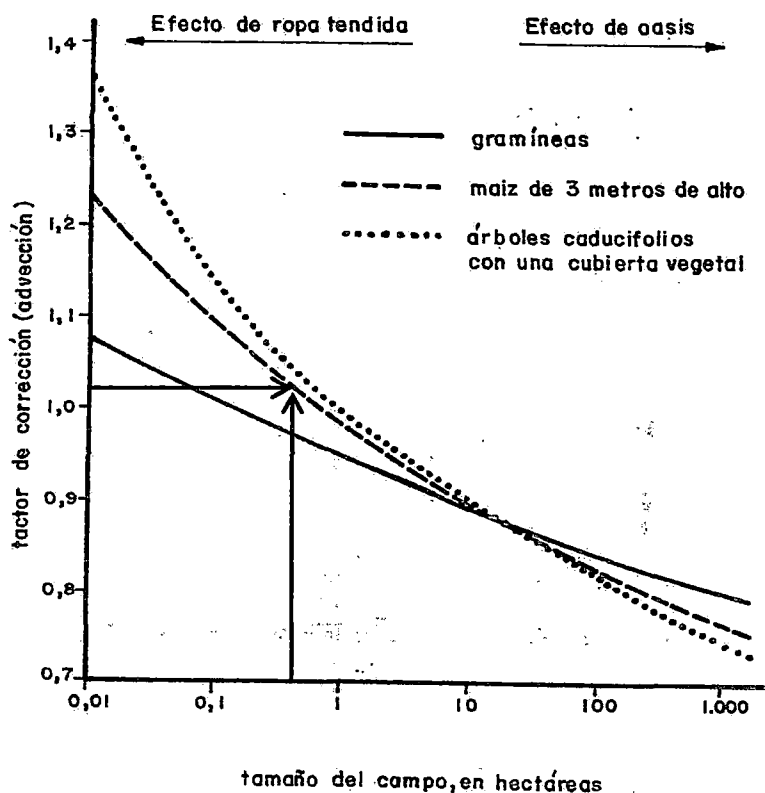
De los cuatro valores se desprecia los valores y se hace el promedios de los dos centrales; esto según el procedimiento del libro de F. Pizarro – Riego Localizado de Alta Frecuencia- Madrid España.

D. Corrección por Condiciones Locales.

Las fórmulas que calculan la Evapotranspiración del Cultivo (Etc), incluyen datos climáticos y no prevén el efecto de la gran cantidad de condiciones locales que pueden influir en la evapotranspiración, estos efectos son por:

- Variación Climática (Kv): Adoptamos el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1.15 y 1.20. Para nuestro proyecto se tomó un valor de Kv = 1.20.
- Variación por Advención (Ka): se calculó con ayuda del Gráfico N° 04.

GRÁFICO N° 04: Variación por Advención.



Fuente: RLAF – Fernando Pizarro C. (1996)

Entonces, la Evapotranspiración Corregida (Etrl.) para el riego localizado se determina con siguiente formula:

$$Etrl = Etc \times KI \times Kv \times Ka$$

E. Necesidades Netas de Riego (Nn).

Conocida la Evapotranspiración Corregida (Etc), las necesidades netas de Riego (Nn) se calculará a partir del balance hídrico.

$$Nn = Etrl - (Pe + Gw + \Delta w)$$

Donde:

Pe = Precipitación efectiva (mm), valor igual 0.

Gw = Aporte capilar (mm), valor igual 0.

Δw = Variación de Almacenamiento de agua (mm), valor igual 0.

F. Necesidades Totales de riego (Nt).

Para el cálculo de las Necesidades Totales a partir de las Necesidades Netas hay que tener en cuenta los siguientes hechos: pérdida de agua por

percolación (K), necesidades de lavado (Lr), eficiencia de aplicación a nivel parcelario (Ea) y el coeficiente de Uniformidad de Riego (CU-valor que se impone a nuestro proyecto), que se unen en la siguiente relación:

$$Nt = \frac{Nn}{(1-K) \times CU}$$

$K = 1 - Ea$
 $K = Lr$
 $Lr = CEi / 2CEe$
 Se elige el valor más alto de K.

Donde:

CEi = Conductividad eléctrica del agua de riego.

CEe = Conductividad eléctrica del extracto de saturación.

TABLA N° 02: Valores de Eficiencia de Aplicación (Ea), Según Keller.

Profundidad de Raíces (m)	Textura			
	Muy porosa (grava)	Arenosa	Media	Fina
< 0.75	0.85	0.90	0.95	0.95
0.75 - 1.50	0.90	0.90	0.95	1.00
> 1.50	0.95	0.95	1.00	1.00

FUENTE: RLAF - Fernando Pizarro C. (1996)

G. Cálculo de la Lámina de Riego (Lr).

Es la lámina de agua que se va a reponer en el suelo para reponer su humedad. Se calcula con la siguiente relación:

$$Lr = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times Pr \times Dap \times Ph \times Ur$$

Donde:

Lr = Lámina de Riego (cm).

CC = Capacidad de campo (%).

PMP = Punto de marchitez permanente (%).

Pr = Profundidad Radicular (cm).

Dap = Densidad aparente (gr/cm³).

Ph = Porcentaje de Área Mojada (%).

Ur = Umbral de Riego (%).

H. Número mínimo de emisores (e).

El número mínimo de emisores por planta está dado por la siguiente fórmula:

$$e > \frac{SP \times P}{100 \times Ae}$$

Donde:

SP = superficie ocupada por la planta (m²).

P = porcentaje de superficie mojada (%).

Ae = área mojada por el emisor (m²) = $\pi \times r^2$ (r = radio del bulbo húmedo).

Pero para determinar el número de emisores según su distanciamiento y número de laterales por planta, se utilizó la siguiente fórmula:

$$e = \frac{Sp \times LP}{Se}$$

Donde:

e = número de mínimo de emisores.

Sp = espaciamiento entre plantas

LP = número de laterales por planta.

Se = espaciamiento entre emisores.

I. Cálculo de la Dosis de Riego (D).

La dosis es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por una unidad de superficie. Se puede expresar como lámina o altura que hay que aplicar generalmente en mm de agua o como volumen, generalmente como m³/ha.

$$D = e \times Ve = Nt \times I$$

Donde:

e = Número de emisores por planta.

Ve = Volumen emitido durante el riego.

J. Cálculo del Intervalo o Frecuencia de Riego (I).

La frecuencia del riego (I), es el tiempo que existe entre riegos consecutivos, cuando no existe aporte por precipitación.

$$I = \frac{e \times Ve}{Nt}$$

* Si la frecuencia de riego da como resultado un número no entero, se redondea al inmediato inferior.

K. Tiempo de Riego (t).

El tiempo de riego necesario para aplicar al suelo las necesidades totales requeridas por el cultivo, dependerá del volumen de riego, numero de emisores y el caudal del emisor.

$$t = \frac{Nt \times I}{e \times qa}$$

Donde:

Nt = Necesidades Totales de riego (mm).

e = Numero de emisores por hectárea (unid/ha).

qa = Caudal medio del emisor (l/hr).

I = Intervalo de riego (días)

En el diseño se considera que el tiempo máximo de operación diaria es de 10 h/día.

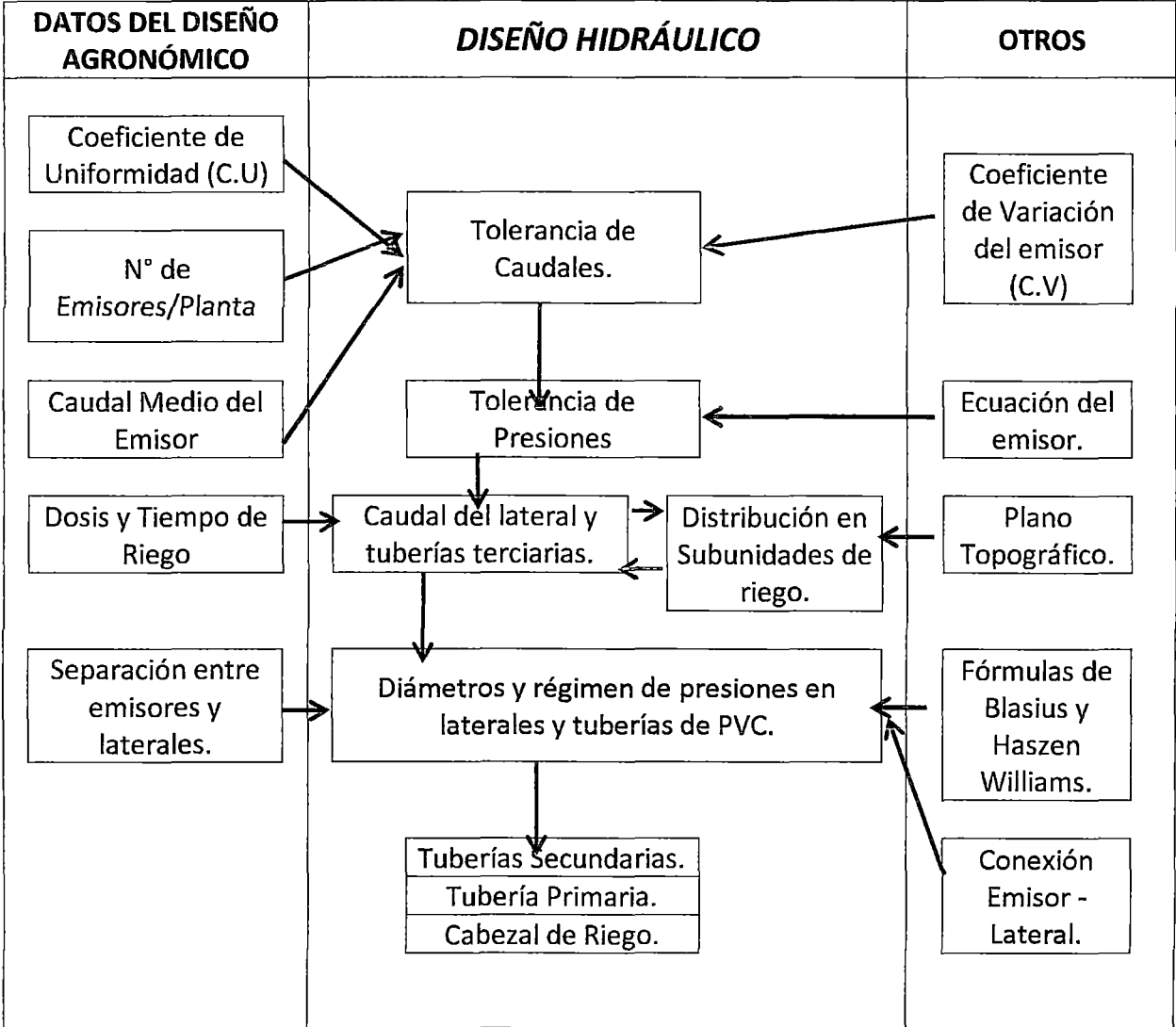
L. Balance Hídrico.

Se calculó primero la oferta hídrica del manantial, considerando los caudales mínimos de cada mes de todo un año; luego se comparó con la demanda hídrica del cultivo de café, para poder asegurar el recurso hídrico al sistema de riego.

3.2.8. CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO.

3.2.8.1. Secuencia del Diseño Hidráulico.

GRAFICO N°05 : SECUENCIA DEL DISEÑO HIDRAULICO



Fuente: RLAF - Fernando Pizarro C. (1996)

3.2.8.2. Tolerancia de Caudales.

Este proyecto se ha diseñado con **goteros autocompensados** debido a la pronunciada pendiente, es por esto que no se determinó la tolerancia de caudales.

3.2.8.3. Tolerancia de Presiones.

Debido a lo mencionado en el párrafo anterior, se tuvo que tener en cuenta el rango de presión de trabajo de los goteros (presión min.=4m.c.a y presión máx.=30m.c.a), para calcular la presión de entrada en el sector de riego.

3.2.8.4. Diseño de la Subunidad de Riego.

El diseño de la subunidad de riego incluye la distribución en planta de las tuberías Portalaterales y laterales, la determinación de los caudales de estas tuberías y el cálculo de los diámetros y régimen de presiones. El cálculo en el proyecto se tuvo en cuenta la presión mínima y máxima de trabajo del gotero, y los valores de h_n y H_n deben de cumplir lo siguiente:

$$h_{ns} > H_{\min\text{-trab.}}$$

$$H_u < H_{\max\text{-trab.}}$$

Donde:

$h_{ns} = h_n$ = Presión mínima en la subunidad de riego.

H_u = Presión última en el portalateral.

$h_{\min\text{-trab}}$ = Presión mínima de trabajo del gotero

$h_{\max\text{-trab}}$ = Presión máxima de trabajo del gotero

3.2.8.5. Cálculo de laterales de riego.

En este proyecto se diseñaran **laterales**, considerando que irán colocados paralelamente a las curvas de nivel, responden a la siguiente ecuación:

$$h_n = h_m - h_f$$

$$h_f = J \times LI \times F$$

Donde:

$$J = 0.473 \times d^{-4.75} \times q^{1.75}$$

Fórmula de Blazius

d = diámetro interno (mm).

q = caudal del lateral (l/h).

LI = Longitud del lateral (m).

F = Factor de Cristhiansen.

$$F = \frac{1}{1 + \beta} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{\beta - 1}}{6n^2}$$

Donde:

B = Exponente de la fórmula de Blazius para el cálculo de tuberías en laterales.

n = es el número de salidas en el lateral o número de emisores.

3.2.8.6. Cálculo de tuberías Portalaterales, Secundaria y Primaria.

Se calcularon las diferentes características de estas tuberías tales como diámetros, caudales, pérdidas de carga, presiones, etc. Teniendo en cuenta que a velocidades menores de 0.6 m/s originan sedimentación, y velocidades mayores a 2.0 m/s originan demasiadas perdidas de presión, envejecimiento rápido de tuberías y costos más altos de energía, por lo que se tomó el siguiente criterio:

$$0.6 \text{ m/s} < \text{velocidad} < 2.0 \text{ m/s}$$

Este criterio también se aplicó en cálculo de los laterales.

Se calculó las pérdidas de carga unitarias (m/m) en las tuberías Portalaterales con las formulas y procedimiento que en cálculo de los laterales.

Se calculó las pérdidas de carga unitarias (m/m) en las tuberías secundarias y primarias, empleando la fórmula de Hazen y Williams:

$$J = 1.139 \times 10^9 \times \frac{Q^{1.852}}{D^{4.85} \times C^{1.852}}$$

Donde:

J = pérdida de carga unitaria (m/m).

Q = caudal que pasará por la tubería (m³/h).

D = diámetro de la tubería (mm).

C = coeficiente de fricción y que varía de acuerdo al material.

TABLA N° 03: Coeficiente de Fricción para diferentes materiales de tuberías.

MATERIAL	C
PVC	150
Fibrocemento	140
Hormigón	128
Acero nuevo	120
Acero usado	110
Fundición nueva	100
Fundición usada	85

FUENTE: RLAF - Fernando Pizarro C. (1996)

3.2.8.7. Cálculo del Requerimiento de Presión y Caudal del Sistema.

Se analizó los turnos y subunidades de riego, tomando los valores máximos de caudal y presión. Se analizaron las pérdidas de los accesorios y materiales a incluirse en el diseño, y para determinar la pérdida de cara se utilizó la siguiente fórmula:

$$Hfa = K \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Donde:

Hfa = pérdida de carga del accesorio (m.c.a)

K = coeficiente del accesorio.

g = aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

TABLA N° 04: Coeficiente de pérdida de cargas singulares (K)

Accesorio	K
Codo de 90°	0.9
Válvula de pie	2.5
válvula de compuerta abierta 25 %	24
válvula de compuerta abierta 50%	5.6
válvula de compuerta abierta 75%	1.15
válvula de compuerta abierta 100%	0.19
válvula de globo abierta	10
válvula de no retorno	2.5
contracción brusca	
Ø entrada/Ø salida = 0.25	0.42
Ø entrada/Ø salida = 0.50	0.32
Ø entrada/Ø salida = 0.75	0.19
Expansión brusca	
Ø entrada/Ø salida = 0.25	0.92
Ø entrada/Ø salida = 0.50	0.56
Ø entrada/Ø salida = 0.75	0.19
Tee	1.8
Codo 45°	0.42
Codo cuadrado	1.8

Fuente: Tesis – Bach. Segundo Sarango N. (2010) – FIA – UNPRG.

3.2.9. Componentes Complementarios del Sistema de Riego.

3.2.9.1. Captación.

Se diseñó una captación **Tipo Bocatoma en un Manantial de Ladera y Concentrado**, aplicando el siguiente procedimiento:

DISEÑO HIDRAULICO:

- Cálculo de la distancia entre afloramiento y la cámara húmeda.
- Cálculo del ancho de la pantalla.
- Número de orificios.
- Cálculo de altura de cámara húmeda.
- Dimensionamiento de la canastilla.
- Calculo de la tubería de rebose y limpieza.

DISEÑO ESTRUCTURAL:

- Dimensionamiento previo.
- Chequeo por volcadura.
- Chequeo por asentamiento.
- Chequeo por deslizamiento.

3.2.9.2. Aducción.

Se diseñó una tubería que conducirá el agua desde la captación hasta el reservorio, considerando la máxima necesidad hídrica del cultivo para el caudal de captación y que la velocidad sea mayor que 0.6m/s y menor a 2.5m/s.

3.2.9.3. Reservorio Revestido con Geomembrana.

Para determinar las características del reservorio, se realizó lo siguiente:

A. Datos necesarios para el Cálculo:

- Talud (Z).
- Altura mayor del agua (h) – m.
- Borde libre (Bl) – m.
- Caudal de entrada (Qe) – l/s.
- Diámetro de la tubería de descarga ($\emptyset t$) – pulg.
- Pendiente transversal a lo largo del fondo (S) - %.

- Ancho del borde de anclaje (A_b) – m.
- Longitud del anclaje subterráneo (L_{as}) – m.
- Tiempo de embalse (T_e) – hr.
- Largo del fondo (l) – m.
- Ancho del fondo (b) – m.

B. Dimensiones y cálculos hidráulicos del reservorio.

- Volumen neto de diseño (V_n)

$$V_n = 3.6 Q_e \cdot T_e \quad (m^3)$$

Largo del reservorio en la altura mayor del agua (L)

$$L = l + 2 Z h \quad (m)$$

- Ancho del reservorio en la altura mayor del agua (B)

$$B = b + 2 Z h \quad (m)$$

Largo del reservorio en la altura mayor del agua +BI (L_t)

$$L_t = l + 2 Z (h + BI) \quad (m)$$

- Ancho del reservorio en la altura mayor del agua +BI (B_t)

$$B_t = b + 2 Z (h + BI) \quad (m)$$

- Área del fondo (A_f)

$$A_f = l \cdot b \quad (m^2)$$

- Área del espejo de agua en la altura mayor del agua (A_e)

$$A_e = L \cdot B \quad (m^2)$$

- Altura menor de agua (h') a reservorio lleno, debido al pendiente (h').

$$h' = h - S x b \quad (m)$$

- Área a la altura que se llega con la pendiente (A_p)

$$A_p = (b + 2 \cdot S \cdot h \cdot Z / (1 - S h)) \cdot (l + 2 \cdot S \cdot h \cdot Z / (1 - S h)) \quad (m^2)$$

- Volumen del Reservorio en h sin considerar S (V_r)

$$V_r = (l \cdot b + L \cdot B) + (l \cdot b \cdot L \cdot B)^{0.5} \cdot h / 3 \quad (m^3)$$

- Volumen del Reservorio en $h + BI$ sin considerar S (V_t)

$$V_t = (l \cdot b + L_t \cdot B_t) + (l \cdot b \cdot L_t \cdot B_t)^{0.5} \cdot (h + BI) / 3 \quad (m^3)$$

- Reducción de volumen por pendiente (V_p)

$$V_p = ((S \cdot b) / (1 - S \cdot Z)) \cdot (A_p + A_f + (A_p \cdot A_f)^{0.5}) / 3 / 2 \quad (m^3)$$

- Volumen Neto Calculado en h y considerando S (Vnc)

$$V_{nc} = (h \cdot (A_f + A_e + (A_f \cdot A_e)^{0.5}) / 3 - V_p) \quad (m^3)$$

- Volumen Total con Borde Libre y considerando S (Vts)

$$V_{ts} = ((h + BL) \cdot (A_f + L_t \cdot B_t + (A_f \cdot L_t \cdot B_t)^{0.5}) / 3 - V_p) \quad (m^3)$$

- Tiempo de embalse Calculado (Tec)

$$T_{ec} = 0.278 \cdot V_{nc} / Q_e \quad (hr \text{ y } min)$$

- Caudal máximo de descarga (Qd)

$$Q_d = C_d \cdot A \cdot (2gh)^{0.5}$$

Donde:

g = aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

A = Área del orificio de descarga

Para la descarga por tubería (sección circular):

$$Q_d = 0.5067 \cdot C_d \cdot \emptyset_t^2 \cdot (2gh)^{0.5}$$

Donde:

\emptyset_t en pulg y Qd el l/s

Se considera $C_d = 0.65$

$$Q_d = 0.5067 \cdot 0.65 \cdot \emptyset_t^2 \cdot (2gh)^{0.5} \quad (l/s)$$

- Tiempo de Mínimo de Descarga (Tm)

$$T_m = 0.278 \cdot V_{nc} / Q_d \quad (hr \text{ y } min)$$

C. Cálculo de la Geomembrana.

- Longitud de talud a h : (Lot) sin Bl

$$L_{ot} = h \cdot (Z^2 + 1)^{0.5} \quad (m)$$

- Longitud de talud a h + Bl : (Lta)

$$L_{ta} = (h + Bl) \cdot (Z^2 + 1)^{0.5} \quad (m)$$

- Área de taludes (Ata)

$$A_{ta} = (l + L_t) \cdot L_{ta} + (b + B_t) \cdot L_{ta} \quad (m^2)$$

- Área de anclaje (**Aa**) (m²)

$$Aa = (Lt + 2Ab) * (Bt + 2Ab) - Lt * Bt + 2(Lt + 2Ab) * Las + (Bt + 2Ab) * Las \quad (m^2)$$

- Área neta de Geomembrana (**Ag**)

$$Ag = Af + Aa + Ata \quad (m^2)$$

D. Longitud y Ancho del Reservorio en Corona.

$$Lrev = [l + 2(Lta + Ab + Las)] \quad (m)$$

$$Brev = [b + 2(Lta + Ab + Las)] \quad (m)$$

- Area del reservorio en corona

$$Arev = Lrev * Brev \quad (m^2)$$

3.2.9.4. Cálculo del sistema de filtrado.

Se diseñó teniendo en cuenta el diámetro de los agujeros de las mallas o anillas no supere 1/7 del diámetro de paso del gotero, además se tuvo en consideración las especificaciones técnicas del mismo como son el número de mesh (número de agujeros/pulgada lineal) y el N° micrón (diámetro de los agujeros de paso del agua).

3.2.9.5. Sistema de fertirriego.

El sistema de fertirrigación se diseñó teniendo en cuenta que no se cuenta con energía para poder inyectar a alta presión la solución de abono u otros.

3.2.10. Metrados y Presupuesto del Proyecto.

Se ha elaborado los metrados y presupuesto del proyecto mediante cuadros en Excel y utilizando el programa S10.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA.

Los datos meteorológicos con un período de 4 años de la Estación Climatológica "CIRATO", expresan en promedio lo siguiente:

- **Temperatura.-** Las temperaturas promedios anuales son:
 - T°. Máxima Promedio Anual : 27.10 °C
 - T°. Media Promedio Anual : 22.76 °C
 - T°. Mínima Promedio Anual : 18.41 °C
- **Precipitaciones.-** Las precipitaciones en la zona de estudio son mínimas (0.03 mm), solamente en los meses de verano (Febrero a Mayo) se producen incrementos de lluvias, por lo que no se tuvo en consideración el proyecto.
- **Humedad Relativa.-** La humedad relativa promedio anual es 69.96%.
- **Viento.-** La velocidad del viento promedio anual es 4.05 m/s.

4.2. TOPOGRAFÍA.

Se realizó un levantamiento topográfico, con el cual se confeccionó un plano topográfico a una escala 1/500 (Plano N° 02), del cual se pudo concluir que El fundo "QUERGUER", posee una altitud máxima de 1121.75 m.s.n.m., una altitud mínima de 1066.0 m.s.n.m., presenta pronunciados desniveles, que van desde 7.5% hasta 35% en dirección E-O, y en dirección S-N el desnivel promedio es de 37% por lo que se utilizará este desnivel para darle presión al sistema de riego.

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

4.3.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL SUELO.

4.3.1.1. Textura.

Los suelos del predio del proyecto son de textura pesada en promedio, lo que nos indica que es un suelo retentivo de agua. Los resultados de los análisis de suelo, en sus respectivas profundidades, se muestran en el cuadro N° 02. Los resultados detallados de la Textura se presentan en el Formato N° 01.

**CUADRO N° 02:
TEXTURA DEL SUELO**

MUESTRA	PROFUN. (cm)	PORCENTAJE			TEXTURA	OTRA CARACTERÍSSTICA
		Aa.	Lo.	Ar.		
M-1	00 - 30	22	49	29	Fr. Ar.	35% de grava + 5% de piedra
	30 - 60	25	45	30	Fr. Ar.	
	60 - 90	28	37	35	Fr. Ar.	
M-2	00 - 30	24	45	31	Fr. Ar.	30% de grava + 5% de piedra
	30 - 60	29	29	42	Ar.	
	60 - 90	27	43	30	Fr. Ar.	
M-3	00 - 30	16	41	43	Ar. Lo.	40% de grava + 5% de piedra
	30 - 60	19	40	41	Ar. Lo.	
	60 - 90	17	43	40	Ar. Lo.	
M-4	00 - 30	21	44	35	Fr. Ar.	35% de grava + 5% de piedra
	30 - 60	34	34	32	Fr. Ar.	
	60 - 90	28	40	32	Fr. Ar.	
M-5	00 - 30	30	29	41	Ar.	30% de grava + 5% de piedra
	30 - 60	31	36	33	Fr. Ar.	
	60 - 90	15	43	43	Ar. Lo.	

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

4.3.1.2. Densidad.

Los resultados se presentan en el Cuadro N° 03, observándose que los valores de densidad aparente oscilan entre 1.14 gr/cm³ a 1.27 gr/cm³; y la densidad real varió entre 2.41 gr/cm³ a 2.49 gr/cm³, correspondientes a su tipo de suelo.

Los resultados detallados de la Densidad Real se presentan en el Formato N° 02

4.3.1.3. Porosidad.

La porosidad varió entre 48.3 % a 53.3 %, y los resultados se muestran en el Cuadro N° 03

CUADRO N° 03
DENSIDAD APARENTE, DENSIDAD REAL Y POROSIDAD

MUESTRA	PROFUND. (cm)	DENSIDAD APARENTE gr/cm ³	DENSIDAD REAL gr/cm ³	POROSIDAD (%)
M-1	00 - 30	1.25	2.46	49.2
	30 - 60	1.24	2.47	49.8
	60 - 90	1.19	2.48	52.0
M-2	00 - 30	1.17	2.48	52.8
	30 - 60	1.15	2.45	53.1
	60 - 90	1.25	2.49	49.7
M-3	00 - 30	1.16	2.42	52.0
	30 - 60	1.18	2.42	51.3
	60 - 90	1.15	2.41	52.3
M-4	00 - 30	1.25	2.46	49.1
	30 - 60	1.23	2.47	50.1
	60 - 90	1.26	2.48	49.2
M-5	00 - 30	1.14	2.44	53.3
	30 - 60	1.27	2.46	48.3
	60 - 90	1.20	2.41	50.2

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

4.3.1.4. Contenido de Sales y pH.

El resultado del análisis de Conductividad Eléctrica y el pH de los suelos se muestra en el Cuadro N°04.

La conductividad eléctrica promedio en el área de trabajo, fue de 0.65 ms/cm, que según la Tabla N° 03, se puede decir que los efectos en los rendimientos de la producción de café **son insignificantes**.

Y se obtuvo un pH promedio 7.59 lo que indica que es ligeramente alcalino.

CUADRO N° 04
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA Y pH DEL SUELO

MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	C. E. (ms/cm)	PH
M-1	00 - 30	1.22	7.58
	30 - 60	0.64	7.68
	60 - 90	0.62	7.80
M-2	00 - 30	1.39	7.56
	30 - 60	0.62	7.70
	60 - 90	0.55	7.79
M-3	00 - 30	0.51	7.44
	30 - 60	0.40	7.49
	60 - 90	0.45	7.44
M-4	00 - 30	0.63	7.33
	30 - 60	0.54	7.80
	60 - 90	0.54	7.65
M-5	00 - 30	0.50	7.41
	30 - 60	0.52	7.45
	60 - 90	0.56	7.80

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

TABLA N° 05: Efectos que producen las sales del suelo en los cultivos.

Clase	C.E.e. mmhos/cm	Efectos
I Baja	Menos de 2	Insignificantes
II Media	2 - 4	Pueden ser restringidos los rendimientos de cultivos.
III Alta	4 - 8	Son restringidos los rendimientos de muchos cultivos.
IV Muy Alta	8 - 16	Solo cultivos muy tolerantes rinden satisfactoriamente.
V Excesiva	mayor de 16	Poquísimos cultivos tolerantes rinden satisfactoriamente.

FUENTE: TESIS –Bach. Santos Vilcabana B. (2010) – FIA – UNPRG.

4.3.2. COEFICIENTES HÍDRICOS.

Los resultados se observan en el Cuadro N° 05, se puede observar que la capacidad retentiva es alta. La Capacidad de Campo promedio en el área de trabajo, fue de 33.23 %; y el Punto de Marchitez Permisible promedio fue de 18.02 %.

Los resultados detallados se presentan en el Formato N° 03.

**CUADRO 05:
COFECIENTES HIDRICOS**

MUESTRA	CAPACIDAD DE CAMPO C.C (%)	PUNTO MARCH. PERMANT. P.M.P. (%)	HUMEDAD APROVECH.H.A (%)
M-1	31.5	17.7	13.8
	31.4	17.7	13.7
	34.0	19.3	14.8
M-2	33.4	18.8	14.6
	38.4	21.9	16.5
	31.4	17.7	13.7
M-3	33.8	19.4	14.4
	34.6	19.8	14.8
	34.6	19.8	14.8
M-4	30.3	17.2	13.1
	32.0	18.0	14.0
	30.1	17.0	13.1
M-5	37.4	21.3	16.1
	32.9	18.5	14.4
	32.5	18.7	13.8

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

4.3.3. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN.

Los resultados se indican en el Cuadro N° 06, donde se aprecia los valores de 5.29 cm/hr., 9.60 cm/hr. y 13.32 cm/hr. y de acuerdo a la tabla N° 05 pertenecen a las clases designadas como una infiltración Moderada, Moderadamente Rápida y Rápida , respectivamente.

**CUADRO N° 06
VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN DEL SUELO**

PRUEBA	LÁMINA ACUMULADA lacum (cm)	VELOC. DE INFILT. INSTANTÁNEA li (cm/hr)	VELOC. DE INFILT. ACUMULADA la (cm/hr)	TIEMPO DE INFILT. BÁSICA T(min)	VELOCIDAD DE INFILT. BÁSICA lb (cm/hr)
I	$0.8702 \times T^{0.7363}$	$40.1682 \times T^{-0.2794}$	$52.2145 \times T^{-0.2637}$	167.65	9.60
II	$2.3243 \times T^{0.6490}$	$117.1699 \times T^{-0.4065}$	$139.4595 \times T^{-0.3510}$	218.13	13.32
III	$0.6241 \times T^{0.7011}$	$31.7948 \times T^{-0.3376}$	$377.4434 \times T^{-0.2989}$	202.55	5.29

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

TABLA N° 06: Clasificación de la infiltración según el USDA de los EE.UU.

CLASE	INFILTRACIÓN BÁSICA (cm/hr)
Infiltración lenta	menor a 0.5
Infiltración moderadamente lenta	0.5 - 2.0
Infiltración moderada	2.1 - 6.0
Infiltración moderadamente rápida	6.1 - 13.0
Infiltración rápida	13.1 - 25.0
Infiltración muy rápida	mayor a 25.0

FUENTE: USDA: United States Department of Agriculture.

TABLA N° 07: Velocidad de infiltración básica según textura de suelo.

TEXTURA	INFILTRACIÓN BÁSICA (mm/hr)
Arcilloso	3.8
Franco arcilloso	6.4
Franco limoso	7.6
Limoso	8.0
Franco	8.9
Limo arenoso	10.0
Arenoso limoso	15.0
Franco arenoso	16.0
Arenoso	19.0
Arenoso grueso	50.0

FUENTE: J.F.Soto H., M.D.G.P.S.R.A.L. Vasado en la publicación 24 FAO.

Según la clasificación de la FAO, ver TABLA N°06, los datos obtenidos en el cuadro N° 06 no están dentro de sus rangos según su textura, esto debido a que el suelo tiene un alto contenido de grava y piedra, la cual permite la rápida infiltración del agua en el suelo. Por este motivo se decidió realizar una prueba de campo con goteros.

4.4. CANTIDAD Y CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

Según los aforos realizados y de acuerdo a las referencias históricas dadas por el propietario, el mínimo caudal que proporciona el manantial “Quebradonda”, en los meses de estiaje (Agosto a Enero) es de 1.20 l/s.

El resultado de la medición de la C.E., pH, calcio, magnesio, sodio, carbonato, bicarbonato, se presenta en el Cuadro N°07.

CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	UNIDAD	VALOR
Conductividad eléctrica	CE	us/cm	770.00
pH	pH	s/u	7.21
SALES SOLUBLES:			
CATIONES:			
Calcio	Ca	me/l	2.60
Magnesio	Mg	me/l	2.32
Sodio	Na	me/l	2.90
Potasio	K	me/l	0.20
ANIONES:			
Carbonato	CO3	me/l	0.00
Bicarbonato	HCO3	me/l	2.00
Sulfato	SO4	me/l	2.30
Cloruro	Cl	me/l	3.40
Relación de Absorción de Sodio	RAS	s/u	1.85
Carbonato de sodio Residual	CSR	me/l	-2.92
Porcentaje de Sodio Intercambiable	PSI	%	1.45
CLASE		s/u	C3-S1

GRÁFICO N° 06: Nomograma para Clasificar el Agua de Riego.
(US SALINITY LABORATORY)

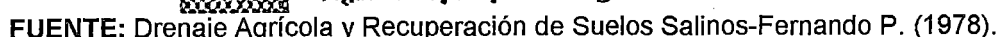


TABLA N° 08: Clasificación de agua de riego de acuerdo con el CRS.

Clase	Valor del CSR en (me/l)
Buena	Menor de 1.25
Condicionada	1.25 – 2.50
No Condicionada	Mayor de 2.50

FUENTE: Tesis – Bach. Santos Vilcabana B. (2010) – FIA – UNPRG.

Comparando, los datos presentados en el Cuadro N° 07, con la Tabla N° 07 y el Grafico N° 06, el agua del manantial se clasificaría como Agua Utilizables para el Riego con Precauciones (C3-S1), por lo que se tendrá que aplicar una lámina de lavado (LR), que se calculará más adelante.

Y se obtuvo un pH 7.21 lo que indica que es Ligeramente Alcalino.

4.5. CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (Eto).

El cálculo se realizó utilizando el METODO DE HARGREAVES a partir de los datos de 4 años, obtenidos de la Estación Climatológica “CIRATO” (la estación más cercana a la zona del proyecto); los resultados se presentan en el Cuadro N° 08.

El mes de evapotranspiración más alto es Noviembre, con un valor de Eto = 4.37 mm/día.

CUADRO N° 08
MÉTODO DE HARGREAVES

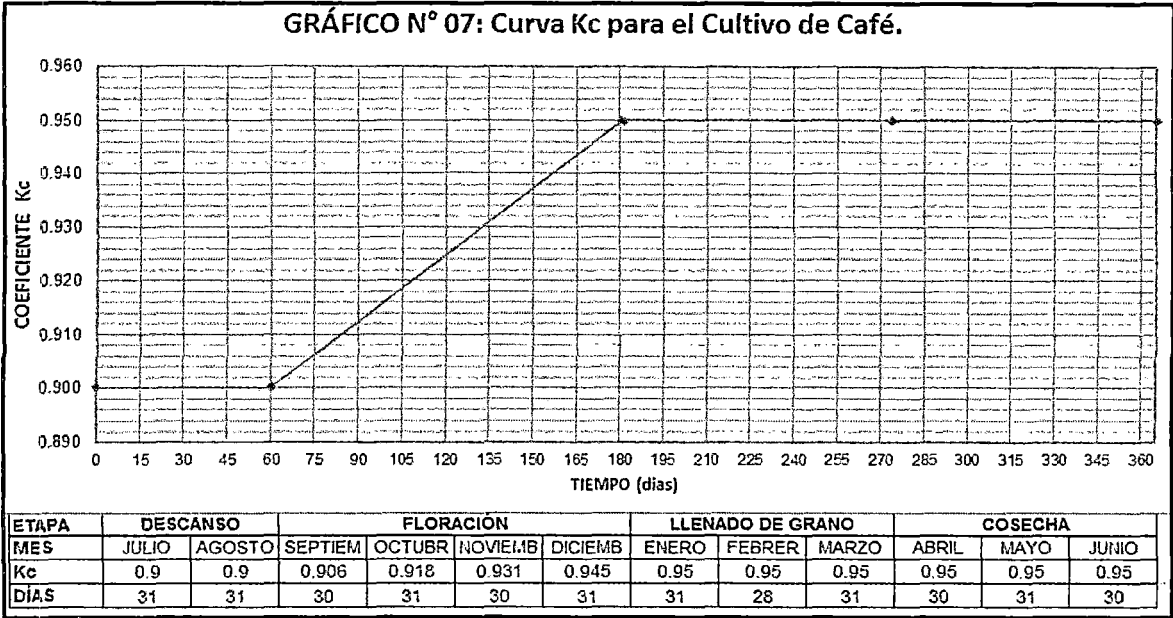
$$ETP = 0.0023 \times Ra \times (Tm + 17.8) \times (TD)^{\frac{1}{2}}$$

Mes	LAT.	T° Min. Media (°C)	T° Media (°C)	T° Max. Media (°C)	T°Max- T°Min (TD)	TD ^{1/2}	Rad. Extrat. (Ra) mm/día	Evaporac. Potencial (mm/día)
ENERO	6	19.12	22.88	26.63	7.51	2.74	15.80	4.05
FEBRERO	6	19.32	23.06	26.80	7.48	2.74	16.00	4.11
MARZO	6	19.67	23.55	27.43	7.76	2.79	15.60	4.13
ABRIL	6	19.23	22.86	26.49	7.26	2.69	14.70	3.70
MAYO	6	18.46	22.52	26.59	8.13	2.85	13.40	3.54
JUNIO	6	18.14	22.81	27.48	9.34	3.06	12.80	3.65
JULIO	6	17.75	22.83	27.91	10.16	3.19	13.10	3.90
AGOSTO	6	17.87	22.90	27.93	10.06	3.17	14.00	4.15
SEPTIEMB.	6	18.07	22.89	27.72	9.65	3.11	15.00	4.36
OCTUBRE	6	17.68	22.23	26.79	9.11	3.02	15.70	4.36
NOVIEMB.	6	17.48	22.04	26.60	9.11	3.02	15.80	4.37
DICIEMB.	6	18.18	22.54	26.89	8.71	2.95	15.70	4.30

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

4.6. COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc).

Se eligió el Kc para el cultivo de café sin cobertura y para los cálculos el valor máximo del Gráfico N° 07.



Fuente: Estudio FAO, Riego y Drenaje, Manual N° 56 (1990)

Elaborado: Por el Responsable.

4.7. DISEÑO AGRONÓMICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

4.7.1. Tipo de Suelo.

Las características promedio del suelo del predio, se muestran en el Cuadro N° 09.

**CUADRO N°09
DESCRIPCIÓN DEL SUELO**

DESCRIPCION	UNIDAD	VALORES
Textura	s/u	Franco Arcillosa
Densidad Aparente (Dap)	gr/cm ³	1.21
Capacidad de Campo (C.C.)	%	33
Punto de Marchitez Permanente (P.M.P)	%	18
Umbral de Riego (Ur)*	%	0.40
Aporte Capilar (Gw)	mm/día	0.00
Variación en Almacenamiento de Agua (Δ W)	mm/día	0.00
Eficiencia de Aplicación (Ea)	%	90.00

Elaborado: Por el Responsable

* = Dato de la FAO - 56 (1990)

4.7.2. Condiciones Climáticas de la Zona.

Se observan en el Cuadro N° 10.

CUADRO N° 10
CONDICIONES CLIMÁTICAS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
Clima	s/u	Semi - Árido
Evapotranspiración Potencial (Eto.)	mm/día	4.37
Corrección por Condiciones Climáticas:		
a.- Coeficiente de Variación Climática (Kv)	s/u	1.20
b.- Coeficiente de Advención (Ka) - Gráfico	s/u	1.03
Lluvia Efectiva (Pe)	mm/día	0.00

Elaborado: Por el Responsable

4.7.3. Características del emisor y tiempo de riego.

Las Características del emisor y tiempo de bombeo se observan en el Cuadro N° 11:

CUADRO N° 11
CARACTERÍSTICAS DEL EMISOR Y TIEMPO MÁXIMO DE RIEGO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
Coeficiente de Uniformidad (CU)	%	90.00
Coeficiente de Variación (CV)	%	1.0
Caudal del Emisor (qe)	lts/hr	1.0
TIEMPO DISPONIBLE DE PARA REGAR		
Tiempo Máximo de Riego	hr	10.00

Elaborado: Por el Responsable

4.7.4. Superficie a Regar y los Parámetros del cultivo instalado.

El área a ser irrigada corresponde a un **total de 0.6149 ha.**, y las características del cultivo de café se muestran en el cuadro N° 12.

CUADRO N° 12
PARÁMETROS DEL CULTIVO

PARÁMETROS		UNIDAD	CULTIVO A INSTALAR
			CAFÉ
Área de la Parcela (A)		ha	0.61
Marco de Plantación	Espaciamiento entre Plantas	m	1.00
	Espaciamiento entre Filas	m	1.40
Superficie Ocupada Por la Planta (SP)		m ²	1.40
Profundidad de Raíces (Pr)**		m	0.90
Tolerancia del cultivo a la salinidad (Produc. 100%) (CEe)*		ms/cm	1.20
Coeficiente de Necesidad de Lavado (LR)		s/u	0.32
Coeficiente del Cultivo (Kc)		s/u	0.95
Umbral de Riego (Ur)**		%	40.00
Coeficiente de Localización (KI)		s/u	0.72
s/u : Sin Unidad			

Elaborado: Por el Responsable.

* = Dato de Tesis Vilcabana B. - 2010.

** = Dato de Estudio FAO N° 56 Riego y Drenaje



4.7.5. Cálculo de la Necesidad Hídrica del Cultivo.

Los resultados del cálculo de las necesidades de agua del cultivo de café se muestran en el Cuadro N° 12.

CUADRO N° 13
NECESIDAD HIDRICA REQUERIDA DEL CULTIVO

PARÁMETROS	UNIDAD	CULTIVO A INSTALAR
		CAFÉ
Área de la Parcela (A)	ha	0.61
Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm/día	4.37
Evapotranspiración del Cultivo (Etc)	mm/día	4.07
Evapotranspiración Real del Cultivo (Etr)	mm/día	3.52
Necesidades Netas de Riego (Nn)	mm/día	3.52
Necesidades Totales de Riego (Nt)	mm/día	5.76
Necesidad Diaria por Planta (vol)	lts/día/planta	8.06
Lámina de Riego (Lr)	mm	18.61
Intervalo de Riego (I)	día	3.23

Elaborado: Por el Responsable.

4.7.6. Porcentaje de humedad.

Pizarro recomienda porcentajes de humedad según el sistema de riego, los cuales se muestran en la tabla N°08

TABLA N°09: Porcentajes de Humedad Recomendados.

Sistema de Riego	% de Humedad.
Aspersión	100
Goteo	30 – 70
Microaspersión	50 – 70

Fuente: RLAF - Fernando Pizarro C. (1996)

Se estableció inicialmente para el proyecto un porcentaje de superficie húmeda $P = 33\%$.

4.7.7. Radio del bulbo húmedo.

En el cuadro N°14, se muestran los resultados de la prueba de campo realizada para la obtención del radio del bulbo húmedo (Ver Foto N° 09).

CUADRO N° 14: RESULTADOS DE CAMPO EN LA OBTENCIÓN DEL RADIO HÚMEDO.

Caudal del Emisor: 1.6 l/h

Tiempo de riego: 5 horas

Horas regadas	Diámetro Húmedo (m)	Radio Húmedo (m)	Profundidad (m)	Textura de Suelo	Vol. Aplic. (litros)
1.00	0.31	0.155	0.45	Franco Arcilloso	1.60
2.00	0.36	0.180	0.53		3.20
3.00	0.40	0.200	0.68		4.80
4.00	0.42	0.210	0.79		6.40
5.00	0.44	0.220	0.88		8.00
Elaborado: Por el Responsable.					

El área humedecida por el emisor (A_e) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$A_e = \pi * r^2 \quad \text{donde: } r = \text{radio del bulbo húmedo.}$$

$$A_e = \pi * (0.22)^2 = 0.152 \text{ m}^2$$

4.7.8. Cálculo de la frecuencia, tiempo de riego, número de emisores por planta y caudal del emisor.

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro N° 15.

CUADRO N° 15
Frecuencia, tiempo de riego, numero de emisores por planta y caudal del emisor.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALORES
Caudal del Emisor (q_e)	l/h	1.0
Necesidad Diaria por Planta (N_t) (vol)	lts/día/planta	8.06
Profundidad de Raíces	M	0.90
Rango de Profundidad del Bulbo Húmedo	M	0.81 – 1.08
Superficie Ocupada Por la Planta (SP)	m ²	1.40
Porcentaje de Área Húmeda (P) Inicial	%	33.00
Área humedecida por el emisor (A_e) Inicial	m ²	0.15
Número mínimo de emisores (e)	emis/plant	3.04
Espaciamiento entre plantas (S_p)	M	1.00
Numero de laterales por planta (LP)	Und	1.00
Espaciamiento entre goteros (S_e)	M	0.30
Número de emisores en el proyecto(e)	emis/plant	3.33
Intervalo entre riegos (I)	Días	3.31
Intervalo entre riegos en el proyecto (I)	Días	2
Volumen emitido (V_e)	L	4.83
Diámetro según volumen emitido	m	0.41
Área humedecida por el emisor (A_e) en el proyecto	m ²	0.13
Porcentaje de Área Húmeda (P) en el proyecto	%	30.0
Duración del riego (t)	Horas	4.83

Elaborado: Por el Responsable.

En nuestro proyecto se consideró un gotero con un caudal de 1.0 l/h de $S_e=0.30$ m, debido a que así se encuentran en el mercado comercial; y para realizar los cálculos se comparó con el cuadro N° 14. Esto genero un porcentaje de humedecimiento de 30.0%, el cual se encuentra dentro del margen propuesto, por lo que los cálculos realizados se encuentran correctos.

4.7.9. Caudal y Tiempo de Riego en Parcela.

El caudal y tiempo de riego en la parcela del proyecto, se presenta en el **Cuadro N° 16:**

CUADRO N° 16 : TURNOS DE RIEGO FUNDO "QUERGUER"

Caudal Emisor	1.0	l/h
Necesidad de riego	5.76	mm/día
Frecuencia	2.00	Día

Turno	Área	Marco de plantación			N° Emisores por hectárea	N° emisores por sector	Caudal		Precipit	Tiempo de riego	
		Marco plantac.	Distn.	Distan			(m3/h)	(l/s)	horaria	Tiempo	Tiemp
			lateris	Emis.						x sector	x turno
			(m)	(m)					(mm/h)	(h)	(h)
I	0.23	1.4 x 1.0	1.40	0.30	23,810.0	5,578.70	5.58	1.55	2.38	4.83	4.83
	0.23						5.58	1.55			
	0.38	1.4 x 1.0	1.40	0.30	23,810.0	9,062.09	9.06	2.52	2.38	4.83	4.83
	0.38						9.06	2.52			
AREA PROY.	0.61	CAUDAL DEL SISTEMA						4.07	TIEMPO RIEGO		4.83

ELABORACION: POR EL RESPONSABLE.

4.7.10. Balance Hídrico.

A. Cálculo de la demanda hídrica.

La demanda hídrica se determinó teniendo en cuenta todas las características del cultivo y factores que líneas arriba se han descrito; los resultados se muestran en el Cuadro N° 17.

B. Cálculo de la oferta hídrica.

La oferta hídrica se determinó teniendo en cuenta los aforos realizados y de acuerdo a las referencias históricas dadas por el propietario, además que el turno de agua le corresponde interdiariamente, por lo que se tendrá que considerar solamente 15 días por mes de dotación de agua, esto trae como consecuencia que debemos almacenar el doble de agua, de lo que se debería almacenar por día, y los resultados se muestran en el Cuadro N°18.

C. Balance hídrico.

En el Grafico N°08 y en el Cuadro N°19, se muestra el balance hídrico para el cultivo de café, en donde se puede observar que en los meses de setiembre, octubre, Noviembre y diciembre hay una mínima oferta de agua, pero en el resto de los meses estará garantizado la buena dotación de agua.

CUADRO N° 17
DEMANDA HÍDRICA DEL CULTIVO DE CAFÉ

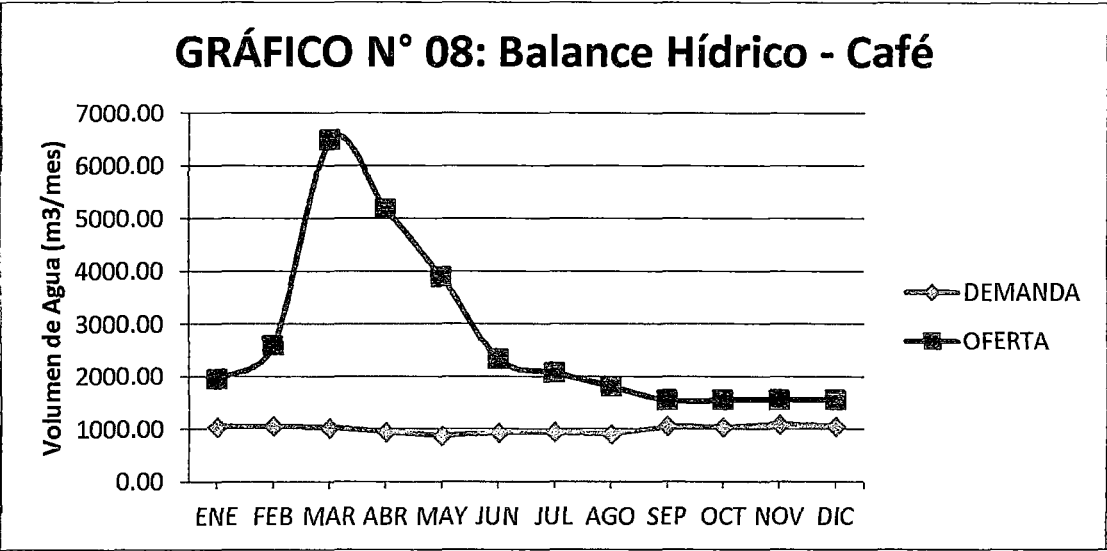
PARÁMETROS	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Evapotranspiración Potencial (Eto)	mm/día	4.05	4.11	4.13	3.70	3.54	3.65	3.90	4.15	4.36	4.36	4.37	4.30
Evapotranspiración del Cultivo (Etc)	mm/día	3.85	3.91	3.92	3.52	3.36	3.47	3.51	3.74	3.95	4.00	4.07	4.06
Evapotranspr. Real del Cultivo (Etr)	mm/día	3.33	3.38	3.39	3.04	2.91	3.00	3.04	3.23	3.42	3.46	3.52	3.51
Necesidades Netas de Riego (Nn)	mm/día	3.33	3.38	3.39	3.04	2.91	3.00	3.04	3.23	3.42	3.46	3.52	3.51
Necesidades Totales de Riego (Nt)	mm/día	5.44	5.53	5.55	4.98	4.76	4.91	4.97	5.29	5.59	5.66	5.76	5.75
N° de días del mes	días	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Necesidades Totales de Riego (Nt)	m3/ha/día	54.43	55.27	55.52	49.77	47.60	49.09	49.66	52.90	55.88	56.63	57.55	57.46
	m3/ha/mes	1687.3	1547.5	1721.2	1493.2	1475.7	1472.6	1539.4	1640.0	1676.5	1755.7	1726.6	1781.2
N° de Hectáreas	ha	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Volumen de Agua demandado	m3/día	33.47	33.98	34.14	30.61	29.27	30.18	30.53	32.53	34.36	34.82	35.39	35.33
	m3/mes	1037.5	1053.5	1024.2	948.8	878.1	935.7	946.6	910.8	1065.3	1044.7	1097.1	1059.9
Vol. Real de Agua a almacenar	m3	66.94	67.97	68.28	61.21	58.54	60.37	61.07	65.06	68.73	69.65	70.78	70.66

CUADRO N° 18
OFERTA DE HÍDRICA DEL MANANTIAL "QUEBRADONDA"

PARAMETROS	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Caudal	l/s	1.50	2.00	5.00	4.00	3.00	1.80	1.60	1.40	1.20	1.20	1.20	1.20
Caudal	m3/hr	5.40	7.20	18.00	14.40	10.80	6.48	5.76	5.04	4.32	4.32	4.32	4.32
Tiempo Disponible	hr	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
	días	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Volumen Ofertado	m3/día	129.60	172.80	432.00	345.60	259.20	155.52	138.24	120.96	103.68	103.68	103.68	103.68
	m3/mes	1944.00	2592.00	6480.00	5184.00	3888.00	2332.80	2073.60	1814.40	1555.20	1555.20	1555.20	1555.20
Área del Proyecto	ha	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Volumen Ofertado por ha/día	m3/ha/día	3161.49	4215.32	10538.30	8430.64	6322.98	3793.79	3372.26	2950.72	2529.19	2529.19	2529.19	2529.19

CUADRO N° 19
BALANCE HÍDRICO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ

Volumen de Agua demandado	m3/mes	1037.53	1053.50	1024.23	948.76	878.12	935.70	946.57	910.84	1065.25	1044.74	1097.06	1059.96
Volumen Ofertado	m3/mes	1944.00	2592.00	6480.00	5184.00	3888.00	2332.80	2073.60	1814.40	1555.20	1555.20	1555.20	1555.20
BALANCE HÍDRICO	m3/mes	906.47	1538.50	5455.77	4235.24	3009.88	1397.10	1127.03	903.56	489.95	510.46	458.14	495.24



4.8. DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEÓ.

4.8.1. Cálculo de laterales de riego.

Para el cálculo de laterales se escogieron los de mayor longitud de cada subunidad, debido a que estos son los que presentan la mayor pérdida de carga. En el Cuadro N° 20 se presenta el cálculo en laterales de riego de cada subunidad.

CUADRO N° 20: CÁLCULO PÉRDIDA DE CARGA EN LA LATERAL

T.R.	S.U.	Lon. lat m	N° Emis.	Caudal lateral (ql) l/s	Diámtr Inter mm	Pérd. Carga Unit. (J) m/m	Factor de Christ Fc	hf m.c.a	hm m.c.a	hn m.c.a	Hmin m.c.a	Chequeo hn>Hmin
I	1	45	150	0.042	14.20	0.010	0.367	0.169	6.04	5.87	5.00	correcto
I	2	45	150	0.042	14.20	0.010	0.367	0.169	9.00	8.83	5.00	correcto

ELABORADO: Por el responsable

En el Formato N° 14 se muestran las pérdidas de carga del arco de riego tipo I, esto debido a que la presión después de este debe estar por encima de la presión mínima de trabajo del gotero.

En el caso de la subunidad de riego 1, después de instalado el sistema de riego por goteo tendrá que verificar que después del arco de riego se tenga una presión mayor a la presión mínima del gotero (Hmin= 4m.c.a)

En el caso de la subunidad de riego 2, después de instalado el sistema de riego por goteo tendrá que obstruirse el paso del agua con las válvulas oblicua y de bola, para generar pérdida de carga y llegar a 9 m.c.a. después del arco de riego, y así evitar que la presión en la tubería sobrepase la presión de trabajo del gotero ($H_{m\acute{a}x}=30\text{m.c.a.}$).

4.8.2. Cálculo de tuberías Portalaterales.

En el Cuadro N° 21 se presenta el cálculo en Portalaterales de riego de cada subunidad.

CUADRO N° 21: CÁLCULO PÉRDIDA DE CARGA EN EL PORTALATERAL

A.R.	L. PL. m	Num. Lat.	Q. PL. l/s	D. I. mm	C	P. C. U. (J) m/m	Fc	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Hmax m.c.a	Vel. m/s	Chequeo Velocidad	Chequeo Hn<Hmax
I	50.00	72.00	1.55	44.00	150	0.027	0.366	0.502	6.04	24.54	30.00	1.02	OK	OK
II	53.00	76.00	2.52	44.00	150	0.067	0.366	1.307	9.00	27.69	30.00	1.66	OK	OK

ELABORADO: Por el Responsable

En los formatos N° 08 y N°09 se muestran los cálculos detallados de las tuberías Portalaterales.

En el formato N° 16 se muestra la presión dinámica y la presión estática del sistema.”

4.8.3. Cálculo de la tubería Secundaria.

En el Cuadro N° 22 se presenta el cálculo de la tubería Secundaria del sistema de riego.

CUADRO N° 22: CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA SECUNDARIA

Longitud tubería secund. m	Caud. T. Sec. l/s	D. I. mm	C	P. C. U. (J) m/m	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Velocidad m/s	Chequeo Velocidad
51.00	2.52	44.00	150	0.067	3.436	7.04	22.60	1.66	OK

ELABORADO: Por el Responsable

4.8.4. Cálculo de la tubería Primaria o Matriz.

En el Cuadro N° 23 se presenta el cálculo de la tubería Primaria del sistema de riego.

CUADRO N° 23: CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA MATRIZ

Longitud tubería matriz (m)	Caudal Tubería Matriz (l/s)	D. l. mm	C	P. C. U. (J) m/m	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Velocidad m/s	Chequeo Velocidad
47.00	4.07	71.20	150	0.020	0.962	0.00	9.04	1.02	OK

ELABORADO: Por el Responsable

4.8.5. Tubería de Aducción.

Se diseñó una tubería con un diámetro de 2 pulg (63mm), con una longitud de 48.23 m, que conducirá el agua desde la captación hasta el reservorio. Los cálculos detallados se encuentran en el Formato N° 12.

4.9. COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO.

4.9.1. Captación.

Se diseñó una captación **Tipo Bocatoma en un Manantial de Ladera y Concentrado**, aplicando procedimiento y fórmulas de R. Agüero. P. (Agua Potable para Poblaciones Rurales):

4.9.1.1. Diseño Hidráulico:

A. Cálculo de la distancia entre afloramiento y la cámara húmeda.

La captación se ubicará dentro del predio donde se llevó a cabo el proyecto, ya que no se pudo colocar muy cerca del afloramiento del manantial debido a que también toma agua de ahí otro agricultor.

B. Cálculo del ancho de la pantalla.

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer en diámetro y el número de orificios que permitirían fluir en agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda, para el cálculo del diámetro de la tubería de entrada (D) se utilizó la siguiente ecuación:

$$A = (Q_{\text{máx.}})/(C_d \times v)$$

Donde:

A = Área de la tubería (m²).

$Q_{\text{máx.}}$ = Gasto máximo de la fuente (m^3/s), se consideró 4.0 l/s.

C_d = Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).

g = Aceleración de la gravedad (9.81m/s^2).

V = Velocidad de paso (se asume 0.50 m/s).

$$A = (0.004) / (0.8 \cdot 0.50) = 0.01 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$D = ((4 \times A) / \pi)^{1/2} = ((4 \times 0.01) / \pi)^{1/2}$$

$$D = 0.11 \text{ m} \longrightarrow D = 4.3 \text{ pulg.}$$

$$D_{\text{asum}} = 2 \text{ pulg.}$$

Número de orificios (NA).

$$NA = ((\text{Área del diámetro calculado}) / (\text{Área del diámetro asumido})) + 1$$

$$NA = 5 \text{ orificios}$$

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla:

$$b = 2 \cdot (6D) + NA \cdot (D) + 3 \cdot D \cdot (NA - 1)$$

$$b = 2 \cdot (6 \cdot 5.08) + 5 \cdot (5.08) + 3 \cdot 5.08 \cdot (5 - 1) = 147 \text{ cm} \approx 1.50 \text{ m}$$

C. Cálculo de altura de cámara húmeda.

La altura de la cámara húmeda se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H_t = A + B + H + D + E$$

Donde:

A = Se considera una altura mínima de 10 cm que permita la sedimentación de la arena.

B = Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida ($D=4\text{pulg.}$).

H = Altura de agua.

D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso de agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm).

E = Borde libre (de 10 a 30 cm)

Para determinar la altura de la captación, es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción. La carga requerida es determinada mediante la ecuación:

$$H = (1.56 \times (Q_{\text{máx.}})^2) / (2 \times g \times A^2)$$

Donde:

H = Carga requerida en m.

$Q_{\text{máx.}}$ = Gasto máximo diario en m^3/s (0.004).

A = Área de la tubería de salida en m^2 (se consideró una tubería de 2 pulg.) (0.002054).

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s .

g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s^2 .

Se recomienda una altura mínima de $H = 30 \text{ cm}$.

$$H = (1.56 \times 0.0042) / (2 \times 9.81 \times 0.004562) = \mathbf{0.31 \text{ m}}$$

Reemplazando los valores identificados, la altura total $H_t = \mathbf{89.08 \text{ cm}}$. En el diseño se consideró una **altura 1.00 m**, esto fue para facilitar la construcción y mantenimiento de la captación.

D. Dimensionamiento de la canastilla.

Para el dimensionamiento se consideró:

Que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el diámetro de la tubería de salida a la conducción (D_c):

$$D = 2 \times D_c \quad \longrightarrow \quad D_c = 2 \times 3$$

$$\mathbf{D = 4 \text{ pul}}$$

Que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a $3D_c$ y menor a $6D_c$.

$$L = 3 \times 5.08 = 15.24 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 5.08 = 30.48 \text{ cm}$$

$$L_{\text{sum}} = 20 \text{ cm}$$

Ancho de la ranura = 5 mm.

Largo de la ranura = 7 mm.

Siendo el área de la ranura (A_r) = $7 \times 5 = 35 \text{ mm}^2$.

$$\mathbf{A_r = 35 \times 10^{-6} \text{ m}^2}$$

Que el Área de las ranuras (A_t) sea el doble del Área de la tubería de la línea de conducción:

$$A_t = 2 \times A_c = 2 \times (\pi \times 0.0254^2)$$

$$A_t = 4.0537 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Entonces, el número de ranuras se determinó:

$$N^\circ \text{ Ranuras} = (\text{Área total de ranuras}) / (\text{Área de ranuras})$$

$$N^\circ \text{ Ranuras} = 116 \text{ ranuras}$$

E. Cálculo de la tubería de rebose y limpieza.

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y para realizar la limpieza y evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la ecuación:

$$D = (0.71 \times Q^{0.38}) / (h_f^{0.21})$$

Donde:

D = Diámetro en pulg.

Q = Gasto máximo de la fuente (4.0 l/s).

h_f = Perdida de carga unitaria (0.015 m/m).

$$D = (0.71 \times 4.0^{0.38}) / (0.015^{0.21}) = 2.90 \text{ pulg.}$$

$$D = 3 \text{ pulg.}$$

4.9.1.2. Diseño Estructural:

A. Dimensionamiento previo.

✓ Características del relleno.

El relleno en todos los lados de la estructura es **grava**.

Peso específico del suelo (γ_s) = 1730 kg/m³

Angulo de rozamiento interno (θ) = 35°

✓ Características del material de cimentación.

El material de cimentación es Grava y arena gruesa.

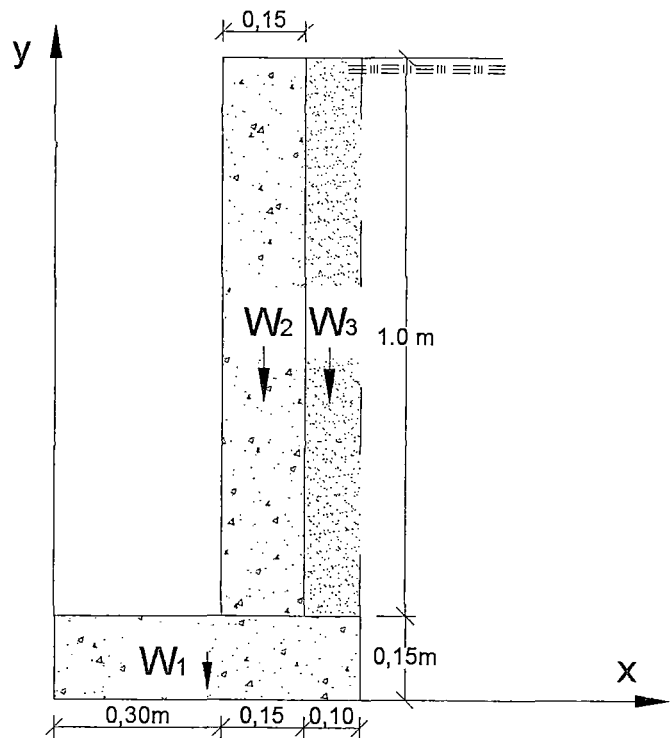
Presión admisible (σ_s) = 5.0 kg/cm²

Ángulo de fricción (δ) = 29°

✓ Características de la estructura:

Peso específico del concreto (γ_c) = 2400 kg/m³

GRÁFICO N° 09: Diagrama de cuerpo libre de muro.



B. Chequeo por volcadura.

$C_v = \Sigma M_r / \Sigma M_p \geq 1.5$

Calculando Momento de empuje (M_p):

$\Sigma M_p = E_a * Y$

$E_a = 0.5 * C_{ea} * \gamma_s * h^2$

$C_{ea} = (1 - \text{sen}\theta) / (1 + \text{sen}\theta) = 0.27$

$E_a = 0.309 \text{ tn}$

$Y = h/3 = 1.15 / 3 = 0.383 \text{ m}$

$\Sigma M_p = 0.118 \text{ tn/m}$

CUADRO N° 24: Cálculo de Momento resistente (M_r):

N°	W (kg)	X (m)	Mo (kg-m)
1	$0.55 \times 0.15 \times 2400 = 198$	0.275	54.45
2	$0.15 \times 1.00 \times 2400 = 360$	0.375	135.0
3	$0.10 \times 1.00 \times 1730 = 173$	0.50	86.5
$\Sigma W = 731 \text{ kg}$			$\Sigma M_r = 275.95 \text{ kg-m}$

$$\longrightarrow C_v = 0.27595 / 0.118 = 2.33 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

Por lo tanto la estructura no falla por volteo.

C. Chequeo por asentamiento.

Debe cumplir: $\sigma_e < \sigma_s$

$$\sigma_e = (\sum W / l^2) * (6b - 2l)$$

$$b = (\sum M_r - \sum M_p) / (\sum W) = (0.27595 - 0.118) / (0.731) = 0.2148$$

$$\longrightarrow \sigma_e = (0.731 / 0.55^2) * (6 * 0.2148 - 2 * 0.55) = 2.20 < 5.0 \quad \text{Ok}$$

La estructura no falla por asentamiento.

D. Chequeo por deslizamiento.

Debe cumplir: $C_d = F / E_a \geq 1.25$

$$F = \sum W * \tan \delta = 0.731 * \tan 29^\circ = 0.405 \text{ kg}$$

$$C_d = 0.405 / 0.309 = 1.31 \geq 1.25 \quad \text{OK}$$

La estructura no falla por deslizamiento.

E. Calculo del Acero.

Acero en los muros, piso y techo.

Debido a que la estructura diseñada no falla por corte, no le corresponde acero, pero el Reglamento Nacional de Construcciones (RNC) recomienda colocar un acero mínimo en la estructura:

$$A_{s\text{mín.}} = 0.0017 * b * t = 0.0017 * 100 * 15$$

$$A_{s\text{mín.}} = 2.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Entonces:

Usar acero de $\varnothing 3/8 @ 0.20 \text{ m}$

Acero en la tapa:

$$A_{s\text{mín.}} = 0.0017 * b * t = 0.0017 * 100 * 5$$

$$A_{s\text{mín.}} = 0.85 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Entonces:

Usar acero de $\varnothing 1/4 @ 0.20 \text{ m}$

Las características de la captación se observan en el plano N°07

4.9.2. Reservorio Revestido con Geomembrana.

Las características del reservorio se observan plano N° 06, y se muestran en el Cuadro N° 25.

Cuadro N° 25: Características del reservorio con Geomembrana.

1.- DATOS:

Talud (Z)	0.61
Altura mayor del agua(h)	1.40 m
Borde Libre (Bl)	0.30 m
Caudal de entrada (Qe)	1.2 l/s
Ø tubería de descarga (Øt)	2.5 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo (S)	0.2 %
Ancho del borde de anclaje (Ab)	0.50 m
Longitud del Anclaje Subterráneo (Las)	0.80 m
Tiempo de embalse (Te)	24.00 h
Largo del Fondo (l)	8.00 m
Ancho del Fondo (b)	7.00 m
Largo del Reserv. a h (L)	9.68 m
Ancho del Reserv. a h (B)	8.68 m
Largo del Reserv. a h+Bl (Lt)	10.04 m
Ancho del Reserv. a h+Bl (Bt)	9.04 m

2.- DIMENSIONAMIENTO Y CAL. HIDRAULICOS

Volumen neto de diseño (Vn)	104 m3
Volumen Neto calculado (Vnc)	96.96 m3
Volumen Total (con borde libre) (Vts)	123.17 m3

3.- AREA DE GEOMEMBRANA

Área neta Geomembrana (Ag)	177.37 m2
-----------------------------------	------------------

4.- LONG. Y ANCHO DEL RESERV. P/ GEOMEM.

Longitud del Reservorio (Lrev)	14.57 m
Ancho del Reservorio (Brev)	13.57 m2
Área del Reservorio (Arev)	197.58 m2

ELABORADO: Por el responsable.

Se diseñó un reservorio de 97.0 m3, esto a petición del propietario del predio donde se desarrolla la tesis, debido a que esta capacidad abastecerá al área total del predio.

4.9.3. Sistema de filtrado.

Se diseñó teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del gotero el cual fue (según catálogo), usar filtro de 130 micrones o 120 mesh.

4.9.4. Sistema de fertirriego.

Para el sistema de fertirriego se escogió el Tanque Fertilizador, el cual es un sistema cómodo y barato, pero tiene el inconveniente que la dosificación del abonado no es uniforme.

4.10. PLAN GENERAL DE MANTENIMIENTO.

El plan general de mantenimiento del sistema de riego se presenta en el Cuadro N° 26.

Cuadro N° 26: Plan de mantenimiento de las diferentes estructuras y equipos de riego.

Revisión diaria: <ul style="list-style-type: none">- Filtro- Instalaciones de campo	Poner atención en: <ul style="list-style-type: none">- Presión de funcionamiento como indicador de suciedad (filtro y canastillas). La presión no debe variar 1 m.c.a más la pérdida de carga por el filtro.- Funcionamiento de laterales de riego. Medir las presiones en los arcos de riego y estas estén de acuerdo al diseño.- Revisión de la existencia de fuga en tuberías primaria y secundaria, si las hubiera éstas tendrán que ser reparadas inmediatamente.
Revisión una vez por semana	<ul style="list-style-type: none">- Niveles de algas en el reservorio. Tratar aplicando Sulfato de Cobre a 3ppm (3gr/m³).- Revisión de nivel de suciedad en laterales para determinar necesidades de lavado.- Que los laterales no estén cubiertos de tierra, hojas u escombros; y si estuvieran levantarlos para que las raíces no crezcan por encima de la manguera.- Acumulación de residuos en el fondo del reservorio. Realizar un lavado manual drenando el agua sucia por la tubería de limpia.
Revisión cada 30 días	<ul style="list-style-type: none">- Acumulación de residuos en el fondo del tanque de fertilización. Lavarlo para retirar los residuos.- Revisión del filtro de anillas y lavarlo.- Revisión de las tuberías y laterales. Realizar un lavado, abriendo los tapones finales de las tuberías y laterales. Después para lavar agregar una dosis de 0.5 a 1 litro de ác. Sulfúrico/m³ de agua para curar a los goteros de obturaciones por sales de Ca, Fe y Mg (30min). Y luego realizar un lavado con ác. Clorhídrico en dosis de 5 a 10 cc/litro de agua a tratar por 2 horas y posterior lavado con agua abundante, esto para tratar los precipitados de fertilizantes.

CAPITULO V: MbETRADOS Y PRESUPUESTO.

5.1. METRADOS.

Consiste en la plantilla de metrados por cada partida y se detalla en el ANEXO III.

5.2. PRESUPUESTO.

El presupuesto para el “Diseño de un Sistema de Riego por Goteo para el Cultivo de Café en el Sector de Quebradonda – Catache – Santa Cruz - Cajamarca”, asciende a la suma de CATORCE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO Y 82/100 NUEVOS SOLES (S/. 14,444.82). El monto total del presupuesto se detalla en ANEXO N° V.

5.3. REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA, MATERIALES Y EQUIPOS.

El requerimiento de mano de obra, materiales y equipos que se necesitaran se detallan en el ANEXO N° V.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES.

1. El área total del predio es de 8089.4 m², de las cuales 6149.0 m² solo se beneficiaran con el proyecto, debido a que la diferencia de área no se encuentra dentro del margen de presión necesaria para que funcionen los goteros.
2. La fuente de agua para de nuestro proyecto es un manantial que contiene una mediana cantidad de sales solubles (C.E.=770 us/cm a 25°), lo que demuestra que es agua utilizable para riego pero con precauciones.
3. En el fundo "QUERGUER" predominan los suelos de textura franco Arcillosa, que contienen en promedio 35% de grava, tiene mediana capacidad de retención de agua, no tiene problemas de salinidad (promedio de C.E.=0.69 ms/cm), es ligeramente alcalino (pH prom.=7.59), posee una densidad aparente promedio de 1.21gr/cm³ y una densidad real prom. de 2.45gr/cm³.
4. El dimensionamiento de la tubería es: Tubería de Aducción (63mm-2"), Tubería Matriz (75mm-2 ½"), Tubería Secundaria (48mm-1 ½") y Tubería Portalateral (48mm-1 ½").
5. Se ha realizado el diseño de obras civiles complementarias como el reservorio con una capacidad máxima de almacenamiento de 97.0 m³ y una captación tipo ladera con un caudal de captación máxima de 4 l/s.
6. El sistema de riego diseñado satisface el requerimiento hídrico del cultivo de café, contemplando un lateral por hilera y goteros autocompensados de 1.0 l/h a cada 0.30 m de espaciamiento.
7. Para irrigar los 6149 m² de café, se ha propuesto un solo turno de riego de 4hr 50min, se ha dividido el sistema de riego en dos subunidades, necesitándose para la subunidad 01 (0.2346 ha) un caudal 1.55 l/s (5.58m³) y para la subunidad 02 (.3806 ha) un caudal 2.52 l/s (9.06 m³).

8. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se empleó el MÉTODO DE HARGRAVES, debido que los datos obtenidos de la estación climatológica "CIRATO", no eran suficientes para poder aplicar el método de PENMAN el programa de CROPWAT.
9. El presupuesto total de la instalación del proyecto (0.62 ha), considerando todos los componentes del sistema de riego, asciende a la suma de CATORCE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO CON 87/100 NUEVOS SOLES (S/. 14 444.87). Y se tiene como resultado un costo por hectárea de veintitrés mil doscientos noventa y ocho con 17/100 nuevos soles (S/. 23 298.17).

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.

1. Se deberá encargar la instalación del sistema de riego a una compañía con personal especializado, los que deberán proporcionar, al personal que se quedará cargo del manejo del sistema, las capacitaciones necesarias para el correcto funcionamiento y mantenimiento del sistema.
2. Se debe tener en cuenta las características de los fertilizantes como solubilidad, compatibilidad en las mezclas, pH, conductividad eléctrica; antes de ser colocados vía fertirriego.
3. Se tendrán que realizar mantenimientos periódicos al sistema de riego para evitar obturaciones de los goteros en campo.
4. En caso de plantaciones jóvenes, como la nuestra, es recomendable situar los emisores próximos al árbol y cuando este se desarrolle, desplazar los emisores a su posición definitiva.
5. En el caso de la subunidad de riego 1, después de instalado el sistema de riego por goteo tendrá que verificar que después del arco de riego se tenga una presión mayor a la presión mínima del gotero ($H_{min}= 4\text{m.c.a}$)
6. En el caso de la subunidad de riego 2, después de instalado el sistema de riego por goteo tendrá que obstruirse el paso del agua con las válvulas oblicua y de bola, para generar pérdida de carga y llegar a 9 m.c.a. después del arco de riego, y así evitar que la presión en la tubería sobrepase la presión de trabajo del gotero ($H_{max}=30 \text{ m.c.a}$).
7. Para diseñar un sistema de riego por goteo, se debe realizar una prueba de campo con goteros, y así poder observar el comportamiento del agua en el suelo como es el radio del bulbo húmedo y la profundidad de humedecimiento.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.

- 1. AGÜERO PITTMAN ROGER**, AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES, Asociación de Servicios Educativos Rurales (SER), Lince-Lima, Setiembre de 1997.
- 2. Anten M. y Willet H.**, DISEÑO DE PEQUEÑOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIBN EN LADERA, Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo – PRONAMACHSC, Cajamarca, Abril 2000.
- 3. Cornetero Ayudante Víctor**, Apuntes Del Curso DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO, Tema Muro de Contención, Año 2012, Lambayeque.
- 4. DESCO – FONDOEMPLEO**, Producción de Cafés Especiales (Manual Técnico), Agosto 2012.
- 5. FAO**, EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO, Estudio De Riego Y Drenaje 56, Guías para la Determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos, Roma-Italia, Mayo 1990.
- 6. Gaete V., Leonardo**; Manual de Diseño de Sistemas de Riego Tecnificado, trabajo de titulación, Maule – Chile, 2001.
- 7. GARCIA IGNACIO, BRIONES GREGORIO**. SIATEMAS DE RIEGO POR ASPERSION Y GOTEO. Capítulos 6-7-8, Editorial Trillas, 3° Edición, México, Año 1997.
- 8. Gonzalez C. de Miguel**, Modelo de la Relaciones Cafeto – Arbolado, Trabajo fin de Carrera, Madrid – España, Setiembre de 2007.
- 9. MEDINA San Juan.**, RIEGO POR GOTEO. Capítulos 2-3-5-6-8-10, Editorial Mundi Prensa, 4 Edición, Madrid-Barcelona-México, Año 2000.

- 10. MOSHE SNEH.** EL RIEGO POR GOTEO. Capítulos 2 al 8-14-17-19, Primera Edición en español, Israel, Enero 2006.
- 11. MOYA TALENS.** RIEGO LOCALIZADO Y FERTIRRIGACION. Temas 5 al 12, Editorial Mundi Prensa, 2° Edición, Madrid-Barcelona-México, Año 1996.
- 12. PIZARRO Fernando.** RIEGOS LOCALIZADOS DE ALTA FRECUENCIA. Capítulos 4-8-11-14-17, Editorial Mundi Prensa, 3° Edición, Madrid España, Año 1996.
- 13. HERNÁNDEZ ALCÁNTARA JUAN,** Apuntes Del Curso De Riego Presurizado, Segunda Unidad, Riego por Goteo y Micro aspersion (Ítem 2.5 Criterios de Diseño), páginas 26 – 64; Año 2012, Lambayeque.
- 14. Bach. Vilcabana Bernilla S.,** Tesis para obtener el título de Ing. Agrícola, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO EN LA PARCELA DEMOSTRATIVA CALERA ALTA – TALAMBO, PROYECTO ESPECIAL JEQUETEPEQUE – ZAÑA – DISTRITO DE CHEPÉN” – LAMBAYEQUE – PERÚ 2010.
- 15. Bach. Sarango Núñez S. M.,** Tesis para obtener el título de Ing. Agrícola, “DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO PARA 237 HAS EN EL FUNDO “EL VICHAYO” NAJSA – JAYANCA.” – LAMBAYEQUE – PERÚ 2010.
- 16. Bach. Nelly Alvites Gasco.,** Tesis para obtener el título de Ing. Agrícola, “ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERIO SAHUALPAMPA – CUTERVO”
- 17. Soto Hoyos, Juan Francisco,** “MANUAL PARA EL DISEÑO Y GESTIÓN DE PEQUEÑOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LADERAS” Cusco, abril 2,002

CÁPITULO IX: ANEXOS

- 9.1. ANEXO I: FOTOGRAFÍAS.**
- 9.2. ANEXO II: FORMATOS, GRÁFICOS Y TABLAS.**
- 9.3. ANEXO III: HOJA DE METRADOS.**
- 9.4. ANEXO IV: DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DE CAFÉ.**
- 9.5. ANEXO V: CATÁLOGOS.**
- 9.6. ANEXO VI: PLANOS.**

9.1. ANEXO I: FOTOGRAFÍAS.

FOTOGRAFÍA N° 01
VISTA Y RECONOCIMIENTO DEL MANANTIAL



FOTOGRAFÍA N° 02
VISTA DEL RESERVORIO ACTUAL HECHO DE TIERRA



FOTOGRAFÍA N° 03
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



FOTOGRAFÍA N° 04
EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO



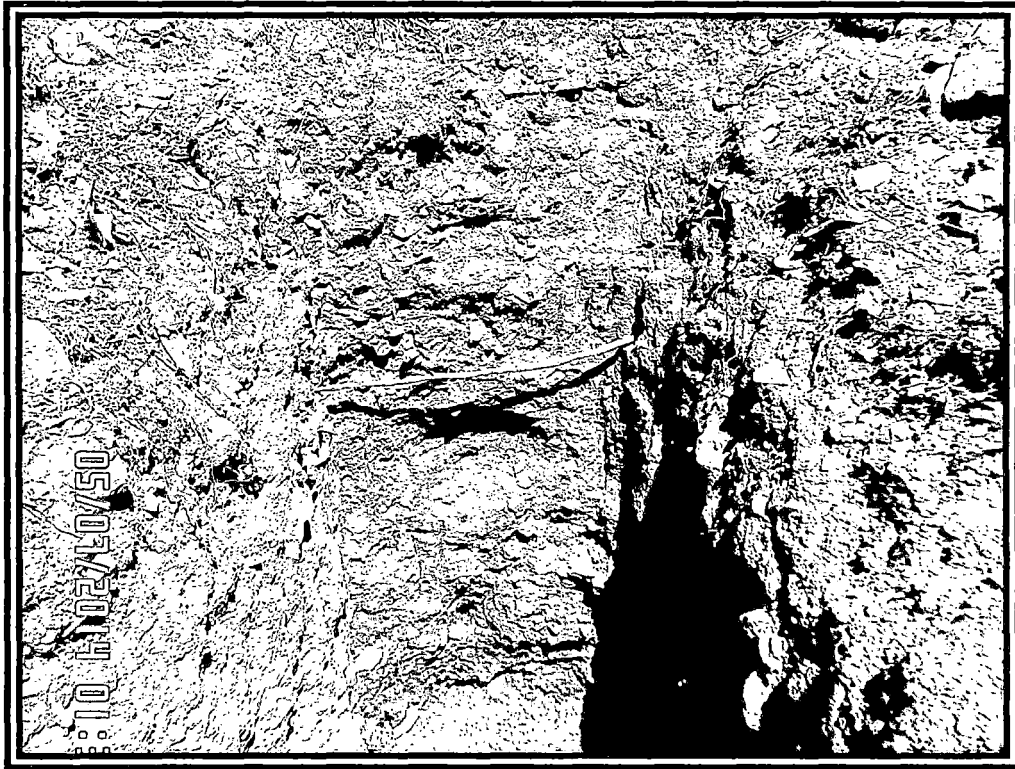
FOTOGRAFÍA N° 05
EXCAVACIÓN DE CALICATA



FOTOGRAFÍA N° 06
PRUEBA DE INFILTRACIÓN REALIZADA EN LA PARCELA DE ESTUDIO



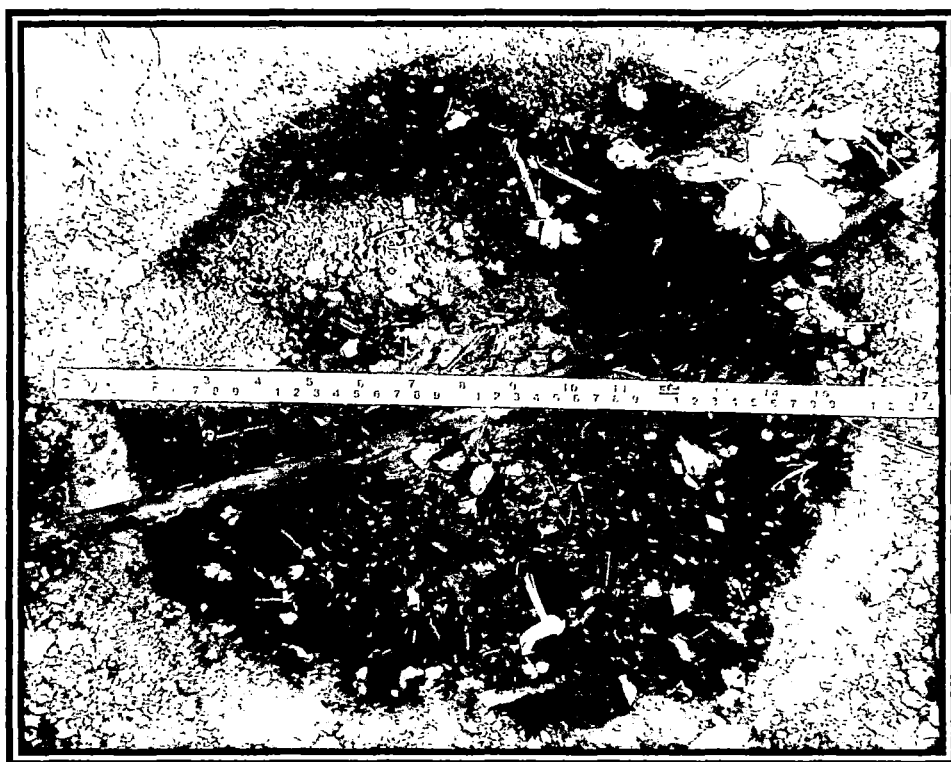
FOTOGRAFÍA N° 07
PERFIL DEL SUELO – CALICATA



FOTOGRAFÍA N° 08
PRUEBA DE CAMPO PARA DETERMINAR EL BULBO DE HUMEDECIMIENTO.



FOTOGRAFÍA N° 09
DIMENSIONES HUMEDECIDAS POR EL EMISOR

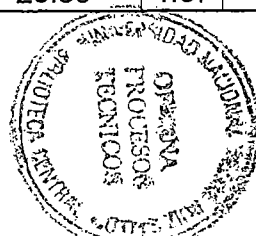


9.2. ANEXO II: FORMATOS.

CUADRO DE TEXTURA POR EL MÉTODO DE BOUYOUCOS PROCEDIMIENTO PARA EL HIDRÓMETRO ASTM - 152 - H (gr/l)

MUESTRA	PROFUND. (cm)	LECTURAS	LECTURA HIDRÓM.	TEMPER. °C	F.C	LECTURA CORREGIDA	ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	TEXTURA
M-1	00 - 30	1 era	37	25.20	1.87	38.87	22	49	29	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	13	24.20	1.51	14.51				
	30 - 60	1 era	36	24.20	1.51	37.51	25	45	30	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	14	23.20	1.15	15.15				
	60 - 90	1 era	34	25.00	1.80	35.80	28	37	35	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	16	24.10	1.48	17.48				
M-2	00 - 30	1 era	36	25.30	1.91	37.91	24	45	31	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	14	24.30	1.55	15.55				
	30 - 60	1 era	34	24.40	1.58	35.58	29	29	42	ARCILLA (Ar.)
		2 da	20	23.00	1.08	21.08				
	60 - 90	1 era	35	24.60	1.66	36.66	27	43	30	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	14	23.00	1.08	15.08				
M-3	00 - 30	1 era	40	25.00	1.80	41.80	16	41	43	ARCILLA LIMOSA (Ar. Lo.)
		2 da	20	23.80	1.37	21.37				
	30 - 60	1 era	39	24.60	1.66	40.66	19	40	41	ARCILLA LIMOSA (Ar. Lo.)
		2 da	19	24.30	1.55	20.55				
	60 - 90	1 era	40	24.20	1.51	41.51	17	43	40	ARCILLA LIMOSA (Ar. Lo.)
		2 da	19	23.10	1.12	20.12				
M-4	00 - 30	1 era	38	24.40	1.58	39.58	21	44	35	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	16	24.20	1.51	17.51				
	30 - 60	1 era	31	25.30	1.91	32.91	34	34	32	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	14	24.90	1.76	15.76				
	60 - 90	1 era	34	25.00	1.80	35.80	28	40	32	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	14	25.00	1.80	15.80				
M-5	00 - 30	1 era	33	25.40	1.94	34.94	30	29	41	ARCILLA (Ar.)
		2 da	19	24.60	1.66	20.66				
	30 - 60	1 era	33	24.00	1.44	34.44	31	36	33	FRANCO ARCILLOSO (Fr. Ar.)
		2 da	15	23.80	1.37	16.37				
	60 - 90	1 era	41	24.50	1.62	42.62	15	43	43	ARCILLA LIMOSA (Ar. Lo.)
		2 da	20	23.80	1.37	21.37				

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE



FORMATO N° 02
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL

MUESTRA	PROFUND. (cm)	PESO SUELO (gr)	PESO FIOLA (gr)	PESO FIOLA+SUELO	PESO FIOLA+AGUA	PESO FIOLA+SUELO+ AGUA	T° AMBIENTE	DENSIDA DEL AGUA	DENSIDAD REAL (Dr)
M-1	00 - 30	5.00	24.5761	29.5761	74.5761	77.5525	25.0	0.99708	2.46
	30 - 60	5.00	24.5761	29.5761	74.5740	77.5546	25.5	0.99682	2.47
	60 - 90	5.00	24.5761	29.5761	74.5740	77.5642	25.3	0.99708	2.48
M-2	00 - 30	5.00	24.5761	29.5761	74.5559	77.5453	24.6	0.99708	2.48
	30 - 60	5.00	24.5761	29.5761	74.5559	77.5245	25.5	0.99682	2.45
	60 - 90	5.00	24.5761	29.5761	74.6318	77.6269	25.7	0.99682	2.49
M-3	00 - 30	5.00	24.5761	29.5761	74.6407	77.5778	25.8	0.99682	2.42
	30 - 60	5.00	24.5761	29.5761	74.6420	77.5827	25.5	0.99682	2.42
	60 - 90	5.00	24.5761	29.5761	74.7054	77.6389	25.6	0.99682	2.41
M-4	00 - 30	5.00	24.5761	29.5761	74.6396	77.6109	26.6	0.99682	2.46
	30 - 60	5.00	24.5761	29.5761	74.4470	77.4262	25.7	0.99682	2.47
	60 - 90	5.00	24.5761	29.5761	74.6256	77.6168	25.7	0.99682	2.48
M-5	00 - 30	5.00	24.5761	29.5761	74.8256	77.7855	25.5	0.99682	2.44
	30 - 60	5.00	24.5761	29.5761	74.8227	77.7933	25.8	0.99682	2.46
	60 - 90	5.00	24.5761	29.5761	74.5820	77.5137	25.7	0.99682	2.41

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

FORMATO N° 03 **CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE**

METODO DE CAMPO								POR PORCENTAJE DE C.C.	POR FÓRMULA		REGLA DE TRES SIMPLE
MUESTRA	PROFUND. (cm)	PESO TARRO VACIO (gr)	PESO TARRO+ SUELO HÚMEDO (gr)	PESO TARRO+ SUELO SECO (gr)	PESO SUELO HÚMEDO (gr)	PESO SUELO SECO (gr)	CAPACIDAD DE CAMPO (CC)		PEELE	BRIGGS	
								PUNTO DE MARCHITEZ PERMANT. (PMP)	CAPACIDAD DE CAMPO (CC)	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANT. (PMP)	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANT. (PMP)
M-1	00 - 30	115.73	153.30	144.30	37.57	28.57	31.50	15.75	24.96	14.06	17.75
	30 - 60	117.80	155.52	146.50	37.72	28.70	31.43	15.71	24.99	14.08	17.71
	60 - 90	116.98	158.31	147.80	41.33	30.82	34.10	17.05	25.99	14.71	19.30
M-2	00 - 30	116.70	152.24	143.34	35.54	26.64	33.41	16.70	25.35	14.31	18.86
	30 - 60	117.87	157.55	146.54	39.68	28.67	38.40	23.04	28.22	16.11	21.93
	60 - 90	116.38	151.36	143.00	34.98	26.62	31.40	15.70	24.70	13.90	17.68
M-3	00 - 30	117.90	172.56	158.74	54.66	40.84	33.84	20.30	30.13	17.32	19.45
	30 - 60	115.23	167.64	154.16	52.41	38.93	34.63	20.78	29.29	16.79	19.85
	60 - 90	116.87	158.60	147.88	41.73	31.01	34.57	20.74	29.25	16.76	19.81
M-4	00 - 30	116.57	164.73	153.54	48.16	36.97	30.27	15.13	27.06	15.39	17.21
	30 - 60	117.67	164.46	153.12	46.79	35.45	31.99	15.99	24.09	13.52	17.95
	60 - 90	117.76	163.50	152.92	45.74	35.16	30.09	15.05	24.92	14.04	16.95
M-5	00 - 30	117.06	168.44	154.46	51.38	37.40	37.38	22.43	27.77	15.83	21.31
	30 - 60	116.53	166.30	153.99	49.77	37.46	32.86	16.43	24.90	14.03	18.51
	60 - 90	116.45	162.42	151.14	45.97	34.69	32.52	19.51	30.36	17.46	18.70

ELABORADO: POR EL RESPONSABLE

FORMATO N°04 **PRUEBA DE INFILTRACIÓN (I)**

CAMPO: Sector Quebradonda
FECHA: 25 de Julio de 2014
METODO: Cilindro Infiltrómetro
TEXTURA: AR. FR

OBSERVADOR: Responsable
N° DE PRUEBA: I

HORA	LECTURA	TIEMPO (min)		LAMINA INFILTRADA		VELOCIDAD DE INFILTRACION	
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	INSTANTANEA	PROMEDIO
8.00	15.40	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
8.02	17.00	2	2.0	1.60	1.60	48.00	48.00
8.04	18.00	2	4.0	1.00	2.60	30.00	39.00
8.06	18.70	2	6.0	0.70	3.30	21.00	33.00
8.08	19.30	2	8.0	0.60	3.90	18.00	29.25
8.10	20.00	2	10.0	0.70	4.60	21.00	27.60
8.15	21.30	5	15.0	1.30	5.90	15.60	23.60
8.20	22.4 16.4	5	20.0	1.10	7.00	13.20	21.00
8.25	17.5	5	25.0	1.10	8.10	13.20	19.44
8.30	18.5	5	30.0	1.00	9.10	12.00	18.20
8.40	24.0 8.5	10	40.0	5.50	14.60	33.00	21.90
8.50	11.4	10	50.0	2.90	17.50	17.40	21.00
9.00	13.0	10	60.0	1.60	19.10	9.60	19.10
9.20	16.7	20	80.0	3.70	22.80	11.10	17.10
9.40	20.1	20	100.0	3.40	26.20	10.20	15.72
10.00	23.4 9.0	20	120.0	3.30	29.50	9.90	14.75
10.30	14.7	30	150.0	5.70	35.20	11.40	14.08
11.00	19.3 11.7	30	180.0	4.60	39.80	9.20	13.27
12.00	21.6	60	240.0	9.90	49.70	9.90	12.43

ELABORADO: Por el Responsable

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN LÁMINA DE INFILTRACIÓN ACUMULADA (*I_{acum}*) cm

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	LAMINA ACUMULADA (cm)	LOG(T.A)	LOG (LA)	X2	Y2	XY
			X	Y			
1	2.0	1.60	0.30	0.20	0.09	0.04	0.06
2	4.0	2.60	0.60	0.41	0.36	0.17	0.25
3	6.0	3.30	0.78	0.52	0.61	0.27	0.40
4	8.0	3.90	0.90	0.59	0.82	0.35	0.53
5	10.0	4.60	1.00	0.66	1.00	0.44	0.66
6	15.0	5.90	1.18	0.77	1.38	0.59	0.91
7	20.0	7.00	1.30	0.85	1.69	0.71	1.10
8	25.0	8.10	1.40	0.91	1.95	0.83	1.27
9	30.0	9.10	1.48	0.96	2.18	0.92	1.42
10	40.0	14.60	1.60	1.16	2.57	1.36	1.87
11	50.0	17.50	1.70	1.24	2.89	1.55	2.11
12	60.0	19.10	1.78	1.28	3.16	1.64	2.28
13	80.0	22.80	1.90	1.36	3.62	1.84	2.58
14	100.0	26.20	2.00	1.42	4.00	2.01	2.84
15	120.0	29.50	2.08	1.47	4.32	2.16	3.06
16	150.0	35.20	2.18	1.55	4.74	2.39	3.37
17	180.0	39.80	2.26	1.60	5.09	2.56	3.61
18	240.0	49.70	2.38	1.70	5.67	2.88	4.04
TOTAL			26.81	18.65	46.13	22.71	32.35

$$I_{acum} = AT^B$$

$$B = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$= 0.7363$$

$$A^o = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{B \sum X_i}{n} = -0.0604$$

$$A = \text{AntiLog}(A^o) = 0.8702$$

$$I_{acum} = 0.8702 \times T^{0.7363}$$

FORMATO N° 04 (CONTINUACIÓN)

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA (*li*) cm/hr

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INSTANT. (cm/hr)	LOG (T.A) X	LOG (V.I) Y	X2	Y2	XY
1	2.00	48.00	0.30	1.68	0.09	2.83	0.51
2	4.00	30.00	0.60	1.48	0.36	2.18	0.89
3	6.00	21.00	0.78	1.32	0.61	1.75	1.03
4	8.00	18.00	0.90	1.26	0.82	1.58	1.13
5	10.00	21.00	1.00	1.32	1.00	1.75	1.32
6	15.00	15.60	1.18	1.19	1.38	1.42	1.40
7	20.00	13.20	1.30	1.12	1.69	1.26	1.46
8	25.00	13.20	1.40	1.12	1.95	1.26	1.57
9	30.00	12.00	1.48	1.08	2.18	1.16	1.59
10	40.00	33.00	1.60	1.52	2.57	2.31	2.43
11	50.00	17.40	1.70	1.24	2.89	1.54	2.11
12	60.00	9.60	1.78	0.98	3.16	0.96	1.75
13	80.00	11.10	1.90	1.05	3.62	1.09	1.99
14	100.00	10.20	2.00	1.01	4.00	1.02	2.02
15	120.00	9.90	2.08	1.00	4.32	0.99	2.07
16	150.00	11.40	2.18	1.06	4.74	1.12	2.30
17	180.00	9.20	2.26	0.96	5.09	0.93	2.17
18	240.00	9.90	2.38	1.00	5.67	0.99	2.37
TOTAL			26.8	21.4	46.13	26.13	30.11

$$li = aT^b$$

$$b = \frac{n(\sum x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \boxed{-0.2794} \quad a_0 = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b\sum x_i}{n} = \boxed{1.6039}$$

$$a = \text{AntiLog}(a_0) = \boxed{40.1682}$$

$$li = 40.1682xT^{-0.2794}$$

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA (*Ia*) cm/hr

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD ACUMULADA (cm/hr)	LOG (T.A) X	LOG (V.A) Y	X2	Y2	XY
1	2.00	48.00	0.30	1.68	0.09	2.83	0.51
2	4.00	39.00	0.60	1.59	0.36	2.53	0.96
3	6.00	33.00	0.78	1.52	0.61	2.31	1.18
4	8.00	29.25	0.90	1.47	0.82	2.15	1.32
5	10.00	27.60	1.00	1.44	1.00	2.08	1.44
6	15.00	23.60	1.18	1.37	1.38	1.88	1.61
7	20.00	21.00	1.30	1.32	1.69	1.75	1.72
8	25.00	19.44	1.40	1.29	1.95	1.66	1.80
9	30.00	18.20	1.48	1.26	2.18	1.59	1.86
10	40.00	21.90	1.60	1.34	2.57	1.80	2.15
11	50.00	21.00	1.70	1.32	2.89	1.75	2.25
12	60.00	19.10	1.78	1.28	3.16	1.64	2.28
13	80.00	17.10	1.90	1.23	3.62	1.52	2.35
14	100.00	15.72	2.00	1.20	4.00	1.43	2.39
15	120.00	14.75	2.08	1.17	4.32	1.37	2.43
16	150.00	14.08	2.18	1.15	4.74	1.32	2.50
17	180.00	13.27	2.26	1.12	5.09	1.26	2.53
18	240.00	12.43	2.38	1.09	5.67	1.20	2.60
TOTAL			26.8	23.8	46.13	32.05	33.89

$$Ia = aT^b$$

$$b = \frac{n(\sum x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \boxed{-0.2637} \quad a = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b\sum x_i}{n} = \boxed{1.718}$$

$$a = \text{AntiLog}(a_0) = \boxed{52.2145}$$

$$Ia = 52.2145xT^{-0.2637}$$

FORMATO: CONTINUACION

TIEMPO	LÁMINA ACUMULADA	VEL. INFILT. INSTANTAN.	VEL. INFILT. ACUMULADA
2.00	1.45	33.10	43.49
4.00	2.41	27.27	36.22
6.00	3.26	24.35	32.55
8.00	4.02	22.47	30.17
10.00	4.74	21.11	28.45
15.00	6.39	18.85	25.56
20.00	7.90	17.39	23.69
25.00	9.31	16.34	22.34
30.00	10.65	15.53	21.29
40.00	13.16	14.33	19.74
50.00	15.51	13.46	18.61
60.00	17.73	12.79	17.73
80.00	21.92	11.81	16.44
100.00	25.83	11.09	15.50
120.00	29.54	10.54	14.77
150.00	34.82	9.90	13.93
180.00	39.82	9.41	13.27
240.00	49.21	8.69	12.30

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA

* Tiempo en que se logra la velocidad de infiltración básica (Tb) min

$$T_b = -600b$$

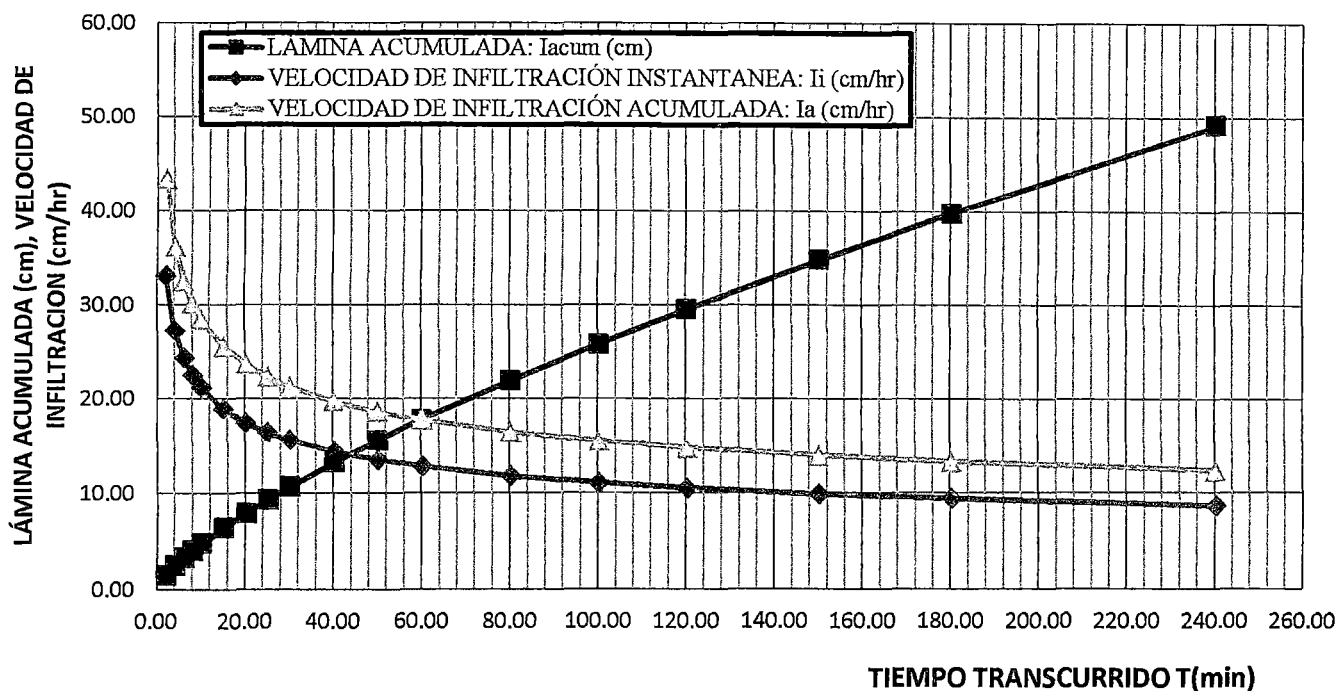
$$T_b = 167.6523 \text{ Min}$$

* Tasa de velocidad de infiltración básica (Ib) cm/hr

$$I_b = 40.1682xT^{-0.2794}$$

$$I_b = 9.60 \text{ cm/hr}$$

GRAFICO N° 01
CURVAS DE INFILTRACIÓN, PRUEBA I



FORMATO N° 05
PRUEBA DE INFILTRACIÓN (II)

CAMPO: Sector Quebradonda
FECHA: 14 de Julio de 2014
METODO: Cilindro Infiltrómetro

OBSERVADOR: Responsable
N° DE PRUEBA: II
TEXTURA: Fr. Ar.

HORA	LECTURA	TIEMPO (min)		LAMINA INFILTRADA		VELOCIDAD DE INFILTRACION	
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	INSTANTANEA	PROMEDIO
8.00	15.5	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
8.02	19.0	2	2.0	3.50	3.50	105.00	105.00
8.04	20.9	2	4.0	1.90	5.40	57.00	81.00
8.06	23.2	2	6.0	2.30	7.70	69.00	77.00
8.08	24.9	2	8.0	1.70	9.40	51.00	70.50
8.10	25.3 18.3	2	10.0	0.40	9.80	12.00	58.80
8.15	21.1	5	15.0	2.80	12.60	33.60	50.40
8.20	23.5 15.0	5	20.0	2.40	15.00	28.80	45.00
8.25	18.1	5	25.0	3.10	18.10	37.20	43.44
8.30	20.7 15.7	5	30.0	2.60	20.70	31.20	41.40
8.40	18.9	10	40.0	3.20	23.90	19.20	35.85
8.50	22.5 14.3	10	50.0	3.60	27.50	21.60	33.00
9.00	18.8	10	60.0	4.50	32.00	27.00	32.00
9.20	26.3 13.0	20	80.0	7.50	39.50	22.50	29.63
9.40	19.0	20	100.0	6.00	45.50	18.00	27.30
10.00	24.3 12.5	20	120.0	5.30	50.80	15.90	25.40
10.30	20.6 19.6	30	150.0	8.10	58.90	16.20	23.56
11.00	27.1 10.4	30	180.0	7.50	66.40	15.00	22.13
12.00	23.0	60	240.0	12.60	79.00	12.60	19.75

ELABORADO: Por el Responsable

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN LÁMINA DE INFILTRACIÓN ACUMULADA (*I_{acum}*) cm

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	LAMINA ACUMULADA (cm)	LOG(T.A)	LOG (LA)	X ²	Y ²	XY
			X	Y			
1	2.0	3.50	0.30	0.54	0.09	0.30	0.16
2	4.0	5.40	0.60	0.73	0.36	0.54	0.44
3	6.0	7.70	0.78	0.89	0.61	0.79	0.69
4	8.0	9.40	0.90	0.97	0.82	0.95	0.88
5	10.0	9.80	1.00	0.99	1.00	0.98	0.99
6	15.0	12.60	1.18	1.10	1.38	1.21	1.29
7	20.0	15.00	1.30	1.18	1.69	1.38	1.53
8	25.0	18.10	1.40	1.26	1.95	1.58	1.76
9	30.0	20.70	1.48	1.32	2.18	1.73	1.94
10	40.0	23.90	1.60	1.38	2.57	1.90	2.21
11	50.0	27.50	1.70	1.44	2.89	2.07	2.45
12	60.0	32.00	1.78	1.51	3.16	2.27	2.68
13	80.0	39.50	1.90	1.60	3.62	2.55	3.04
14	100.0	45.50	2.00	1.66	4.00	2.75	3.32
15	120.0	50.80	2.08	1.71	4.32	2.91	3.55
16	150.0	58.90	2.18	1.77	4.74	3.13	3.85
17	180.0	66.40	2.26	1.82	5.09	3.32	4.11
18	240.0	79.00	2.38	1.90	5.67	3.60	4.52
TOTAL			26.81	23.75	46.13	33.96	39.40

$$I_{acum} = AT^B$$

$$B = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = 0.6491 \quad A^o = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{B \sum X_i}{n} = \frac{0.352}{8}$$

$$A = \text{AntiLog}(A^o) = 2.2529$$

$$I_{acum} = 2.3243xT^{0.6490}$$

FORMATO N° 05 (CONTINUACION)

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA (*li*) cm/hr

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INSTANT. (cm/hr)	LOG (T.A) X	LOG (V.I) Y	X2	Y2	XY
1	2.00	105.00	0.30	2.02	0.09	4.09	0.61
2	4.00	57.00	0.60	1.76	0.36	3.08	1.06
3	6.00	69.00	0.78	1.84	0.61	3.38	1.43
4	8.00	51.00	0.90	1.71	0.82	2.92	1.54
5	10.00	12.00	1.00	1.08	1.00	1.16	1.08
6	15.00	33.60	1.18	1.53	1.38	2.33	1.80
7	20.00	28.80	1.30	1.46	1.69	2.13	1.90
8	25.00	37.20	1.40	1.57	1.95	2.47	2.20
9	30.00	31.20	1.48	1.49	2.18	2.23	2.21
10	40.00	19.20	1.60	1.28	2.57	1.65	2.06
11	50.00	21.60	1.70	1.33	2.89	1.78	2.27
12	60.00	27.00	1.78	1.43	3.16	2.05	2.55
13	80.00	22.50	1.90	1.35	3.62	1.83	2.57
14	100.00	18.00	2.00	1.26	4.00	1.58	2.51
15	120.00	15.90	2.08	1.20	4.32	1.44	2.50
16	150.00	16.20	2.18	1.21	4.74	1.46	2.63
17	180.00	15.00	2.26	1.18	5.09	1.38	2.65
18	240.00	12.60	2.38	1.10	5.67	1.21	2.62
TOTAL			26.8	25.8	46.13	38.17	36.17

$$li = aT^b$$

$$b = \frac{n(\sum x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \boxed{-0.3635} \quad a_0 = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b \sum x_i}{n} = \boxed{1.9746}$$

$$a = \text{AntiLog}(a_0) = \boxed{94.3291}$$

$$li = 117.1699xT^{-0.4065}$$

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA (*Ia*) cm/hr

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD ACUMULADA (cm/hr)	LOG (T.A) X	LOG (V.A) Y	X2	Y2	XY
1	2.00	105.00	0.30	2.02	0.09	4.09	0.61
2	4.00	81.00	0.60	1.91	0.36	3.64	1.15
3	6.00	77.00	0.78	1.89	0.61	3.56	1.47
4	8.00	70.50	0.90	1.85	0.82	3.42	1.67
5	10.00	58.80	1.00	1.77	1.00	3.13	1.77
6	15.00	50.40	1.18	1.70	1.38	2.90	2.00
7	20.00	45.00	1.30	1.65	1.69	2.73	2.15
8	25.00	43.44	1.40	1.64	1.95	2.68	2.29
9	30.00	41.40	1.48	1.62	2.18	2.61	2.39
10	40.00	35.85	1.60	1.55	2.57	2.42	2.49
11	50.00	33.00	1.70	1.52	2.89	2.31	2.58
12	60.00	32.00	1.78	1.51	3.16	2.27	2.68
13	80.00	29.63	1.90	1.47	3.62	2.17	2.80
14	100.00	27.30	2.00	1.44	4.00	2.06	2.87
15	120.00	25.40	2.08	1.40	4.32	1.97	2.92
16	150.00	23.56	2.18	1.37	4.74	1.88	2.99
17	180.00	22.13	2.26	1.35	5.09	1.81	3.03
18	240.00	19.75	2.38	1.30	5.67	1.68	3.08
TOTAL			26.8	28.9	46.13	47.32	40.94

$$Ia = aT^b$$

$$b = \frac{n(\sum x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \boxed{-0.3509} \quad a_0 = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b \sum x_i}{n} = \boxed{2.131}$$

$$a = \text{AntiLog}(a_0) = \boxed{135.1767}$$

$$Ia = 139.4595xT^{-0.3510}$$

FORMATO N° 05 (CONTINUACION)

TIEMPO	LÁMINA ACUMULADA	VEL. INFILT. INSTANTAN.	VEL. INFILT. ACUMULADA
2.00	3.53	73.32	105.99
4.00	5.54	56.99	83.10
6.00	7.21	49.18	72.08
8.00	8.69	44.29	65.16
10.00	10.04	40.84	60.25
15.00	13.07	35.24	52.26
20.00	15.75	31.74	47.24
25.00	18.20	29.27	43.68
30.00	20.49	27.39	40.98
40.00	24.69	24.67	37.04
50.00	28.54	22.75	34.25
60.00	32.13	21.29	32.13
80.00	38.72	19.18	29.04
100.00	44.76	17.68	26.86
120.00	50.38	16.55	25.19
150.00	58.23	15.26	23.29
180.00	65.55	14.28	21.85
240.00	79.01	12.86	19.75

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA

* Tiempo en que se logra la velocidad de infiltración básica (Tb) min

$$T_b = -600b$$

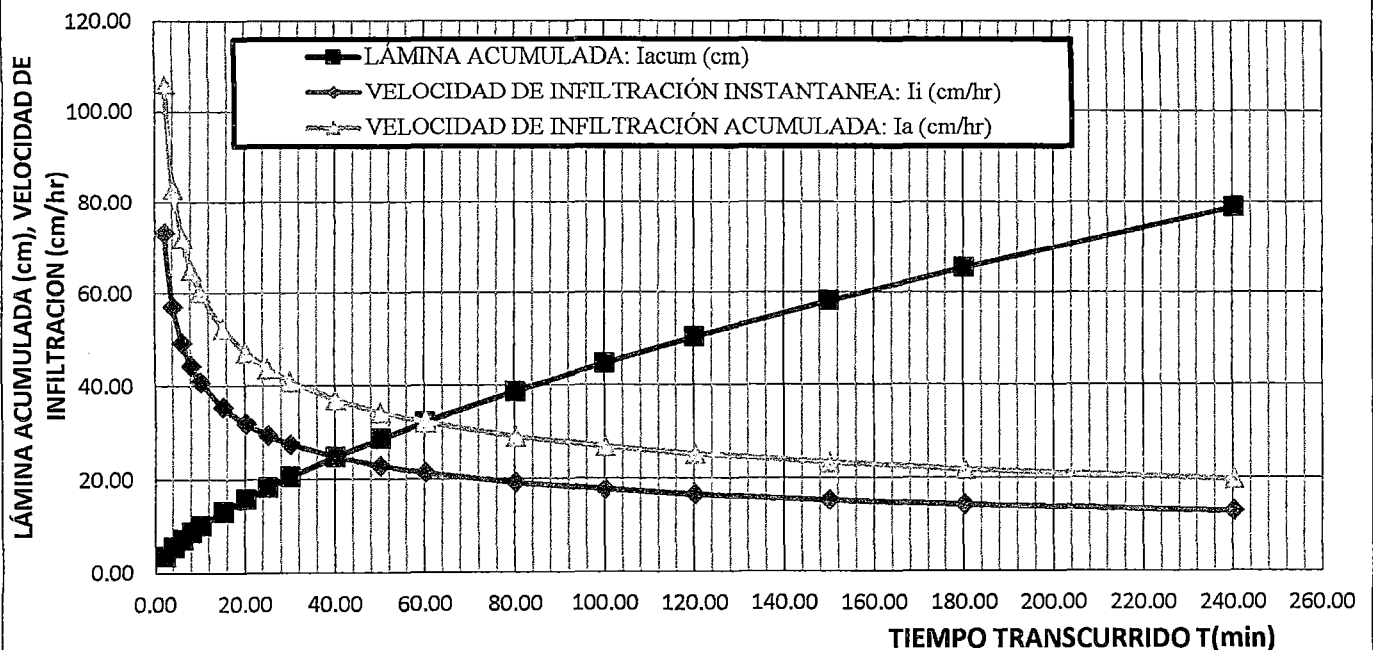
$$T_b = 218.1294 \text{ Min}$$

* Tasa de velocidad de infiltración básica (Ib) cm/hr

$$I_b = 40.1682xT^{-0.2794}$$

$$I_b = 13.32 \text{ cm/hr}$$

GRAFICÓ N° 02
CURVAS DE INFILTRACIÓN, PRUEBA II



FORMATO N° 06

PRUEBA DE INFILTRACIÓN (III)

CAMPO: Sector Quebradonda
 FECHA: 14 de Julio de 2014
 METODO: Cilindro Infiltrómetro

OBSERVADOR: Responsable
 N° DE PRUEBA: III
 TEXTURA: Ar.

HORA	LECTURA	TIEMPO (min)		LAMINA INFILTRADA		VELOCIDAD DE INFITRACION	
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	INSTANTANEA	PROMEDIO
8.00	16.90	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
8.02	17.70	2	2.0	0.80	0.80	24.00	24.00
8.04	18.60	2	4.0	0.90	1.70	27.00	25.50
8.06	19.40	2	6.0	0.80	2.50	24.00	25.00
8.08	19.80	2	8.0	0.40	2.90	12.00	21.75
8.10	20.30	2	10.0	0.50	3.40	15.00	20.40
8.15	21.20	5	15.0	0.90	4.30	10.80	17.20
8.20	22.10	5	20.0	0.90	5.20	10.80	15.60
8.25	22.90	5	25.0	0.80	6.00	9.60	14.40
8.30	23.70	5	30.0	0.80	6.80	9.60	13.60
8.40	25.10	10	40.0	1.40	8.20	8.40	12.30
8.50	26.60 16.60	10	50.0	1.50	9.70	9.00	11.64
9.00	17.80	10	60.0	1.20	10.90	7.20	10.90
9.20	20.00	20	80.0	2.20	13.10	6.60	9.83
9.40	22.00	20	100.0	2.00	15.10	6.00	9.06
10.00	23.70 18.20	20	120.0	1.70	16.80	5.10	8.40
10.30	22.00	30	150.0	3.80	20.60	7.60	8.24
11.00	25.20 19.50	30	180.0	3.20	23.80	6.40	7.93
12.00	25.60	60	240.0	6.10	29.90	6.10	7.48

ELABORADO: Por el Responsable

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN LÁMINA DE INFILTRACIÓN ACUMULADA (*I_{acum}*) cm

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	LAMINA ACUMULADA (cm)	LOG(T.A)	LOG (LA)	X ²	Y ²	XY
			X	Y			
1	2.0	0.80	0.30	-0.10	0.09	0.01	-0.03
2	4.0	1.70	0.60	0.23	0.36	0.05	0.14
3	6.0	2.50	0.78	0.40	0.61	0.16	0.31
4	8.0	2.90	0.90	0.46	0.82	0.21	0.42
5	10.0	3.40	1.00	0.53	1.00	0.28	0.53
6	15.0	4.30	1.18	0.63	1.38	0.40	0.75
7	20.0	5.20	1.30	0.72	1.69	0.51	0.93
8	25.0	6.00	1.40	0.78	1.95	0.61	1.09
9	30.0	6.80	1.48	0.83	2.18	0.69	1.23
10	40.0	8.20	1.60	0.91	2.57	0.84	1.46
11	50.0	9.70	1.70	0.99	2.89	0.97	1.68
12	60.0	10.90	1.78	1.04	3.16	1.08	1.84
13	80.0	13.10	1.90	1.12	3.62	1.25	2.13
14	100.0	15.10	2.00	1.18	4.00	1.39	2.36
15	120.0	16.80	2.08	1.23	4.32	1.50	2.55
16	150.0	20.60	2.18	1.31	4.74	1.73	2.86
17	180.0	23.80	2.26	1.38	5.09	1.89	3.10
18	240.0	29.90	2.38	1.48	5.67	2.18	3.51
TOTAL			26.81	15.11	46.13	15.75	26.86

$$I_{acum} = AT^B$$

$$B = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = 0.7011 \quad A^o = \frac{\sum Y_i}{n} - \frac{B \sum X_i}{n} = -0.2048$$

$$A = \text{AntiLog}(A^o) = 0.6241$$

$$I_{acum} = 0.6241 \times T^{0.7011}$$

FORMATO N° 06 (CONTINUACION)

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA (*Ii*) cm/hr

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD INSTANT. (cm/hr)	LOG (T.A) X	LOG (V.I) Y	X2	Y2	XY
1	2.00	24.00	0.30	1.38	0.09	1.90	0.42
2	4.00	27.00	0.60	1.43	0.36	2.05	0.86
3	6.00	24.00	0.78	1.38	0.61	1.90	1.07
4	8.00	12.00	0.90	1.08	0.82	1.16	0.97
5	10.00	15.00	1.00	1.18	1.00	1.38	1.18
6	15.00	10.80	1.18	1.03	1.38	1.07	1.22
7	20.00	10.80	1.30	1.03	1.69	1.07	1.34
8	25.00	9.60	1.40	0.98	1.95	0.96	1.37
9	30.00	9.60	1.48	0.98	2.18	0.96	1.45
10	40.00	8.40	1.60	0.92	2.57	0.85	1.48
11	50.00	9.00	1.70	0.95	2.89	0.91	1.62
12	60.00	7.20	1.78	0.86	3.16	0.74	1.52
13	80.00	6.60	1.90	0.82	3.62	0.67	1.56
14	100.00	6.00	2.00	0.78	4.00	0.61	1.56
15	120.00	5.10	2.08	0.71	4.32	0.50	1.47
16	150.00	7.60	2.18	0.88	4.74	0.78	1.92
17	180.00	6.40	2.26	0.81	5.09	0.65	1.82
18	240.00	6.10	2.38	0.79	5.67	0.62	1.87
TOTAL			26.8	18.0	46.13	18.79	24.70

$$I_i = aT^b$$

$$b = \frac{n(\sum x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \boxed{-0.3376} \quad a_0 = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b \sum x_i}{n} = \boxed{1.5024}$$

$$a = \text{AntiLog}(a_0) \quad 31.7948$$

$$I_i = 31.7948xT^{-0.3376}$$

CÁLCULO DE LA FUNCIÓN VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN ACUMULADA (*Ia*) cm/hr

NÚMERO	TIEMPO ACUMULADO (min)	VELOCIDAD ACUMULADA (cm/hr)	LOG (T.A) X	LOG (V.A) Y	X2	Y2	XY
1	2.00	24.00	0.30	1.38	0.09	1.90	0.42
2	4.00	25.50	0.60	1.41	0.36	1.98	0.85
3	6.00	25.00	0.78	1.40	0.61	1.95	1.09
4	8.00	21.75	0.90	1.34	0.82	1.79	1.21
5	10.00	20.40	1.00	1.31	1.00	1.72	1.31
6	15.00	17.20	1.18	1.24	1.38	1.53	1.45
7	20.00	15.60	1.30	1.19	1.69	1.42	1.55
8	25.00	14.40	1.40	1.16	1.95	1.34	1.62
9	30.00	13.60	1.48	1.13	2.18	1.28	1.67
10	40.00	12.30	1.60	1.09	2.57	1.19	1.75
11	50.00	11.64	1.70	1.07	2.89	1.14	1.81
12	60.00	10.90	1.78	1.04	3.16	1.08	1.84
13	80.00	9.83	1.90	0.99	3.62	0.98	1.89
14	100.00	9.06	2.00	0.96	4.00	0.92	1.91
15	120.00	8.40	2.08	0.92	4.32	0.85	1.92
16	150.00	8.24	2.18	0.92	4.74	0.84	1.99
17	180.00	7.93	2.26	0.90	5.09	0.81	2.03
18	240.00	7.48	2.38	0.87	5.67	0.76	2.08
TOTAL			26.8	20.3	46.13	23.48	28.39

$$I_a = aT^b$$

$$b = \frac{n(\sum x_i \cdot y_i) - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \boxed{-0.2989} \quad a = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b \sum x_i}{n} = \boxed{1.573}$$

$$a = \text{AntiLog}(a_0) \quad 37.4434$$

$$I_a = 377.4434xT^{-0.2989}$$

FORMATO N° 06 (CONTINUACIÓN)

TIEMPO	LÁMINA ACUMULADA	VEL. INFILT. INSTANTAN.	VEL. INFILT. ACUMULADA
2.00	1.01	25.16	30.44
4.00	1.65	19.91	24.74
6.00	2.19	17.36	21.92
8.00	2.68	15.76	20.11
10.00	3.14	14.61	18.82
15.00	4.17	12.74	16.67
20.00	5.10	11.57	15.29
25.00	5.96	10.73	14.31
30.00	6.77	10.09	13.55
40.00	8.29	9.15	12.43
50.00	9.69	8.49	11.63
60.00	11.01	7.98	11.01
80.00	13.48	7.24	10.11
100.00	15.76	6.72	9.45
120.00	17.91	6.32	8.95
150.00	20.94	5.86	8.38
180.00	23.79	5.51	7.93
240.00	29.11	5.00	7.28

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN BÁSICA

* Tiempo en que se logra la velocidad de infiltración básica (Tb) min

$$T_b = -600b$$

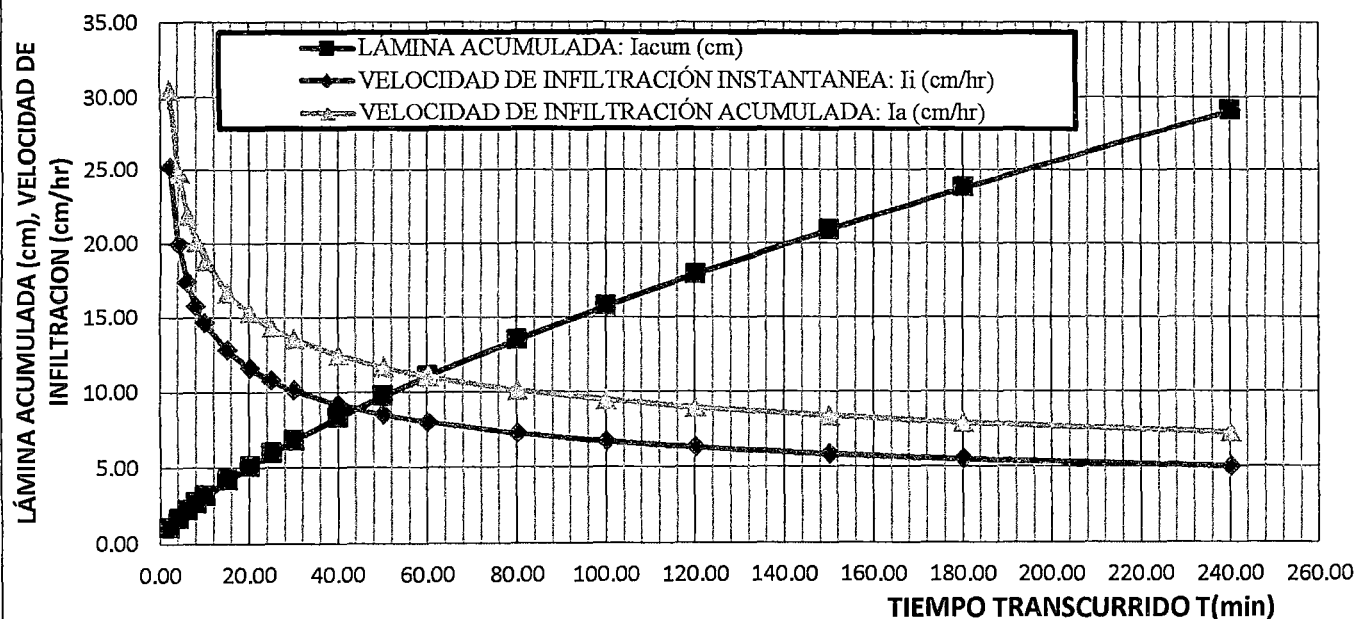
$T_b =$	202.5513	Min
---------	----------	-----

* Tasa de velocidad de infiltración básica (Ib) cm/hr

$$I_b = 40.1682xT^{-0.2794}$$

$I_b =$	5.29	cm/hr
---------	------	-------

GRÁFICO N° 03
CURVAS DE INFILTRACIÓN, PRUEBA III



FORMATO N° 07

UNIDAD DE RIEGO: I - SUBUNIDAD DE RIEGO: 01

DISEÑO HIDRÁULICO DEL LATERAL

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
qa = Caudal medio del emisor	1.00	l/h
Hmin = Presión de operación mínima del gotero	5.00	m.c.a
Hmax = Presión de operación máxima del gotero	30.00	m.c.a
Dn = Diámetro nominal de la manguera	16.00	mm
Di = Diámetro interior de la manguera	14.20	mm
Se = Espaciamiento entre emisores	0.30	m

PÉRDIDA DE CARGA EN LA LATERAL DE LA SUBUNIDAD DE RIEGO 1 - UNIDAD DE RIEGO I

T.R.	S.U.	Longit. Lat. m	N° de Emis.	Caudal lateral (ql) l/s	Diámet. Int. mm	Pérd. C. Unit. (J) m/m	Fc	hf m.c.a	hm m.c.a	hn m.c.a	Hmin m.c.a	Chequeo hn>Hmin
I	1	45	150	0.042	14.20	0.010	0.367	0.169	6.04	5.87	5.00	correcto

FORMATO N° 08

UNIDAD DE RIEGO: I - SUBUNIDAD DE RIEGO: 02

DISEÑO HIDRÁULICO DEL LATERAL

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
qa = Caudal medio del emisor	1.00	l/h
Hmin = Presión de operación mínima del gotero	5.00	m.c.a
Hmax = Presión de operación máxima del gotero	30.00	m.c.a
Dn = Diámetro nominal de la manguera	16.00	mm
Di = Diámetro interior de la manguera	14.20	mm
Se = Espaciamiento entre emisores	0.30	m

PÉRDIDA DE CARGA EN LA LATERAL DE LA SUBUNIDAD DE RIEGO 2 - UNIDAD DE RIEGO I

T.R.	S.U.	Longit. Lat. m	N° de Emis.	Caudal lateral (ql) l/s	Diámet. Interno mm	Pérd. C. Unit. (J) m/m	Fc	hf m.c.a	hm m.c.a	hn m.c.a	Hmin m.c.a	Chequeo hn>Hmin
I	2	45	150	0.042	14.20	0.010	0.367	0.169	9.00	8.83	5.00	correcto

FORMATO N° 09

TURNO DE RIEGO I - SUBUNIDAD DE RIEGO 01

DISEÑO HIDRÁULICO LA TUBERIA PORTALATERAL O TERCIARIA

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
Qs = Caudal del sector	1.55	l/s
Hmax = Presión máxima de trabajo del emisor	30.00	m.c.a
Hmin = Presión mínima de trabajo del emisor	5.00	m.c.a
Hm = Presión al inicio del portalateral	6.04	m.c.a
C = Coeficiente de fricción de la tubería	150	s/u
Lt = Longitud del portalateral	50.00	m
Dn = Diámetro nominal del portalateral	48.00	mm
Di = Diámetro interno del portalateral	44.00	mm
Ci = Cota inicial	1105.00	m
Cf = Cota final	1086.00	m
D = Desnivel	-19.00	m
i = Pendiente en la terciaria	-38.00	%

PÉRDIDA DE CARGA EN EL PORTALATERAL DEL ARCO DE RIEGO 1 - UNIDAD DE RIEGO I

A.R.	Longit. del portalat. m	Número de Laterales	Caudal del Portalat. l/s	Diámetro Interno mm	Coeficiente de Fricción de la Tubería	Pérdida Carga Unitaria (J) m/m	Factor de Christiansen Fc	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Hmax m.c.a	Velocidad m/s	Chequeo Velocidad	Chequeo Hn<Hmax
I	50.00	72.00	1.55	44.00	150	0.027	0.366	0.502	6.04	24.54	30.00	1.02	OK	OK

FORMATO N° 10

TURNO DE RIEGO I - SUBUNIDAD DE RIEGO: 02

DISEÑO HIDRÁULICO LA TUBERIA PORTALATERAL O TERCIARIA

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
Qs = Caudal del sector	2.52	l/s
Hmax = Presión máxima de trabajo del emisor	30.00	m.c.a
Hmin = Presión mínima de trabajo del emisor	5.00	m.c.a
Hm = Presión al inicio del portalateral	9.00	m.c.a
C = Coeficiente de fricción de la tubería	150	s/u
Lt = Longitud del portalateral	53.00	m
Dn = Diámetro nominal del portalateral	48.00	mm
Di = Diámetro interno del portalateral	44.00	mm
Ci = Cota inicial	1086.00	m
Cf = Cota final	1066.00	m
D = Desnivel	-20.00	m
i = Pendiente en la terciaria	-37.74	%

PÉRDIDA DE CARGA EN EL PORTALATERAL DEL ARCO DE RIEGO 1 - UNIDAD DE RIEGO I

A.R.	Longit. Portalat. m	Número de Laterales	Caudal Portalat. l/s	Diámetro Interno mm	Coeficie. Fricción Tubería (C)	Pérdida C. Unit. (J) m/m	Factor de Christian_ sen Fc	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Hmax m.c.a	Velocid. m/s	Chequeo Velocidad	Chequeo Hn<Hmax
II	53.00	76.00	2.52	44.00	150	0.067	0.366	1.307	9.00	27.69	30.00	1.66	OK	OK

FORMATO N° 11
DISEÑO HIDRÁULICO LA TUBERIA SECUNDARIA

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
Qs = Caudal del sector	2.52	l/s
L = Longitud de la tubería matriz	51.00	m
C = Coeficiente de fricción de la tubería	150	s/u
Dn = Diámetro nominal de la tubería matriz	48.00	mm
Di = Diámetro interno de la tubería matriz	44.00	mm
Ci = Cota inicial	1105.00	m
Cf = Cota final	1086.00	m
D = Desnivel	-19.00	m
i = Pendiente en la terciaria	-37.25	%

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA SECUNDARIA

Longitud tubería secundaria m	Caudal Portalat. l/s	Diámetro Interno mm	Coeficiente de Fricción de la Tubería	Pérdida Carga Unitaria (J) m/m	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Velocidad m/s	Chequeo Velocidad
51.00	2.52	44.00	150	0.067	3.436	7.04	22.60	1.66	OK

FORMATO N° 12
CÁLCULO DE PERDIDA DE CARGA EN LA TUBERIA MATRIZ

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
Qs = Caudal del sector	4.07	l/s
L = Longitud de la tubería matriz	47.00	m
C = Coeficiente de fricción de la tubería	150	s/u
Dn = Diámetro nominal de la tubería matriz	75.00	mm
Di = Diámetro interno de la tubería matriz	71.20	mm
Ci = Cota inicial	1115.00	m
Cf = Cota final	1105.00	m
D = Desnivel	-10.00	m
i = Pendiente en la terciaria	-21.28	%

CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA MATRIZ

Longitud tubería matriz (m)	Caudal Tubería Matriz (l/s)	Diámetro Interno mm	Coeficiente de Fricción de la Tubería	Pérdida Carga Unitaria (J) m/m	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Velocidad m/s	Chequeo Velocidad
47.00	4.07	71.20	150	0.020	0.962	0.00	9.04	1.02	OK

FORMATO N° 13

DISEÑO HIDRÁULICO LA TUBERÍA DE ADUCCIÓN

PARÁMETROS	DATOS	UNIDAD
Qs = Caudal del sector	4.0	l/s
L = Longitud de la tubería matriz	48.0	m
C = Coeficiente de fricción de la tubería	150	s/u
Dn = Diámetro nominal de la tubería matriz	63.00	mm
Di = Diámetro interno de la tubería matriz	59.80	mm
Ci = Cota inicial	1120.75	m.s.n.m
Cf = Cota final	1118.00	m.s.n.m
D = Desnivel	-2.75	m
i = Pendiente en la terciaria	-5.73	%

PÉRDIDA DE CARGA EN LA TUBERÍA DE ADUCCIÓN

Longitud Tubería Aduc. (m)	Caudal Tubería Aduc. (l/s)	Diámetro Interno mm	Coefic. Fricción Tubería	Pérdida Carga Unitaria (J) m/m	Hf m.c.a	Hm m.c.a	Hu m.c.a	Velocidad m/s	Chequeo Velocidad
48.00	4.00	59.80	150	0.046	2.206	0.00	0.54	1.42	OK

FORMATO N° 14

CÁLCULO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL RESERVORIO

1.- DATOS:

Talud (Z)	0.6
Altura mayor del agua(h)	1.50 m
Borde Libre (Bl)	0.30 m
Caudal de entrada (Qe)	1.2 l/s
Ø tubería de descarga (Øt)	2.5 Pulg
Pendiente transversal a L del fondo (S)	0.2 %
Ancho del borde de anclaje (Ab)	0.50 m
Longitud del Anclaje Subterráneo (Las)	0.80 m
Tiempo de embalse (Te)	24.00 h
Largo del Fondo (l)	8.00 m
Ancho del Fondo (b)	7.00 m
Largo del Reserv. a h (L)	9.80 m
Ancho del Reserv. a h (B)	8.80 m
Largo del Reserv. a h+Bl (Lt)	10.16 m
Ancho del Reserv. a h+Bl (Bt)	9.16 m

2.- DIMENSIONAMIENTO Y CAL. HIDRAULICOS

Volumen neto de diseño (Vn)	104 m ³
Área del Fondo (Af)	56.00 m ²
Área del Espejo de agua (Ae)	86.24 m ²
Altura menor del agua (h')	1.49 m
Área a la altura. q se llega c/ la pendnt. (Ap)	56.02 m
Vol. del Reserv. en h sin considerar S (Vr)	176.99 m ³
Reduc. Volumen x pendiente (Vp)	0.39 m ³
Volumen Neto calculado (Vnc)	105.48 m³
Volumen Total (con borde libre) (Vts)	132.36 m ³
Tiempo de embalse (en hr) (Tec)	24.44
Tiempo mínimo de descarga (Tm)	2.63
Caudal máximo de descarga (Qd)	16.08 l/s

3.- AREA DE GEOMEMBRANA

Longitud de Talud a h (Lot) sin BI	1.75 m
Longitud de Talud a h (Lta) + BI	2.10 m
Área de Taludes (Ata)	72.04 m ²
Área de Anclajes (Aa)	54.43 m ²
Área neta Geomembrana (Ag)	182.47 m²

4.- LONG. Y ANCHO DEL RESERV. P/ GEOMEM.

Longitud del Reservorio (Lrev)	14.80 m
Ancho del Reservorio (Brev)	13.80 m ²
Área del Reservorio (Arev)	204.19 m²

FORMATO N° 15: Pérdida De Carga En Componentes Del Arco De Riego Modelo I

Accesorio	Cantidad	d accesorio (pulg)	Caudal		Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Coeficiente K	Velocidad (m/seg)	Pérdida por Fricción (m)
			(l/s)	(m3/hr)					
codo de PVC 90°	4	1.5	1.55	5.58	48.00	44.00	0.90	1.02	0.19
Tee 1 1/2"	1	1.5	1.55	5.58	48.00	44.00	1.80	1.02	0.10
Válvula compuerta de 1 1/2"	1	1.5	1.55	5.58	48.00	44.00	3.30	1.02	0.17
Reducción de 2 1/2" a 2"	1	1.5	1.55	5.58	48.00	44.00	0.32	1.02	0.02
Reducción de 2" a 1 1/2"	1	1.5	1.55	5.58	48.00	44.00	0.32	1.02	0.02
PERDIDA DE CARGA CABEZAL									0.59
TOTAL PERDIDA DE CARGA									1

FORMATO N° 16: Pérdida De Carga En Componentes Del Arco De Riego Modelo II

Accesorio	Cantidad	d accesorio (pulg)	Caudal		Diámetro nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Coeficiente K	Velocidad (m/seg)	Pérdida por Fricción (m)
			(l/s)	(m3/hr)					
codo de PVC 90°	4	1.5	2.52	9.06	48.00	44.00	0.90	1.66	0.50
Tee 2"	2	1.5	2.52	9.06	48.00	44.00	1.80	1.66	0.50
Válvula Oblicua 1"	1	1.5	2.52	9.06	48.00	44.00	0.19	1.66	0.03
Reducción de 1 1/2" a 1"	1	1.5	2.52	9.06	48.00	44.00	0.32	1.66	0.04
Válvula de globo abierta	1	1.0	2.52	9.06	33.00	29.40	8.20	3.71	5.75
PERDIDA DE CARGA CABEZAL									7.51
TOTAL PERDIDA DE CARGA									8

FORMATO N° 17: PRESIÓN DINÁMICA Y ESTÁTICA

DESCRIPCIÓN	COTA TERRENO	PERDIDA DE CARGA (hf)	PRESIÓN DINÁMICA (m.c.a)	PRESIÓN ESTÁTICA (m.c.a)
RESERVORIO (FONDO)	1115	-	0.00	0.00
PERDIDA POR FRICCIÓN DE TUBERÍA	-	0.96		
PERDIDA POR CABEZAL DE RIEGO	-	2.00		
PRESIÓN DESPUÉS DEL CABEZAL	1108	-	4.04	
PRESIÓN ANTES DEL ARCO DE RIEGO M-1	1105		7.04	10
PERDIDA POR ARCO DE RIEGO M-1	-	1.00		
ENTRADA S.U.R 1-2 (después del AR M -1)	1105		6.04	
PRESIÓN ANTES DEL ARCO DE RIEGO M-2			22.60	
ENTRADA S.U.R 3-4 (después del AR M -2)*	1086		9.00	29
ELABORADO: Por el responsable				

* : Presión requerida para que no sobrepase la presión de trabajo del emisor (30 m.c.a.)

TABLA N° 01

ANGULO DE FRICCIÓN (δ) RECOMENDADO POR EL MANUAL DE DISEÑO DE LA MARINA DE EE UU.

HORMIGON SOBRE LOS SIGUIENTES MATERIALES DE CIMENTACIÓN	FACTOR DE FRICCIÓN $Tg \delta$	ANGULO DE FRICCIÓN δ
Roca sólida limpia		
Grava limpia, mezcla de grava y arena, arena gruesa	0.55 - 0.60	29° - 30°
Arena limpia fina con arena media, limo medio con arena gruesa, limo o grava arcillosa	0.45 - 0.55	24° - 29°
Arena limpia fina, limo o arcilla fina con arena media	0.35 - 0.45	19° - 24°
Arena fina limosa, limo no plástico	0.30 - 0.35	17° - 19°
Arcilla muy dura y arcilla sólida o preconsolidada	0.40 - 0.50	22° - 26°
Arcilla media dura, arcilla dura y arcilla limosa	0.30 - 0.35	17° - 19°
(Mampostería sobre estos materiales de cimentación tienen los mismos valores de fricción)		

ESFUERZOS DE COHESIÓN Y ADHESIÓN DE ALGUNOS MATERIALES

MATERIAL	COHESIÓN Kg / cm ²	ADHESIÓN Kg / cm ²
Suelos cohesivos muy blandos	0.122 a menos	0.122 a menos
Suelos cohesivos blandos	0.122 - 0.244	0.122 - 0.244
Suelos cohesivos de dureza media	0.244 - 0.488	0.244 - 0.366
Suelos cohesivos duros	0.488 - 0.977	0.366 - 0.464
Suelos cohesivos muy duros	0.977 - 1.954	0.464 - 0.635

ALGUNAS RECOMENDACIONES RESPECTO AL MATERIAL DE RELLENO Y CIMENTACIÓN, SEGÚN TERZAGHI

RELLENO

TIPO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
I	Suelo granular grueso, sin finos
II	Suelo granular grueso, con finos limosos
III	Suelo residual, con cantos, bloques de piedra, gravas, arenas finas y finas arcillas en cantidades apreciables
IV	Arcillas plásticas blandas, limos orgánicos o arcillas limosas
V	Fragmentos de arcilla dura o medianamente dura, protegidos de modo que el agua proveniente de cualquier fuente no penetre entre los fragmentos

En general, los tipos de suelo IV y V no son deseables como suelos de relleno, debiéndose ser evitados siempre que sea posible; en particular, el tipo V debe considerarse absolutamente rechazable cuando haya riesgo de que pueda entrar agua a los huecos entre los fragmentos de arcilla, provocando su expansión y el correspondiente aumento presiones sobre el muro

CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL SUELO	$Tg \delta$
Suelo granular limpios	0.55
Suelo granular con limo y arcilla	0.45
Suelos finos compuestos con limo y arcilla ¹	0.35

¹ En estos suelos se debe reemplazar por lo menos os 10 cm ubicados inmediatamente debajo de la cimentación del muro por un suelo granular convenientemente compactado

FUENTE: CURSO DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

TABLA N° 02:

Valores de ángulo de fricción (δ), presión admisible (σ_s), ángulo de rozamiento interno (ϕ), y peso específico (γ_s) para diferentes materiales.

Naturaleza de la superficie	Angulo de fricción, δ
Piedra, ladrillo u hormigón	
Mampostería contra mampostería	33°
Mampostería contra madera	28° 50'
Mampostería contra arcilla seca	26° 40'
Mampostería contra arcilla húmeda	18° 20'
Mampostería contra arena	21° 50'
Mampostería contra grava	31°
Piedra lisa contra acero o hierro	21° 50'
Piedra áspera contra acero o hierro	16° 40'

Textura del suelo	Presión admisible, σ_s Kg/cm ²
Arena fluida	0.5
Arena mojada	2.0
Arena fina seca	2.5 - 3.0
Arena fluida drenada	3.0
Arena gruesa muy firme	3.0 - 6.0
Grava y arena gruesa en mantos espesos	5.0 - 8.0
Arcilla blanda o húmeda	1.2
Arcilla blanda con arena o limo	1.0
Arcilla blanda y arena mojada	1.0 - 1.5
Arcilla blanda confinada	2.0
Arcilla firme	2.0
Arcilla dura	3.0 - 4.0

Textura del suelo	Angulo de rozamiento interno, ϕ	Peso específico, γ_s kg/cm ³
Grava	35° - 45°	1,730 - 2,200
Arena fina	30° - 35°	1,570
Arena media	35° - 40°	1,570 - 1,730
Arena gruesa	35° - 40°	1,570 - 1,730

Textura del suelo	Angulo de rozamiento interno, ϕ	Peso específico, γ_s kg/m ³
Arena o gravas gruesas muy permeables	33° - 40°	1,760 - 1,920
Arenas y gravas con limo, poco permeables	25° - 35°	1,920 - 2,080
Arenas con limos, arenas y gravas con alto contenido de arcilla	23° - 30°	1,760 - 1,920
Arcilla fuerte compacta o muy consistente	25° - 35°	1,600 - 1,920
Arcilla blanda con limos	20° - 26°	1,440 - 1,760

FUENTE: CURSO DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

TABLA N° 03:

Valores del coeficiente único (promedio temporal) del cultivo, K_u , y alturas medias máximas de las plantas para cultivos no estresados y bien manejados en climas sub-húmedos ($HR_{max} = 45\%$, $u_i = 2 \text{ m s}^{-1}$) para usar en la fórmula de la FAO Penman-Monteith ET.

Cultivo	K_{u1}	K_{u2}	K_{u3}	Altura Max. Cultivo (h) (m)
a. Hortalizas Pequeñas	0,7	1,05	0,95	
Brócoli (Broccoli)		1,05	0,95	0,3
Col de Brujas		1,05	0,95	0,4
Repollo		1,05	0,95	0,4
Zanahoria		1,05	0,95	0,3
Coliflor		1,05	0,95	0,4
Ajo (Cebollín)		1,05	1,00	0,6
Ajo		1,00	0,70	0,3
Lechuga		1,00	0,95	0,3
Cebolla		1,05	0,75	0,4
- seca		1,00	1,00	0,3
- verde		1,05	0,80	0,5
- semilla		1,00	0,95	0,3
Espinaca		1,00	0,95	0,3
Rebano		0,50	0,85	0,3
b. Hortalizas- Familia de la Solanáceas	0,6	1,15	0,90	
Berenjena		1,05	0,90	0,8
Pimiento Dulce (campana)		1,05 ^a	0,90	0,7
Tomate		1,15 ^a	0,70-0,90	0,6
c. Hortalizas- Familia de las Cucurbitáceas	0,5	1,00	0,80	
Melón	0,5	0,85	0,60	0,3
Pepino		1,00 ^a	0,75	0,3
- cosechado fresco	0,6	1,00	0,90	0,3
- cosechado a máquina	0,5	1,00	0,90	0,3
Calabaza de Invierno		1,00	0,80	0,4
Calabacín (zucchini)		0,95	0,75	0,3
Melón dulce		1,05	0,75	0,4
Sandía	0,4	1,00	0,75	0,4
d. Raíces y Tubérculos	0,5	1,10	0,95	
Remolacha, masa		1,05	0,95	0,4
Yuca o Mandioca		0,60 ^a	0,30	1,0
- año 1	0,3	1,10	0,50	1,5
- año 2	0,3	1,10	0,50	1,5
Chirivía	0,5	1,05	0,95	0,4
Potato o Papa		1,15	0,75 ^a	0,6
Camote o Batata		1,15	0,65	0,4
Nabos (Plutabaga)		1,10	0,95	0,6
Remolacha Azucarera	0,35	1,20	0,70 ^b	0,5

^a Estos son valores generales de K_{u1} considerando un manejo típico del riego y humedamiento del suelo. Para humedamientos frecuentes, tal como en el caso de riego por aspersión de alta frecuencia o lluvia diaria, estos valores pueden aumentar sustancialmente pudiendo acercarse a 1,0 a 1,2. El valor de K_{u1} es una función del intervalo de humedamientos y la tasa potencial de evaporación durante las etapas inicial y de desarrollo del cultivo, siendo estimado con mayor exactitud a través de las Figuras 29 y 30, o la ecuación 7-3 del Anexo 7, o usando el coeficiente dual $K_{u1} = K_e$. Utilice el valor de K_{u1} para el grupo cuando no aparezca un valor de K_{u1} para el cultivo.

^b En algunas oportunidades, los frijoles o judías, Leguminosas, Tomates, Pimientos y Pepinos son cultivados utilizando empalizadas que alcanzan los 1,5 a 2 metros de altura. En estos casos es necesario incrementar los valores de K_e . Para frijoles o judías verdes, pimientos y pepinos se pueda asumir un valor de 1,15 y en el caso de los tomates, frijoles secos y los guantes, de 1,20. Bajo esas condiciones también debe aumentarse el valor de h .

^c Los valores correspondientes a la etapa de maduración de temporada para la mandioca, surgen condiciones de no-estres durante o después de la temporada lluviosa. Los valores de K_{u1} toman en cuenta el largo durante la estación seca.

^d El valor de K_{u1} para papas o patatas de ciclo largo con rotura de los estolones es alrededor de 0,40.

^e El valor de K_{u1} correspondiente a condiciones sin riego durante el último mes de la temporada productiva. El valor de K_{u1} para la remolacha azucarera es mayor, hasta 1,0, cuando ocurra riego o lluvias significativas durante el último mes.

TABLA N° 03 : (Continuación)

Cultivo	K_{min}	K_{max}	K_{m}	Alto Max. Cultivo (kg/ha)
a. Leguminosas (Leguminosae)	0,4	1,15	0,55	
Frijoles o judías, verdes	0,5	1,05*	0,90	0,4
Frijoles o judías, secos y frescos	0,4	1,15*	0,35	0,4
Garbanzo (chick peas)		1,00	0,35	0,4
Habes - Fresco	0,5	1,15*	1,10	0,8
- Saca/Semilla	0,5	1,15*	0,30	0,8
Garbanzo hindú	0,4	1,15	0,35	0,8
Caupis (cavewear)		1,05	0,60-0,35*	0,4
Mont		1,15	0,60	0,4
Lentejas		1,10	0,30	0,5
Guisantes o arveja - Frescos	0,5	1,15*	1,10	0,5
- Secos/Semilla		1,15	0,30	0,5
Soya		1,15	0,50	0,5-1,0
f. Hortaliças porcinas (con letargo invernal y suelo inicialmente desnudo o con mantillo)	0,5	1,00	0,80	
Alcachofa	0,5	1,00	0,95	0,7
Espárragos	0,5	0,95*	0,30	0,2-0,8
Monta	0,60	1,15	1,10	0,6-0,8
Fresas	0,40	0,85	0,75	0,2
g. Cultivos Textiles	0,35			
Algodón		1,15-1,20	0,70-0,50	1,2-1,5
Lino		1,10	0,25	1,2
Scot*		0,4-0,7	0,4-0,7	1,5
h. Cultivos Oleaginosos	0,35	1,15	0,35	
Ricino		1,15	0,55	0,2
Canola (colza)		1,0-1,15*	0,35	0,6
Cártamo		1,0-1,15*	0,25	0,8
Sesamo (ajonjolí)		1,10	0,25	1,0
Girasol		1,0-1,15*	0,35	2,0
i. Cereales	0,3	1,15	0,4	
Cebada		1,15	0,25	1
Avena		1,15	0,25	1
Trigo de Primavera		1,15	0,25-0,4**	1
Trigo de Invierno - con suelos congelados	0,4	1,15	0,25-0,4**	1
- con suelos no-congelados	0,7	1,15	0,25-0,4**	
Maz. (grano)		1,20	0,60-0,35**	2
Maz. (dulce)		1,15	1,05**	1,5
Mijo		1,00	0,30	1,5
Sorgo - grano		1,00-1,10	0,55	1-2
- dulce		1,20	1,05	2-4
Aroz	1,05	1,20	0,90-0,60	1

* El primer valor de K_{m} es cuando se cosecha fresco. El segundo valor es cuando se cosecha seco.

** El valor de K_{m} para los espárragos permanece como K_{m} durante la cosecha de los vástagos, debido a las condiciones de poca cobertura vegetal. El valor de K_{m} es para después del re-crecimiento de la vegetación, después de terminada la cosecha de los vástagos.

* El valor de K_{m} para arroz depende de la densidad de siembra y el manejo del agua (seca, del estrés hídrico intencional).

* Los valores menores son para cultivos de secano los cuales tienen una menor densidad de población vegetal.

** El valor mayor es para cultivos cosechados a mano.

** El primer valor de K_{m} corresponde a los casos donde el cultivo se cosecharon gran humedad en el grano. El segundo valor de K_{m} es para cuando se cosecha después de un secado completo del grano en el campo (hasta alrededor de 18% de humedad, basado en materia húmeda).

** Si se cosecha en fresco para consumo humano. Usar el valor de K_{m} para maíz de campo si el maíz dulce es dejado madurar y secar en el campo.

TABLA N° 03 : (Continuación)

Cultivo		$K_{e, \text{máx}}$	$K_{e, \text{mín}}$	$K_{e, \text{prom}}$	Altura Máx. Cultivo (h) (m)
j. Forrajes					
Alfalfa (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,95 ^a	0,90	0,7
	- periodos individuales de corte	0,40 ^a	1,20 ^a	1,15 ^a	0,7
	- para semilla	0,40	0,50	0,50	0,7
Bermuda (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,55	1,00 ^a	0,85	0,25
	- cultivo para semilla (primavera)	0,35	0,90	0,65	0,4
Trebol heno, Bersim	- efecto promedio de los cortes	0,40	0,90 ^a	0,85	0,6
	- periodos individuales de corte	0,40 ^a	1,15 ^a	1,10 ^a	0,6
Rye Grass (heno)	- efecto promedio de los cortes	0,95	1,05	1,00	0,3
Pasto del Sudán (anual)	- efecto promedio de los cortes	0,50	0,90 ^a	0,85	1,2
	- periodo individual de corte	0,50 ^a	1,15 ^a	1,10 ^a	1,2
Pastos de Pastoreo	- pastos de rotación	0,40	0,85-1,05	0,85	0,15-0,30
	- pastoreo extensivo	0,30	0,75	0,75	0,10
Pastos (césped, turfgrass)	- época fría ^a	0,90	0,95	0,95	0,10
	- época caliente ^a	0,60	0,85	0,85	0,10
E. Caña de azúcar		0,40	1,25	0,75	3
l. Frutas Tropicales y Árboles					
Banana	- 1° año	0,50	1,10	1,00	3
	- 2° año	1,00	1,20	1,10	4
Cacao		1,00	1,05	1,05	3
Cafe	- suelo sin cobertura	0,90	0,95	0,95	2-3
	- con malezas	1,05	1,10	1,10	2-3
Palma Datilera		0,90	0,95	0,95	8
Palmas		0,95	1,00	1,00	8
Piña ^a	- suelo sin cobertura	0,50	0,30	0,30	0,6-1,2
	- con cobertura de gramíneas	0,50	0,50	0,50	0,6-1,2
Árbol del Caucho		0,95	1,00	1,00	10
Te	- no sombreado	0,95	1,00	1,00	1,5
	- sombreado ^b	1,10	1,15	1,15	2
m. Uvas y Moras					
Moras (arbusto)		0,30	1,05	0,50	1,5
Uvas	- Mesa o secas (pasas)	0,30	0,85	0,45	2
	- Vino	0,30	0,70	0,45	1,5-2
Lúpulo		0,3	1,05	0,85	5
^a Los valores de $K_{e, \text{máx}}$ para cultivos destinados a heno son un promedio general que incluyen valores promedio de K_e para antes y después de los cortes. Este se aplica para el lapso que sigue al periodo de desarrollo inicial hasta el inicio de la etapa final de la temporada de crecimiento. ^b Estos valores del coeficiente K_e para cultivos de heno se aplican inmediatamente después del corte, en cobertura completa; e inmediatamente antes del corte, respectivamente. La temporada de crecimiento se define como una serie de periodos individuales de corte (Figura 35). ^c Variedades de pastos de temporada fría incluyen sitios cultivados densamente con bluegrass, ryegrass y fescue. Variedades de temporada cálida incluyen pastos tipo bermuda y St. Augustine. El valor de 0,95 para pastos de época fría representa un 0,06 a 0,08 m de altura de corte, bajo condiciones normales de césped. Cuando se practica un manejo cuidadoso del agua y no se requiere de un crecimiento rápido, se puede reducir los valores de K_e para césped a 0,10. ^d La planta de piña posee una muy baja transpiración debido a que la misma cierra sus estomas durante el día y los abre durante la noche. Por lo tanto la mayor parte de la E_T en la piña esta constituida por la evaporación que ocurre en el suelo. El valor de $K_{e, \text{máx}} < K_{e, \text{mín}}$ debido a que $K_{e, \text{máx}}$ ocurre en condiciones de completa cobertura del suelo, por lo que la evaporación en el suelo será menor. Los valores indicados asumen que un 50% de la superficie del suelo se encuentra cubierta por una cobertura de plástico negro y que el cultivo es regado a través de riego por aspersión. En el caso de riego por goteo por debajo de la cubierta plástica, los valores de K_e pueden ser reducidos a 0,10. ^e Incluye el requerimiento de agua de los árboles bajo sombra.					

TABLA N° 03 : (Continuación)

Cultivo	$K_{s, m}$ ^a	$K_{s, m, a}$	$K_{s, m, b}$	Altura Max. Cultivo (h) (m)
n. Árboles Frutales				
Almendras, sin cobertura del suelo	0,40	0,90	0,65 ²¹	5
Manzanas, Cerezas, Peras²²				
- sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,95	0,70 ²¹	4
- sin cobertura del suelo, sin heladas	0,60	0,95	0,75 ²¹	4
- cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,20	0,95 ²¹	4
- cobertura activa del suelo, sin heladas	0,60	1,20	0,85 ²¹	4
Albaricoque, Melocotón o Durazno, Drupas²³				
- sin cobertura del suelo, con fuertes heladas	0,45	0,90	0,65 ²¹	3
- sin cobertura del suelo, sin heladas	0,55	0,90	0,65 ²¹	3
- cobertura activa del suelo, con fuertes heladas	0,50	1,15	0,90 ²¹	3
- cobertura activa del suelo, sin heladas	0,60	1,15	0,85 ²¹	3
Aguacate, sin cobertura del suelo	0,60	0,85	0,75	3
Citricos, sin cobertura del suelo²¹				
- 70% cubierta vegetativa	0,70	0,65	0,70	4
- 50% cubierta vegetativa	0,65	0,60	0,65	3
- 20% cubierta vegetativa	0,50	0,45	0,55	2
Citricos, con cobertura activa del suelo o malezas²¹				
- 70% cubierta vegetativa	0,75	0,70	0,70	4
- 50% cubierta vegetativa	0,80	0,80	0,80	3
- 20% cubierta vegetativa	0,65	0,85	0,85	2
Coníferas ²⁴	1,00	1,00	1,00	10
Kivi	0,40	1,05	1,05	3
Olivos (40 a 60% de cobertura del suelo por el dosel) ²⁴	0,65	0,70	0,70	3-5
Pistachos, sin cobertura del suelo	0,40	1,10	0,45	3-5
Nusato de Nogal ²⁵	0,50	1,10	0,65 ²¹	4-5

^aEstos valores de $K_{s, m}$ son representativos del K_s antes de la caída de las hojas. Después de la caída de las hojas, $K_{s, m} = 0,20$ para suelo descubierta y seco, o para cobertura muerta del suelo y $K_{s, m} = 0,50$ a $0,80$ para cobertura activa y en desarrollo (consultar el Capítulo 13).

²¹Referirse a la Ec. 94, 97 o 98 y notas de pie de página 21 y 22, para estimar K_s para sitios con cultivos inmaduros.

²²La categoría de las drupas es aplicable a los melocotones o duraznos, albaricoques, peras, ciruelas y pasanas.

²³Estos valores de K_s pueden ser calculados a partir de la Ec. 98 para $K_{s, m, a} = 0,15$ y $K_{s, m, b} = 0,75, 0,70$ y $0,75$ para las etapas inicial, mediados de temporada y final de la temporada, y $f_{s, m} = f_s$ donde f_s = fracción del suelo cubierta por el dosel del árbol (se asume que el sol se encuentra directamente por encima). Los valores tabulados corresponden a los indicados por Doorenbos y Pruitt (1977) y los obtenidos en mediciones recientes. El valor correspondiente a la etapa de mediados de temporada es menor que los correspondientes a las etapas inicial y final debido a los efectos del cierre estomático durante los periodos de máxima ET. Para climas húmedos y semi-húmedos, donde existe un menor control estomático por parte de los citricos, se pueden incrementar los valores de $K_{s, m, a}$, $K_{s, m, b}$ y $K_{s, m}$ a $0,1 - 0,2$, según Rogers et al. (1983).

²⁴Estos valores de K_s pueden ser calculados como $K_s = f_s K_{s, m} + (1 - f_s) K_s$ cobertura donde $K_{s, m}$ es el valor de K_s de los citricos que no poseen cobertura activa del suelo (calculado según la nota a pie de página 21); K_s cobertura es el valor de K_s para la cobertura activa del suelo (0,95) y f_s es definido en la nota a pie de página 21. Los valores tabulados corresponden con los indicados por Doorenbos y Pruitt (1977) y con mediciones mas recientes. Alternativamente, el valor de K_s para los citricos con cobertura activa del suelo puede ser estimado directamente a través de la Ec. 98 considerando $K_{s, m} = K_s$ cobertura. Para climas húmedos y semi-húmedos donde existe un menor control estomático por parte de los citricos, se pueden incrementar los valores de $K_{s, m, a}$, $K_{s, m, b}$ y $K_{s, m}$ en un $0,1 - 0,2$, según Rogers et al. (1983).

Para cobertura inactiva o moderadamente activa del suelo (cobertura activa del suelo implica cobertura verde y en crecimiento, con un valor de LAI > 2 a 3 aproximadamente), el valor de K_s deberá ser ponderado entre el valor de K_s correspondiente a la ausencia de cobertura del suelo y el valor de K_s para la cubierta activa del suelo, basando la ponderación en el grado de «verdosidad» y el área foliar aproximada de la cubierta del suelo.

²⁵Las coníferas presentan un control estomático significativo debido a su reducida resistencia aerodinámica. Los valores de K_s pueden ser fácilmente inferiores a los presentados, los cuales representan condiciones óptimas de humedecimiento en bosques extensos.

TABLA N° 03 : (Continuación)

Cultivo	$K_{e,ini}$	$K_{e,med}$	$K_{e,fin}$	Altura Max. Cultivo (h) (m)
o. Humedales – clima templado				
Anea (Typha), Junco (Scirpus), muerte por heladas	0,30	1,20	0,30	2
Anea, Junco, sin heladas	0,60	1,20	0,60	2
Vegetación pequeña, sin heladas	1,05	1,10	1,10	0,3
Carrizo (Phragmites), con agua sobre el suelo	1,00	1,20	1,00	1-3
Carrizo, suelo húmedo	0,90	1,20	0,70	1-3
p. Especial				
Agua libre, < 2 m de profundidad o en climas sub-húmedos o trópicos		1,05	1,05	
Agua libre, > 5 m de profundidad, sin turbidez, clima templado		0,65 ²⁵	1,25 ²⁵	

²⁴Estos coeficientes son representativos de una cobertura del suelo entre 40 a 60%. Referirse a la Ec. 98 y notas a pie de página 21 y 22 para estimar el valor de K_e en sitios con vegetación inmadura. En España, Pastor y Orgaz (1994) encontraron los siguientes valores de K_e para huertos de olivos con un 60% de cobertura del suelo: 0,50, 0,50, 0,65, 0,60, 0,55, 0,50, 0,45, 0,45, 0,55, 0,60, 0,65, 0,50 para los meses Enero a Diciembre. Se pueden obtener estos coeficientes utilizando $K_{e,ini} = 0,65$, $K_{e,med} = 0,45$, y $K_{e,fin} = 0,65$, considerando una duración de las etapas inicial, desarrollo, mediados de temporada y final de = 30, 90, 60 y 90 días respectivamente, y utilizando un valor de K_e durante el Invierno («fuera de temporada») desde Diciembre a Febrero = 0,50.

²⁵Estos valores de K_e corresponden a aguas profundas en latitudes templadas donde se presentan cambios importantes de temperatura en el cuerpo de agua a través del año y donde tanto la evaporación inicial como la máxima son reducidas debido a la absorción de la energía radiante dentro del cuerpo de agua profunda. Durante los periodos de otoño e invierno ($K_{e,ini}$), el calor es liberado por el cuerpo de agua, lo que genera una evaporación por encima de la evapotranspiración de referencia. Por lo tanto el valor de $K_{e,med}$ corresponde al periodo donde el cuerpo de agua esta ganando energía térmica y el valor de $K_{e,fin}$ se produce durante la liberación de energía térmica. Se deberá utilizar estos valores de K_e con suma precaución.

FUENTE: Estudio FAO Riego y Drenaje – FAO 56 - 2006

TABLA N° 04: Rangos de profundidad máxima efectiva de las raíces (Pr) y fracción de agotamiento de la humedad en el suelo (p) para condiciones sin estrés hídrico, para cultivos comunes.

Cultivo	Profundidad radicular máxima ¹ (m)	Fracción de agotamiento ² (para ET = 5 mm día ⁻¹) p
a. Hortalizas Pequeñas		
Brócoli	0,4-0,6	0,45
Col de Bruselas	0,4-0,6	0,45
Repollo	0,5-0,8	0,45
Zanahorias	0,5-1,0	0,35
Coliflor	0,4-0,7	0,45
Apio (Celeri)	0,3-0,5	0,20
Ajo	0,3-0,5	0,30
Lechuga	0,3-0,5	0,30
Cebolla	- seca - verde - semilla	0,3-0,6 0,3-0,6 0,3-0,6
Espinaca	0,3-0,5	0,20
Rabano	0,3-0,5	0,30
b. Hortalizas - Familia de la Solanáceas		
Berenjena	0,7-1,2	0,45
Pimiento Dulce (campana)	0,5-1,0	0,30
Tomate	0,7-1,5	0,40
c. Hortalizas - Familia de las Cucurbitáceas		
Melon	0,9-1,5	0,45
Pepino	- cosechado fresco - cosechado a máquina	0,7-1,2 0,7-1,2
Calabaza de invierno	1,0-1,5	0,35
Calabacín (zucchini)	0,6-1,0	0,50
Melón dulce	0,8-1,5	0,40
Sandía	0,8-1,5	0,40
d. Raíces y Tubérculos		
Remolacha, mesa	0,6-1,0	0,50
Yuca o Mandioca	- año 1 - año 2	0,5-0,8 0,7-1,0
Chirivía	0,5-1,0	0,40
Papa o patata	0,4-0,6	0,35
Camote o Batata	1,0-1,5	0,65
Nabos (y Rutabaga)	0,5-1,0	0,50
Remolacha Azucarera	0,7-1,2	0,55 ³
¹ Los valores mayores de Z _r son para suelos que no posean capas u otras características que puedan restringir el desarrollo radicular. Los valores menores de Z _r pueden ser usados para calendarios de riego y los valores mayores para simular condiciones de estrés hídrico o para condiciones de cultivos de secano. ² Los valores de p son válidos para ET _c = 5 mm día ⁻¹ . El valor de p puede ser ajustado para diferentes valores de ET _c de acuerdo a la siguiente expresión: $p = p_{\text{condición 22}} + 0,04 (S - ET_c)$ donde p está expresado como una fracción y ET _c en mm día ⁻¹ . ³ Con frecuencia la remolacha azucarera experimenta cierto marchitamiento al final de la tarde en climas áridos y con valores de p < 0,55, con poco impacto en la producción de azúcar.		

TABLA N° 04 : (Continuación)

Cultivo	Profundidad radicular máxima ¹ (m)	Fracdon de agotamiento ² (para ET= 5 mm día) p
e. Leguminosas (Leguminosae)		
Frijoles o judías verdes	0,5-0,7	0,45
Frijoles o judías, secos y legumbres	0,6-0,9	0,45
Frijoles o judías, lima del Perú, vainas largas	0,8-1,2	0,45
Garbanzo (Chick pea)	0,6-1,0	0,50
Habas - Frescas	0,5-0,7	0,45
- Secas/Semilla	0,5-0,7	0,45
Garbanzo hindú	0,6-1,0	0,45
Caupis (cowpeas)	0,6-1,0	0,45
Mamí o cacahuete	0,5-1,0	0,50
Lentejas	0,6-0,8	0,50
Guisantes o arveja - Frescos	0,6-1,0	0,35
- Secos/Semilla	0,6-1,0	0,40
Soya o soja	0,6-1,3	0,50
f. Hortalizas perennes (con letargo invernal y suelo inicialmente desnudo o con mantillo)		
Alcachofa	0,6-0,9	0,45
Espárragos	1,2-1,8	0,45
Menta	0,4-0,8	0,40
Fresas	0,2-0,3	0,20
g. Cultivos Textiles		
Algodón	1,0-1,7	0,55
Lino	1,0-1,5	0,50
Sisal	0,5-1,0	0,60
h. Cultivos Oleaginosos		
Ricino	1,0-2,0	0,50
Canola (colza)	1,0-1,5	0,60
Cártamo	1,0-2,0	0,60
Sésamo	1,0-1,5	0,60
Girasol	0,8-1,5	0,45
i. Cereales		
Cebada	1,0-1,5	0,55
Avena	1,0-1,5	0,55
Trigo de Primavera	1,0-1,5	0,55
Trigo de invierno	1,5-1,8	0,55
Maíz, (grano)	1,0-1,7	0,55
Maíz, (dulce)	0,8-1,2	0,50
Mijo	1,0-2,0	0,55
Sorgo - grano	1,0-2,0	0,55
- dulce	1,0-2,0	0,50
Arroz	0,5-1,0	0,20 ⁴

⁴ El valor de p para el arroz es 0,20 de saturación.

TABLA N° 04 : (Continuación)

Cultivo	Profundidad radicular máxima ^a (m)	Fración de agotamiento ^a (para ET = 5 mm día ⁻¹) p.
j. Forrajes		
Alfalfa – para heno	1,0-2,0	0,55
– para semilla	1,0-3,0	0,60
Bermuda – para heno	1,0-1,5	0,55
– cultivo de primavera para semilla	1,0-1,5	0,60
Trebol heno, Berstlm	0,6-0,9	0,50
Rye Grass (heno)	0,6-1,0	0,60
Pasto Sudán, heno (anual)	1,0-1,5	0,55
Pastos de Pastoreo – pastos de rotación	0,5-1,5	0,60
– pastoreo extensivo	0,5-1,5	0,60
Pasto (turfgrass, césped) – época fría ^a	0,5-1,0	0,40
– época caliente ^a	0,5-1,0	0,50
k. Caña de Azúcar	1,2-2,0	0,65
l. Frutas Tropicales y Árboles		
Banana – 1° año	0,5-0,9	0,35
– 2° año	0,5-0,9	0,35
Cacao	0,7-1,0	0,30
Café	0,9-1,5	0,40
Dátiles	1,5-2,5	0,50
Palmas	0,7-1,1	0,65
Piña	0,3-0,6	0,50
Árbol del caucho	1,0-1,5	0,40
Te – no sombreado	0,9-1,5	0,40
– sombreado	0,9-1,5	0,45
m. Uvas y Moras		
Moras (arbusto)	0,6-1,2	0,50
Uvas – Mesa o Secas (pasas)	1,0-2,0	0,35
– Vino	1,0-2,0	0,45
Lúpulo	1,0-1,2	0,50
n. Árboles Frutales		
Almendras	1,0-2,0	0,40
Manzanas, Cerezas, Peras	1,0-2,0	0,50
Albaricoque, Durazno, Drupa (fruta de hueso)	1,0-2,0	0,50
Aguacates	0,5-1,0	0,70
Citricos		
– 70% de cobertura vegetal	1,2-1,5	0,50
– 50% de cobertura vegetal	1,1-1,5	0,50
– 20% de cobertura vegetal	0,8-1,1	0,50
Coníferas	1,0-1,5	0,70
Kiwi	0,7-1,3	0,35
Olivos (40 a 60% de cobertura del suelo por el dosel)	1,2-1,7	0,65
Pistachos	1,0-1,5	0,40
Nogales	1,7-2,4	0,50
^a Los pastos de épocas frías incluyen bluegrass, ryegrass y fescue (festuca). Las variedades de temporada cálida incluyen pasto bermuda, pasto buffalo y pasto St. Augustine. Los pastos varían en su profundidad radicular. Algunos profundizan por debajo de 1,2 m mientras otros tienen raíces poco profundas. Los valores máximos de profundidad radicular para pastos representan condiciones asociadas a un manejo cuidadoso del agua, permitiendo un mayor agotamiento del agua entre riegos para promover una mayor profundidad de las raíces.		

9.3. ANEXO III: HOJA DE METRADOS.

HOJA DE METRADOS

TESIS: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR DE QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

Fórmula PRESUPUESTO BASE
Dpto CAJAMARCA
Provincia SANTA CRUZ
Distrito CATACHE

Item	Descripción	Und.					Metrado
O1	OBRAS PRELIMINARES						
01.01	TRANSPORTE DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	glb					1.00
01.03	CASETA Y ALMACEN DE GUARDIANIA	und					1.00
O2	CAPTACION PROYECTADA						
02.01	OBRAS PRELIMINARES						
02.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2					6.000
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	AREA	
			3	2.00	-	6.00	
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
02.02.01	EXCAVACION	m3					4.830
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			2	2.10	1.15	4.83	
02.02.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3					6.038
				ESPONJAMIENTO			
	EXCAVACION		4.83	0.80		6.04	
02.03	TUBERIAS						
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE REBOSE 3"	und	1		1.00		1.000
02.04	CONCRETO ARMADO						
02.04.01	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3					1.361
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA		
	LOSA DE FONDO	1	2.00	1.50	0.15	0.45	
	MURO	2	2.00	1.00	0.15	0.60	
		2	0.60	1.00	0.15	0.18	
	TECHO DE LOSA	1	1.05	0.90	0.10	0.09	
	TAPA DE LOSA	1	0.90	0.80	0.05	0.04	
						1.36	V Concreto
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2					12.830
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA		
	MURO	4	2.00	1.00	-	8.00	

		4	0.60	1.00	-	2.40	
	TECHO LOSA	2	0.90	0.60	-	1.08	
	TAPA LOSA	2	0.75	0.90	-	1.35	
						12.83	
O2.04.03	ACERO 3/8" fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg					41.318
		Nº VECES	L (m)	KG/M			
	ACERO 3/8"						
	LOSA DE FONDO CADA 20cm	1	20	0.566		11.32	
	MURO CADA 20cm	1	42	0.566		23.772	
	TECHO LOSA CADA 20cm	1	11	0.566		6.226	
						41.32	
O2.04.04	ACERO 1/4" fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg					
		Nº VECES	L (m)	KG/M			1.612
	ACERO 1/4"						
	TAPA LOSA CADA 20cm	1	6.5	0.248		1.61	
						1.61	
O2.04.05	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES MEMBRANIL C-9	m2					4.800
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	MURO LARGO=1.50 Y ANCHO=1.0	2	1.50	1.00	-	1.5	3.000
	MURO LARGO=0.6 Y ANCHO=1.0	2	0.60	1.00	-	0.6	1.200
	LOSA DE FONDO	1	0.60	1.00	-	0.6	0.600
O2.04.06	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2					9.600
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	MURO LARGO=1.80 Y ANCHO=1.0	2	1.80	1.00	-	1.8	3.60
	MURO LARGO=0.9 Y ANCHO=1.0	2	0.90	1.00	-	0.9	1.80
	TECHO DE LOSA	2	1.05	0.90	-	0.945	1.89
	TAPA LOSA E=0.10m	2	1.10	1.05	-	1.155	2.31
O2.05	CONCRETO SIMPLE						
02.05.01	CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3					0.213
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	TAPA DE LOSA CAJA VALV.	1	0.50	0.40	0.05	0.01	
	MURO CAJA VALV.	1	0.50	0.55	0.10	0.03	
		2	0.30	0.55	0.10	0.03	
	LOSA DE FONDO CAJA VALV.	1	0.50	0.30	0.10	0.02	
	LOSA DE PROTECCION	1	1.80	0.71	0.10	0.13	
						0.21	V Concreto

02.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2					1.610
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	TAPA DE LOSA C.V.	2	0.50	0.40	-	0.40	
	MURO C.V.	2	0.50	0.55	-	0.55	
		4	0.30	0.55	-	0.66	
						1.61	
02.05.03	TARRAJEO	m2					1.500
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	MURO CAJA VALV.	2	0.55	0.60	-	0.66	
		4	0.35	0.60	-	0.84	
						1.50	
02.06	ACCESORIOS						
02.10.01	UNION UNIVERSAL PVC DE 2"	und					2.000
02.10.02	CANASTILLA PVC DE 4"	und					1.000
02.10.03	ADAPTADOR SAP 90° DE 3"	und					1.000
02.10.04	REDUCCIÓN 4" A 3"	und					2.000
02.10.05	ADAPTADOR MACHO DE 2"	und					2.000
02.10.06	NIPLE PVC 2"	und					2.000
02.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS						
02.07.01	VALVULA COMPUERTA DE 2"	und					1.000
03.04	ACCESORIOS						
03.04.01	TAPONES CON ROSCA HEMBRA DE 1" (33mm)	und					4.000
03.04.02	ADAPTADOR MACHO PVC DE 1" (33mm)	und					4.000
03.04.03	CODO PVC SAP 45° DE 1" (33mm)	und					4.000
03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE 1 1/2" (48mm) +ACCESORIOS						
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
03.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	km	0.156				0.156
			LONGITUD				
	DIAMETRO 1 1/2" (48mm)	m	156				
	TOTAL		156				
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
03.02.01	EXCAVACION	m3					24.960
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			156	0.40	0.40	24.96	
03.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3					19.927
	VOLUMEN TUBERIA NO RELLENADO D=0.048m	m3					0.28
			LONGITUD	DIAMETR O	AREA	VOLUMEN	
			156	0.048	0.002	0.28	

	CAMA DE APOYO E=0.26 cm DE MAT. PROP. ZAR.	m3					16.22
			LONGITUD	ANCHO	ESPES OR	VOLUMEN	
			156	0.40	0.26	16.22	
	VOLUMEN TOTAL CAMA APOLLO E=0.26 SIN TUB.	m3					19.93
				F. COMPAC			
			15.94	0.80			
03.02.03	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE DE PIEDRAS	m3					10.920
				F. COMPAC			
			8.74	0.80			
	RELLENO MANUAL MATERIAL PROPIO LIBRE DE PIEDRAS						8.74
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			156	0.400	0.14	8.74	
03.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXEDENTE	m3					0.353
03.03	TUBERIAS						
03.03.01	PROVISION E INSTALACION TUBERIA PVC C-5 UF D=1 1/2" (48mm) + 5% DE DESPERDICIOS	m					164
			LONGITUD				
	DIAMETRO 1 1/2" (48mm)		156.00				
03.04	ACCESORIOS						
03.04.01	TAPON CON ROSCA HEMBRA DE 1 1/2" (48mm)	und					3.000
03.04.02	CODO PVC SAP 45° DE 1 1/2" (48mm)	und					3.000
03.04.03	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 1 1/2" (48mm)	und					3.000
04	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE 2" (63mm) +ACCESORIOS						
4.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	km	0.048				0.048
			LONGITUD				
	DIAMETRO 2" (63mm)	m	48				
	TOTAL		48				
4.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
04.02.01	EXCAVACION	m3					7.680
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			48	0.40	0.40	7.68	
04.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL	m3					6.071

	PROPIO ZARANDEADO						
	VOLUMEN TUBERIA NO RELLENADO D=0.0598m	m3					0.13
			LONGITUD	DIAMETRO	AREA	VOLUMEN	
			48	0.060	0.003	0.13	
	CAMA DE APOYO E=0.26 cm DE MAT. PROP. ZAR.	m3					4.99
			LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VOLUMEN	
			48	0.40	0.26	4.99	
	VOLUMEN TOTAL CAMA APOLLO E=0.26 SIN TUB.	m3					6.07
				F. COMPAC			
			4.86	0.80			
04.02.03	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE DE PIEDRAS	m3					3.360
				F. COMPAC			
			2.69	0.80			
	RELLENO MANUAL MATERIAL PROPIO LIBRE DE PIEDRAS						2.69
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			48	0.400	0.14	2.69	
04.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXEDENTE	m3					0.169
04.03	TUBERIAS						
04.03.01	PROVISION E INSTALACION TUBERIA PVC C-5 UF D=1 1/2" (48mm) + 5% DE DESPERDICIOS	m					50
			LONGITUD				
	DIAMETRO 1 1/2" (48mm)		48.00				
04.04	ACCESORIOS						
04.04.02	CODO PVC SAP 90° DE 2" (63mm)	und					1.000
O5	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS DE 2 1/2" (90mm)+ACCESORIOS						
O5.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	km					0.047
			LONGITUD				
			0.047				
			LONGITUD				
	DIAMETRO 2 1/2" (75mm)	m	47				
	TOTAL		47				
5.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
05.02.01	EXCAVACION	m3					7.680
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	

			48	0.40	0.40	7.68	
05.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3					5.975
	VOLUMEN TUBERIA NO RELLENADO D=0.075m	m3					0.21
			LONGITUD	DIAMETRO	AREA	VOLUMEN	
			48	0.075	0.004	0.21	
	CAMA DE APOYO E=0.26 cm DE MAT. PROP. ZAR.	m3					4.99
			LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	VOLUMEN	
			48	0.40	0.26	4.99	
	VOLUMEN TOTAL CAMA APOLLO E=0.26 SIN TUB.						5.97
				F. COMPAC			
			4.78	0.80			
05.02.03	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE DE PIEDRAS	m3					3.360
				F. COMPAC			
			2.69	0.80			
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			48	0.400	0.14	2.69	
						2.69	
05.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXEDENTE	m3					0.265
05.03	TUBERIAS						
05.03.01	PROVISION E INSTALACION TUBERIA PVC-SAP UF C-5 D=2 1/2" (75mm)+ 5% DE DESPERDICIOS	m					50
			LONGITUD				
	DIAMETRO 2 1/2"	m	48.00				
05.04	ACCESORIOS						
05.04.01	CODO PVC SAP 45° DE 2 1/2" (75mm)	und					2.000
		und					
O6	SUMINISTRO E INSTALACION DE LATERAL DE RIEGO Y ACCESORIOS						
06.01	CONECTOR						
06.01.01	CONECTOR DE MANGUERA Ø 16mm+EMP	und	147				151.000
06.02	MANGUERA						
06.02.01	MANGUERA C/ GOTERO INC. Ø 16mm 1.0 l/h @ 0.30 m	m	4358				4,358.000
	MANGUERA CIEGA DE Ø	M	147				151.000

	16mm						
	UNION DE Ø 16mm	und	147				151.000
06.03	TAPONES						
06.03.01	TAPONES PARA MANGUERA DE Ø 16mm	und	295				304.000
07	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABEZAL DE RIEGO Y ACCESORIOS						
07.01	MEDIDOR DE PRESION						
07.01.01	MANOMETRO DE GLICERINA 0 - 6 BAR	und	2				2.000
07.02	FILTRO						
07.02.01	FILTRO DE ANILLAS DE 2"	und	1				1.000
07.03	FERTILIZADOR						
07.02.01	TANQUE FERTILIZADOR	und	1				1.000
07.04	ACCESORIOS						
07.04.01	CODO PVC SAP 90° DE 2 1/2"	und					4.000
07.04.02	REDUCCION DE 2 1/2"(75mm) A 2"(63mm) PVC	und					2.000
07.04.03	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 2"	und					2.000
07.04.05	UNION UNIVERSAL DE PVC DE 2"(63mm)	und					1.000
07.04.06	VÁLVULA DE AIRE COMBINADA DE 1"(33mm)	und					1.000
08	RESERVORIO Y CAJA DE VALVULAS						
08.01	TRABAJOS PRELIMINARES						
08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2					90.76
	LONGITUD Y ANCHO + 0.10 m DE SUELO COMPACTADO.		LONGITUD	ANCHO	ALTO	AREA	
			10.04	9.04	-	95.01	
08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS						
08.02.01	EXCAVACION	m3					63.82
	VOLUMEN TOTAL A EXCAVAR	m3				97.00	97.00
	VOLUMEN YA EXCAVADO	m3				40.00	40.00
	VOLUMEN ZONA DE ANCLAJE						6.82
			LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			42.64	0.40	0.40	6.82	
08.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO	m3					10.137
				F. COMPACT.			
			8.11	0.800			
	CAMA DE APOYO E=0.10 cm CON MATER. PROP. ZARAN.			AREA	ALTO	VOLUMEN	
				81.096	0.10	8.110	

08.02.03	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE DE PIEDRA	m3					8.528
				F. COMPACT.			
			6.82	0.800			
	ZONA DE ANCLAJE		LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			42.64	0.40	0.40	6.82	
08.02.04	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE	m3					74.863
	RELLONO EN EL BORDO DEL RESERVORIO H=0.50M	m3	LONGITUD	ANCHO	ALTO	VOLUMEN	
			20	0.40	0.40	3.20	
08.03	CONCRETO ARMADO						
08.03.01	CONCRETO f _c =175 kg/cm2	m3					0.021
	TAPA DE LOSA CAJA VALV.	Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
		1	0.65	0.65	0.05	0.02	
						0.02	
08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2					0.845
	TAPA DE LOSA C.V.	Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
		2	0.65	0.65	-	0.85	
						0.85	
08.03.03	ACERO 1/4" f _y =4200 kg/cm2 GRADO 60	kg					1.049
	ACERO 1/4"	Nº VECES	L (m)	KG/M			
	TAPA LOSA CADA 20cm	1	4.23	0.248		1.05	
						1.05	
08.04	CONCRETO SIMPLE						
08.04.01	CONCRETO f _c =140 kg/cm2	m3					0.264
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	MURO CAJA VALV.	2	0.80	0.60	0.10	0.10	
		2	0.60	0.60	0.10	0.07	
	LOSA DE FONDO CAJA VALV.	1	3.20	0.30	0.10	0.10	
						0.26	V Concreto
08.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2					2.400
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	MURO C.V.	2	0.80	0.60	-	0.96	
		4	0.60	0.60	-	1.44	

						2.40	
08.04.02	TARRAJEO	m2					2,520
		Nº VECES	LARGO	ANCHO	ALTUR A		
	MURO CAJA VALV.	2	0.7	0.60	-	0.84	
		4	0.7	0.60	-	1.68	
						2.52	
08.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA						
07.05.01	REVESTIMIENTO DE RESERV C/ GEOMEM HDPE E=0.50 mm	m2					204.190
08.06	TUBERIAS DE PVC						
07.06.01	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA DE REBOCE PVC 3"	m					6.000
07.06.02	SUMINISTRO E INST TUBERIA DE SALIDA PVC 2 1/2"	m					6.000
08.07	ACCESORIOS						
08.07.01	CODO PVC SAP 90° DE 2 1/2"(75mm)	und					1.000
08.07.02	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 2 1/2"(75mm)	und					6.000
08.07.03	TEE DE PVC DE 2 1/2"(75mm)	und					1.000
08.07.04	UNION UNIVERSAL DE PVC DE 2 1/2"(75mm)	und					2.000
08.07.05	CANASTILLA DE PVC DE 6"	und					1.000
08.07.06	VALVULA COMPUERTA DE PVC DE 2 1/2"(75mm)	und					2.000
O9	SUMINSTRO E INSTALACION DE ARCO DE RIEGO TIPO I						
09.01	ARCO DE RIEGO TIPO I						
09.01.01	CODO PVC SAP 90° DE 1 1/2"(33mm)	und					3.000
09.01.02	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 1 1/2	und					2.000
09.01.03	TEE DE PVC DE 3"(48mm)	und					1.000
09.01.04	UNION UNIVERSAL DE PVC DE 1 1/2"(33mm)	und					1.000
09.01.05	REDUCCION DE 2"(63mm) A 1 1/2"(48mm) PVC	und					1.000
09.01.06	REDUCCION DE 2 1/2"(75mm) A 2"(63mm) PVC	und					1.000
09.01.07	VÁLVULA COMPUERTA DE PVC DE 1 1/2	und					1.000
09.01.08	TOMA MANOMÉTRICA	und					1.000
10	SUMINSTRO E INSTALACION DE ARCO DE RIEGO TIPO II						
10.01	ARCO DE RIEGO TIPO I						
10.01.01	CODO PVC SAP 90° DE 1 1/2"(48mm)	und					3.000
10.01.02	ADAPTADOR MACHO DE PVC DE 1 1/2"(48mm)	und					2.000
10.01.03	TEE DE PVC DE 1 1/2"(48mm)	und					1.000
10.01.04	UNION UNIVERSAL DE PVC DE 1 1/2"(48mm)	und					1.000
10.01.06	VÁLVULA INCLINADA DE PVC DE 1 1/2"(48mm)	und					1.000
10.01.08	VÁLVULA DE GLOBO DE PVC DE 1 1/2"(48mm)	und					1.000
10.01.10	TOMA MANOMÉTRICA	und					1.000

9.4. ANEXO IV: DESCRIPCION DEL CULTIVO DE CAFÉ.

EL CAFÉ.

DESCRIPCION:

El Café es un cultivo permanente, producido por el árbol del cafeto. Estos arbustos requieren una temperatura elevada (20° a 25° C) y una humedad atmosférica importante. Es una planta de semi-sombra, que hay que proteger de los vientos y de las temperaturas bajas.

La primera cosecha de un árbol de café se produce alrededor de los 2 años, tomando aún hasta 2 ó 3 años más que el árbol alcance su producción normal.

Los árboles pueden producir frutos de calidad hasta 20 años, posteriormente la calidad del fruto declinará.

La cosecha de café es altamente intensiva en mano de obra, porque crece en zonas montañosas y porque en las mismas ramas de un árbol maduro hay capullos, frutos verdes, amarillos y maduros floreciendo todos al mismo tiempo.

Cuando se cosecha toda la cereza, madura, verde y seca, la calidad del grano obtenido es de inferior calidad, aunque el costo de recolección es menor.

A nivel nacional la producción del café tiene un rendimiento promedio de 538 kg/ha, según el MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego-2011).

CICLO FISIOLÓGICO

El ciclo fisiológico del café es el tiempo transcurrido de una campaña a otra; dura doce meses, y tiene cuatro etapas bien marcadas.

1. Floración: las yemas se transforman en flores o ramas, hay mayor desarrollo vegetativo, gran producción de ramas y hojas, máxima actividad radicular y mayor formación de pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de tres meses.

2. Desarrollo del fruto o llenado de grano: llenado intenso del grano, menor producción de ramas y hojas y menor formación de pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de cuatro meses.

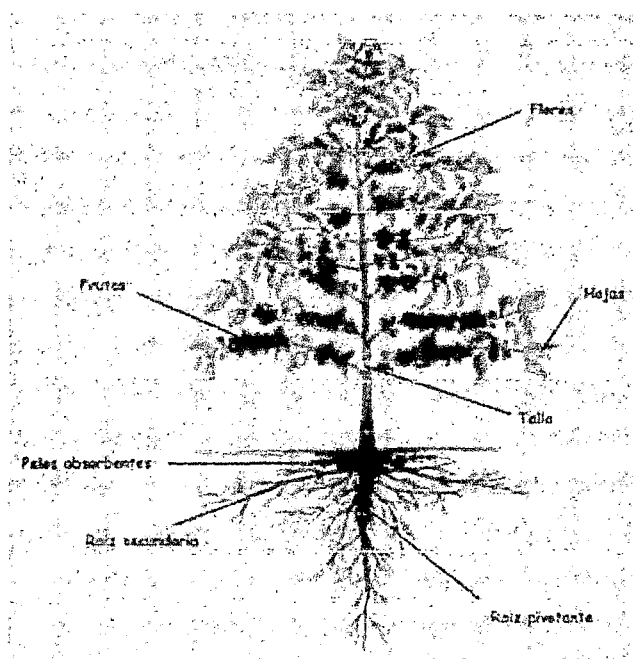
3. Cosecha: crecimiento vegetativo mínimo, se presenta la formación de nuevas yemas, menor actividad radicular y degradación de pelos absorbentes. Esta etapa presenta una duración de tres meses.

4. Descanso: no hay desarrollo de ramas y hojas, no hay absorción de agua y nutrientes, las yemas se diferencian y crecen, pero no se abren. Esta etapa presenta una duración de dos meses.

MORFOLOGÍA

El café es un arbusto que puede alcanzar entre dos a seis metros de altura, es de hoja perenne y comienza a producir flores a partir del primer año.

1. Raíces: la raíz central es pivotante, su longitud en una planta adulta es de 50 a 60 cm aproximadamente, las raíces secundarias (de sostén y laterales) se originan a partir de la pivotante; de las secundarias, generalmente se desarrollan los pelos absorbentes que, en un alto porcentaje (80-90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Los pelos absorbentes son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrientes del suelo.



2. Tallo: es leñoso, erecto y de longitud diversa de acuerdo a la variedad. Presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, las ramas y las hojas.

3. Hojas: la lámina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada.

4. Flores: la floración del café es marcadamente estacional, generalmente coincide con la presencia de las primeras lluvias.

En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales, el número promedio de flores por nudo es de 40 flores, 20 en cada axila.

El número de floraciones varía según la precipitación de la zona.

Cuando se abre la flor, las anteras ya han liberado gran cantidad de polen; por esta razón, la autofecundación se da en un alto porcentaje. Una vez que el polen alcanza los óvulos, la fertilización se completa durante cuatro o seis días.

5. Frutos y semillas: el fruto es una baya drupácea con dos almendras con sus respectivos embriones, que constituyen la semilla.

9.5. ANEXO V: PRESUPUESTO Y REQUERIMIENTO DE MATERIALES DEL PROYECTO

Presupuesto del Proyecto

Presupuesto 1101001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA.

Lugar CAJAMARCA - SANTA CRUZ - CATACHE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,000.00
01.01	TRANSPORTE DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	500.00	500.00
01.02	CASETA Y ALMACEN DE GUARDIANIA	und	1.00	500.00	500.00
02	CAPTACION PROYECTADA				1,481.40
02.01	OBRAS PRELIMINARES				6.54
02.01.01	TRAZO NIVELACIO Y REPLANTEO	m2	6.00	1.09	6.54
02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				128.74
02.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO PEDREGOSO	m3	4.83	18.25	88.15
02.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	6.04	6.72	40.59
02.03	TUBERIAS DE PVC				36.36
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REBOSE EN CAPTACIÓN TIPO	und	1.00	36.36	36.36
02.04	CONCRETO ARMADO				1,117.35
02.04.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	1.36	303.81	413.18
02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	12.83	27.49	352.70
02.04.03	ACERO 3/8" CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	40.88	2.97	121.41
02.04.04	ACERO 1/4" CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	3.64	1.79	6.52
02.04.05	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	4.80	18.47	88.66
02.04.06	TARRAJEO EN EXTERIORES	m2	9.60	14.05	134.88
02.05	CONCRETO SIMPLE				113.10
02.05.01	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 .	m3	0.21	228.84	48.06
02.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	1.61	27.49	44.26
02.05.03	TARRAJEO	m2	1.50	13.85	20.78
02.06	SUMINSTRO E INTALACION DE VALVULAS				67.62
02.06.01	VALVULA COMPUERTA PVC DE 2"	und	1.00	67.62	67.62
02.07	ACCESORIOS				11.69
02.07.01	CANASTILLA PVC DE 4"	und	1.00	11.69	11.69
03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS PVC DE 1 1/2" (48mm)				1,418.44
03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				107.58
03.01.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	km	0.16	672.35	107.58
03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				692.61
03.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO PEDREGOSO	m3	24.96	18.25	455.52
03.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	19.93	8.20	163.43
03.02.03	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE	m3	10.92	6.53	71.31
03.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	0.35	6.72	2.35
03.03	TUBERIAS DE PVC				593.68
03.03.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC 1 1/2" C-5	m	164.00	3.62	593.68
03.04	ACCESORIOS				24.57
03.04.01	TAPON PVC C/R DE 1 1/2" (48mm)	und	3.00	8.19	24.57
04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS PVC DE 2" (63mm)				469.29
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				33.62
04.01.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	km	0.05	672.35	33.62
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				213.01
04.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO PEDREGOSO	m3	7.68	18.25	140.16
04.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	6.07	8.20	49.77
04.02.03	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE	m3	3.36	6.53	21.94
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	0.17	6.72	1.14
04.03	TUBERIAS DE PVC				217.50
04.03.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC 2" C-5	m	50.00	4.35	217.50
04.04	ACCESORIOS				5.16
04.04.01	CODO 90° PVC DE 2" (63mm)*	und	1.00	5.16	5.16
05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS DE 2 1/2" (75mm)				491.57

Presupuesto (Continuación)

Presupuesto 1101001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA.

Lugar CAJAMARCA - SANTA CRUZ - CATACHE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.01	TRABAJOS PRELIMINARES				33.62
05.01.01	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	km	0.05	672.35	33.62
05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				212.95
05.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO PEDREGOSO	m3	7.68	18.25	140.16
05.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	5.98	8.20	49.04
05.02.03	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE	m3	3.36	6.53	21.94
05.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	0.27	6.72	1.81
05.03	TUBERIAS DE PVC				245.00
05.03.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC 2 1/2" C-5	m	50.00	4.90	245.00
06	SUMINISTRO E INSTALACION DE LATERAL DE RIEGO Y				4,721.44
06.01	CONECTOR				163.08
06.01.01	CONECTOR DE MANGUERA C/ GOTERO INC. D=16mm	und	151.00	1.08	163.08
06.02	MANGUERA				4,459.80
06.02.01	MANGUERA C/ GOTERO INCOR. Ø 16mm @ 0.30 m e=0.19 mm, 1.0 l/h.m		4,358.00	0.97	4,227.26
06.02.02	MANGUERA CIEGA Ø 16mm .	m	151.00	0.57	86.07
06.02.03	UNION DE 16mm	und	151.00	0.97	146.47
06.03	TAPONES				98.56
06.03.01	TAPON PARA MANGUERA C/ GOTERO INC. D=16mm	und	154.00	0.64	98.56
07	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABEZAL DE RIEGO				813.32
07.01	MEDIDOR DE PRESION				80.00
07.01.01	MANÓMETRO DE GLICERINA DE 0-6 BAR	und	2.00	40.00	80.00
07.02	FILTRO				110.00
07.02.01	FILTRO DE ANILLOS	und	1.00	110.00	110.00
07.03	FERTILIZADOR				600.00
07.03.01	TANQUE FERTILIZADOR	und	1.00	600.00	600.00
07.04	ACCESORIOS				23.32
07.04.01	REDUCCION PVC DE 2 1/2"(75mm) A 2"(63mm)	und	2.00	4.50	9.00
07.04.02	CODO 90° PVC DE 2 1/2" (75mm)*	und	2.00	7.16	14.32
08	RESERVORIO Y CAJA DE VÁLVULAS				3,845.44
08.01	TRABAJOS PRELIMINARES				98.93
08.01.01	TRAZO NIVELACIO Y REPLANTEO	m2	90.76	1.09	98.93
08.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,806.63
08.02.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO PEDREGOSO	m3	63.82	18.25	1,164.72
08.02.02	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	10.14	8.20	83.15
08.02.03	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO LIBRE	m3	8.53	6.53	55.70
08.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE MANUAL	m3	74.86	6.72	503.06
08.03	CONCRETO ARMADO				33.69
08.03.01	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3	0.02	303.81	6.08
08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	0.85	27.49	23.37
08.03.03	ACERO 1/4" CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2.37	1.79	4.24
08.04	CONCRETO SIMPLE				160.38
08.04.01	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 .	m3	0.26	228.84	59.50
08.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	m2	2.40	27.49	65.98
08.04.03	TARRAJEO	m2	2.52	13.85	34.90
08.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOMEMBRANA				1,572.74
08.05.01	REVESTIMIENTO DE RESERVORIO CON GEOMEMBRENA HDPE	m2	197.58	7.96	1,572.74
08.06	TUBERIAS DE PVC				39.56
08.06.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE REBOSE	und	1.00	39.56	39.56
08.07	SUMINISTRO E INTALACION DE VALVULAS				108.06
08.07.01	VÁLVULA COMPUERTA DE PVC 2 1/2"(75mm)	und	2.00	54.03	108.06
08.08	ACCESORIOS				25.45

Presupuesto (Continuación)

Presupuesto 1101001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA.

Lugar CAJAMARCA - SANTA CRUZ - CATACHE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
08.08.01	CANASTILLA PVC DE 6"	und	1.00	25.45	25.45
09	ARCO DE RIEGO				203.92
09.01	SUMINIST. E INSTAL. DE ARCO DE RIEGO TIPO I PVC DE 1 1/2" +	und	1.00	60.76	60.76
09.02	SUMINIST. E INSTAL. DE ARCO DE RIEGO TIPO II PVC DE 1 1/2" +	und	1.00	143.16	143.16
	Costo Directo				14,444.82

SON : CATORCE MIL CUATROCIENTOS CUARENTICUATRO Y 82/100 NUEVOS SOLES

Requerimiento de Mano de Obra, Materiales y Equipos.

Tesis	1101001	DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA.			
Lugar	061303	CAJAMARCA - SANTA CRUZ - CATACHE			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	65.0609	8.00	520.49
0101010004	OFICIAL	hh	116.0551	6.90	800.78
0101010005	PEON	hh	966.6203	4.00	3,866.48
0101030000	TOPOGRAFO	hh	4.9828	8.00	39.86
					5,227.61
MATERIALES					
0204010002000	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	1.8155	4.30	7.81
0204010002000	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	1.9459	4.50	8.76
0204030001004	ACERO 3/8" CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	42.5152	2.10	89.28
0204030001004	ACERO 1/4" CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	6.2504	1.00	6.25
0204120001000	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	5.3070	4.00	21.23
0205110010	TEE PVC- 2 1/2"(75mm)	und	2.0000	7.00	14.00
0205110011	TEE PVC- 1 1/2"(48mm)	und	1.0000	4.50	4.50
0205150001001	TAPON PARA MANGUERA DE Ø16mm	und	154.0000	0.40	61.60
0205150001001	TAPON HEMBRA PVC C/R 1 1/2" (48mm)	und	3.0000	2.00	6.00
0205190005000	ADAPTADOR MACHO PVC 2"	und	3.0000	2.50	7.50
0205190005000	ADAPTADOR MACHO PVC 3"	und	1.0000	6.00	6.00
0205190005000	ADAPTADOR MACHO PVC 1 1/2" (48mm)	und	5.0000	2.00	10.00
0205230001004	REDUCCION PVC 4" A 3"	und	1.0000	8.00	8.00
0205270001000	TUBERIA DE PVC U.F. 3" C-5	m	8.0000	5.60	44.80
0205270001000	TUBERIA DE PVC U.F. 2" C-5	m	50.0000	2.80	140.00
0205270001001	TUBERIA DE PVC U.F. 1 1/2" C-5	m	164.0000	2.18	357.52
0205270001001	TUBERIA DE PVC U.F. 2 1/2" C-5	m	50.0000	3.20	160.00
0207010001000	PIEDRA CHANCADA 3/4"	m3	1.6650	60.00	99.90
0207020001	ARENA	m3	0.4348	40.00	17.39
0207020001000	ARENA GRUESA	m3	0.7400	80.00	59.20
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	0.4660	10.00	4.66
0210020004	GEOMEMBRANA HDPE e=0.5 mm LISA NEGRA	m2	197.5800	7.00	1,383.06
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	16.3063	24.00	391.35
0213030001000	YESO BOLSA 28 kg	bol	1.9352	4.50	8.71
0215020003	CODO PVC DE 90° DE 3"	und	2.0000	8.00	16.00
0215020004	CODO PVC DE 90° DE 2"	und	1.0000	4.00	4.00
0215020005	CODO PVC DE 90° DE 63 mm (2")	und	2.0000	4.00	8.00
0215020008	CODO PVC DE 45° DE 1 1/2" (48mm)	und	3.0000	3.00	9.00
0215020010	CODO PVC DE 90° DE 1 1/2" (48mm)	und	6.0000	3.30	19.80
0215020011	CODO PVC DE 90° DE 2 1/2" (75mm)	und	2.0000	6.00	12.00
0215050001000	UNION UNIVERSAL PVC DE 2"	und	2.0000	12.00	24.00
0215050001000	UNION UNIVERSAL PVC DE 2 1/2"	und	2.0000	18.00	36.00
0215050001000	UNION UNIVERSAL PVC DE 1 1/2" (48mm)	und	2.0000	3.50	7.00
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal	0.0429	58.00	2.49
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und	6.7600	29.00	196.04
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	106.1400	3.00	318.42
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	2.0020	1.50	3.00
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2	1.9352	5.00	9.68
0241030001	CINTA TEFLON	und	1.4500	2.00	2.90
0242040003	MANGUERA C/ GOTERO INCOR. AUTOC. Ø 16mm @ 0.30 m e=0.19 mm, 1.0 l/h.	m	4,358.0000	0.80	3,486.40
0242040004	MANGUERA CIEGA DE PE Ø 16mm .	m	151.0000	0.40	60.40
0242050002	IMPERMEABILIZANTE LIQUIDO P/ CONCRETO Y MORTEROS (gal)	gal	0.8880	21.00	18.65
0242060001	FILTRO DE ANILLAS Ø 2"	und	1.0000	90.00	90.00
0242060004	UNION DE 16mm	und	151.0000	0.49	73.99
0242060008	REDUCCIÓN DE PVC, C-5, 2"(63mm)x1 1/2"(48mm)	und	1.0000	2.80	2.80
0242060009	TOMA MANOMÉTRICA DE 1/2"	und	2.0000	12.00	24.00
0242060010	VÁLVULA DE ASIENTO INCLINADO DE PVC DE 1 1/2"	und	1.0000	88.00	88.00
0242060011	REDUCCIÓN DE PVC, C-5, 2 1/2"(75mm)x2"(63mm)	und	3.0000	4.50	13.50

Requerimiento de Mano de Obra. Materiales v Equipos.

Tesis 1101001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA.

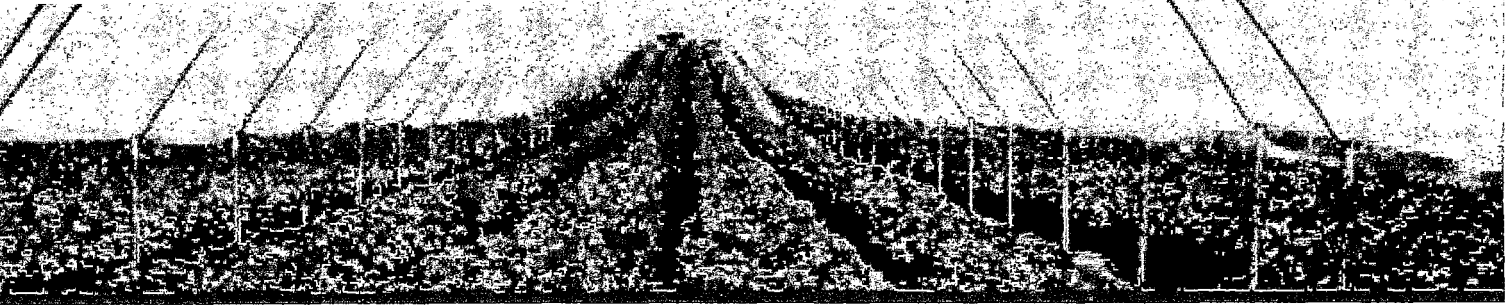
Lugar 061303 CAJAMARCA - SANTA CRUZ - CATACHE

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0242060012	TANQUE FERTILIZADOR + ACCES. + INSTALACION	und	1.0000	600.00	600.00
0253110006	VALVULA DE GLOBO DE 1 1/2"	und	1.0000	19.00	19.00
0253180011	VALVULA COMPUERTA PVC DE 2"	und	1.0000	48.00	48.00
0253180015	VALVULA COMPUERTA DE PVC 2 1/2"(75mm)	und	2.0000	29.00	58.00
0253180016	VALVULA COMPUERTA DE PVC 1 1/2"(48mm)	und	1.0000	14.80	14.80
0261070002	CANASTILLA PVC DE 4"	und	1.0000	8.00	8.00
0261070003	CANASTILLA PVC DE 6"	und	1.0000	18.00	18.00
0272010087	CONECTOR INICIAL D=16mm + EMPAQUE (CONCT. PORTALAT.-MANGUERA)	und	151.0000	0.60	90.60
					8,299.99
EQUIPOS					
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	he	1.9352	6.00	11.61
0301000021	TEODOLITO	he	1.9352	10.00	19.35
0301000024	ESTACION TOTAL Y PRISMA	día	1.0400	140.00	145.60
0301000026	MANOMETRO DE GLICERINA DE 0-6 BAR	und	2.0000	40.00	80.00
0301060002000	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und	0.0080	20.00	0.16
0301400004	ZARANDA	hm	6.7392	2.00	13.48
0304010003	CASETA Y ALMACEN DE GUARDIANIA	und	1.0000	500.00	500.00
					770.20
Total				S/.	14,297.80

9.6. ANEXO VI: CATÁLOGOS.



ANEXO VI.1: LATERALES Y EMISORES DE RIEGO SELECCIONADOS.



DRIPNET PC™

COMPACT INTEGRAL PRESSURE-COMPENSATING,
CONTINUOUSLY SELF-CLEANING DRIPPER



16009 - 16010 - 16012 - 20010 - 20012 - 23009

TECHNICAL INFORMATION

- Pressure-compensating range: 0.25/0.40/0.60-2.5/3.0/3.5 bar (according to flow rate model).
- Recommended filtration: according to drippers flow rate.
Filtration method is to be selected based on the kind and concentration of the dirt particles existing in the water.
Wherever sand exceeding 2 ppm exists in the water, a Hydro-cyclone filter is to be installed before the main filter.
When sand / silt / clay solids exceed 100 ppm, pre treatment will be applied according to Netafim™ expert team's instructions.
- TurboNet™ labyrinth with large water passage.
- To be "welded" into thick-walled dripperlines (0.9, 1.0, 1.2 mm).
- Injected dripper, very low CV.
- Injected silicon diaphragm.
- UV resistant. Resistant to standard nutrients used in agricultural.
- DripNet PC™ drippers meet ISO 9261 Standards with production certified by the Israel Standards Institute (SII).

DRIPPERS TECHNICAL DATA

FLOW RATE* (L/H)	WORKING PRESSURE RANGE (BAR)	WATER PASSAGES DIMENSIONS WIDTH-DEPTH-LENGTH (MM)	FILTRATION AREA (MM²)	CONSTANT K	EXPONENT * X	RECOMMENDED FILTRATION (MICRON)/(MESH)
0.6	0.25 - 2.5	0.52 x 0.60 x 22	39	0.6	0	130/120
1.0	0.40 - 3.0	0.61 x 0.60 x 8	39	1.0	0	130/120
1.6	0.40 - 3.0	0.76 x 0.73 x 8	39	1.6	0	200/80
2.0	0.40 - 3.5	0.76 x 0.85 x 8	39	2.0	0	200/80
3.0	0.40 - 3.5	1.02 x 0.88 x 8	39	3.0	0	200/80
3.8	0.60 - 3.5	1.02 x 0.88 x 8	39	3.8	0	200/80

* Within working pressure range

DRIPPERLINES TECHNICAL DATA

MODEL	INSIDE DIAMETER (MM)	WALL THICKNESS (MM)	OUTSIDE DIAMETER (MM)	MAX. WORKING PRESSURE (BAR)*	MAXIMUM FLUSHING PRESSURE (BAR)	KD
16009	14.2	0.9	16.0	2.5/3.0/3.5	3.9	0.72
16010	14.2	1.0	16.2	2.5/3.0/3.5	3.9	0.72
16012	14.2	1.2	16.6	2.5/3.0/3.5	3.9	0.72
20010	17.5	1.0	19.5	2.5/3.0/3.5	3.9	0.25
20012	17.5	1.2	19.9	2.5/3.0/3.5	3.9	0.25
23009	20.8	0.9	22.6	2.5/3.0/3.5	3.9	0.20

* Maximum working pressure is defined by the dripper and not by the dripperline wall thickness

DRIPPERLINES PACKAGE DATA (ON BUNDLED COILS)

MODEL	WALL THICKNESS (MM)	COIL LENGTH (M)	DISTANCE BETWEEN DRIPPERS (M)	AVERAGE* COIL WEIGHT (KG)	COILS IN A 40 FEET CONTAINER (UNITS)	TOTAL IN A 40 FEET CONTAINER (M)
16009	0.9	500	0.15 to 1.00	18.5	330	165000
16010	1.0	500	0.15 to 1.00	20.4	330	165000
16012	1.2	400	0.15 to 1.00	21.0	352	140800
20010	1.0	300	0.15 to 1.00	16.3	330	99000
20012	1.2	300	0.15 to 1.00	20.0	330	99000
23009**	0.9	350	0.15 to 0.20	22.5	480	168000
		400	0.25 to 1.00	25.0		192000

* According to drippers spacing

**Package only on carton/plastic coils

MAX. LATERAL LENGTH (METER) AT DIFFERENT INLET PRESSURE AND DIFFERENT SLOPES

DRIPNET PC™ 16009/16010/16012 • ID 14.2 MM • KD 0.72 • FLOW RATE 0.6 L/H

		DISTANCE BETWEEN DRIPPERS (METER)								
UPHILL 2%	INLET PRESSURE (BAR)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	1.0	110	145	171	192	208	221	232	240	248
	1.5	143	193	234	268	297	322	343	362	378
	2.0	167	227	278	323	361	394	424	450	474
	2.5	186	255	314	366	411	452	488	521	551
FLAT TERRAIN	1.0	129	182	230	274	315	354	391	427	460
	1.5	159	224	284	339	390	438	485	528	571
	2.0	181	255	323	386	445	501	553	603	652
	2.5	198	281	355	425	490	551	609	664	718
DOWNHILL 2%	1.0	148	220	291	361	431	501	570	638	703
	1.5	175	256	335	412	487	561	635	708	777
	2.0	195	284	369	452	532	611	689	765	838
	2.5	211	306	397	485	570	652	734	814	890

Minimum considered pressure 0.4 bar Due to lateral filling time and flushing effectiveness it is not recommended to exceed 800 meters lateral length

MAX. LATERAL LENGTH (METER) AT DIFFERENT INLET PRESSURE AND DIFFERENT SLOPES

DRIPNET PC™ 16009/16010/16012 • ID 14.2 MM • KD 0.72 • FLOW RATE 1.0 L/H

		DISTANCE BETWEEN DRIPPERS (METER)								
UPHILL 2%	INLET PRESSURE (BAR)	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	1.0	83	111	134	153	169	183	194	205	214
	1.5	106	145	178	207	232	253	274	292	308
	2.0	122	169	209	244	275	304	330	354	375
	2.5	135	188	234	274	311	344	374	403	429
FLAT TERRAIN	1.0	92	130	165	197	226	255	282	307	331
	1.5	114	161	204	243	280	315	349	381	411
	2.0	129	183	232	277	320	360	398	434	469
	2.5	142	201	255	305	352	396	438	478	517
DOWNHILL 2%	1.0	102	150	196	242	287	330	374	418	461
	1.5	122	177	230	281	331	379	426	473	520
	2.0	136	197	255	311	364	417	468	518	567
	2.5	148	214	276	336	393	449	502	555	607

Minimum considered pressure 0.4 bar

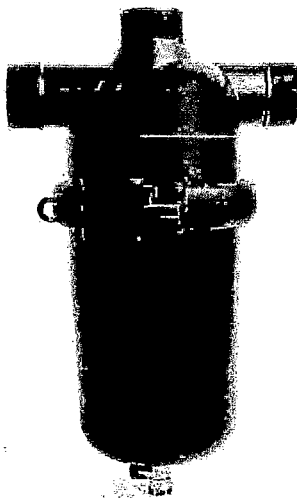
ANEXO VI.3: FILTRO DE RIEGO SELECCIONADO.

Filtro Arkal Dual Lite de 2" (con espina desmontable)

Nº Catálogo. 1205 3 _ _ _

Características

- Dos opciones de salida – en línea o en ángulo
- Altamente resistente a la corrosión
- Espina desmontable
- Compresión de anillas por presión diferencial
- Se adapta a instalación horizontal o vertical
- Disponible en diversos grados de filtración



Datos técnicos

Diámetro entrada/salida	Rosca macho de 2"	Rosca macho de 2"
Presión máxima	8 bar	116 psi
Caudal max. 400-100 micrones	≤25m ³ /h (6.9 l/seg)	≤110gpm
55 micrones	≤16m ³ /h (4.4 l/seg)	≤70gpm
20 micrones	≤8m ³ /h (2.2 l/seg)	≤35gpm
Superficie de filtración	950 cm ²	147 in ²
Volumen de filtración	1225 cm ³	75,7 in ³
Largo del filtro L	416mm	16,37inch
Ancho del filtro A	260mm	10,23inch
Distancia entre conexiones	A. 260mm B. 75mm	A. 10,23inch B. 2,95inch
Peso	3Kg	6,6lbs
Temperatura máxima *	60° C	140° F
pH	2-13	2-13

* La presión de trabajo y la resistencia pH se reducen a elevadas temperaturas

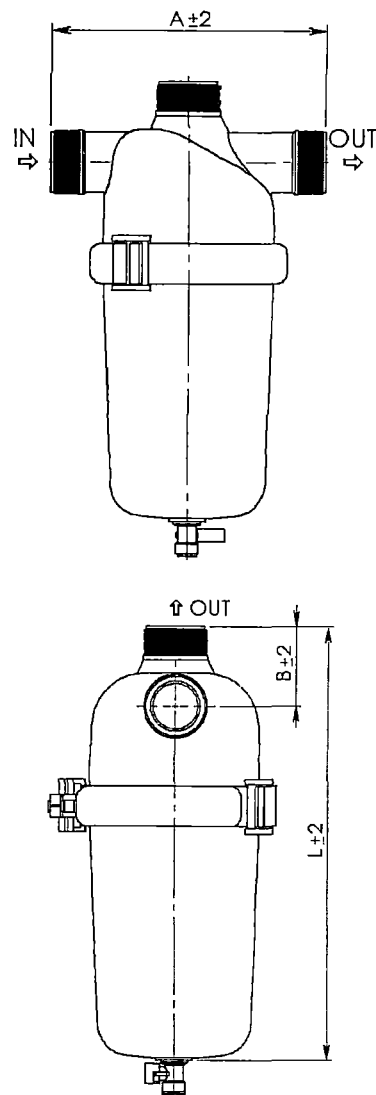
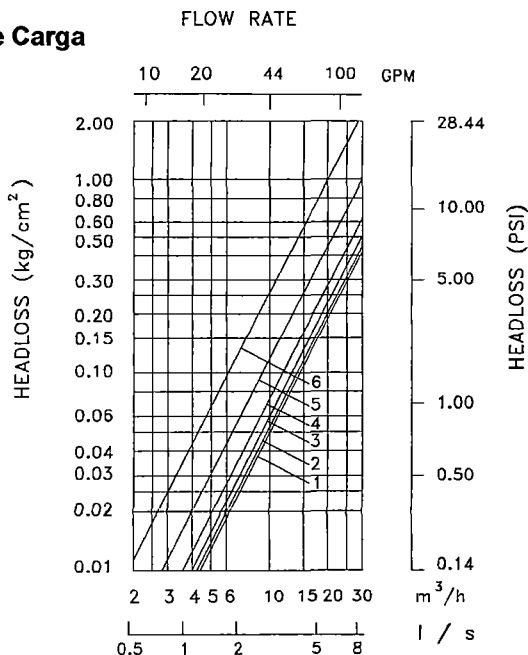


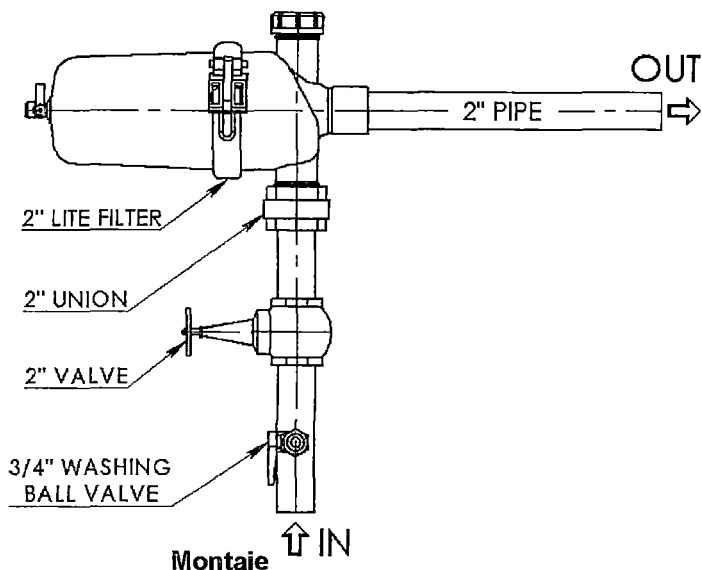
Gráfico de Pérdida de Carga



Grados de filtración

1. Azul (400 micrones / 40 mesh)
2. Amarillo (200 micrones / 80 mesh)
3. Rojo (130 micrones / 120 mesh)
4. Negro (100 micrones / 140 mesh)
5. Verde (55 micrones)
6. Gris (20 micrones)

Instalación típica recomendada



Desmontaje

1. Cierre la llave de entrada de agua.
2. Libere la presión a través de la válvula de drenaje.
3. Abra la abrazadera del filtro y retire la cubierta
4. Desenrosque y retire el elemento de filtrado.
5. Lave el elemento de filtrado.
6. Si las anillas del filtro requieren tratamiento con ácido entonces debe sumergir completamente el elemento de filtrado en ácido de acuerdo a nuestras recomendaciones.

Montaje

1. Coloque la espina, gire en el sentido de las agujas del reloj hasta que la misma esté asegurada. Verifique que la espina esté ajustada en su lugar.
2. Coloque la cubierta y ajuste la abrazadera. Verifique que la abrazadera esté firmemente cerrada.

Medidas preventivas para el invierno:

Para evitar daños del filtro debido al congelamiento del agua – drene todo el agua del filtro y deje la tapa de drenaje abierta.

Lista de partes

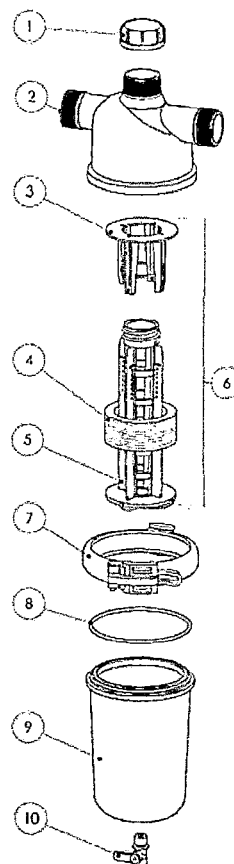
No.	No Cat..	Descripción	Materiales
1	2511 0200	Tapa 2"	R.PA
2	2212 0002	Cuerpo del filtro	PP
3	2507 0203	Extensión de la espina	PP
4	2021 1_ _ _	Conjunto de anillas	PP
5	2502 0202	Cuerpo de la espina	PP
6	2121 1_ _ _	Elemento de filtrado	PP
7	2253 0235	Abrazadera	R.PA
8	5003 2361	O-ring 2-361(151.77x5.33)	EPDM
9	2501 0202	Cubierta del filtro	PP
10	5054 0212	Tapa 1/2"	BRONCE

Materiales

PP - POLIPROPILENO

R.PA – POLIAMIDA REFORZADA

Nota: Este filtro está equipado con un dispositivo de seguridad contra presión. Si la presión supera la máxima presión de trabajo, el sello actúa como un elemento de liberación de presión. Si ocurre esto, por favor abra la abrazadera, coloque el sello en la cubierta y vuelva a montar.



ANEXO VI.2: VÁLVULAS DE RIEGO SELECCIONADAS.

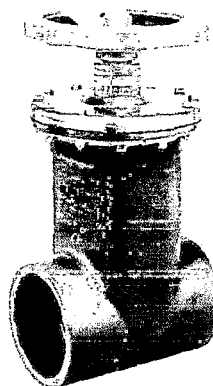
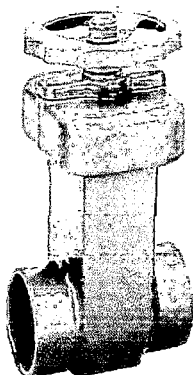
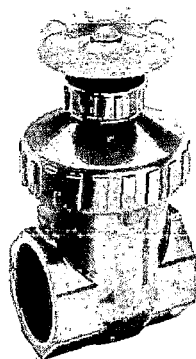


VÁLVULAS DE COMPUERTA

Características – PVC, CPVC

Este sólido diseño comprobado es bien apropiado para una variedad de aplicaciones químicas, industriales y de irrigación. Las Válvulas de Compuerta de Spears® están repletas de funciones con una variedad de opciones de conector final. Las características especiales individuales se encuentran en cada rango de medida desde 1/2" hasta 2", 2-1/2" y 3", y en la válvula de 4" de Uso Industrial Pesado de total funcionalidad. Vea Válvulas de compuerta en forma de pistón para 6" tamaño.

- Construcción de Cuerpo Resistente en PVC y CPVC
- Cuña Cónica con Superficie de Sellado Especialmente Diseñada
- Diseño de Vástago No Ascendente
- Rosca Vástago/Cuña Strain-Equalizing (Compensador de Tensión) Patentada
- Sellos para Vástago de O-ring en Lugar de Empaquetado - No Requiere Reajuste Posterior
- Sellos de O-Ring de Buna-N, EPDM o Viton®
- Agarre Positivo, Operador de Manivela de Polipropileno de Alto Impacto
- Componentes de Recambio Altamente Duraderos- Accesibles Sin Remover la Válvula
- Aprobación para Agua Potable por la NSF
- Apropiado para Servicios al Vacío
- Ensamblada con Lubricantes Libres de Silicona, Solubles al Agua
- Disponible en Cementar Métrico y Rosca BSP, 1/2" - 2"



Válvulas de Compuerta de Alta Resistencia de PVC y CPVC en 1/2" - 2"

- Disponible con conectores finales de cementar, roscados o bridados.
- Estimada a una Presión de 200 psi @ 73°F. Válvula bridada Estimada a una Presión de 150 psi @ 73°F

Válvulas de Compuerta de Alta Resistencia de PVC y CPVC en 2-1/2" y 3"

- Disponible con conectores finales cementar, roscados SR (Refuerzo Especial) o bridados.
- Estimada a una Presión de 150 psi @ 73°F
- Disponible la Tuerca de Operación Cuadrada/Estilo "T" de 2" (Opcional).

Nota: La de medida 2-1/2" es una válvula de 3" con buje inferior.

Válvulas de Compuerta para Uso Industrial Pesado de PVC y CPVC en 4"

- Disponible con conectores finales de cementar, roscados SR (Refuerzo Especial) o bridados.
- Estimada a una Presión de 235 psi @ 73°F. Válvula Bridada Estimada a una Presión de 150 psi @ 73°F
- Casquete Exterior AI 316 y Equipo
- Indicador de Posición Incorporado para Vista Rápida
- Disponible la Tuerca de Operación Cuadrada/Estilo "T" de 2" (Opcional).

Especificación de la Ingeniería de la Muestra

Todas las Válvulas termoplásticas de Compuerta serán elaboradas de PVC Tipo I Clasificación de Celdas 12454 o CPVC Tipo IV, Clasificación de Celdas 23447. Todos los O-Rings serán de Buna-N, EPDM o Viton®. Todas las válvulas tendrán vástago no ascendente y manivela de Polipropileno. Todas las cuñas de compuerta de la válvula tendrán roscas Strain-Equalizing (Compensador de Tensión). Las válvulas de PVC tendrán cuña de Polipropileno y las válvulas de CPVC tendrán cuña de CPVC. Todos los componentes serán reemplazables. Todas las válvulas desde 1/2" hasta 2" serán estimadas a una presión de 200 psi, todas las válvulas desde 2-1/2" hasta 3" serán estimadas a una presión de 150 psi, y todas las válvulas de 4" serán estimadas a una presión de 235 psi para agua a 73°F, como han sido elaboradas por Spears® Manufacturing Company.

VÁLVULAS DE COMPUERTA



Tabla para Selección de Válvula. Vista General

Tamaño de la Válvula	Material del O-ring	Números de las Piezas de PVC*			Valor Nominal de Presión
		Cem	Roscar	Bridado	
1/2	Buna-N	2012-005	2011-005	2013-005	200 psi Sin Golpe de Ariete Agua @ 73°F
	EPDM	2022-005	2021-005	2023-005	
	Viton®	2032-007	2031-005	2033-005	
3/4	Buna-N	2012-007	2011-007	2013-007	
	EPDM	2022-007	2021-007	2023-007	
	Viton®	2032-007	2031-007	2033-007	
1	Buna-N	2012-010	2011-010	2013-010	
	EPDM	2022-010	2021-010	2023-010	
	Viton®	2032-010	2031-010	2033-010	
1-1/4	Buna-N	2012-012	2011-012	2013-012	
	EPDM	2022-012	2021-012	2023-012	
	Viton®	2032-012	2031-012	2033-012	
1-1/2	Buna-N	2012-015	2011-015	2013-015	
	EPDM	2022-015	2021-015	2023-015	
	Viton®	2032-015	2031-015	2033-015	
2	Buna-N	2012-020	2011-020	2013-020	
	EPDM	2022-020	2021-020	2023-020	
	Viton®	2032-020	2031-020	2033-020	
2-1/2	Buna-N	2012-025 ²	2011-025 ²	2013-025 ²	150 psi Sin Golpe de Ariete @ 73°F
	EPDM	2022-025 ²	2021-025 ²	2023-025 ²	
	Viton®	2032-025 ²	2031-025 ²	2033-025 ²	
3	Buna-N	2012-030	2011-030SR	2013-030	
	EPDM	2022-030	2021-030SR	2023-030	
	Viton®	2032-030	2031-030SR	2033-030	
4	Buna-N	2012-040	2011-040SR	2013-040	235 ¹ psi Sin Golpe de Ariete Agua @ 73°F
	EPDM	2022-040	2021-040SR	2023-040	
	Viton®	2032-040	2031-040SR	2033-040	

1: Los conectores puntales bridados tienen una Presión Nominal Interna Máxima de 150 psi @ 73°F.

2: La salida esta calibrada con bujes.

* Para válvulas de CPVC, adicione la letra "C" al número de la pieza (ej.: 2031-005C).

Valores Cv

Medida Nominal	Cv ¹ Gal/min.	
	Cem/Roscado	Bridado
1/2	19	15
3/4	37	29
1	44	39
1-1/4	128	105
1-1/2	144	127
2	333	279
2-1/2	Ver Nota 2	
3	335	323
4	583	566

Válvulas bridadas calculadas para una longitud de instalación adicional de la válvula bridada.

1: Galones por minuto a una caída de presión de 1 psi.

2: La dimensión de 2-1/2" es una válvula de 3" con buje inferior reductor, C_v no disponible.

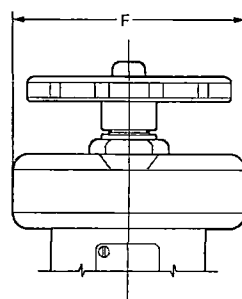
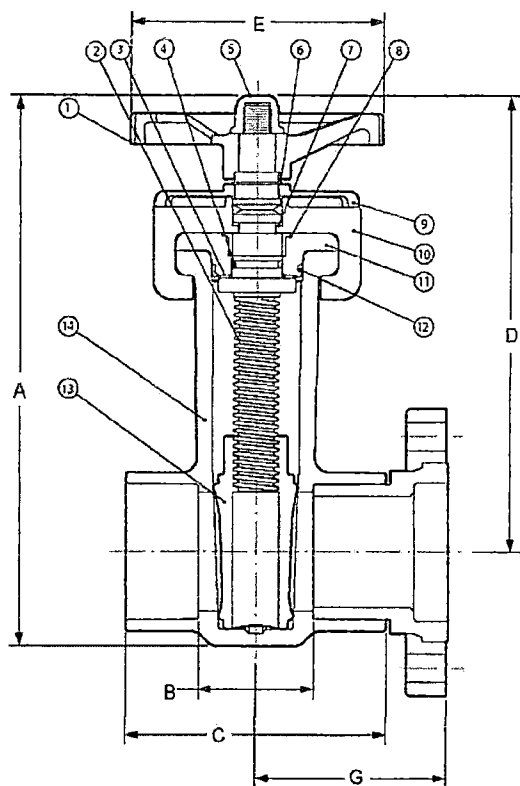
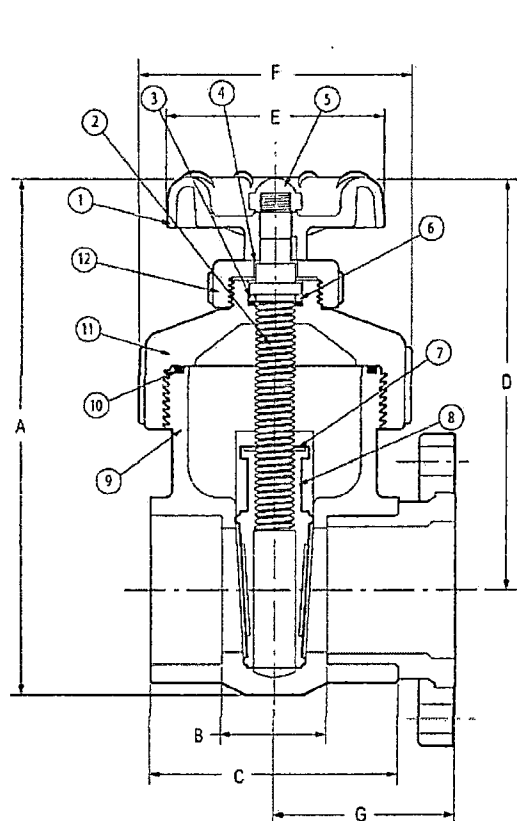
Rango de Presión Temperatura

Temperatura Operativa del Sistema °F (°C)		100 (38)	110 (43)	120 (49)	130 (54)	140 (60)	150 (66)	160 (71)	170 (77)	180 (82)	190 (88)	200 (93)	210 (99)
Presión Nominal de la Válvula psi (MPa)	1/2"-2"	PVC	200 (1.38)	135 (.93)	120 (.83)	75 (.52)	50 (.34)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)
		CPVC	200 (1.38)	155 (1.07)	140 (.97)	125 (.86)	110 (.76)	100 (.69)	90 (.62)	80 (.55)	70 (.48)	60 (.41)	50 (.34)
	2-1/2"-3"	PVC	150 (1.03)	130 (.90)	110 (.76)	60 (.41)	50 (.34)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)
		CPVC	150 (1.03)	140 (.97)	130 (.90)	120 (.83)	110 (.76)	100 (.69)	90 (.62)	80 (.55)	70 (.48)	60 (.41)	50 (.34)
	4"	PVC	235 (1.62)	140 (.97)	130 (.90)	90 (.62)	50 (.34)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)	-0- (-0-)
		CPVC	235 (1.62)	219 (1.51)	170 (1.17)	145 (1.00)	130 (.90)	110 (.76)	95 (.66)	80 (.55)	70 (.48)	60 (.41)	50 (.34)

NO UTILIZAR CON AIRE O GAS COMPRIMIDO



VÁLVULAS DE COMPUERTA



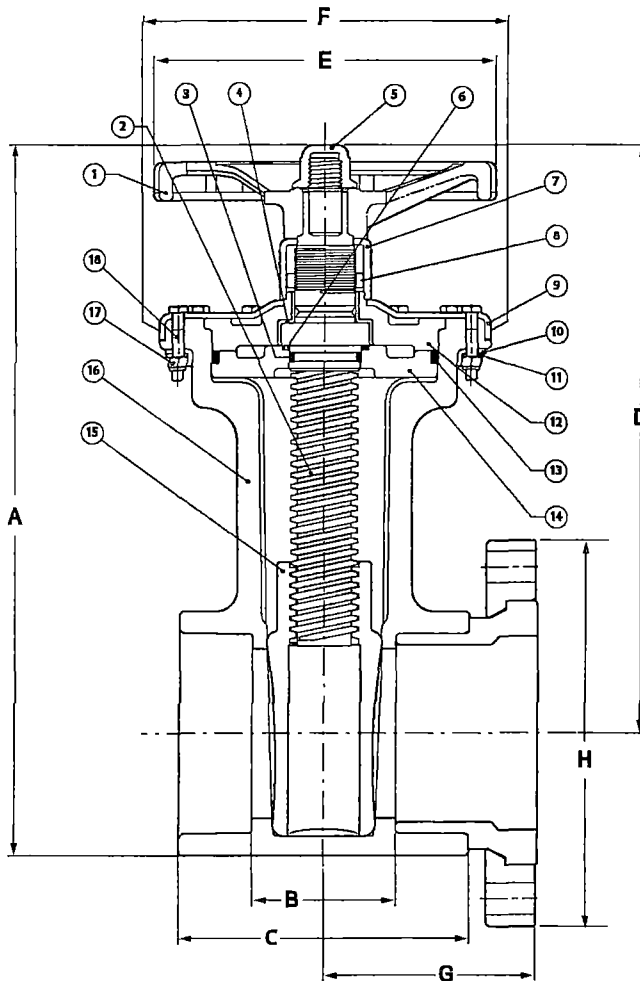
Piezas de Repuesto de 1/2" - 2"

No.	Componente	Can.	Material
1	Manija	1	PP
2	Vástago	1	PVC/CPVC
3	O-Ring (Vástago)	1	Buna-N/EPDM/Viton®
4	Buje del Vástago	1	PP
5	Tuerca del Vástago	1	PVC/CPVC
6	Arandela del Vástago	1	PP
7	Cuña Arandela/O-Ring	1	Buna-N/EPDM/Viton®
8	Cuña	1	PP/CPVC
9	Cuerpo (Cementar/Roscar)	1	PVC/CPVC
10	O-Ring del Casquete	1	Buna-N/EPDM/Viton®
11	Casquete	1	PVC/CPVC
12	Tuerca del Casquete	1	PVC/CPVC

Piezas de Repuesto de 2-1/2" y 3"

No.	Componente	Can.	Material
1	Manija	1	PP
2	Vástago	1	PVC/CPVC
3	Cojinete del Vástago	1	PP
4	O-Ring del Vástago	1	Buna-N/EPDM/Viton®
5	Tuerca del Vástago	1	PVC
6	Anillo Retenedor del Vástago	1	Al 316
7	Arandela Hendida	1	PP
8	Bujedel Vástago	1	PP
9	Retenedor Casqueter	1	PVC/CPVC
10	Medio Casquete	2	PVC/CPVC
11	Porta Sello	1	PVC/CPVC
12	O-Ring (Porta Sello)	1	Buna-N/EPDM/Viton®
13	Cuña	1	PP/CPVC
14	Cuerpo	1	PVC/CPVC

VÁLVULAS DE COMPUERTA



Elementos de Repuesto de 4"

No.	Componente	Can.	Material
1	Manija	1	PP
2	Vástago	1	PVC/CPVC
3	O-Ring (Vástago)	1	Buna-N/EPDM/Viton®
4	Buje del Vástago	1	Poli Teflon®
5	Tuerca del Vástago	1	PVC/CPVC
6	Arandela del Vástago	1	PP
7	Tapa Indicadora	1	PVC Claro
8	Tuerca Indicadora	1	PP Amarillo
9	Retenedor Casquete	1	Acero Inoxidable 316
10	Soporte de Retención	2	Acero Inoxidable 316
11	Bloqueo de Soporte	1	Acero Inoxidable 316
12	Casquete	1	PVC/CPVC
13	O-Ring (Porta Sello)	1	Buna-N/EPDM/Viton®
14	Porta Sello	1	PVC/CPVC
15	Cuña	1	PP/CPVC
16	Cuerpo	1	PVC/CPVC
17	Tuerca de Bloqueo	12	Acero Inoxidable 316
18	Perno Hexagonal	12	Acero Inoxidable 316

Dimensiones y Pesos

Medida Nominal	Referencia de Dimensiones (pulgadas, ± 1/16)								Peso aprox. (Lbs.)			
	A	B ¹	C	D	E	F	G	H	PVC		CPVC	
									Cem/Ros	Bridado	Cem/Ros	Bridado
1/2	5-1/8	1-1/4	2-3/16	4-1/8	2-5/8	2-11/16	2-3/16	3-1/2	.51	.92	.56	.98
3/4	5-1/8	1-1/4	2-3/16	4-1/8	2-5/8	2-11/16	2-1/4	3-7/8	.52	1.09	.57	1.16
1	5-13/32	1-1/4	3-5/16	4-5/16	2-5/8	2-15/16	2-11/16	4-1/4	.67	1.46	.73	1.54
1-1/4	8-1/16	1-9/16	3-9/16	6-5/8	3-7/16	3-15/16	2-3/4	4-5/8	1.61	2.58	1.73	2.74
1-1/2	8-1/16	1-9/16	3-9/16	6-1/2	3-7/16	3-15/16	3-7/16	5	1.63	2.81	1.75	3.03
2	9-13/16	1-7/8	3-15/16	6-15/16	3-7/16	4-7/16	3-5/8	6	1.95	3.81	2.15	4.09
2-1/2	14-5/16	3-9/16	7-11/16	12-1/16	6-11/16	7-1/4	5-1/8	7-1/2	9.48	11.91	9.60	12.89
3	14-5/16	2-15/16	6-11/16	12-1/16	6-11/16	7-1/4	4-15/16	7-1/2	9.03	12.21	9.43	13.40
4	16	3-3/8	7-15/16	13-1/4	8	7-9/16	5-9/16	9	13.67	18.39	14.66	19.75

1: Longitud de Paso de la Válvula



Tuercas de Operación Cuadradas / Estilo "T" de 2"

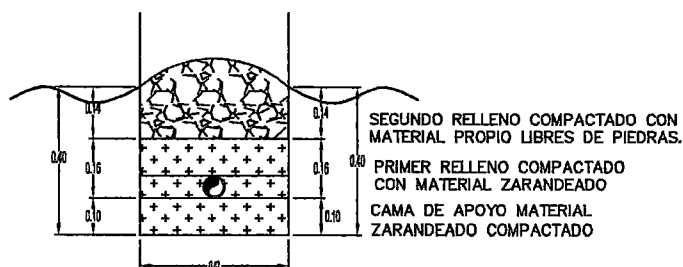
- Encajan en las Válvulas de Compuerta Spears®
- Diseño combinado para ser utilizado con operadores de control estándar de 2" cuadrado o de control convencional en "T".
- Construcción en PVC con relleno de fibra de vidrio resistente a los químicos y a la corrosión.

Válvula	Número Pieza
1/2, 3/4, 1	GTN-005
1-1/4, 1-1/2, 2	GTN-012
2-1/2 & 3	GTN-030
4	GTN-040

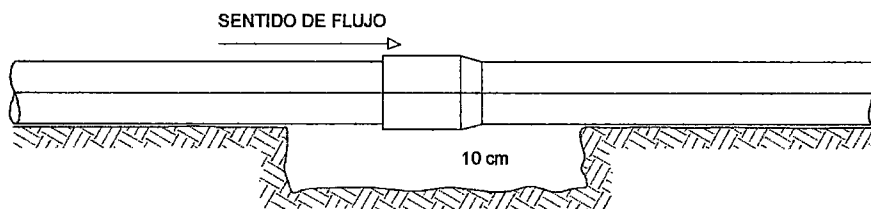
9.7. ANEXO VII: PLANOS

CORTE TRANSVERSAL

SECCION TIPICA





CORTE LONGITUDINAL



ESPECIFICACIONES

1. FONDO DE ZANJA DEBERA SER PERFILADO CORRECTAMENTE, ELIMINANDO PIEDRAS, TRONCOS, RAICES O MATERIALES DUROS Y CORTANTES, ETC., ANTES DE COLOCAR LA CAMA DE APOYO.
2. CAMA DE APOYO: COMPUESTO POR MATERIAL ZARANDEADO O ARENA DE UNA ALTURA DE 0.10 m.
3. PRIMER RELLENO: COMPUESTO POR MATERIAL ZARANDEADO DE 0.20 m POR ENCIMA DE LA CLAVE DE LA TUBERIA, COMPACTADO MANUALMENTE CON EL DEBIDO CONTENIDO DE HUMEDAD EN CAPAS SUCESIVAS DE 10 cm.
4. SEGUNDO RELLENO: COMPUESTO POR MATERIAL PROPIO (SIN PIEDRAS, RAICES O MATERIALES CORTANTES) HASTA LLEGAR AL NIVEL DEL TERRENO NATURAL, DEBERA SER COMPACTADO MANUALMENTE CON EL DEBIDO CONTENIDO DE HUMEDAD EN CAPAS SUCESIVAS DE POR LO MENOS 15 cm DE ESPESOR.
5. TUBERIAS: LA CAMPANA DEBE COLOCARSE EN SENTIDO OPUESTO AL SENTIDO DEL FLUJO. PARA EJECUTAR EL EMPALME, PROFUNDIZAR LA ZONA DEBAJO DEL MISMO EN UNA LONGITUD DE 3 VECES LA LONGITUD DE LA CAMPANA (NICO). ESPACIO QUE QUEDARA DESCUBIERTO HASTA DESPUES DE REALIZADA LA PRUEBA HIDRAULICA. UNA VEZ TERMINADA LA PRUEBA, SE TERMINA EL RELLENO INICIAL DE LAS UNIONES Y SE COMPLETA EL RELLENO EN TODA LA LINEA.

		UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"		
		"FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA"		
TESIS:		"DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEJO PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN EL SECTOR QUEBRADONDA - CATACHE - SANTA CRUZ - CAJAMARCA"		
PLANO:		DETALLE DE LA ZANJA DE TUBERIA		
UBICACION:		PATROCINADOR:		PLANO N°: 09
DISTR. : CATACHE PROVIN. : SANTA CRUZ DEPART. : CAJAMARCA		ING° GUIMAC HUAMÁN ALEX		
		RESPONSABLE:		
		BACH. INOJAN ALFARO PEDRO N.		
ESCALA:		FECHA:		
1/30		Enero 2014		