



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
PROYECTO DE GRADO



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA
MODALIDAD GOTEO EN LA FINCA VILLA ANY, VEREDA BAJO BEJUCAL,
CORREGIMIENTO DE CAMPOALEGRE, (HUILA).**

**JOSMAR PIÑEROS SALAZAR
DANIEL RIVERA CHARRY**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero
Agrícola**

**Director:
MSc. JAIME IZQUIERDO BAUTISTA.**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
FEBRERO, 2011**



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
PROYECTO DE GRADO



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA
MODALIDAD GOTEO EN LA FINCA VILLA ANY, VEREDA BAJO BEJUCAL,
CORREGIMIENTO DE CAMPOALEGRE, (HUILA).**

**JOSMAR PIÑEROS SALAZAR
DANIEL RIVERA CHARRY**

**Director:
MSc. JAIME IZQUIERDO BAUTISTA.**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA
FEBRERO, 2011**

Nota de aceptación

Director
Profesor JAIME IZQUIERDO BAUTISTA
I.A. MSc. Ingeniera Civil.

Firma del Jurado
Profesor MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
I.A. Esp. Irrigación

Firma del Jurado
Profesor ALFREDO RAMOS
I.A. Msc. Ingenieria Hidráulica e hidrología Aplicada

Neiva, Febrero de 2011

DEDICATORIA

Dedico este proyecto:

A Dios por ser mi guía, compañía incondicional y darme la felicidad de obtener este logro.

A mi mamá Esperanza Charry que es la razón de mi existencia, me motivo a cumplir mi sueño de ser profesional brindándome amor y apoyo incondicional y a Hugo Rivera por su enorme amor, apoyo, sabiduría a pesar de la distancia. A ellos especialmente les agradezco todo lo que soy, y les dedico este logro con mi alma y corazón.

A mis hermanos Leonardo y Valentina por sus buenos deseos y por su incondicional apoyo.

A mis compañeros de carrera, especialmente a mis grandes amigos Josmar el compañero del proyecto de grado, Giovanny, Jhon Fredy, Fabian, Juan; por su gran amistad, compañía y por hacer de mi vida universitaria una etapa de momentos importantes y grandes recuerdos.

A Mayra Alejandra Ramos por su amor, paciencia y sus buenos consejos para que este logro se hiciera realidad.

A todos ustedes no me cansare de darles las gracias por estar conmigo siempre y en el momento preciso.

Les dedico este logro, resultado de todos los esfuerzos que hoy se ven reflejados en este trabajo.

DANIEL R.

Dedico este proyecto:

A **Dios** por todo cuanto me ha dado, la vida y todos estos años vividos.

A mi mamá **Soraya Salazar**, quien es mi mayor inspiración. Por ser la persona más importante en mi vida, mi impulso y apoyo para lograr mis metas, por dar todo su esfuerzo y amor para llegar a ser quien soy.

A mi hermana **Deisy Piñeros**, que siempre me colaboro en lo posible y se interesa en mi desarrollo profesional.

A toda mi familia Salazar Galvis y a la familia Pérez, quienes siempre me han brindado toda su confianza y apoyo para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis compañeros de carrera, especialmente a mis grandes amigos Daniel compañero del proyecto de grado, Giovanni, Jhon Fredy, Jennifer y Camilo; por su gran amistad, compañía y por hacer de mi vida universitaria una etapa de momentos importantes y grandes recuerdos.

A todos y cada uno de los profesores del programa de Ingeniería Agrícola, quienes me guiaron y brindaron su conocimiento.

A todas las personas especiales que me he encontrado en el desarrollo de mi vida y han aportado en mi desarrollo personal y profesional.

JOSMAR P.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos a:

La Universidad Surcolombiana, Neiva, en especial al cuerpo de docentes del programa de Ingeniería Agrícola por su misión formadora y por brindarnos todos los conocimientos que hemos recopilado durante este proceso de formación profesional.

Al Ingeniero agrícola MSc. **JAIME IZQUIERDO BAUTISTA**, Director del proyecto de grado, por su orientación, sus consejos, paciencia y opiniones.

Miguel Germán Cifuentes Perdomo, Ingeniero Agrícola, Especialista En Ingeniería De Irrigación, por brindarnos su amplia experiencia, aportar sus conocimientos, apoyo y dedicación.

Profesor ALFREDO RAMOS I.A. Msc. Ingeniería Hidráulica e hidrología Aplicada por brindarnos su amplia experiencia, aportar sus conocimientos, apoyo y dedicación.

Rodrigo Pachón Bejarano, Ingeniero Agrónomo profesor de la Universidad Surcolombiana

Gladis Quino, Secretaria del Programa Ingeniería Agrícola De La Universidad Surcolombiana. Por su carisma, paciencia y dedicación a los estudiantes.

Y en general a todas las personas que mediante su colaboración hicieron posible la realización de este proyecto.

TABLA CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. MARCO CONCEPTUAL	15
1.1 RIEGO POR GOTEO	15
1.2 MOVIMIENTO DE AGUA EN EL SUELO	16
1.3 DISTRIBUCION DE LA HUMEDAD	16
1.4 EFECTO DEL RIEGO POR GOTEO EN LA RAICES	17
1.5 VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO	17
1.6 LIMITACIONES DEL RIEGO POR GOTEO	18
1.7 INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL RIEGO POR GOTEO	18
1.7.1 La fuente de agua	18
1.7.2 Cabezal de Riego:	18
1.7.3. Equipo de filtración.	18
1.7.4 Sistemas de filtrado	19
1.7.5 Equipo de fertilización	19
1.7.6 Control del riego	19
1.7.7 Goteros	19
1.7.8 Tuberías	20
1.8 PAPAYA	21
1.8.1 ORIGEN	21
1.8.2 CARACTERISTICAS BOTANICAS	21
1.8.3 CADENA PRODUCTIVA DE LA PAPAYA	22
1.8.4 Enfermedades:	24
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	25
2.1 GENERALIDADES	25
2.1.1 GENERALIDADES DE LA PAPAYA ¹⁶	25
2.1.2 EL CULTIVO DE PAPAYA Y SU ACTUALIDAD EN EL HUILA	26
2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	27
2.3 AREA DE INFLUENCIA	28
3. METODOLOGIA	30
3.1 AREA DE ESTUDIO	30
3.2 RECOPIACION DE INFORMACION	30
3.2.1 SUELO	30
3.2.2 AGUA	30
3.2.3 CLIMATOLOGIA	31
3.2.4 CULTIVO	31

3.3 TOPOGRAFIA	31
3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	32
4. RESULTADOS	33
4.1 Disposición del predio:	33
4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	33
4.2.1 Caudal disponible para el proyecto	33
4.2.1.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO	33
4.2.2 Calculo de Requerimientos Hídricos del cultivo de papaya	34
4.2.2.1 Datos generales del lote	34
4.2.2.2 Calculo de la Evapotranspiración (EVT) mm/día y uso consumo (UC) mm/día	35
4.2.2.3 Calculo de la Lamina Neta (LN) o cantidad de agua a aplicar.	35
4.2.2.4 Calculo de la Lamina Bruta (LB).	36
4.2.2.5 Frecuencia de riego (FR).	36
4.2.2.6 Tiempo de riego por unidad de riego (TRur).	36
4.2.2.7 Posiciones de riego por turno de riego	37
4.2.2.8 Turnos de riego por día.	37
4.2.2.9 Balance hídrico	38
4.2.3 Unidades de riego seleccionados en el diseño del sistema de riego.	39
4.2.3.1 Características de las unidades de riego escogidas para el sistema de riego.	40
4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	41
4.4 TRAZADO DEL SISTEMA DE RIEGO Y CULTIVO	41
4.5 CALCULOS HIDRAULICOS	41
4.5.1 DISEÑO DEL CANAL	42
4.5.2 Cálculos Hidráulicos Modalidad Goteo Sector 2	43
4.5.2.1 Calculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo	44
4.5.2.2 Calculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo	45
4.5.2.3 Calculo de Tubería de Alimentación “Método Múltiples Salidas” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo	46
4.5.2.4 Calculo de Tubería Principal “Método Caudales Parciales” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo	47
4.5.2.5 Calculo De Perdidas Unidad De Filtrado	48
4.5.2.6 Calculo de las Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo y selección de la unidad de bombeo	49
4.5 MATERIALES A UTILIZAR PARA IMPLEMENTACION DEL DISEÑO	52
4.6. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO.	53
4.6.1 CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL PREDIO	53
4.6.2 UNIDAD DE BOMBEO	54

4.6.3 UNIDAD DE FILTRADO	54
4.6.4 TUBERIA PRINCIPAL	55
4.6.5 TUBERIA DE ALIMENTACION	55
4.6.6 SECTORES DE RIEGO	56
4.6.7 LINEAS LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO	56
4.6.8 TAPONES DE LAVADO	57
4.7 PRESUPUESTO	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	62
Anexo 1. Resultado análisis de suelo del predio La Sabina, realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana. (LABSUS)	63
Anexo 2. Información Climatológica IDEAM. Estación Campoalegre	64
Anexo 3. Factor de cultivo de la papaya en diferentes estados fenológicos	66
Anexo 4. Características del gotero.	66
Anexo 5. Valores de F para la determinación de perdidas por múltiples salidas, usa la formula de Hazen Williams.	68
Anexo 6. Perdidas de presión (j) en tuberías de polietileno PR PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las formulas de Hazen -Williams y de Darcy - Weisbachs; en m/100m.	68
Anexo 7. Perdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE41 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.	69
Anexo 8. Longitud equivalente de conexiones en tuberías en m.	70
Anexo 9. Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 26.	71
Anexo 10. Bomba BARNES Línea Caracol.	72
Anexo 11. Parámetros de selección de la unidad de filtrado.	74
Anexo 12. MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	76

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL RIEGO POR GOTEO	20
Figura 2 Cultivo de Papaya	25
Figura 3 Localización del Proyecto	28
Figura 4 Ubicación de la Vereda del Área de Influencia	29
Figura 5. Balance hidrico cultivo de papaya Etapa 1.	38
Figura 6. Balance hidrico cultivo de papaya Etapa 2	38
Figura 7. Balance hidrico cultivo de papaya Etapa 3.	39
Figura 8. . Unidad de Riego	40
Figura 9. Trazo de siembra y Ubicación de los Goteros	40
Figura 10. Distribución del Sistema de riego por Goteo, Sector de Riego N.2 Predio Villa Any.	43
Figura 11. Esquema general y distribución del sistema de riego	53
Figura 12. Captacion y Almacenamiento de Agua en el Predio	53
Figura 13. Unidad de Bombeo	54
Figura 14. Unidad de Filtrado	54
Figura 15. Conexión Tubería Principal Alimentación	55
Figura 16. Conexión Alimentación Múltiple	55
Figura 17. Sectores de Riego	56
Figura 18. Líneas Laterales y Unidad de Riego	57
Figura 19. Tapones de Lavado.	57

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. SERIE HISTÓRICA PARA EL CULTIVO DE PAPAYA EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA AÑOS 2002 A 2008	27
Tabla 2. Disposición del área predio Villa Any para cada utilidad en m ²	33
Tabla 3. Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo	34
Tabla 4 Trazado de siembra sistema de riego y cultivo	41
Tabla 5 Presupuesto	58

RESUMEN

Para la tecnificación de las fincas en la zona sur del municipio de Campoalegre, específicamente la vereda Bajo Bejucal, se diseñó un sistema de riego por goteo para un cultivo de papaya en un área de 1 hectárea que será ubicada en la finca VILLA ANY. Con este diseño se pretende dar solución a los problemas de auto sostenibilidad de las fincas de la región, ya que estos predios son utilizados como fincas de recreación, desaprovechando las bondades de los suelos de esta vereda y el área aprovechable para establecer cultivos tecnificados que se conviertan en referentes de la zona y ayuden a generar ingresos a los propietarios y no piensen en vender los predios por falta de recursos para sostener la finca.

El sistema de riego por goteo comprende como fuente de abastecimiento un reservorio con capacidad 90 m³, un cabezal de riego conformado por una bomba de 1 HP, un filtro de arena y uno de anillos y una red de tuberías de distribución en PVC.

El sistema de riego por goteo se diseñó teniendo en cuenta las características topográficas del predio, del suelo y las necesidades hídricas del cultivo de papaya. Con el fin de realizar un manejo óptimo del recurso hídrico y brindar los mejores beneficios para los propietarios de los predios.

ABSTRACT

For the modernization of farms in the south zone of Campoalegre, specifically the village of Bajo Bejucal, we designed a drip irrigation system for cultivation of papaya in an area of 1 hectare farm to be located in VILLA ANY. This design aims to address the problems of self-sustainability of farms in the region, as these properties are used as recreational properties, wasting the benefits of the soils of this village and the area usable for crops that technified as benchmarks in the area and help generate revenue to owners and not think of selling the land for lack of resources to sustain the farm.

The irrigation supply source comprises a reservoir with capacity 90 m³, irrigation head consists of a pump 1 horsepower, a sand filter and a ring and a network of distribution pipes in PVC.

The irrigation system was designed taking into account the topography of the land, soil characteristics and crop water requirements of papaya. In order to make optimal management of water resources and provide the best benefits for the owners of the premise.

INTRODUCCION

El departamento del Huila y en especial la ciudad de Neiva, han tenido un crecimiento notable en la población y con ello la demanda alimenticia, debido a esto se hace necesaria que la producción y comercialización de alimentos sea suficiente y en lo posible se realice en el departamento para no depender de otras regiones.

Para lograr una producción que sea comercializable se necesita tecnología apropiada que permita minimizar pérdidas en insumos y aplicación de agua lo que conlleva a economizar dinero. Brindar estas tecnologías a un cultivo proporciona producciones permanentes a lo largo del año permitiendo mantener en el mercado regional productos de excelente calidad.

El abastecimiento hídrico es el parámetro más importante para el desarrollo de los cultivos además de las características físicas y químicas del suelo. El mal uso del agua en los cultivos puede generar problemas de drenaje y salinidad, ya sea por exceso o estrés hídrico por la falta de la misma; por esto se hace indispensable el uso de sistemas que regulen la dotación de agua, que generen un impacto positivo en la economía de los productores.

El sistema de riego por goteo es uno de los más utilizados en los países expertos en riego, como una fuente de aplicación hídrica que no solo garantiza un buen manejo del agua sino que además genera óptimos resultados en la calidad de los productos.

El riego por goteo es altamente adaptable a cultivos como hortalizas en los cuales es de gran influencia la evapotranspiración, la humedad relativa y la infiltración básica, factores que se pueden manejar con láminas de agua controladas por este sistema evitando la proliferación de hongos en las raíces de las plantas.

El desaprovechamiento de las tierras y la falta de tecnificación de los cultivos en la zona de influencia del proyecto generan pérdidas económicas para los propietarios ocasionando que los predios no sean auto sostenibles y se convierta en simples lugares de descanso o recreación.

El proyecto presenta el diseño de un sistema de riego localizado en modalidad goteo para un cultivo de papaya que pretende incentivar la producción comercial de la papaya como fruto representativo del Huila.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 RIEGO POR GOTEO

Dentro de los métodos más avanzados de riego, está el riego por goteo y su aplicación se difundió ampliamente a nivel mundial en los años 70 sobre todo en regiones donde existe escasez del recurso hídrico o épocas críticas de precipitación durante los ciclos agrícolas¹.

El método de riego por goteo por su elevada eficiencia, se presenta como una alternativa de solución a las limitaciones de agua, sin embargo, como en todo sistema de riego es necesario evaluar la relación agua- suelo - planta – clima, para conocer las laminas correctas de agua que deben aplicarse, las frecuencias de riego, las cantidades de plantas adecuadas al método, la cantidad y época de aplicación de fertilizantes².

El riego por goteo se ha concebido así como una manera de entregar agua a las plantas en cantidad suficiente pero la necesaria para que tengan un desarrollo óptimo³.

Numerosas comparaciones de los diferentes métodos de riego han sido efectuadas en varios países del mundo. En Israel, en investigaciones realizadas se ha encontrado que con el riego por aspersión la eficiencia oscila entre el 50% y el 75% en tanto que con el riego por goteo se pudo alcanzar valores hasta del 95% y que el límite inferior con que se debe trabajar es del orden del 80%².

DEFINICION

El agua que sale lentamente por goteo como en un grifo mal cerrado o defectuoso, es el principio básico de funcionamiento del sistema de riego por goteo , por lo tanto por lo tanto se ah definido como la aplicación lenta pero frecuente y en pequeñas cantidades de agua directamente en la zona de las raíces de la planta, motivo por el cual se evita definitivamente has un 85% las perdida por evaporación superficial, escorrentía y percolación que invariablemente ocurre con los métodos de riego tradicionales.

Según mora contreras, citado por Roberto Arango⁴ el método de riego por goteo se define de la siguiente manera: “es un sistema que mediante las dispositivos

1 GOLDGERG. D. Adelantos de la agricultura bajo riego en Israel. AID, México 1973.

2 GOLDBERG. D. y M SHUMUELI, El riego por goteo. AID, México 1974.

3 GOMEZ POMPA PEDRO. Riego a presión, aspersión y goteo, España 1979.

adecuados , como tubería, válvulas, goteros, permiten mantener diariamente el volumen de suelo en la zona radicular de la planta, con un humedad superior o igual a la capacidad de campo, durante la época de crecimiento y floración de los cultivos, estableciendo una relación suelo - agua - planta que conduce a un mayor crecimiento y a lograr una mayor producción”.⁴

1.2 MOVIMIENTO DE AGUA EN EL SUELO⁵

En el riego por goteo el agua se aplica al suelo desde una fuente que puede considerarse puntual, se infiltra en el terreno y se mueve en dirección horizontal y vertical. En esto difiere sustancialmente del riego convencional en el que predominan las fuerzas de gravedad y por tanto el movimiento vertical también difiere en el movimiento de las sales.

En terrenos arcillosos el bulbo será ancho, mientras en los arenosos estrecho y profundo. El bulbo se encuentra determinado por la permeabilidad del suelo y el grado de aplicación de agua. El agua penetra verticalmente por parvedad, por virtud de las fuerzas de adhesión y cohesión se mueve en pequeños poros por capilaridad. Este movimiento del agua en el suelo es bastante complejo debido a la diversidad de estados y direcciones en que esta lo produce a causa de las fuerzas que le hacen desplazarse, haciendo que el desarrollo radicular de la planta lo haga de acuerdo a la zona húmeda.

1.3 DISTRIBUCION DE LA HUMEDAD

Según Shumuel y Godlberg citado por Elkin Alonso Cortes⁶ encontraron que la porción humedecida representa el 50% de la superficie total. Es de suponer que concentrando el riego en la zona más eficaz de la zona de raíces, es decir humedeciendo hileras en ⁶ lugar de toda la superficie, podría utilizarse un menor volumen de agua con el consiguiente ahorro de este líquido.

También observaron que cuando se aplica el riego por goteo a una determinada velocidad es posible descubrir una zona en la vecindad de la boquilla dentro de la cual las condiciones de crecimiento son óptimas.

⁴ Arango Roberto. Diseño hidráulico de un sistema de riego por goteo. Seminario U.N de Colombia. Sede Medellín, 1976.

⁵ SIERRA CARDOSO, Avaro. Diseño, instalación y evaluación de dos sistemas de riego por goteo en un cultivo de vid, Universidad Surcolombiana, Nieva 1982.

⁶ CORTES MARIN Elkin Alonso. Criterio sobre distanciamiento entre goteros para dos suelos diferentes en riego por goteo. U.N. de Colombia sede Medellín, 1979.

⁷ ARISTIZABAL L.G., ESTRADA R.D Riego por goteo en un cultivo de invernadero. Trabajo de investigación .U.N. de Colombia Sede Medellín, 1976.

En la utilización de los sistemas de riego por goteo se llega a un alto contenido de humedad, el cual es mayor que la capacidad de campo, pero muy cercano a la misma, por lo tanto al utilizar dicho sistema, el suelo deja de funcionar como un depósito de agua, pues el líquido gastado vuelve a la zona de raíces en forma casi continua dependiendo del tipo de suelo estableciéndose de esa forma los intervalos de riego.

1.4 EFECTO DEL RIEGO POR GOTEO EN LA RAICES

Al regar gota a gota, en la zona de raíces se crea una franja húmeda que permite un mejor desarrollo radicular de tal forma que estas puedan obtener más fácilmente los nutrientes.

Según L.G Aristizabal y R.D. Estrada⁷ “se noto en una experiencia realizada en Caqueza Cundinamarca en un cultivo de tomate que las raíces se arreglan hacia el gotero”. Por lo tanto la profundidad radicular estará limitada por el frente húmedo controlado este por el volumen, tiempo de aplicación y tipo de suelo.

1.5 VENTAJAS DEL RIEGO POR GOTEO

A continuación se detallan algunas de las ventajas que se obtienen con el sistema de riego por goteo

- Ahorro entre el 40 y el 60% de agua respecto a los sistemas tradicionales de riego
- Reducción muy significativa en mano de obra. No sólo en la vigilancia del riego sino, y sobre todo, por la menor incidencia de las malas hierbas en el cultivo.
- Economía importante en productos fitosanitarios y abonos.
- Incremento notable en la producción.
- Incremento notable en la calidad de los productos.
- Posible utilización de aguas de baja calidad en otras épocas consideradas inservibles para riego
- Adaptación a todo tipo de superficies y desniveles en su relieve natural sin inversión en la nivelación y transporte de tierras
- Reducción en el lavado del suelo por acumulación de sales.
- Se puede utilizar en casi todos los cultivos con pocas excepciones como el arroz.
- Disminución en la propagación de enfermedades ya que la aplicación se hace al nivel del suelo y no se moja el follaje
- Acorta el periodo vegetativo del cultivo

1.6 LIMITACIONES DEL RIEGO POR GOTEO

Son muy pocas las limitaciones en comparación con las ventajas anteriormente citadas, entre las cuales están:

- Alto costo de la inversión inicial
- El desconocimiento del sistema puede ocasionar la pérdida de la cosecha, por falta de agua o nutrientes.
- Dificultad de convertir rápidamente áreas grandes de terreno al sistema
- Obstrucción de los por partículas que arrastra el agua y que en ocasiones puede acarrear daños a la instalación y al cultivo.

1.7 INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL RIEGO POR GOTEO

1.7.1 La fuente de agua

Puede consistir de aguas tratadas, agua de pozo, canales, ríos y lagos. El agua limpia es esencial en el riego por goteo. Si se utiliza agua de pobre calidad, los contaminantes físicos y las sustancias químicas o biológicas pueden obstruir las líneas y los emisores. El agua subterránea de pozos es generalmente de buena calidad. En algunos casos puede contener arena o precipitados de sustancias químicas. El agua superficial de lagos, ríos y canales se puede utilizar, pero tiene la desventaja de la contaminación con bacterias, algas y otros organismos.

Casi todas las fuentes de agua contienen bacterias y elementos que la nutren. Se necesita de un buen sistema de filtración para remover todos los contaminantes que pueden perjudicar el sistema de riego por goteo.

1.7.2 Cabezal de Riego:

Es el conjunto que forman el sistema de filtrado y el de abonamiento o fertilización con sus correspondientes válvulas y accesorios. Junto con las tuberías y los goteros forman los elementos fundamentales del sistema.

1.7.3. Equipo de filtración.

Imprescindible para filtrar las aguas que, bien provengan de estanques al aire libre o de pozos y sobre todo de los ríos, nunca garantizan su limpieza. Es más, si el sistema se fundamenta en el racionamiento del agua y su buena y uniforme distribución a través de unos agujeros en las tuberías o unos dispositivos

calibrados para efectuar la gota a gota (goteros) es elemental que garanticemos la limpieza de las aguas.

1.7.4 Sistemas de filtrado

Hay muchos y evidentemente todos buscan de conseguir la limpieza del agua de partículas extrañas. Filtros de arena y gravas, de mallas, de algas; sistemas fundados en la decantación, en cilindros, con sistemas automatizados o no, todos resultan efectivos si forman parte de un buen proyecto que garantice la mínima obstrucción posible ya que de ella depende la eficacia del sistema.

De nuevo que haya acierto dependerá de la buena elección de la empresa que se responsabilice de la instalación después de un estudio detallado de las aguas y que responda de la eficacia y uniformidad del riego para el máximo aprovechamiento del cultivo.

1.7.5 Equipo de fertilización

Una de las grandes ventajas del riego por goteo radica en la posibilidad de incorporar al riego el abono necesario para el buen cultivo de las plantas. Esta modalidad de abonamiento garantizará el reparto proporcionado del complemento nutritivo así como la puntualidad del momento adecuado para efectuarlo.

1.7.6 Control del riego

Es fundamental que la instalación deba tener un buen sistema que garantice la presión, el caudal, el tiempo etc. Todo ello lo realizan las válvulas, tensiómetros y reguladores de caudal que son lo que contribuyen con su eficacia al mejor aprovechamiento de la instalación.

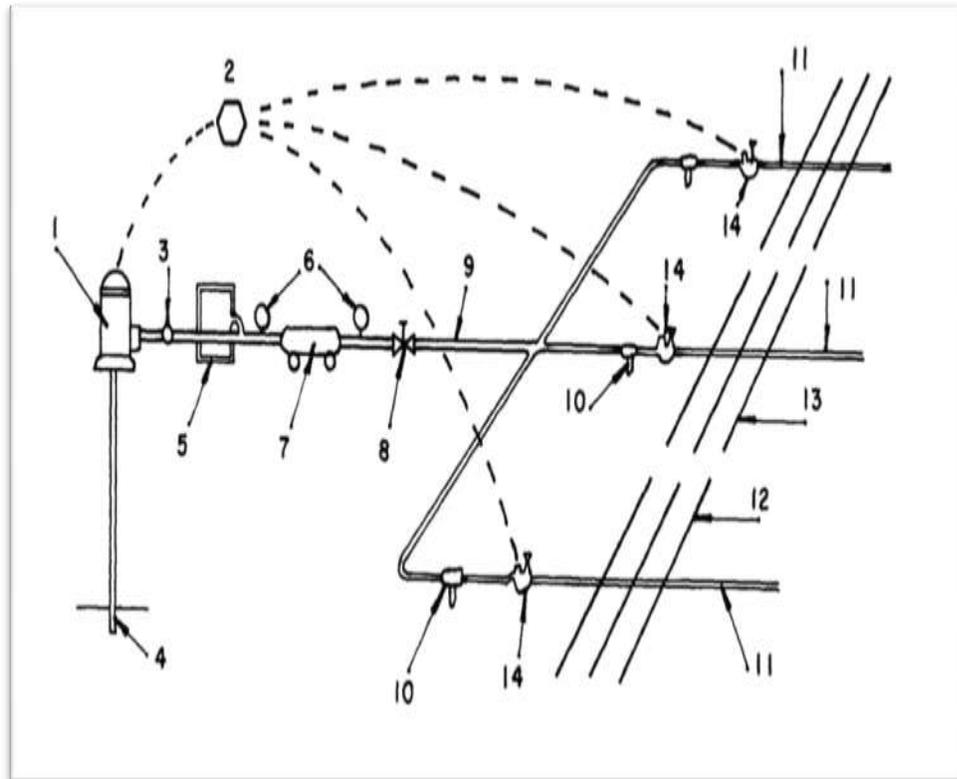
1.7.7 Goteros

Son los elementos cuya misión es aplicar el agua a las plantas a cultivar. Son también de diversas clases y modalidades pero todos ellos han de reunir al final las condiciones de regular el caudal adecuadamente y tener el orificio del tamaño adecuado para que se eviten las obstrucciones que constituyen el principal problema de esta modalidad de riego.

1.7.8 Tuberías

Evidentemente la red de tuberías con sus distintos diámetros, reductores y accesorios son la estructura del riego por goteo. El hecho de que hoy exista el PVC y otros derivados del petróleo, han facilitado y ayudado a la difusión de este sistema por sus ventajas de transporte, su facilidad en el corte y en el pegado y al mismo tiempo la dureza y resistencia ante los cambios de temperatura⁷.

Figura 1 INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL RIEGO POR GOTEO



FUENTE: https://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/dripirrigation.htm

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Bomba | 8. Llave de paso |
| 2. Control | 9. Línea principal |
| 3. Válvula de seguridad | 10. Filtro secundario |
| 4. Fuente de agua | 11. Línea secundaria |
| 5. Inyector de fertilizantes | 12. Línea de surtidores |
| 6. Relojes de presión | 13. Surtidores ó emisores ó goteros |
| 7. Filtro primario | 14. Válvula solenoide |

⁷ http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_goteo.htm

Septiembre 21 de 2010. 10:00 p.m.

1.8 CULTIVO DE LA PAPAYA (*Carica papaya*)

1.8.1 ORIGEN

Su origen se encuentra en las tierras bajas de América tropical, específicamente en Mesoamérica o la región que incluye el sureste de México hasta costa rica; fue descrita por primera vez en el año 526 d.c. por el historiador Fernández de Oviedo y en su descripción menciona que los colonizadores españoles la llaman higos de mastuerzo y papaya de los pájaros. También se ha observado una gran concentración de especies de carica en la región oriental de los andes, comprendida entre Brasil, Bolivia, Colombia y Venezuela. A medida que se expandían los dominios y la influencia española la papaya fue conocida en otras regiones hasta ser llevada a Filipinas, África y Estados Unidos⁸.

1.8.2 CARACTERISTICAS BOTANICAS

Planta: Hierba arborescente de crecimiento rápido, de corta vida, de tallo sencillo o algunas veces ramificado, de 2-10 m de altura, con el tronco recto, cilíndrico, suave, esponjoso-fibroso suelto, jugoso, hueco, de color gris o café grisáceo, de 10-30 cm de diámetro y endurecido por la presencia de cicatrices grandes y prominentes causadas por la caída de hojas e inflorescencias⁹.

Hojas: Las hojas tienen lóbulos profundos, son palmeadas y se sostienen por medio de peciolo y el tallo en número de 3 a 5. Las hojas más viejas mueren y caen conforme el árbol crece. Una planta sana posee alrededor de unas 30 hojas funcionales, por lo que se estima que una hoja representa entre 3 y 4 del área foliar total¹⁰.

Flores: Las flores producen una fragancia y poseen cinco pétalos de color blanco – crema y amarillo naranja de 1 a 2.5 cm de largo. Las superficies de los estigmas son de color verde pálido y los estambres amarillo brillante¹¹.

Fruto: Baya ovoide-oblonga, piriforme o casi cilíndrica, grande, carnosa, jugosa, ranurada longitudinalmente en su parte superior, de color verde amarillento, amarillo o anaranjado amarillo cuando madura, de una celda, de color anaranjado o rojizo por dentro con numerosas semillas parietales y de 10 - 25 cm o más de largo y 7-15 cm o más de diámetro. Las semillas son de color negro, redondeadas

⁸ http://www.semicol.co/semillas/frutales/papaya-hawaiana-polinizada-imp/flypage_new.tpl.html?pop=1&%3Btmpl=component.

⁹ http://www.abcagro.com/frutas/frutas_tropicales/papaya.asp.

¹⁰ http://www.semicol.co/semillas/frutales/papaya-hawaiana-polinizada-imp/flypage_new.tpl.html?pop=1&%3Btmpl=component.

¹¹ http://www.semicol.co/semillas/frutales/papaya-hawaiana-polinizada-imp/flypage_new.tpl.html?pop=1&%3Btmpl=component.

u ovoides y encerradas en un arilo transparente, los cotiledones son ovoide-oblongos, aplanados y de color blanco.

Sistema radicular: Muy superficial, lo que condiciona el laboreo del terreno.

Semillas: Las semillas alcanzan su madurez cuando el fruto también está maduro. Se concentra en el saco seminal y cada una está rodeada de un tejido mucilaginoso. En el centro de la fruta se acumulan docenas de semillas redondas negras, de aproximadamente 5 mm de largo cubiertas de un material transparente y gelatinoso, pegadas a la pulpa por un tejido blanco y fibroso¹².

1.8.3 CADENA PRODUCTIVA DE LA PAPAYA

Propagación: la propagación comercial de la papaya se realiza por semilla pero en general es difícil conseguirla en Colombia, Es la forma más económica y fácil de propagación. Para sembrar una hectárea se requieren de 150 gramos de semilla asumiendo una germinación del 80% con esta cantidad se pueden obtener unas 2000 plantas aproximadamente.

El poder germinativo de las semillas del papayo suele ser corto, por lo que se hará una siembra lo más cerca posible a la época de recolección. Esta siembra puede ser directa sobre el terreno o previa en semillero. La siembra en semillero se hará empleando macetas de turba y plástico negro de 10 cm de diámetro y 15 cm de profundidad.

La tierra del semillero deberá mantenerse húmeda, cuando las plantitas tengan unos 10-15 cm (unos dos meses después de la siembra) de altura se trasplantarán al terreno de cultivo.

Recolección: La fructificación de la papaya se produce a los 10-12 meses después del trasplante, excepto en variedades como Betty que puede florecer a los dos o tres meses de ser plantada. Anualmente un papayo produce unos cincuenta frutos, de los que se deben dejar para cosechar en plena madurez unos veinte y coger los restantes aún verdes.

El estado de recolección se alcanza cuando los frutos empiezan a ablandarse y a perder el color verde del ápice. La madurez se alcanzará a los 4 o 5 días de la recolección y los frutos tomarán un color amarillo.

Debido a su piel delgada, se trata de frutos muy delicados por lo que se magullan fácilmente. Por ello se deben envolver individualmente y empacarse con acojinado por todos los lados para su transporte y comercialización. Se deben mantener

12 http://www.semicol.co/semillas/frutales/papaya-hawaiana-polinizada-imp/flypage_new.tpl.html?pop=1&%3Btmpl=component.

durante cortos periodos de tiempo a 10-12 °C. El peso del fruto maduro varía entre uno y tres kilos¹³.

Plantación La siembra en el sitio definitivo se hace actualmente en cuadro, a 2 x 2 m con lo cual se obtiene una población de 2.500 plantas por hectárea. Sin embargo, la distancia de siembra depende de la topografía, el tipo de suelo y el área a sembrar para mecanizar, labores culturales y cosecha.

Fertilización: En los seis primeros meses de vida, las necesidades de nitrógeno alcanzan los 700 gramos de sulfato amónico por pie y se suministrarán mediante el riego. Durante el resto del cultivo se suministrarán 1000 gramos anuales.

Al hacerse la plantación deben incorporarse al terreno unos 400 a 500 gramos por pie de sulfato de potasa y otro tanto de superfosfato de cal.

Es decir, se empleará por cada planta 0,1 kg de un fertilizante 4-8-5 o una mezcla similar, a intervalos de dos semanas durante los primeros seis meses y 0,2 kg de ahí en adelante.

Plagas: Las plagas que más pueden perjudicar al fruto del papayo son los nemátodos, la araña roja, la mosca de la fruta del Mediterráneo (*Ceratitis capitata*) Su control es sencillo ya que basta con destruir y enterrar los frutos afectados y el empleo de pulverizaciones de emulsiones de ésteres fosfóricos, como malathion, dipterex o lebaycid.

También destaca el pulgón verde del melocotonero (*Myzus persicae*), que es transmisor del virus del mosaico. Su control se puede efectuar mediante malathion al 25% de riqueza, diluido al tres por mil.

La oruga del lepidóptero *Erinnyis spp* devora las hojas del papayo pero su control es posible aplicando carbavil o sevin, que son polvos mojables al 50 % de producto activo¹⁴.

¹³ Generalidades del cultivo de la Papaya. Información General. octubre 15, 2010. . Disponible en World Wide Web: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/papaya.htm

¹⁴ Generalidades del cultivo de la Papaya. Información General. octubre 15, 2010. . Disponible en World Wide Web: http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/papaya.htm

1.8.4 Enfermedades:

Antracnosis.

Producida por los hongos *Glomerella cingulata* y *Colletotrichum gloesporioides* causan erosiones en los frutos maduros de la papaya.

Podredumbre del pedúnculo.

Producida por el hongo *Ascochyta caricae*, afecta a los frutos tiernos destruyendo su pedúnculo y causando la caída de los mismos. También provoca manchas negras en los frutos maduros. Este hongo se reproduce por conidios por lo que se combate mediante maneb.

Podredumbre de la raíz.

Producida por la peronosporácea *Phytophthora parasítica* ataca las raíces causando la destrucción, marchitez y muerte de las plantas. Se desarrolla en suelos mal drenados¹⁵.

¹⁵Generalidades del cultivo de la Papaya. Información General. octubre 28, 2010. . Disponible en World Wide Web http://www.abcagro.com/frutas/frutas_tropicales/papaya2.asp

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA PAPAYA¹⁶

CONDICIONES CLIMATICAS

Figura 2 Cultivo de Papaya



Fuente, Piñeros Rivera, 2011

Altitud: El cultivo de la papaya se desarrolla y produce bien desde el nivel del mar hasta los 1200 m.

Temperatura: La humedad y el calor son las condiciones esenciales para el buen desarrollo del cultivo de papaya. Requiere zonas de una temperatura media anual de 22-28 °C; aunque en Colombia se cultiva con temperaturas entre los 17° y 32°C puede resistir fríos ligeros, si no tiene la cantidad suficiente de calor, se desarrolla mal y los frutos no llegan a madurar.

Precipitación: El cultivo papaya necesita abundante agua para producir buenas cosechas, ya que la producción continua depende del crecimiento continuo del tallo y de la formación de nuevas hojas, pues el fruto nace en la axila de ellas. Una falta de agua que afecte el crecimiento momentáneamente, puede ocasionar caída de flores y reducir los rendimientos hasta en un 50%. Además, para la producción de frutas de buena calidad se requiere de abundante agua, ya que el fruto tiene un contenido promedio de agua del 85% de su peso. Aunque el agua requerida depende de varios factores como temperatura, luz, viento, suelo y edad de las plantas, la cantidad óptima está entre los 1500 y 2000 milímetros de lluvia bien distribuida durante el año.

Vientos: A causa de las hojas grandes, tallos suculentos y frutos pesados, las plantas de papaya son sensibles a los vientos fuertes y es necesario el uso de rompe vientos en las zonas donde existe el problema. Si los árboles tienen un buen sistema radical, pueden soportar vientos hasta de 50 millas por hora. Por el contrario, vientos suaves favorecen la polinización y la aireación, evitando un exceso de humedad.

Humedad Relativa: La humedad relativa es también un factor importante en el cultivo de la papaya. Si la humedad es muy baja, la transpiración es excesiva; si es muy alta, favorece la presencia de enfermedades fungosas. Este aspecto, entre otros, debe tenerse en cuenta al definir las distancias de plantación. La humedad relativa entre 70 y 80% es la más favorable para el cultivo.

Suelo: La papaya crece en diferentes tipos de suelo, siempre que estos tengan buen drenaje y estén convenientemente preparados antes de la siembra. La permeabilidad del suelo es uno de los factores más importantes a tener en cuenta al establecer un cultivo de papaya.

En regiones con precipitaciones altas se recomienda la siembra en terrenos ligeramente inclinados para que ocurra un drenaje natural ó construir antes de la siembra una red de drenajes. Puede también sembrarse en caballones de unos 30 centímetros de altura.

Los mejores suelos son el franco arenosos, con un contenido medio de 4 a 5 por ciento de materia orgánica, profundos y obviamente con un buen drenaje tanto superficial como interno. Suelos compactados dificultan el crecimiento de la planta por reducir el volumen de exploración radical, siendo mayor el problema cuando hay deficiencia del agua. El pH óptimo se encuentra entre los límites neutrales a ligeramente ácidos, pH 6 a 7. Sin embargo, en Colombia se encuentra creciendo bien en suelos con pH que varía entre 5 y 7.5¹⁶.

2.1.2 EL CULTIVO DE PAPAYA Y SU ACTUALIDAD EN EL HUILA

La papaya es una de las frutas tropicales con mayor potencial que se producen y comercializan a nivel mundial, en el periodo durante 2000 y 2005 presento una tasa de crecimiento promedio anual de comercialización del 3%; durante la última década presento una producción creciente alcanzando un volumen de 6.5 millones de toneladas en el 2006, de las cuales más de la mitad provinieron de América Latina y el Caribe. En Colombia según reportes de la secretaria de agricultura y minería se tenían 3620 hectáreas cultivadas en papaya en el 2002, para el 2007 se tenían 5814 hectáreas lo que indica un crecimiento promedio anual del 20%.

¹⁶ EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES. Manual de Asistencia Técnica. No 4. Villavicencio-Colombia. Pág. 26.

En el departamento del Huila el mayor productor de papaya es el municipio de Gigante con una producción de 510 ton en el 2008, participación del 19.58 % del total cultivado seguido de municipios como Guadalupe, Garzón y Baraya con 12.28, 12.08 y 6.45 % respectivamente entre otros llegando a una producción total de 2605 ton. (Tomado de: Anuario Estadístico agropecuario año 2008.)

Tabla 1. SERIE HISTÓRICA PARA EL CULTIVO DE PAPAYA EN EL DEPARTAMENTO DEL HUILA AÑOS 2002 A 2008

DETALLE	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Área Sembrada (Ha)	182	203	214	184	202	213,5	213,75
Área Cosechada(Ha)	124	131	133	162	172	187,5	165
Rendimiento (Kg/Ha) *	15.863	16.017	16.327	16.510	16.600	16.506	15.788
Producción (Ton)	1.967	2.098	2.171	2.675	2.856	3.094.8	2.605.0
Precio Productor(\$/Ton)	686.121	728.744	731.386	596.860	611.730	608.905	927.950
Costos Establecimiento (\$/Ha)	2.491.484	2.800.864	3.110.280	3.250.000	3.412.000	3.535.000	4.350.000
Costos Sostenimiento (\$/Ha)	1.355.220	1.605.185	1.846.729	1.980.000	2.080.000	2.153.000	2.700.000
Valor producción (\$/Ha)	10.883.937	11.672.293	11.491.339	9.854.159	10.154.718	10.051.824	14.650.475

Fuente: Secretaría de Agricultura y Minería/Observatorio de Territorios Rurales/Evaluaciones Agropecuarias Municipales

* Rendimiento expresado en FRUTA

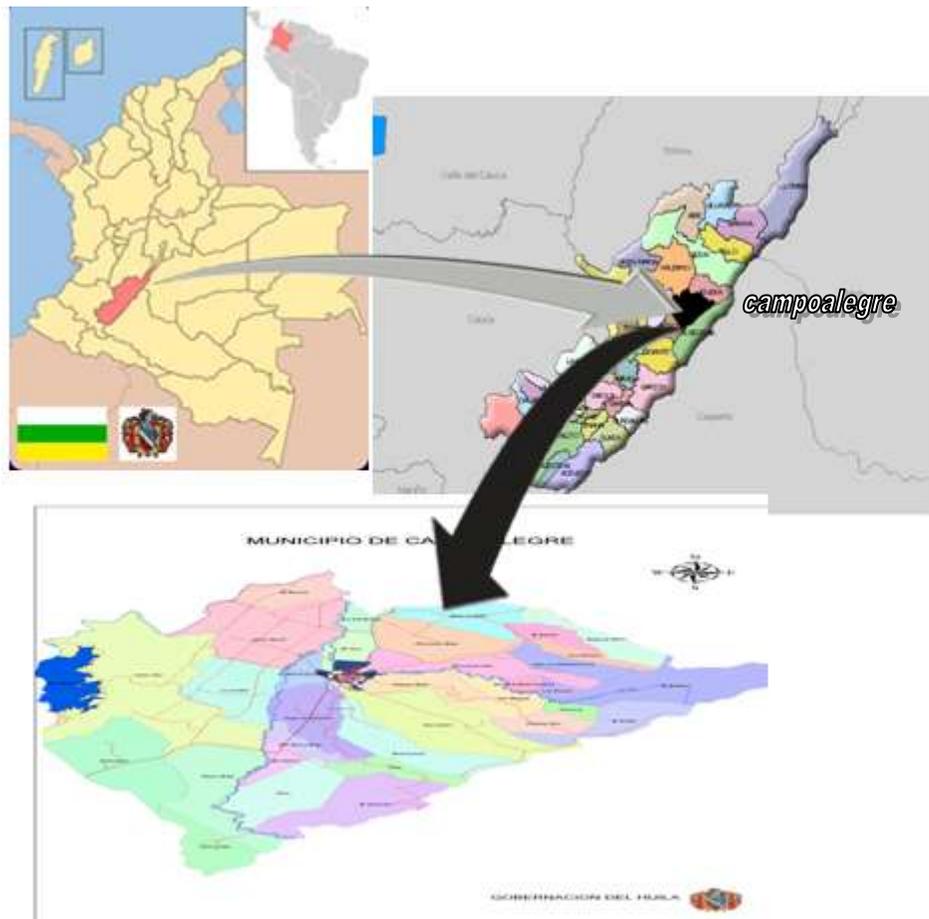
2.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolla en el municipio de Campoalgre departamento del Huila, municipio que está enmarcado por el río Magdalena al occidente y la represa de Betania, al oriente por el flanco de un ramal de la cordillera oriental, al norte por la margen derecha de la quebrada Rivera y al sur está enmarcado por la quebrada Macosito. El Municipio de Campoalgre se inicia al sur a los 2° 31' y termina a los 2° 47' de latitud norte y en el este inicia a los 75° 12' y termina a los 75° 26' de longitud oeste de Greenwich. Campoalgre es la capital arrocera del departamento del Huila, contando con una extensión total de 661 Km², comprendiendo la extensión urbana un área de 250 km² y la extensión rural un área de 411 km cuadrados. La cabecera municipal se encuentra a 666 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 27 grados centígrados y ubicados a tan solo 26 km de Neiva, cualidades que lo han convertido en uno de los de mayor crecimiento y desarrollo del departamento¹⁷.

¹⁷ ALCALDIA DE CAMPOALGRE, HUILA. Información General. Octubre 10 de 2010. Disponible en World Wide (<http://www.campoalgre-huila.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f>).

La economía del municipio se basa en la ganadería y la agricultura: cultivo de arroz y sorgo, también se producen artesanías en arcilla. Lo baña el río Magdalena por el noroccidente, recibiendo gran variedad de afluentes, el río Neiva y río frío. La gran diversidad climática con que cuenta hace de este un municipio con grandes proyecciones en el sector agropecuario.

Figura 3 Localización del Proyecto



Fuente. www.zonu.com/colombia_maps/m_Huilax.htm

2.3 AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia del proyecto se encuentra en la zona rural de la vereda Bajo Bejucal municipio de Campoalegre, contiguo a la margen derecha de la quebrada Rivera, favoreciendo el predio Villa Any con una extensión aproximada de 1.2 Hectáreas, propiedad de la señora Neider Pérez Navarro.

Figura 4 Ubicación de la Vereda del Área de Influencia



Fuente. <http://sir2.gobhuila.gov.co/mapas-mpios/CAMPOALEGRE.jpg>

3. METODOLOGIA

3.1 AREA DE ESTUDIO

El Presente proyecto se llevara a cabo en la finca VILLA ANY en la vereda Bajo Bejucal, corregimiento de Campoalegre, (Huila). Propiedad de la señora Neider Pérez Navarro; actualmente este predio es utilizado para recreación presentando una extensión de terreno disponible para la explotación agrícola tecnificada.

La extensión total de la finca es aproximadamente una hectárea y media (1 1/2), con suelos fértiles con gran capacidad de producción y se encuentra ubicada a una altura de (900 m.s.n.m). En la zona la temperatura promedio es de 24 °C, la precipitación esta cercana a los 1300 mm. Tomado de la página oficial del municipio de Campoalegre¹⁸.

La finca VILLA ANY se encuentra ubicada a tres (3) kilómetros del municipio de Rivera en su zona sur oriente. La finca limita al norte con el predio de Jesús Cárdenas, al sur con la finca de Estela Rubeano, al este con la parcela de Ruth Castillo y al oeste con los cultivos de Juan Pérez.

3.2 RECOPIACION DE INFORMACION

3.2.1 SUELO

Se realizó una visita de campo que permitió la recolección de muestras de suelo a las cuales posteriormente se le realizaron los análisis físicos en el laboratorio de suelos LABSUS de la universidad Surcolombiana. Ver (Anexo 1. Resultado análisis de suelo del predio La Sabina, realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana. (LABSUS)

3.2.2 AGUA

La finca Villa Any cuenta con un canal revestido que delimita el lindero norte del predio, para la caracterización de este se realizó un aforo que permitió determinar un caudal disponible de 8.0 litros por segundo.

¹⁸ ALCALDIA DE CAMPOALGRE, HUILA. Información General. Octubre 10 de 2010. Disponible en World Wide (<http://www.campoalegre-huila.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mlxx-1-&m=f>).

3.2.3 CLIMATOLOGIA

Para el diseño de un sistema de riego localizado se tienen en cuenta los parámetros climatológicos que influyen en la zona en la cual se va a desarrollar el proyecto y en la evapotranspiración del cultivo establecido, tales como la evaporación mensual y la precipitación media mensual los cuales permiten establecer el uso consumo diario y la tendencia de lluvias en la zona. Estos parámetros anteriormente mencionados se adquirieron gracias al instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM), obtenidos en la estación LOS ROSALES (2110505). Estación más cercana al área de desarrollo del proyecto la finca VILLA ANY. (Ver Anexo 2. Información Climatológica IDEAM. Estación Campoalegre)

3.2.4 CULTIVO

De acuerdo con la teoría estudiada y referenciada el predio Villa Any es apto para el desarrollo del cultivo de la papaya maradol (Carica papaya) ya que cumple con las necesidades climáticas, edafológicas y demás parámetros requeridos por el cultivo.

El clima propicio para el desarrollo de la papaya concuerda con el de la región del Bajo Bejucal que es de piso térmico cálido es decir se encuentra entre el rango del nivel del mar a los 1200 m. con una temperatura promedio de 26 °C, una precipitación media anual de 1254 mm. Condiciones favorables para el desarrollo del cultivo.

La forma de siembra y establecimiento del cultivo se determinaron a partir de la topografía, tipo de suelo y área de siembra, con el fin de obtener buenos resultados en la adaptación del mismo.

El riego es un insumo indispensable para el desarrollo y rendimiento del cultivo de la papaya, teniendo en cuenta las propiedades físicas del suelo, área y profundidad radicular, el coeficiente del cultivo (Kc), precipitaciones promedio mensuales y evaporación se determinaron las necesidades de agua del cultivo, realizando los cálculos de requerimientos hídricos de acuerdo con el desarrollo fisiológico.

3.3 TOPOGRAFIA

Por medio de una estación total Topcon se obtuvo los datos de altimetría y planimetría correspondientes al levantamiento topográfico del predio Villa Any, posteriormente se trazaron las curvas a nivel con intervalos de 50 centímetros y la demarcación del predio registrados en un planos. Lo que permitió obtener datos precisos para la elaboración de un diseño bien estructurado y coherente.

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

El sistema de riego planteado en el proyecto se diseña tomando como base los lineamientos desarrollados por el Ingeniero Miguel Germán Cifuentes Perdomo y Pizarro 1987 de acuerdo con la metodología para la determinación de requerimientos hídricos, selección de unidad de riego, espaciamiento entre unidades de riego, diseño de tuberías laterales, múltiples, alimentación y principal.

El sistema de riego diseñado fue formulado para tuberías en PVC y polietileno con el fin de garantizar alta eficiencia, gran durabilidad y funcionamiento correcto del sistema.

4. RESULTADOS

4.1 Disposición del predio:

De acuerdo a las características del terreno, disponibilidad de tierras, características del cultivo, características edafológicas, climatológicas y capacidad financiera del propietario, se diseño el sistema de riego por goteo.

Teniendo en cuenta los parámetros anteriormente mencionados se plantea el reordenamiento de la finca con el fin de realizar un aprovechamiento del 100% del terreno, con el cual la finca sea auto sostenible, productivo, pero a su vez se pueda utilizar un espacio para el entretenimiento.

Tabla 2. Disposición del área predio Villa Any para cada utilidad en m²

PREDIO	UTILIDAD	m ²
Villa Any	SISTEMA DE RIEGO	8404.8
	ENTRETENIMIENTO	2940
TOTAL(Ha)		1.134

4.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

4.2.1 Caudal disponible para el proyecto

4.2.1.1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

El predio cuenta con un reservorio, cuya función principal es almacenar el volumen de agua necesario para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo, debido a la variación de caudal que presenta la quebrada Rivera la cual abastece de agua el canal.

Caudal disponible en el predio = 0,003 m³/seg = 10,8 m³ /hr = 259.2 m³/día

Volumen del tanque = 90 m³

Tiempo de llenado del tanque = 8.33 horas

Se diseña un tanque de dimensiones libres y enterradas.

Lado * Lado = (9.00 *4.00) 38,5 m²

Profundidad útil = 2,30 m

Borde libre = 0.20 m

Altura total = 2.50 m

4.2.2 Calculo de Requerimientos Hídricos del cultivo de papaya

Los requerimientos hídricos se calcularon teniendo en cuenta en la serie de 19 años los meses críticos de menor precipitación y máximos de evaporación (Ver Anexo 3)

4.2.2.1 Datos generales del lote

Localización

Predio: Villa Any
Vereda: Bajo Bejucal
Municipio: Campoalegre
Departamento: Huila

Cultivo

Variedad: papaya maradol
Área: 8404 m²
Profundidad radicular (PR): 1.5 m
Profundidad radicular efectiva (PRE): 0.75 m
Distancia entre plantas: 2 m
Distancia entre surcos: 2 m
Coeficiente del cultivo edad inicial (Kc): 0.32
Coeficiente del cultivo edad adulta (Kc): 0.62 (Ver Anexo 3. Factor de cultivo de la papaya en diferentes estados fenológicos)

Climatología

Evaporación (EVP) = 258.6 mm/mes. Mes agosto, (serie 19 años)

Tabla 3. Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo

HORIZONTE PROF. (cm)	TEXTURA	AREA (has)	C.C. %	P.M.P. (%)	D.R. (gr/cm ³)	D.A. (gr/cm ³)
(0-30)	Franco Arenoso	0.8404	26.00	7.4	2.3	1.67

Fuente: Laboratorio de Suelos – LABSUS Universidad Surcolombiana

C.C = Capacidad de campo
P.M.P. = Punto de marchites permanente
D.R. = Densidad real
D.A. = Densidad aparente

4.2.2.2 Calculo de la Evapotranspiración (EVT) mm/día y uso consumo (UC) mm/día

$$\begin{aligned} \text{EVT} &= (\text{EVP} * \text{mes critico}) / (\text{días del mes critico}) \\ \text{EVT} &= (258.6 \text{ mm/mes} * 1 \text{ mes}) / (30 \text{ días}) = 8,62 \text{ mm/día} \end{aligned}$$

Uso consumo (Uc)

$$\text{Uc} = \text{EVT} * \text{Kc}$$

Kc: coeficiente del cultivo

$$\text{Uc} = (8,62 * 0.32) = 2,75 \text{ mm/día (1-65, ddtr) E1}$$

$$\text{Uc} = (8,62 * 0.65) = 5,60 \text{ mm/día (127-249, ddtr) E2}$$

$$\text{Uc} = (8,62 * 0.62) = 5,34 \text{ mm/día (370-491, ddtr) E3}$$

*ddtr: Días después de trasplante

4.2.3.3 Calculo de la Lamina Neta (LN) o cantidad de agua a aplicar.

$$\text{LN} = ((\text{CC} - \text{PMP})/100) * \text{Da} * \text{Pre} * \text{Na}$$

LN: Lamina Neta

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (gr/cm^3)

Pre: Profundidad radicular efectiva del cultivo, se adopta el 75% de la profundidad total.

Na: Coeficiente de agotamiento de humedad aprovechable en el suelo; se recomienda que no sea superior al 50%, en este caso se trabajara 0.35.¹⁹

$$\begin{aligned} \text{LN} &= ((26 - 7.74)/100) * 1.67 * 150 * 0.35 \\ \text{LN} &= 16 \text{ mm} = 160 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{De trasplante a inicio floración}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LN} &= ((26 - 7.74)/100) * 1.67 * 200 * 0.35 \\ \text{LN} &= 21.35 = 213.5 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{De inicio floración a primer año}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LN} &= ((26 - 7.74)/100) * 1.67 * 250 * 0.35 \\ \text{LN} &= 26.68 \text{ mm} = 266.8 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{Mayor al primer año}) \end{aligned}$$

¹⁹http://www.elriego.com/informa_te/riego_agricola/fundamentos_riegos/programacion_riegos/calendario_riego.htm

4.2.2.4 Calculo de la Lamina Bruta (LB).

$$LB = LN / Ea$$

LB: Lamina bruta

LN: Lamina neta

Ea: Eficiencia de aplicación del sistema de riego

Ea para goteo = 98%

Remplazando:

$$LB = 16 \text{ mm} / 98\%$$

$$LB = 16.32 \text{ mm} = 163.2 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{E1})$$

$$LB = 21.78 \text{ mm} = 217.8 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{E2})$$

$$LB = 27.22 \text{ mm} = 272.2 \text{ m}^3/\text{Ha} \quad (\text{E3})$$

4.2.2.5 Frecuencia de riego (FR).

$$FR = LN/Uc$$

FR: Frecuencia de riego (días)

Uc: Uso consumo (mm/día), este valor debe corresponder a la máxima evaporación y transpiración del cultivo en un día, teniendo en cuenta el mes critico o con mayor brillo solar.

LN: Lamina neta

Remplazando:

$$FR = 16 / 2,75 = 5.81 \text{ días} \quad (\text{E1})$$

$$FR = 26,35 / 5,60 = 4.70 \text{ días} \quad (\text{E2})$$

$$FR = 26,68 / 5,34 = 4.99 \text{ días} \quad (\text{E3})$$

4.2.2.6 Tiempo de riego por unidad de riego (TRur).

$$TRur = LBur / Qur$$

TRur: tiempo en horas

LBur (m³): Lámina bruta para el área de humedecimiento de la unidad de riego.

$$LBur = (Ah * LB) / (\text{m}^2 \text{ de una hectárea})$$

LB (m³): Lamina bruta

Ah: Área de humedecimiento.

$$Ah = 3,1415 * ((Du/2) ^2)$$

$$Ah = 1.02 \text{ m}^2$$

Qur: Caudal de descarga de la unidad de riego

(0.004 m³/hr para goteo)

Du: Diámetro húmedo de la unidad de riego

$$Du = 0,7 + (0,11 * Qur)$$

$$Du = 1.14 \text{ m}$$

$$LBur = (1.02 \text{ m}^2 * 163.2 \text{ m}^3) / (10000 \text{ m}^2) = 0.00016 \text{ m}^3 \quad (E1)$$

$$LBur = (1.02 \text{ m}^2 * 217.8 \text{ m}^3) / (10000 \text{ m}^2) = 0.022 \text{ m}^3 \quad (E2)$$

$$LBur = (1.02 \text{ m}^2 * 272.2 \text{ m}^3) / (10000 \text{ m}^2) = 0.027 \text{ m}^3 \quad (E3)$$

$$TRur = (0.00016 \text{ m}^3) / (0.004 \text{ m}^3/\text{hora}) = 0.04 \text{ horas} = 2.4 \text{ min} \quad (E1)$$

$$TRur = (0.022 \text{ m}^3) / (0.004 \text{ m}^3/\text{hora}) = 5.5 \text{ horas} = 5 \text{ hr } 30 \text{ min} \quad (E2)$$

$$TRur = (0.027 \text{ m}^3) / (0.004 \text{ m}^3/\text{hora}) = 6.75 \text{ horas} = 6 \text{ hr } 45 \text{ min} \quad (E3)$$

4.2.2.7 Posiciones de riego por turno de riego

$$PRtr = Qd / Qur$$

Qd: Caudal disponible

Qur: Caudal de la unidad de riego.

$$Qd = 2.33 \text{ LPS}$$

$$Qur = 0.001111 \text{ LPS} \quad (\text{para goteo})$$

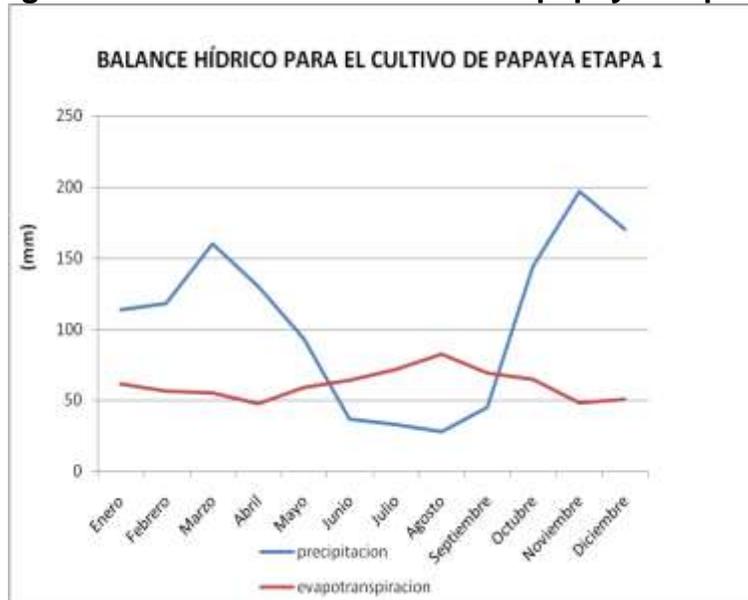
$$PRtr = 2.3 / 0.001111 = 2100 \text{ posiciones de riego para goteo}$$

4.2.2.8 Turnos de riego por día.

Se tomara un turno de riego debido a que se cuenta con suficiente agua para poner en funcionamiento el sistema y sus dos sectores de riego, los cuales completaran la irrigación del lote en un tiempo de 6 horas 45 minutos en el periodo más crítico según el balance hídrico.

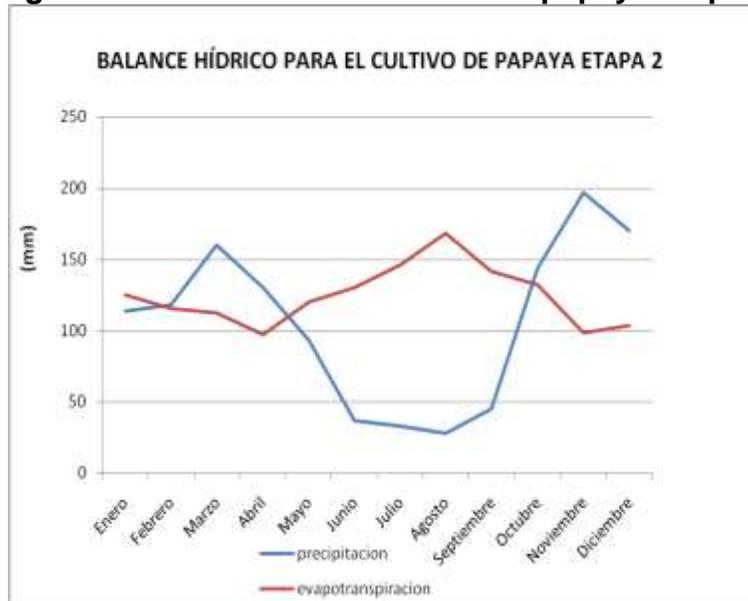
4.2.2.9 Balance hídrico

Figura 5. Balance hidrico cultivo de papaya Etapa 1.



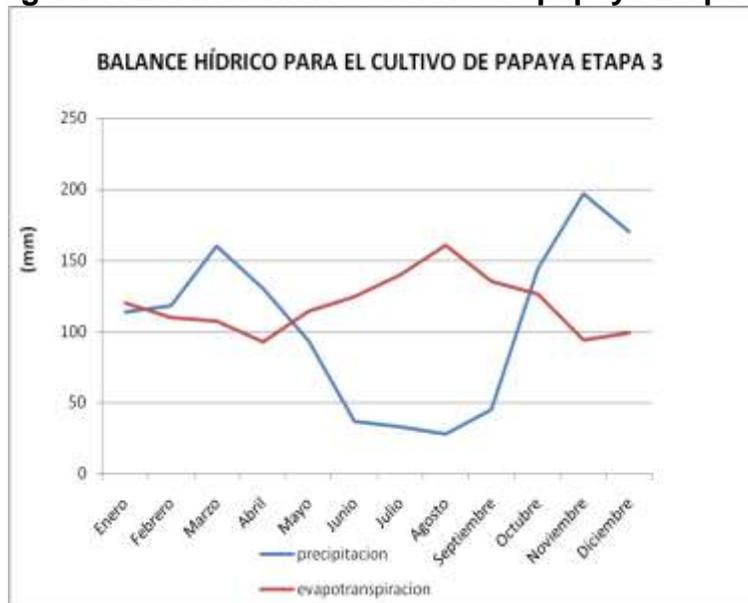
Fuente. Piñeros, Rivera 2011

Figura 6. Balance hidrico cultivo de papaya Etapa 2



Fuente. Piñeros, Rivera 2011

Figura 7. Balance hidrico cultivo de papaya Etapa 3.



Fuente. Piñeros, Rivera 2011

Con los datos adquiridos en el IDEAM se determinó el balance hídrico teniendo en cuenta los parámetros de evaporación y precipitación, de los cuales se tomaron los promedios mensuales de precipitación y evaporación máxima mensual de una serie de 19 años. La estación más cercana al área de estudio y de la cual se obtuvo la información fue LOS ROSALES: 2110505 CAMPOALEGRE. El análisis de los datos refleja que históricamente se presentan dos periodos de baja pluviosidad y alta evaporación comprendidos entre los meses de Junio – septiembre y Diciembre – Febrero. De igual manera se pueden observar dos picos de precipitación en los meses de marzo y noviembre. (Ver Anexo 2. Información Climatológica IDEAM. Estación Campoalegre)

4.2.3 Unidades de riego seleccionados en el diseño del sistema de riego.

En relación a los resultados obtenidos de los requerimientos hídricos del cultivo, se seleccionó para utilizar el gotero PTC, PAVCO, de la “Línea de Soluciones Agrícolas en Sistemas de Riego Localizado”, también por su fácil adquisición comercial y economía. (Ver Anexo 4. Características del gotero.).

4.2.3.1 Características de las unidades de riego escogidas para el sistema de riego.

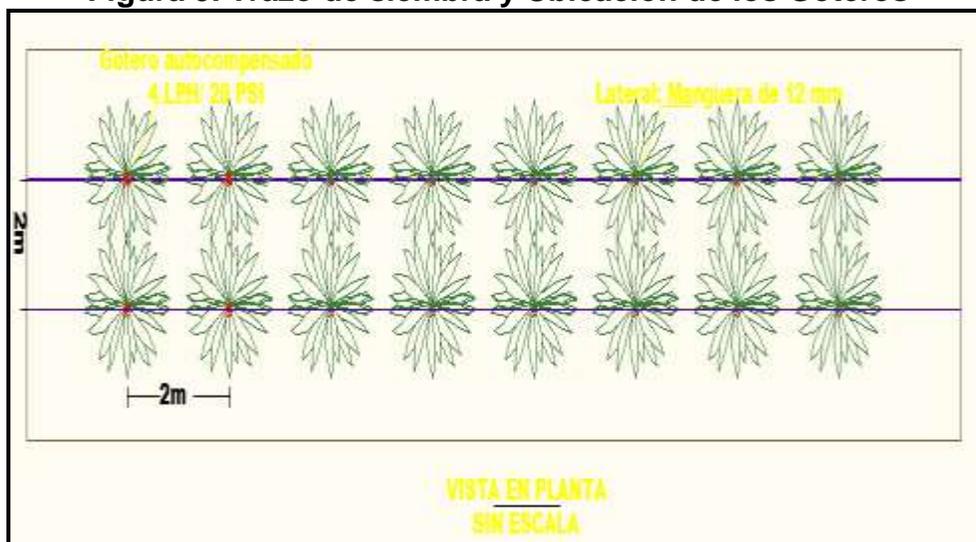
- La unidad de riego será distribuida en líneas de riego, estableciendo un gotero por planta, con una distancia entre emisores de 2 metros entre surcos y 2 metros en el lateral, estos emisores generan un bulbo húmedo de 1 metro. El gotero PCT de PAVCO tiene una presión de trabajo de 20 PSI, un caudal de descarga de 4 Lats/hr es de flujo turbulento y auto compensado.

Figura 8. . Unidad de Riego



Fuente. http://www.elriego.com/informa_te/materiales_riego/goteros.htm

Figura 9. Trazo de siembra y Ubicación de los Goteros



Fuente. Piñeros Rivera 2011

4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Para el levantamiento topográfico se implementó la estación total TOPCON. En la visita a campo con ayuda de la estación se estableció el área de trabajo, las curvas a nivel (planimetría y altimetría) del terreno, con el fin de determinar las características topográficas del predio para la elaboración ajustada del diseño del sistema de riego que será plasmado en planos.

4.4 TRAZADO DEL SISTEMA DE RIEGO Y CULTIVO

Debido a las características topográficas del terreno el cultivo se establecerá en forma de cuadro (2x2) metros, con surcos en sentido norte-sur con el fin de aprovechar lo mejor posible el área de trabajo, de igual manera se realizará el establecimiento del sistema de riego es decir la distancia entre emisores y la distancia entre laterales será de 2 metros.

..

Tabla 4 Trazado de siembra sistema de riego y cultivo

Predio	Huerto	Forma de Siembra	Distancia de Siembra (m)	Distancia entre laterales (m)	Distancia entre unidades de Riego	Número de unidades de riego	Área (Has)	Arboles por Hectárea	Total Arboles
VILLA ANY	Papaya	Cuadro	2*2	2	2	2100	0.8404	2625	2100

Fuente. Piñeros, Rivera 2011

4.5 CALCULOS HIDRAULICOS

Para el diseño hidráulico se usó una presión de trabajo de 20 PSI y un caudal de 36,98 gpm que es el equivalente a los 90 metros cúbicos disponibles en el reservorio que se encontró en la finca. El reservorio se llena a través de un canal no revestido de 20 metros de longitud.

4.5.1 DISEÑO DEL CANAL

$V = 1/n * S^{1/2} * R^{2/3}$ como $Q = A * v$, entonces.

$$Q/A = (1/n) * (S^{1/2} * R^{2/3}); v = Q/A \rightarrow Q * n / S^{1/2} = A R^{2/3}$$

$$\frac{0,003 \text{m}^3/\text{Seg}}{(0,15)^{1/2}} * 0,021 = 0,042 \rightarrow A R^{2/3}$$

Muestra de cálculo:

$$A = (b + zy) * y \quad P = b + 2y * \sqrt{(1 + z^2)} \quad R_h = \frac{(b + zy) * y}{b + 2y * \sqrt{(1 + z^2)}}$$

b(m)	h(m)	A	P(m)	R(m)	AR ^{2/3}
0,1	0,01	0,00115	0,13996448	0,00821637	4,6826E-05
0,1	0,015	0,0018375	0,15994673	0,0114882	9,3554E-05
0,1	0,02	0,0026	0,17992897	0,01445015	0,00015425
0,1	0,03	0,00435	0,21989345	0,01978231	0,00031818
0,1	0,035	0,0053375	0,23987569	0,02225111	0,00042225

Fuente. Piñeros, Rivera, 2011.

Pendiente

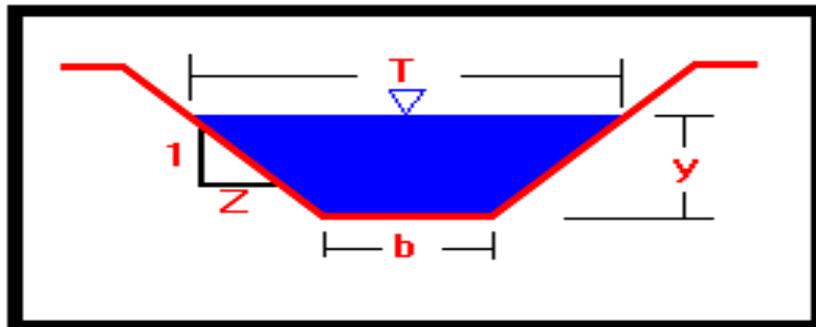
$$S = 3\text{m}/20\text{m}$$

$$S = 0.15 = 15\%$$

Rugosidad

$n = 0.021$ para canales en tierra

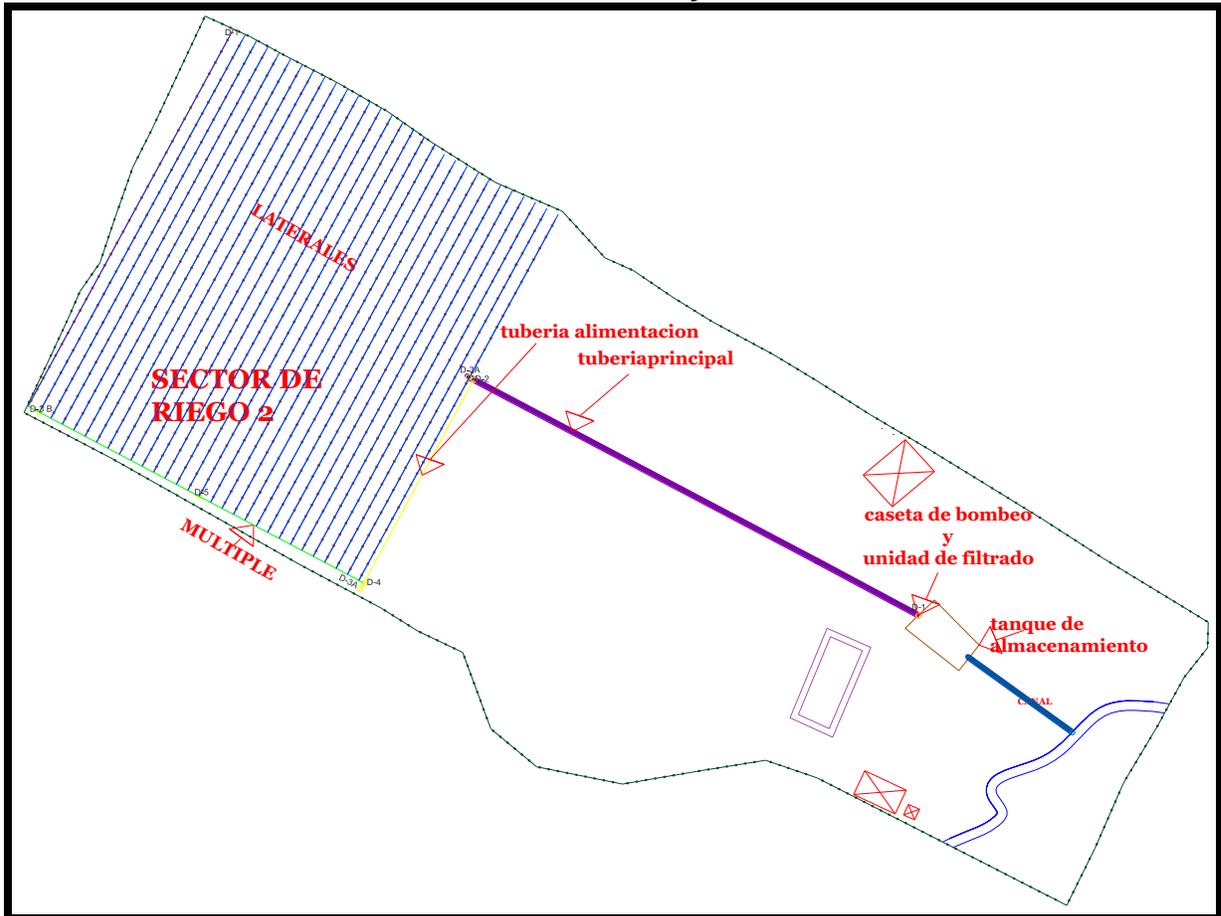
Fuente: Ven te chow.



Fuente. Piñeros, Rivera. 2011

4.5.2 Cálculos Hidráulicos Modalidad Goteo Sector 2

Figura 10. Distribución del Sistema de riego por Goteo, Sector de Riego N.2 Predio Villa Any.



Fuente. Piñeros Rivera, 2011
Sin escala

4.5.2.1 Cálculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	GOTEO	HUERTO:	Villa Any	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	2
Boquilla emisor (color):	Negro	Especie:	Papaya	Fuente:	Tanque
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	2	Caudal disponible (GPM):	36,98
Forma de Instalación	Sobrelínea	Forma siembra:	Cuadrado	Caudal sector riego QSR (GPM):	18,49
Caudal (LPH)=QUR:	4	Árboles/ha Aprox:	2625	Caudal/árbol (LPH) máx. :	4
Forma de trabajo	Autocompensado	Unidades Riego/árbol :	1	Distancia entre emisores (EL) (m) :	2

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
NA = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	34
NUR= Número de unidades de riego por lateral □ N° De salidas	34
□ = Diámetro y RDE de la tubería (en mm) POLIETILENO	12
F= Factor corrección múltiples salidas (Tabla N° 1)	0,364
Q = Caudal total a conducir = (N° Unidades Riego) (Q unitario)= (34)(0,067) LPM	2,27
TI = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
TF = Tramo final desde última unidad de riego hasta obturador (m)	1
NS =Número de espacios entre unidades de riego	33
EL= Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	2
LR = Longitud real (m) = (NS)(EL) + (TI) + (TF) = (30)(2) +(1) +(1)	67
Le = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral : 0,05 - 0,2 m	0,2
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = (60) +(0,2)	67,2
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); ecuación Hazen-William	0,0525
J = (F)(L)(j) (m) = (0,367)(62,2)(0,0425)	1,28419
CHEQUEO: $J \leq$ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	
J (m) : 1,284192	J PERMISIBLE(m): 1,547116737
(0,56) \leq (1,547) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
SI	NO

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (PEL)		PRESIÓN A LA SALIDA (PSL)	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
PUR= Presión unidad riego (m):	14,06469761	PEL = Presión entrada lateral (m):	17,84888961
J = Pérdidas totales (m):	1,284192	J = Pérdidas totales (m):	1,284192
□H = Diferencia topográfica terreno (m):	2,5	□H = Diferencia topográfica terreno (m):	2,5
PEL= PUR + J ± □H (m) (SUMANDO □H)	17,84888961	PSL= PEL - J ± □H (m) (SUMANDO □H)	19,06469761
PEL= PUR + J ± □H (m) (RESTANDO □H)	12,84888961	PSL= PEL - J ± □H (m) (RESTANDO □H)	14,06469761
PEL=(+)(+)± () (PSI) Cuando se suma □H	25,38112102	PSL=(+)(+)± () (PSI) Cuando se suma □H	27,11
PEL=(+)(-)± () (PSI) Cuando se resta □H	18,27112102	PSL=(+)(-)± () (PSI) Cuando se resta □H	20

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (TL)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (TGL)
TL = (N° espacios entre unidades de riego)(distancia siembra) + (tramo final) + (tramo inicial)	TL = (N° árboles espacios entre unidad riego)(distancia siembra) + (longitud de influencia)(2); longitud de influencia □ (1/2)(EL)
TL = (33)(2) + (1) + (1) = () m	TGL = ((30)(2) + (2/2)) x 2 = () m

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER-Talleres Excel

4.5.2.2 Calculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2.CULTIVO		3.ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Goteo	HUERTO:	villa Any	SECTOR RIEGO (S.R) N°:	2
Boquilla emisor (color):	Negro	Especie:	papaya	Fuente:	Tanque
Presión trabajo (PSI):	20	Distancia siembra (m):	2	Caudal disponible (GPM):	36,98
Forma de instalación	Sobre línea	Forma siembra:	cuadrado	Caudal sector riego QSR (GPM):	18,49
Caudal (LPH)=QUR:	4	Distancia entre surcos (m)	2	Caudal/árbol (LPH) máx. :	4
Forma de trabajo	Autocompensado	Unidades Riego/árbol :	1	Distancia entre emisores (EL) (m) :	2

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		CONEXIÓN (%)	
$J = (F)(L)(j)$		100	
NUR= (Número unidades riego) X (Sector riego) = QSR/QUR = ()/() (LPH)		1050	
N° surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total UR del SR)/(Total UR del gran lateral)=(3220)/(80)		30	
F= Depende N° salidas y/o conexión surcos Tabla N° 1 S1 = (30) ; S2 = ()		0,368	
NS =Número de espacios entre surcos (m)		29	
TI = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco (m)		1	
TF = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1	
EM= Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		2	
LR = Longitud real = (NS)(EM) + (TF) + (TI de conexión) = (m) = (29)(2) +(1) +(1)		60	
Le = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple : 0,25 m para silletas de 12 mm y 0,5 para silletas de 16 mm		0,5	
L = Longitud total (m) = (LR) + (Le) = (60) +(0,5)		60,5	
□ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple(asumirlo)		2" RDE 41	
Q = Caudal de diseño (GPM) y/o para cálculo		18,49	
j=Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Ecuación Hazen-William		0,0042	
$J = (F)(L)(j) (m) = (0,368)(60,5)(0,0042)$		0,0935088	
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)			
J (m) :		0,0935088	J PERMISIBLE (m): 1,265822785
NOTA: si el resultado en NO, entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión			
Siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar.			
SI		NO	
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (PREM)			
PREM= Pérdidas totales múltiple (J) + Presión entrada lateral (PEL) ± □H terreno; □H = ()			
PREM = (0,6853725)+(18,03)+(84,5)		22,44239841	EN m
		31,91309054	EN PSI
presión entrada del lateral	17,85 m		
Delta H terreno	4,5 m		

6. TAMAÑO MÚLTIPLE			
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM			
TM = Longitud Real (LR) (m):	60		
	60	EN m	100 %
TM		EN m	%
PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (TGM)			
TGM= (N° Espacios entre surcos)(distancia entre surcos) +(longitud de influencia)(2); longitud de influencia □ (1/2)(EM)			
TGM= (60)(2) + (1) (2) = () m			118

Fuente: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER Talleres Excel

4.5.2.3 Calculo de Tubería de Alimentación “Método Múltiples Salidas” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)			
MODALIDAD: Goteo	HUERTO: villa Any	SECTOR DE RIEGO (SR) N°:	2
$J = (F)(L)(j)$			
F= Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) Tabla N° 1			
L= Longitud total Lreal + Lequivalente (m)			
j= Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8			0,00213
F=Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); S= (1)			0,639
Q=Caudal a conducir= S Caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)			36,98
LR= Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)			36
Le= Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo 8. Longitud equivalente de conexiones en tuberías en m.)			20
L= LR +Le = () + () (m)			56
q =Diámetro tubería y RDE (asumirlo) = (3") y (RDE 51) j= m/m			3 " RDE 51
$J = (F)(L)(j) = () () () = m$			0,07621992

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	□	Q (GPM)	Le (m)
Codo 90	2	2"	36,98	2,6
reducción 3" a 2"	1	3" a 2"	36,98	4
Válvula globo	1	2"	36,98	13,4
SUMATORIA Le (m):				20

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/Seg	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE Tubo	51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0,00174
□□E= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0,0889
□ I= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	8,54E-02
R= Radio interno (m)	0,04271
A= Área tubo = (□)(R ²) = (m ²)	0,005730718
Q=Caudal (m ³ /seg)	0,002333438
V= Q/A = ()/()	0,407180762
Vpermisible (m/seg) (según fabricante tubería)	2,5
CHEQUEO: V ≤ Vp 0,407180762 ≤ 2,5	SI NO
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (PREA)				
PREA=J Tubería alimentación+Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (PREM)±□H terreno				
□H (m)=	0,5			
PREM (viene taller N° 9) (m):	22,44239841			
PREA (sumando □H)=	23,01861833	m	32,73247526	PSI
PREA (Restando □H)=	22,01861833	m	31,31047526	PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO-MIGERCIPER Talleres Excel

4.5.2.4 Cálculo de Tubería Principal “Método Caudales Parciales” en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)					
Huerto Villa Any	Vereda Bajo Bejucal			Municipio Campoalegre	
ITEMS	VARIABLES			TRAMO 1	
TRAMOS	F: N° Salidas y/o sectores riego. Tabla N° 1			0,639	
	Q: <input type="checkbox"/> Caudales SR a beneficiar (GPM)			36,98	
	LR: Longitud real (m)			78,7	
	Le: Longitud equivalente por accesorios (m)			8,6	
	L: Longitud total (m)= LR + Le			87,3	
	<input type="checkbox"/> y RDE tubería			3 RDE 51	
	j: Pérdidas fricción tabla fabricante (m/m) (Tablas N° 2,3,8)			0,00213	
	J1= (F)(L)(j)			0,118821411	
	<input type="checkbox"/> J (m)			0,118821411	
1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)					
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	<input type="checkbox"/>	Q (GPM)	Le (m)
TRAMO 1	Tee activa	2	3	36,98	8,6
	Sumatoria Le:				8,6

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN LAS TUBERIAS	
VARIABLES	TRAMO 1
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE Tubo	51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	1,74E-03
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> E= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0,0889
<input type="checkbox"/> I= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	8,54E-02
R= Radio interno (m)	0,04271
A= Área tubo = (<input type="checkbox"/>)(R ²) = (m ²)	0,005730718
Q=Caudal (m ³ /seg)	0,002333438
V= Q/A = ()/()	0,407180762
Vpermisible (m/seg) (según fabricante tubería)	2
CHEQUEO: V ≤ Vp	SI
	NO
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA PRINCIPAL (PREP)			
PREP=J Tubería Principal PREA (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica ± <input type="checkbox"/> H terreno)			
<input type="checkbox"/> H (m)=	5		
PREA (viene taller N° 12) (m):	23,01861833		
PREP (sumando <input type="checkbox"/> H)=		M	PSI
PREP (Restando <input type="checkbox"/> H)=	18,13743974	M	25,79143931 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO-MIGERCIPER Talleres Excel

4.5.2.5 Calculo De Perdidas Unidad De Filtrado

1. DATOS BÁSICOS					
HUERTO:	villa Any	VEREDA:	Bajo Bejucal	MUNICIPIO:	Campoalegre
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES			
FUENTE:	Tanque de almacenamiento	DIAMETRO ENTRADA Y SALIDA FILTROS (PULG):	2"		
CAUDAL DISEÑO (GPM):	36,98	TUBERÍA PRINCIPAL Y SECUNDARIA:	2" PVC RDE 41		
RELACIÓN FILTRADO:	1x1x1	TUBERÍA RETROLAVADO:	2" PVC RDE 41		
DESCRPCIÓN FILTRADO:	1 filtro de arena x 1 de discos	VÁLVULAS CONTROL FLUJO:	2 de bola 2"		
CAPACIDAD TOTAL FILTRADO (GPM):	36,98.... 8.4m3/h	VÁLVULAS CONTROL PRESIÓN:	2 de bola 2"		
CAPACIDAD INDIVIDUAL FILTROS (GPM):	36,98	VÁLVULAS CONTROL AIRE:	1 ventosa		
MODELO FILTROS (Gráficas N° 2,3):	F610: F115	MEDICIÓN PRESIÓN:	Manómetros 0-160 PSI		
2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J1)					
ITEMS	VARIABLES		TRAMO 1		
TRAMOS	Q: Caudales SR a beneficiar (GPM)		36,98		
	LR: Longitud real (m)		2,5		
	Le: Longitud equivalente por accesorios (m)		58,3		
	L: Longitud total (m)= LR + Le		60,8		
	Ø y RDE tubería (asumirlo)		2"RDE 26		
	j: Pérdidas fricción fabricante (Tablas N° 2,3,8) (m/m)		0,018975		
	J1= (L)(j)		1,15368		
ØJ1 (m)		1,15368			
2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (Le) (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)					
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	Le (m)
TRAMO 1	Codo 90°	2	2"	36,98	2,6
	Tee activa	2	2"	36,98	8,6
	Tee pasiva	1	2"	36,98	1,3
	reducción y ampliación	2	3" x 2"	36,98	5,6
	Llave de bola	3	2"	36,98	40,2
Sumatoria Le:					58,3
2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)					
VARIABLES		TRAMO 1			
Clase y diámetro de tubería		PVC 2"			
RDE Tubo		26			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0,00231			
ØE= Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0,06032			
ØI= Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0,0557			
R= Radio interno (m)		0,02785			
A= Área tubo = (Ø)(R²) = (m²)		0,00243669			
Q=Caudal (m³/seg)		0,00233			
V= Q/A = ()/()		0,956215214			
Vpermisible (m/seg) (según fabricante tubería)		2,5			
CHEQUEO: V ≤ Vp		SI			
		NO			
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería					
3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J2)					
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J2 (m)	REFERENCIA		
HIDROCICLÓN:			Gráfica N°:		
ARENA:	36,98	1,5	Gráfica N° 2:	F610	
DISCOS:	36,98	0,6	Gráfica N° 3:	F115	
J2=ØJ2		2,1	"Adaptado filtros Mondragón-España"		
4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)					
J= J1 + J2					
J=	1,15368	+	2,1	m	
ØJ1+ØJ2 (m)	3,25368	m			

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO-MIGERCIPER Talleres Excel

4.5.2.6 Calculo de las Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo y selección de la unidad de bombeo

1. DATOS BÁSICOS					
Qdiseño (GPM)	36,98	Temperatura interior caseta (°C)	27	Dpto.	HUILA
Localización Geográfica(A.S.N.M)	666	Presión atmosférica tabla N° 6 (m)	9,54	Municipio	CAMPOALEGRE
Presión trabajo Unidad Riego(PSI)	20	Presión de vapor tabla N° 7 (m)	0,364	Vereda	BAJO VEJUCAL
Fuente abastecimiento	TANQUE DE ALMACE	Clase sedimentos (\square)(mm)	5	Predio	VILLA ANY

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T=Hs+Hfs+Hd+Hfp+HfA+HfM+HfL+Hff+HfF+HUR	VALORES (m)
Hs= Altura de succión	2,5
Hd= Altura de descarga (\square H terreno)+ Altura elevador unidad de riego = (-12) + (0)	-12
Hfs= Pérdidas por fricción tubería succión	0,33
Hfp= Pérdidas por fricción tubería principal	0,118821411
HfA= Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0,07621992
HfM= Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0,0935088
HfL= Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1,284192
Hff= Pérdidas por fricción unidad de fertilización	1
HfF= Pérdidas por fricción unidad filtrado	3,25368
HUR= Presión de trabajo unidad de riego	14,06
SUMATORIA C.D.T	10,72

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (Hfs)	
$Hfs = (L)(j)$	
\square = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	2" RDE 32.5
L = Longitud total = Lreal+Lequivalente = (6)(25,5) (m)	20,6
LR= Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	4
Le= Longitud equivalente por accesorios (m)	16,6
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla N° 2,3,8	0,0159
Q =Caudal a conducir = \square caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)	36,98
$Hfs = (L)(j) = (20.6)(0.0159) = m$	0,33

Continuación Cálculo de las Necesidad de Presión en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo y selección de la unidad de bombeo

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (Le) m (Tabla N° 5; Gráfica N° 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	Le (m)
Válvula de pie	1	2"	36,98	14
Codo 90°	1	3"	36,98	1,3
Adaptador macho	1	3"	36,98	1,3
Sumatoria Le (m)	16,6			
2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN				
VARIABLES			VALORES	
Clase y diámetro de tubería			PVC 2"	
RDE tubo			32,5	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)			0,00185	
ØØØØ Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)			0,06032	
Øl=Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)			0,05662	
R= Radio interno (m)			0,02831	
A = Área tubo = ØR ² (m ²)			0,002518	
Q =Caudal (m ³ /seg)			0,002333	
V = Q/A = ()/()			0,93	
V permisible (m/seg) según fabricante			2,5	
			(SI)	
CHEQUEO: V ≤ Vp ; (0.93) ≤ (2,5)			(NO)	
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería.				

3. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO					
3.1 MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"					
DATOS DE DISEÑO	Q: GPM	36,98	UNIDAD DE BOMBEO	Referencia:	CATÁLOGO BARNES
	C.D.T: m	10,72		Modelo:	EC – 203
	Energía	Eléctrica		Versión:	
MOTOR	HP:	1/2	BOMBA	Ø rotor:	
	RPM:	3450		Ø máx. partículas:	
	Conexión:			Conexión:	succión: 1" ¼ Descarga: 1 1/4"
	Operación:			Eficiencia (%):	60-65
3.2 MÉTODO "POR FÓRMULA"					
POTENCIA REQUERIDA				$HP = \frac{Q \times CDT}{3960 \times \eta}$	
Q = Caudal de diseño (GPM)			36,98		

C.D.T = Cabeza Dinámica Total (pies)	35,166
3960 = factor de conversión	3960
η = Eficiencia deseada para la bomba (decimales)	0,60
$HP = \frac{35,166}{3960 \times 0,60}$	0,51

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
NPSH disponible		NPSH requerido	
NPSHd = Pa - Pv - Hs - Hfs = m		Entregada por el fabricante de la bomba en función del Qdiseño y el η rotor NPSHr= (3.08) m	
Pa= Presión atmosférica según localización	9,54		
Pv= Presión de vapor según temperatura	0,364		
Hs= Altura de succión bomba	2,5		
Hfs= Pérdidas fricción tubería de succión	0,33		
NPSHd = (9,54) - (0,364) - (2,5) - (0,33) m	6,35		
4.3 CHEQUEO			
$(NPSH)_r \leq (NPSH)_d$			
$\underline{6,35} \leq \underline{3,08}$			
RESULTADO : NO (NO)			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN	%	5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	%
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150 m	15,3	HP final = (HP inicial) + (η)(HP inicial)	15,3
Por temperatura: 1% por cada 5,6 °C a partir de 15°C	2,14	HP final = (36,16) + (25%) (36,16)	2,14
Sumatorias porcentaje para corrección	27,44		32,44
HP final = (HP inicial) + (η)(HP inicial)		HP final = (45,20)	
HP final = (0.63) + ((27.44%)(0.63))	0,64		0,67

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO-MIGERCIPER Talleres Excel

4.5 MATERIALES A UTILIZAR PARA IMPLEMENTACION DEL DISEÑO

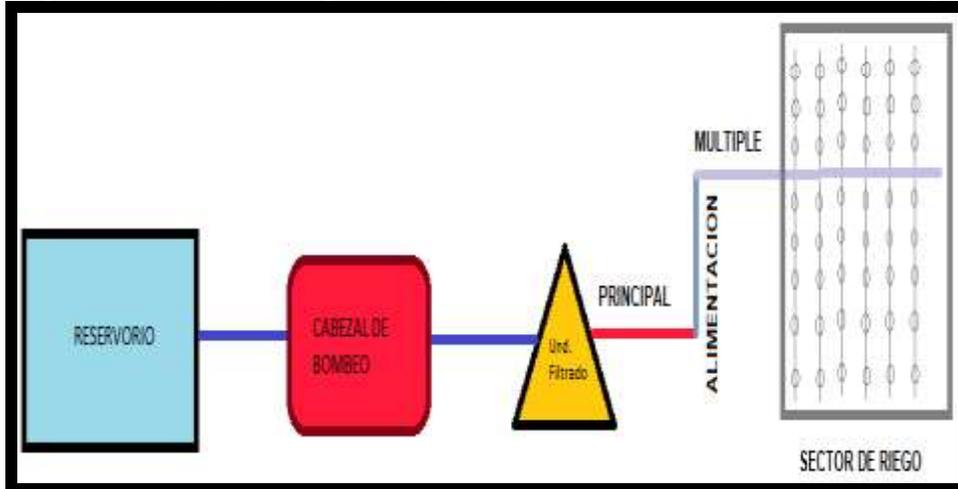
TABLA N. 5.MATERIALES A UTILIZAR EN LA IMPLEMENTACION Y PUESTA EN MARCHA DEL DISEÑO.

UNIDAD	DETALLE	CANTIDAD
Tubería Principal y de alimentación	PVC 3" RDE51	172 mts
Tubería Múltiple	PVC 2" RDE41	133 mts
Mangueras Laterales	Polietileno 12mm	4148 mts
Unidad de Riego	Gotero autocompensado 4 Lt/h 20 PSI	2100 unds
Unidad de bombeo Accesorios y tubería en PVC	Codo 90 PVC 2"	1 und
	Válvula PVC 2"	1 und
	Adaptador macho PVC2"	2 unds
	Universal 2"	2 unds
	Bomba ½ hp	1 und
Unidad de Filtrado Accesorios y tubería en PVC2"	Filtro de arena	1 und
	Filtro de discos	1 und
	Válvula de bola 2" RDE26	3 unds
	Collar de derivación 2"	1 und
	Manómetro 0-160	1 und

Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO.

Figura 11. Esquema general y distribución del sistema de riego

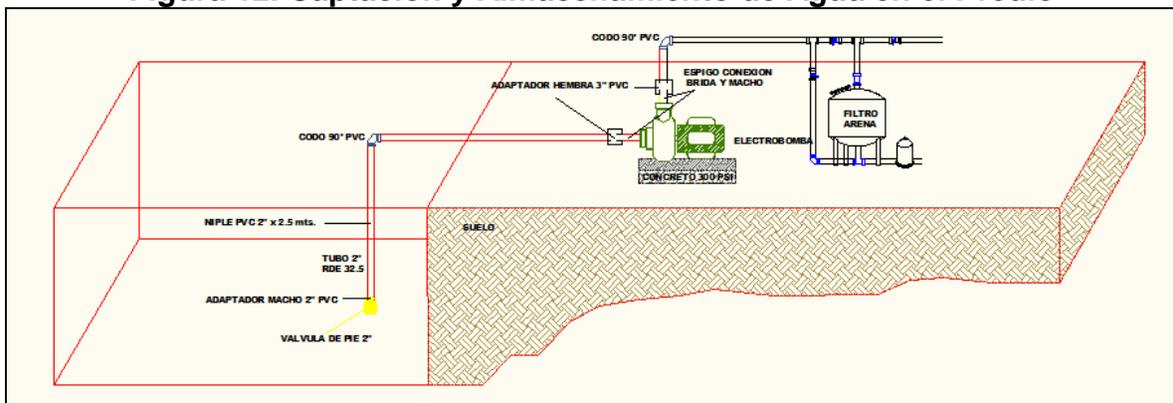


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.1 CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA EN EL PREDIO

La captacion se hace desde la quebrada Rivera y se deriva a traves de una compuerta hacia un canal de conduccion de 20 metros de longitud no revestido el cual conduce un caudal de 3 Lt/seg, hasta un reservorio que cuenta con una capacidad de almacenamiento de 90 m³. Este reservorio o tanque de almacenamiento es recubierto en plastico calibre 6 para evitar la infiltracion del agua por las paredes del tanque, además evita el crecimiento de arvenses y el desarrollo de larvas e insectos.

Figura 12. Captacion y Almacenamiento de Agua en el Predio

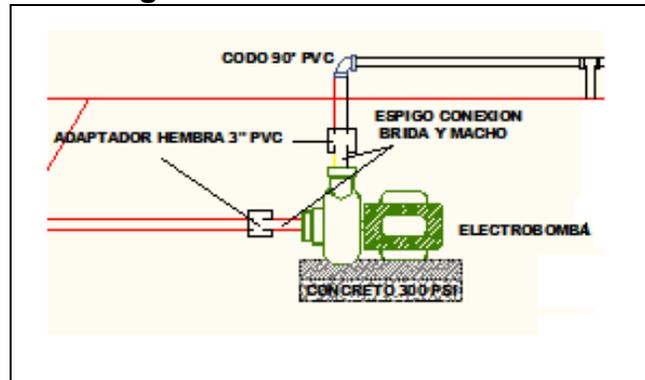


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.2 UNIDAD DE BOMBEO

La unidad de bombeo consta de una bomba de un caballo de potencia con el fin de garantizar el suministro de 2,33 Lt/Seg, a demás de un manómetro que permite controlar la presión en el sistema, la cual debe ser de 20 PSI , presión con la cual se realizó el diseño del sistema.

Figura 13. Unidad de Bombeo

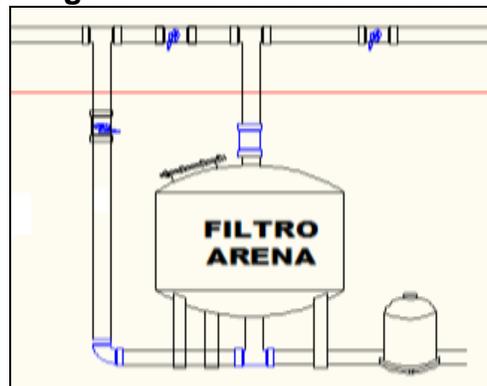


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.3 UNIDAD DE FILTRADO

Es necesario implementar una unidad de filtrado que permita sustraer las partículas que disminuyan la calidad del agua a irrigar, que puedan influir en el mal funcionamiento del sistema y el taponamiento de las unidades de riego, para esto se utilizaran dos filtros uno de arena de 100 GPM para retener partículas mayores a 0.7 mm según manual teórico del fabricante (Ver Anexo 11) y un filtro de anillos de 100 GPM para retener partículas menores a 7mm según manual teórico del fabricante (Ver Anexo 12) . El montaje lo complementan accesorios y tubería en PVC 2" RDE 26.

Figura 14. Unidad de Filtrado

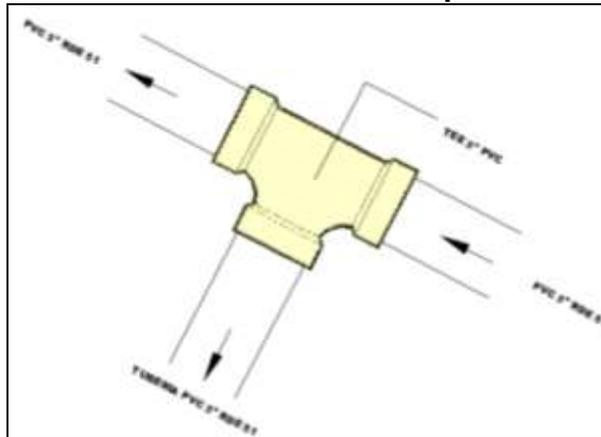


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.4 TUBERIA PRINCIPAL

Para llevar el agua que sale de la unidad de filtrado a la línea de aliminetacion se implementara una línea principal en tubería PVC 3" RDE 51 con accesorios de PVC 3".

Figura 15. Conexión Tubería Principal Alimentación

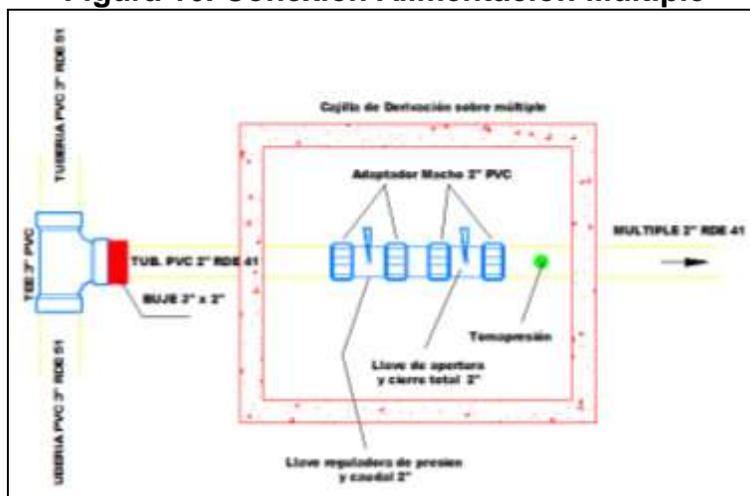


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.5 TUBERIA DE ALIMENTACION

Para cumplir con la función de conducir el agua desde la línea principal y repartirla a los sectores de riego se implementara una tubería de alimentación en PVC 3" RDE51 y accesorios en PVC 3".

Figura 16. Conexión Alimentación Múltiple

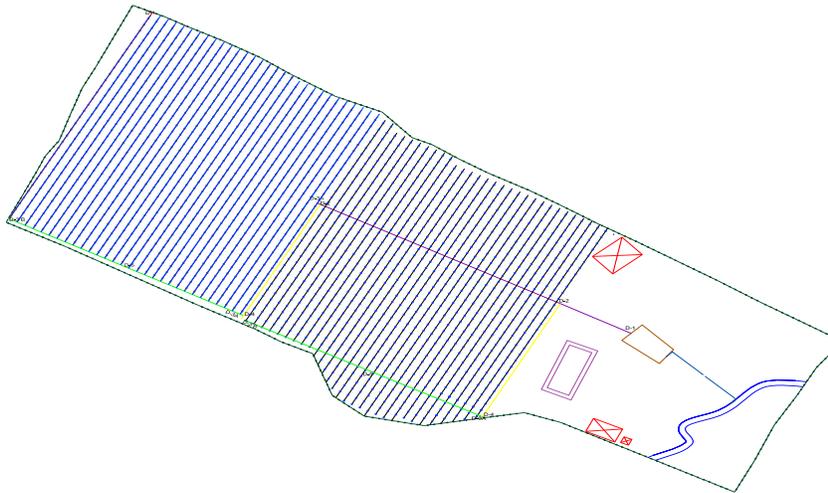


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.6 SECTORES DE RIEGO

Luego de ser transportada el agua por a tubería de alimentacion esta la reparte a los sectores de riego por medio de una coneccion a una tubería múltiple que a su vez es la encargada de suministrar el agua a las líneas laterales que se encuentran conectadas cada 2 metros y en donde se encuentran ubicadas las unidades de riego cada 2 metros . La tubería múltiple sera adaptada en PVC 2” RDE41.

Figura 17. Sectores de Riego

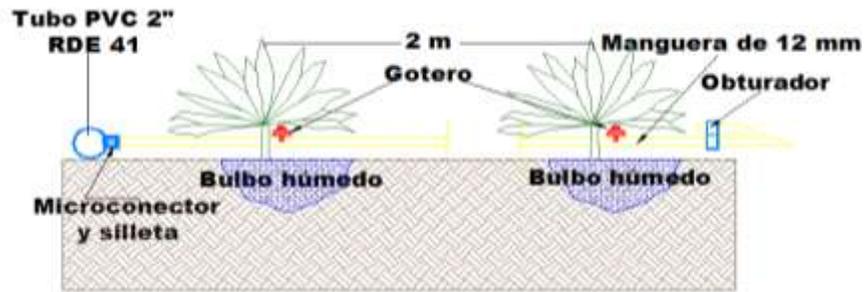


Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.7 LINEAS LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO

Los laterales que se conectan a la tubería múltiple se implementaran en manguera de polietileno de 12mm estas van conectadas cada 2 metros y en ellas van ubicadas las unidades de riego (goteros) ubicados cada 2 metros sobre las líneas laterales, estos seran goteros autocompensados que suministran 4 Lt/hr y trabajan a una presión de 20 PSI.

Figura 18. Líneas Laterales y Unidad de Riego



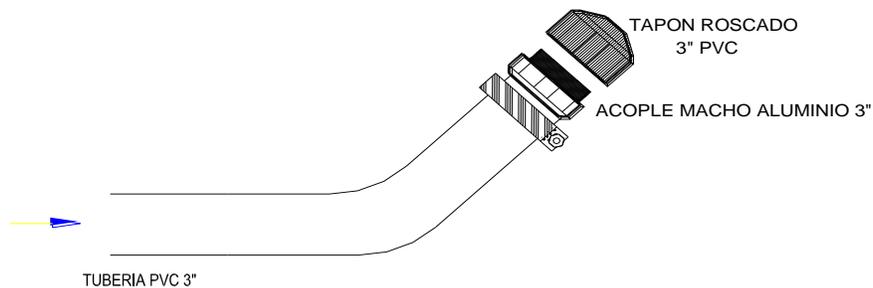
Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.6.8 TAPONES DE LAVADO

Para realizar el lavado de las tuberías principal y múltiple y con el fin de evitar el taponamiento por residuos o sedimentación, se establecerán tapones al final de cada una de estas tuberías acoplados a adaptadores machos, estos serán tapones roscados de 3" y 2".

Para realizar el sellamiento de las mangueras laterales se ubicará al final de cada una un obturador en PVC DE 3/4".

Figura 19. Tapones de Lavado.



Fuente. Piñeros, Rivera 2011.

4.7 PRESUPUESTO

El valor parcial y total para la implantación del proyecto en la finca Villa Any se presenta a continuación (Ver Tabla 5 Presupuesto).

Tabla 5 Presupuesto

PRESUPUESTO SISTEMA DE RIEGO				
DESCRIPCION GENERAL	UND	CANT.	V/U (\$)	COSTOS (\$)
TUBERIA PRINCIPAL, ALIMENTACION, MULTIPLES Y LATERALES Incluye: Suministro.				
Tubo de 3" RDE - 51	MI	172	5.681	977.049
Tubo de 2" RDE - 41	MI	133	4.980	662.340
Manguera Polietileno 12 mm/ rollo 150 m	MI	4148	1.067	4.426.746
SUMA PARCIAL	6.066.135			
UNIDAD DE FILTRADO Incluye: Suministro, Transporte y Capacitación.				
Filtro de Arena	unid	1	1.200.000	1.000.000
Filtro de DISCOS	Und	1	600.000	600.000
Tubo PVC 2" RDE 26	MI	5	5.952	29.760
Válvula de bola 2"	Und	3	21.576	64.728
Collar de derivación 2"	Und	1	9.384	9.384
Manómetro 0-160 PSI	Und	1	100.920	100.920
Tee 2"	Und	4	18.094	72.375
Unión Vitaulic 2"	Und	2	16.856	33.712
Codo 90 PVC 2"	Und	2	17.682	35.364
SUMA PARCIAL	1.946.243			
ACCESORIOS PVC Y POLIETILENO Incluye: Suministro, Transporte y Capacitación.				
Tee 3"	Und	4	26.166	104.664
Silleta y conector 12 mm	Und	81	15.829	1.282.178
Reducciones 3"x2"	Und	2	27.283	54.566
codo 45° 3"	Und	3	23.054	69.162
codo 45° 2"	Und	2	17.682	35.364
Válvula de bola 2"	Und	4	21.576	86.304
Adaptador macho 3"	Und	3	4.000	12.000
Adaptador macho 2"	Und	10	3.000	30.000
Tapón Roscado 3"	Und	3	5.250	15.750
Tapón Roscado 2"	Und	2	4.050	8.100
Collar de derivación 2"	Und	2	5.720	11.440
Manómetro 0-160 PSI	Und	2	100.920	201.840
Soldadura	1/4.	2	50.994	101.987
Limpiador	1/4.	3	24.587	73.762
Sellador	1/8.	2	13.363	26.726
Cinta de teflón	Und	50	500	25.000
SUMA PARCIAL	2.138.844			
UNIDAD DE BOMBEO Incluye: suministro, transporte y capacitación				
válvula de pie 2"	unid	1		
adaptador macho 2"	unid	2	3.000	6.000
Codo 90 PVC 2"	unid	1	17.682	17.682
Universal 2"	unid	2	22.653	45.306
Reducción 2 a 1 1/4 "	unid	1	3.000	3.000
Electrobomba 0,5 Hp	unid	1	100.000	100.000
SUMA PARCIAL	171.682			
UNIDAD DE RIEGO				
GOTERO 4 Lt/h, 20 PSI, autocompensado	Und	2100	800	1.680.000
SUMA PARCIAL	1.680.000			
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Instalación tubería 3" RDE - 51	ML	172	600	103.200
Instalación tubería 2" RDE - 41	ML	133	500	66.500
Instalación manguera polietileno 12 mm	ML	4148	100	414.800
Instalación de goteros	Und	2100	50	105.000
Instalación y puesta en funcionamiento unidad de filtrado	Und	1	250.000	250.000
Replanteo del diseño en terreno	HA	0,84	150.000	126.000
SUMA PARCIAL	1.065.500			
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación y tapado de tubería 3" RDE - 51	ML	172	2000	344.000
Instalación tubería 2" RDE - 41	ML	133	1500	199.500
Excavación y tapado de la manguera 12 mm	ML	4148	300	1.244.400
SUMA PARCIAL	1.787.900			
OBRA CIVIL				
Construcción cajillas de protección de conexión de sector de riego, mampostería a todo costo	Und	4	70000	280000
SUMA PARCIAL	280.000			
SUMATORIA DE SUMAS PARCIALES				
			13.176.722	
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS (10%)				1.317.672
UTILIDAD (5%)				658.836
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)				105.414
GRAN TOTAL				15.430.326

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con el estudio de los análisis de suelos efectuados en el laboratorio de la Universidad Surcolombiana -LABSUS, se determinó que las texturas del lote objeto del proyecto se encuentran dentro del tipo, franco Arenoso. Además presenta un valor medio en la densidad aparente de $1,67 \text{ (gr/cm}^2\text{)}$ que determinan suelos livianos.
- Los datos climatológicos, proporcionados por el IDEAM, registrados por la estación meteorológica Los Rosales, muestran que el comportamiento de las precipitaciones medias, por mes de diecinueve años, en (mm) son destacadamente altas en los meses de marzo y noviembre con valores de 159.6 y 196.7 respectivamente.
- El análisis de los datos proporcionados por el balance hídrico muestran que históricamente se presentan dos periodos de baja pluviosidad y alta evaporación comprendidos entre mes Junio – septiembre y Diciembre – Febrero (meses con déficit de agua). De igual manera se pueden observar dos picos de precipitación en los meses de marzo y noviembre (meses con menor requerimiento hídrico).
- Con la determinación de los valores máximos de evaporación, presentados según los datos climatológicos, el mes crítico lo presenta el Agosto con 202.8 mm/mes. Al efectuar el cálculo entre la evapotranspiración (EVT) y la transpiración del cultivo en un día (K_c) en las tres edades del cultivo se determinó el uso consumo diario para el cultivo de Papaya en la zona del proyecto con un Valor de 2,75mm/día en la edad inicial, 5,60mm/día en la edad media y 5,34mm/día en la edad adulta; factor determinante en el requerimiento hídrico.
- El riego por goteo es un medio eficaz y pertinente de aportar agua a la planta, ya este sistema de riego presenta diversas ventajas desde los puntos de vista agronómicos, técnicos y económicos, derivados de un uso más eficiente, racional y adecuado del agua y de la mano de obra. Además, permite utilizar caudales pequeños de agua.
- Teniendo en cuenta las características fisiológicas del cultivo se hizo el diseño más indicado, se implementara riego por goteo ofreciendo una eficiencia del 98%, ya que no produce erosión ni encharcamiento que pueda afectar el suelo.

- Uno de los parámetros importantes y que se deben tener en cuenta para el diseño de sistemas de riego son los balances hídricos ya que nos brindan la información necesaria para una programación apropiada del riego, traduciéndose en eficiencia y rendimiento.
- Para la implementación del proyecto de riego se requiere una inversión total de \$15`430.526, teniendo en cuenta que es una inversión de alto costo al inicio, esta inversión se puede recuperar un año después de iniciada la producción de papaya.
- El manejo y operación del sistema de riego debe estar en manos de personal capacitado, para garantizar un óptimo rendimiento y adecuado funcionamiento del diseño de riego.
- Realizar las labores culturales en el cultivo con precaución con el fin de evitar daños en los componentes del sistema de riego.
- El reservorio se debe desocupar cada 20 días para evitar la proliferación de arvenses (malas hierbas). Además se deben hacer labores de mantenimiento y limpieza cada dos meses.

BIBLIOGRAFIA

- BAHAMON JHON JAIRO / LLANOS ALIRIO. 2002. Diseño, instalación y evaluación de los sistemas de riego por microaspersión, goteo y surcos, aplicados a la producción de hortalizas en el corregimiento de la Ulloa municipio de Rivera departamento del Huila. Tesis. Neiva – Huila. Universidad Surcolombiana. 112 Pág.
- CIFUENTES PERDOMO MIGUEL GERMAN. 2006. Instalación, administración, operación y mantenimiento, proyectos a pequeña escala. Neiva – Huila. Litocentral Ltda. 44 Pág.
- Dr. MEGH R. GOYAL. 2007. Manejo de Riego Por Goteo. Mayagüez - Puerto Rico. Disponible en : https://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/dripirrigation.htm
- GOMEZ PEDRO. 1975. Riegos a presión aspersion y goteo. Barcelona – España. Editorial Aedos. 279 Pág.
- LOPEZ J. RODRIGO/ HERNANDEZ J.M / PEREZ A. / GONZALEZ J.F. 1997. Riego localizado. Segunda edición. Madrid – España. Ediciones mundi prensa. 405 Pág.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MINERIA DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA. 2006. Anuario Estadístico agropecuario año 2006. Disponible en: <http://www.gobernacionhuila.gov.co/uparchivos/File/secretarias/agricultura/anuarios/anuario%20estadistico%20agropecuario%202006.pdf>. Marzo 10 de 2009.
- SIERRA CARDOSO ALVARO. 1982. Diseño instalación y evaluación de dos sistemas de riego por goteo en un cultivo de vid. Tesis. Neiva – Huila. Universidad Surcolombiana. 132 Pág.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado análisis de suelo del predio La Sabina, realizado por el laboratorio de suelos de la Universidad Surcolombiana. (LABSUS)



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
NIT. 891.180.084-2
LABORATORIO DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: Josmar Piñeros Salazar

Finca: Villa Any

Fecha: Febrero 18 de 2010

Municipio: Campoalegre

Departamento: Huila

Código No. Laboratorio	Horizonte Prof. (cm)	Fracción mineral (%)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Porosidad Total (%)	Humedad (%)	
							CC _{0.03 MPa}	PMP _{1.5 MPa}
Perfil 1	M1 (0 – 30)	A: 75,56	Franco Arenoso	2.3	1.67	27.39	26,00	7.74
		L: 12,14						
		Ar: 12,30						

A arena, L limo, Ar arcilla.

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos

Humedad del suelo: Secado en estufa a 105°C por 24 horas

Densidad aparente: Terrón Parafinado

Densidad real: Picnómetro

Retención de Humedad: Platos de Richards.

Porosidad Total: Relación de Densidades

RODRIGO ALBERTO PACHÓN BEJARANO
Coordinador Laboratorio de Suelos – LABSUS
Universidad Surcolombiana

Avenida Pastrana Borrero – Carrera 1a A.A. 385 y 974 – PBX 8754753 – Fax 8758775

www.usco.edu.co

Anexo 2. Información Climatológica IDEAM. Estación Campoalegre

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2010/03/04		ESTACION : 2110505 ROSALES LOS													
LATITUD	0236 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA <th>FECHA-INSTALACION</th> <td>1973-DIC</td> <th>LONGITUD</th> <td>7525 W</td> <th>ENTIDAD</th> <td>01 IDEAM</td> <th>MUNICIPIO</th> <td>CAMPOALEGRE <th>FECHA-SUSPENSION</th> <td></td> </td>	FECHA-INSTALACION	1973-DIC	LONGITUD	7525 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	CAMPOALEGRE <th>FECHA-SUSPENSION</th> <td></td>	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0553 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	NEIVA										
A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1991	2	01	69.5	142.2	254.8	65.8	133.9	24.6	18.7	28.8	47.7	21.6	*	187.7	995.3
1992	2	01	124.4	33.2	51.4	37.6	49.6	7.5	12.1	66.8	35.2	13.6	311.2	246.4	989.0
1993	2	01	81.2	185.0	147.6	108.4	123.9	13.7	58.7	21.0	69.6	96.6	282.0	55.3	1243.0
1994	2	01	203.8	146.4	239.0	166.5	135.8	42.2	26.8	8.6	90.0	184.4	230.0	105.6	1579.1
1995	2	01	15.9	45.9	100.6	94.0	44.1	79.6	65.7	31.1	23.0	228.3	245.6	144.3	1118.1
1996	2	01	102.9	77.6	263.0	176.1	79.2	57.9	19.0	38.8	31.5	152.1	78.9	139.3	1216.3
1997	2	01	441.5	42.7	127.0	87.4	37.7	63.1	5.1	3.1	2.6	112.2	138.2	106.4	1167.0
1998	2	01	38.3	9.2	265.3	37.9	150.8	27.8	52.8	36.5	16.8	102.4	316.6	128.8	1183.2
1999	2	01	232.4	277.7	116.6	70.5	137.2	44.8	24.2	4.5	147.5	138.6	197.4	228.9	1620.3
2000	2	01	163.7	230.8	203.0	174.4	86.1	29.6	10.7	28.8	110.8	159.4	36.3	70.2	1303.8
2001	2	01	44.8	74.6	72.6	78.0	88.6	15.6	13.6	6.6	33.7	120.1	201.0	120.2	869.4
2002	2	01	77.2	89.0	57.1	218.0	179.1	70.3	38.8	49.6	13.3	123.8	60.6	54.5	1031.3
2003	1	01	84.4	25.4	122.7	192.4	41.5	30.7	6.9	8.9	54.2	191.2	136.9	306.0	1201.2
2004	1	01	108.7	86.6	18.2	197.0	43.0	25.7	74.4	14.4	13.9	199.3	263.0	189.6	1233.8
2005	1	01	38.5	155.5	181.4	126.8	41.9	17.4	10.3	87.7	66.6	212.3	237.6	392.3	1568.3
2006	1	01	122.6	95.4	269.9	236.5	40.6	69.5	37.4	12.5	22.4	188.6	229.4	254.0	1578.8
2007	1	01	42.8	80.6	118.7	185.9	75.1	34.9	76.2	36.4	13.0	257.8	129.8	262.8	1314.0
2008	1	01	52.2	218.8	266.1	100.4	181.4	19.7	36.3	26.9	34.9	126.2	337.0	157.4	1557.3
2009	1	01	115.3	221.8	156.6	118.4	97.5	28.0	36.3	17.0	27.3	107.7	109.5	83.4	1118.8
MEDIOS			113.7	117.8	159.6	130.1	93.0	37.0	32.8	27.8	44.9	144.0	196.7	170.2	1267.6
MAXIMOS			441.5	277.7	269.9	236.5	181.4	79.6	76.2	87.7	147.5	257.8	337.0	392.3	441.5
MINIMOS			15.9	9.2	18.2	37.6	37.7	7.5	5.1	3.1	2.6	13.6	36.3	54.5	2.6

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

Continuación Anexo 2. Información Climatológica IDEAM. Estación Campoalegre

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mm)																							
FECHA DE PROCESO : 2010/03/04				ESTACION : 2110505 ROSALES LOS							FECHA-INSTALACION 1973-DEC												
LATITUD 0235 N		TIPO EST		CP		DEPTO		HUILA		FECHA-INSTALACION		1973-DEC											
LONGITUD 7525 W		ENTIDAD		C1		MUNICIPIO		CAMPOALEGRE		FECHA-SUSPENSION													
ELEVACION 0553 m.s.n.m.		REGIONAL		C4		HUILA-CARLET		CORRIENTE NEIVA		FECHA-SUSPENSION													
ANO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL								
1991	2	01	115.7	100.8	145.2	138.7	*	138.6		190.9	*	149.3	3	125.1	1104.5								
1992	2	01	135.9	134.8	*	124.3	3	148.8	3	199.5	195.7	199.3	3	177.3	3	141.9	*	1457.5					
1993	2	01	117.8	130.0	112.7	117.0	132.0	126.1	3	*	177.5	3	211.3	3	125.7	93.0	3	101.0	1	1437.1			
1994	2	01	129.4	103.1	110.9	120.7	3	131.1	3	*	185.9	3	184.2	3	141.0	3	132.3	100.2	121.4	3	1440.2		
1995	1	01	155.9	*	141.4	*	147.7	3	138.4	*	*	217.8	3	130.4	*	*	118.2	*	1077.8	3			
1996	1	01	133.5	103.6	118.7	126.4	3	139.2	3	132.3	3	171.6	3	212.9	3	213.4	144.6	3	139.3	3	1635.5		
1997	1	01	94.4	137.5	173.3	133.5	3	184.3	3	154.6	194.8	3	231.3	3	231.1	3	175.2	3	151.3	3	159.6	3	1990.7
1998	1	01	192.9	160.3	157.6	109.1	146.7	154.5	179.1	187.9	3	208.4							76.1	105.3	3	1672.9	
1999	1	01	100.3	*	114.6	3	128.0	128.4	3	135.6	204.3	251.8	158.3	148.0	3	115.0	3	96.7	3	1581.0	3		
2000	1	01	125.5	101.6	92.1	107.6	125.0	153.6	203.3	211.4	156.7	173.0	151.9	138.8	3	1720.5							
2001	1	01	181.7	177.4	149.4	149.6	144.2	200.5	3	213.5	258.6	198.6	203.3	108.1	105.7	2030.6	3						
2002	1	01	158.2	137.0	148.2	125.9	108.0	142.0	167.0	195.0	181.8	169.6	130.8	148.2	1839.7								
2003	1	01	159.3	132.2	139.9	109.9	143.7	154.2	225.0	241.4	190.8	179.8	114.4	98.4	1846.0								
2004	1	01	137.7	148.1	161.3	108.9	138.3	173.4	173.3	223.4	197.8	143.8	162.7	98.9	1816.6	3							
2005	1	01	135.3	112.3	104.6	124.6	130.9	162.1	225.2	185.7	184.0	125.8	114.2	102.1	1759.6								
2006	1	01	102.1	108.8	95.8	91.1	157.2	157.3	160.2	193.6	190.3	133.4	*	89.9	1484.7	3							
2007	1	01	142.6	148.1	121.6	109.2	117.1	125.9	171.2	151.9	175.3	142.9	91.0	88.9	1585.7								
2008	1	01	127.7	100.5	94.2	111.5	104.9	106.7	159.3	168.6	163.0	102.1	95.3	98.9	1432.7								
2009	1	01	113.3	105.5	82.5	81.6	99.2	125.8	3	168.0	180.1	184.7	156.4	108.5	141.1	1546.8	3						
MEDIOS			134.8	126.0	129.8	128.8	133.9	146.1	188.0	202.8	187.1	149.9	113.4	114.1	1738.8								
MAXIMOS			192.9	177.4	173.3	149.8	184.3	200.5	225.0	258.6	217.8	203.3	151.3	159.6	258.6								
MINIMOS			94.4	100.5	82.5	81.6	99.2	106.7	159.3	151.9	141.0	102.1	76.1	88.9	76.1								

**** CONVENCIONES ****
EST = ESTADO DE LA INFORMACION
 1 : Pre-iminares ideam
 2 : Definitivos ideam
 3 : Pre-iminares Otra Entidad
 4 : Definitivos Otra Entidad
**** AUSENCIAS DE DATO ****
 1 : Ausencia del observ
 2 : Desperfecto instru.
 3 : Ausencia instrument
 4 : Dato rechazado
 6 : Nivel superior
 7 : Nivel inferior
 8 : Curva de gastos
 9 : seccion inestable
 A : Instr. sedimentado
 M : Maximo no extrapol.
 * : datos insuficientes
**** ORIGENES DE DATO ****
 1 : registrados
 3 : Incompletos
 4 : Dudosos
 5 : Est. Regresion
 7 : Est. Interpolacion
 8 : Est. Otros metodos
 9 : Generados (Series)

Anexo 3. Factor de cultivo de la papaya en diferentes estados fenológicos

Edad Planta (ddtr)*	Lámina consumida (mm/día)	Factor de Cultivo (kc)	Volumen de Riego (lts/planta.día)	Estadio Fenológico
1-65	1.9	0.32	2.7	Crecimiento vegetativo, sombrío parcial del suelo.
66-126	2.4	0.55	4.6	Inicio floración.
127-249	2.8	0.65	5.6	Fructificación, inicio cosecha, sombrío total del suelo.
250-369	2.8	0.60	7.6	Inicio producción.
>370	3.2	0.62	8.6	Producción.

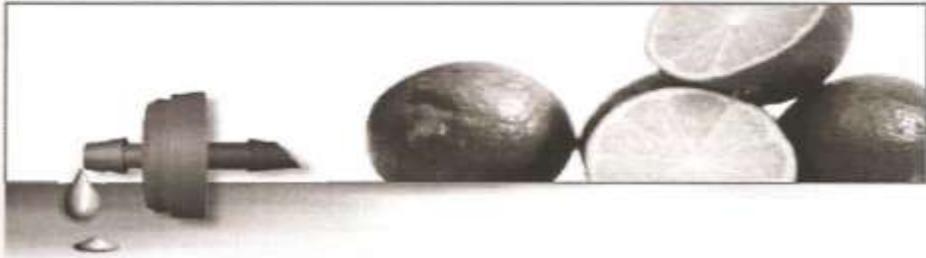
* ddtr : Días después del transplante.

Fuente. C.I. Caribia. 1996.

Anexo 4. Características del gotero.

Gotero PCT

HOJA TÉCNICA
Emisor autocompensado de flujo turbulento



Los emisores PCT son goteros de botón de tamaño compacto, autorregulados, de flujo turbulento (la mayoría de la energía es disipada a través de su régimen de flujo turbulento), especialmente diseñados para la eficiente aplicación de agua a cada planta.

Conforman el método de aplicación de agua más adecuado para materos individuales, viveros, semilleros, superficies densamente plantadas como cultivos bajo invernadero, zonas verdes y plantaciones de árboles frutales donde se requiere el aumento paulatino de goteros insertadas a medida que avanza la edad de las plantas.

Tienen un amplio rango de operación: 10 a 50 PSI. Su caudal no es afectado por los cambios de presión ocurridos por pérdidas de fricción en tuberías o por grandes desniveles del terreno.

Continuación Anexo 4. Características del gotero

PRESENTACIONES

El gotero PCT está disponible en caudales de 2, 4 y 8 LPH.

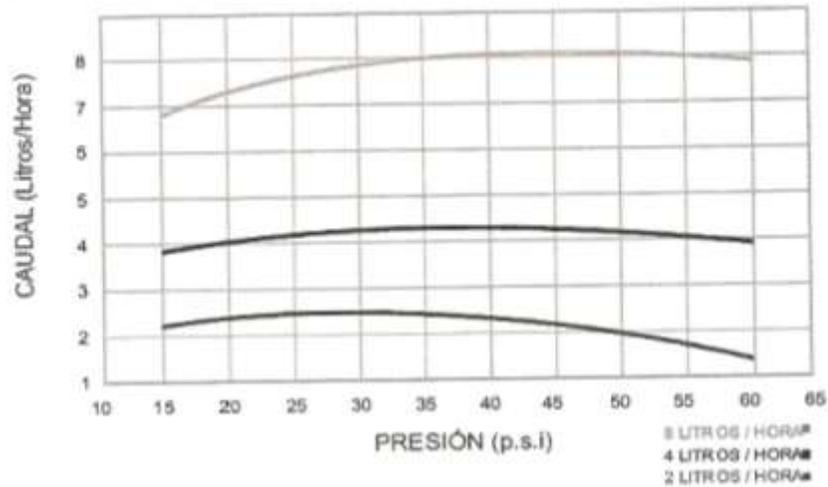
BAYONETA	CAUDAL (LPH)
	ROJO 2
	NEGRO 4
	VERDE 8
	CAPSULA ANTI - RAIZ
	CAPSULA ANTI - HORMIGA

Versión anti-raíz y Anti-hormiga

Cuenta con una ventaja adicional, y es la posibilidad de adaptarle la **CÁPSULA ANTI-HORMIGA**, que actuando como barrera física impide el acceso de estos insectos al gotero.

Otra alternativa es adaptarle una cápsula **ANTI-RAIZ** en el extremo de descarga, que sirve a la vez como barrera química contra las raíces, y como barrera física contra las hormigas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Anexo 5. Valores de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas, usa la formula de Hazen Williams.

TABLA No. 1
Valor de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas, cuando se usa la fórmula de Hazen -Williams.

Número de salidas	m = 1,85	Número de salidas	m = 1,85
1	1.0	16	0.382
2	0.639	17	0.380
3	0.535	18	0.379
4	0.466	19	0.377
5	0.457	20	0.376
6	0.435	22	0.374
7	0.425	24	0.372
8	0.415	26	0.370
9	0.409	28	0.369
10	0.402	30	0.368
11	0.397	35	0.365
12	0.394	40	0.364
13	0.391	50	0.361
14	0.387	100	0.356
15	0.384	Más de 100	0.351

Fuente: AUGURA, Sistema de Riego a Presión

Anexo 6. Pérdidas de presión (j) en tuberías de polietileno PR PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las formulas de Hazen -Williams y de Darcy - Weisbachs; en m/100m.

TABLA No. 4
Pérdidas de presión (j) en tuberías polietileno PR PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las fórmulas de Hazen - Williams y de Darcy - Weisbachs; en m/100m.

TUBERIA POLIETILENO ORIGINAL
PR 35 y PR 55

Lt./min	m ³ /h	12	16	20
0.05	0.00	0.01		
0.10	0.01	0.02		
0.20	0.01	0.07	0.02	0.01
0.40	0.02	0.24	0.05	0.02
0.80	0.05	0.81	0.17	0.06
1.00	0.06	1.19	0.25	0.09
1.50	0.09	2.43	0.51	0.18
2.00	0.12	4.01	0.85	0.29
2.50	0.15	5.93	1.25	0.43
3.00	0.18	8.16	1.72	0.60
3.50	0.21	10.69	2.25	0.78
4.00	0.24	13.50	2.85	0.99
4.50	0.27	16.59	3.50	1.21
5.00	0.30	19.95	4.21	1.46
5.50	0.33	23.57	4.97	1.72
6.00	0.36	27.44	5.79	2.01
6.50	0.39	31.57	6.66	2.31
7.00	0.42	35.94	7.58	2.63
7.50	0.45	40.55	8.55	2.96
8.00	0.48	45.40	9.57	3.32
8.50	0.51	50.49	10.65	3.69
9.00	0.54	55.80	11.77	4.08
9.50	0.57	61.33	12.93	4.48
10.00	0.60	67.09	14.15	4.90
11.00	0.66	79.27	16.72	5.79
12.00	0.72	92.31	19.47	6.74
14.00	0.78		22.38	7.76
15.00	0.84		25.49	8.83
16.00	0.90		28.76	9.97
17.00	0.96		32.20	11.16
18.00	1.02		35.81	12.41
19.00	1.08		39.58	13.71
20.00	1.14		43.50	15.07
21.00	1.20		47.59	16.49
	1.26		51.83	17.96

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Anexo 7. Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC RDE41 uso agrícola, según la fórmula de Hazen – Williams en m/100m.

PÉRDIDAS DE PRESIÓN

Según la fórmula de Williams & Hazen

$$f = 0.2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{D^{4.866}} \qquad f = 0.0985 \frac{Q^{1.85}}{D^{4.866}}$$

Siendo

f = Pérdida de presión en m/100 m

D = Diámetro interno en pulgadas

Q = Flujo en gal/min

C = Factor de fricción constante: 150 para PVC

TABLA No. 2		
Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC uso agrícola, según la fórmula de Williams – Hazen; en m/100 m.		
TUBERIA RDE 41 m/100m		
Gal/min	2"	3"
8	009	0.01
10	013	0.02
16	032	0.05
20	0.48	0.07
26	0.78	0.12
30	1.02	0.15
36	1.43	0.21
40	1.73	0.26
46	2.24	0.34
50	2.62	0.39
60	3.67	0.55
70	4.88	0.73
80	6.25	0.94
90	7.77	1.17
100	9.44	1.42
150	19.99	3.00
200	34.04	5.11
250	51.43	7.72
300	72.06	10.81
350	95.84	14.38
400		18.41
450		22.89
500		27.82
550		33.18
600		38.98
650		45.20
700		51.84
750		58.90
800		66.36
850		74.24
900		82.52
950		91.20

Fuente: Manual Técnico PAVCO

Anexo 8. Longitud equivalente de conexiones en tuberías en m.

TABLA No. 5
Longitud equivalente por accesorios

DIÁMETRO (D)		Codo 90° Radio corto	Codo 45°	Válvula de compuerta abierta	Válvula de tipo globo abierta y/o bola	Te pasiva	Te activa	Te bifurcada	Cheque y/o hidrante tipo liviano	Cheque y/o hidrante tipo pesado
mm	Pulg.									
13	½	0.5	0.2	0.1	4.9	0.3	1.0	1.0	1.1	1.6
19	¾	0.7	0.3	0.1	6.7	0.4	1.4	1.4	1.6	2.4
25	1¼	0.8	0.4	0.2	8.2	0.5	1.7	1.7	2.1	3.2
32	1½	1.1	0.5	0.2	11.3	0.7	2.3	2.3	2.7	4.0
38	2	1.3	0.6	0.3	13.4	0.9	2.8	2.8	3.2	4.8
50	2½	1.7	0.8	0.4	17.4	1.1	3.5	3.5	4.2	6.4
63	3	2.0	0.9	0.4	21.0	1.3	4.3	4.3	5.2	8.1
75	4	2.5	1.2	0.5	26.0	1.6	5.2	5.2	6.3	9.7
100	5	3.4	1.5	0.7	34.0	2.1	6.7	6.7	6.4	12.9
125	6	4.2	1.9	0.9	43.0	2.7	8.4	8.4	10.4	16.1
150	8	4.9	2.3	1.1	51.0	3.4	10.0	10.0	12.5	19.3

Fuente CECIL, Javier E. Vergara

Anexo 9. Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 26.

Tabla de Pérdida de Presión Tuberías Unión Platino RDE 26

ECUACION HAZEN WILLIAMS
C 150

Díámetro Nominal	2	2.1/2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20												
Díámetro Exterior	60.32	73.03	89.90	114.30	168.28	219.03	273.05	323.85	355.60	406.40	457.20	508.00												
Espeor de Pared	2.31	2.79	3.43	4.39	6.48	8.43	10.49	12.45	13.67	15.62	17.58	19.53												
Díámetro Interior	0.056	0.87	0.082	0.106	0.155	0.202	0.252	0.299	0.328	0.375	0.422	0.469												
CAUDAL l/s	Velocidad	hf																						
	m/s	m/m																						
0.20	0.08	0.0002																						
0.40	0.16	0.0007																						
0.60	0.25	0.0014																						
0.80	0.33	0.0024																						
1.00	0.41	0.0036																						
2.00	0.82	0.0128																						
3.00	1.23	0.0272																						
4.00	1.64	0.0463																						
5.00	2.05	0.0700																						
6.00	2.46	0.0982																						
7.00	2.87	0.1306																						
8.00	3.28	0.1672																						
9.00	3.69	0.2080																						
10.00	4.10	0.2528																						
11.00	4.51	0.3016																						
12.00	4.92	0.3543																						
13.00			3.64	0.1618	2.46	0.0623	1.49	0.0183	0.69	0.0028	0.40	0.0008	0.26	0.0003										
14.00			3.92	0.1856	2.65	0.0715	1.60	0.0210	0.74	0.0032	0.44	0.0009	0.28	0.0003										
15.00			4.20	0.2109	2.84	0.0812	1.72	0.0238	0.79	0.0036	0.47	0.0010	0.30	0.0003										
16.00			4.48	0.2376	3.03	0.0915	1.83	0.0269	0.84	0.0041	0.50	0.0011	0.32	0.0004	0.23	0.0002								
17.00			4.76	0.2659	3.22	0.1024	1.94	0.0301	0.90	0.0046	0.53	0.0013	0.34	0.0004	0.24	0.0002								
18.00					3.41	0.1139	2.06	0.0334	0.95	0.0051	0.56	0.0014	0.36	0.0005	0.26	0.0002								
19.00					3.59	0.1259	2.17	0.0369	1.00	0.0056	0.59	0.0016	0.38	0.0005	0.27	0.0002								
20.00					3.78	0.1384	2.29	0.0406	1.06	0.0062	0.62	0.0017	0.40	0.0006	0.28	0.0003	0.24	0.0002						
25.00					4.73	0.2092	2.86	0.0614	1.32	0.0093	0.78	0.0026	0.50	0.0009	0.36	0.0004	0.30	0.0002						
30.00							3.43	0.0861	1.58	0.0131	0.93	0.0036	0.60	0.0012	0.43	0.0005	0.35	0.0003	0.27	0.0002				
35.00							4.00	0.1145	1.85	0.0174	1.09	0.0048	0.70	0.0016	0.50	0.0007	0.41	0.0005	0.32	0.0002				
40.00							4.57	0.1466	2.11	0.0223	1.25	0.0062	0.80	0.0021	0.57	0.0009	0.47	0.0006	0.36	0.0003	0.29	0.0002		
45.00									2.38	0.0277	1.40	0.0077	0.90	0.0026	0.64	0.0011	0.53	0.0007	0.41	0.0004	0.32	0.0002		
50.00									2.64	0.0337	1.56	0.0093	1.00	0.0032	0.71	0.0014	0.59	0.0009	0.45	0.0005	0.36	0.0003	0.29	0.0002
55.00									2.90	0.0402	1.71	0.0111	1.10	0.0038	0.78	0.0017	0.65	0.0011	0.50	0.0005	0.39	0.0003	0.32	0.0002
60.00									3.17	0.0473	1.87	0.0131	1.20	0.0045	0.85	0.0019	0.71	0.0012	0.54	0.0006	0.43	0.0004	0.35	0.0002
65.00									3.43	0.0548	2.02	0.0152	1.30	0.0052	0.93	0.0023	0.77	0.0014	0.59	0.0007	0.46	0.0004	0.38	0.0003
70.00									3.69	0.0629	2.18	0.0174	1.40	0.0059	1.00	0.0026	0.83	0.0016	0.63	0.0009	0.50	0.0005	0.41	0.0003
75.00									3.96	0.0714	2.34	0.0198	1.50	0.0068	1.07	0.0029	0.89	0.0019	0.68	0.0010	0.54	0.0005	0.43	0.0003
80.00									4.22	0.0805	2.49	0.0223	1.60	0.0076	1.14	0.0033	0.95	0.0021	0.72	0.0011	0.57	0.0005	0.45	0.0004
85.00									4.49	0.0901	2.65	0.0249	1.70	0.0085	1.21	0.0037	1.00	0.0024	0.77	0.0012	0.61	0.0007	0.49	0.0004
90.00											2.80	0.0277	1.80	0.0095	1.28	0.0041	1.06	0.0026	0.81	0.0014	0.64	0.0008	0.52	0.0005
95.00											2.96	0.0306	1.90	0.0105	1.35	0.0046	1.12	0.0029	0.86	0.0015	0.68	0.0009	0.55	0.0005
100.00											3.12	0.0337	2.00	0.0115	1.42	0.0050	1.18	0.0032	0.90	0.0017	0.71	0.0009	0.58	0.0006
105.00											3.27	0.0369	2.10	0.0126	1.50	0.0055	1.24	0.0035	0.95	0.0018	0.75	0.0010	0.61	0.0006
110.00											3.43	0.0402	2.20	0.0137	1.57	0.0060	1.30	0.0038	1.00	0.0020	0.79	0.0011	0.64	0.0007
115.00											3.58	0.0437	2.30	0.0149	1.64	0.0065	1.36	0.0041	1.04	0.0021	0.82	0.0012	0.67	0.0007
120.00											3.74	0.0473	2.40	0.0161	1.71	0.0070	1.42	0.0045	1.09	0.0023	0.85	0.0013	0.69	0.0008

Anexo 10. Bomba BARNES Línea Caracol.

LINEA CARACOL EC-2 /EC-203 /EC-205 /EC-207

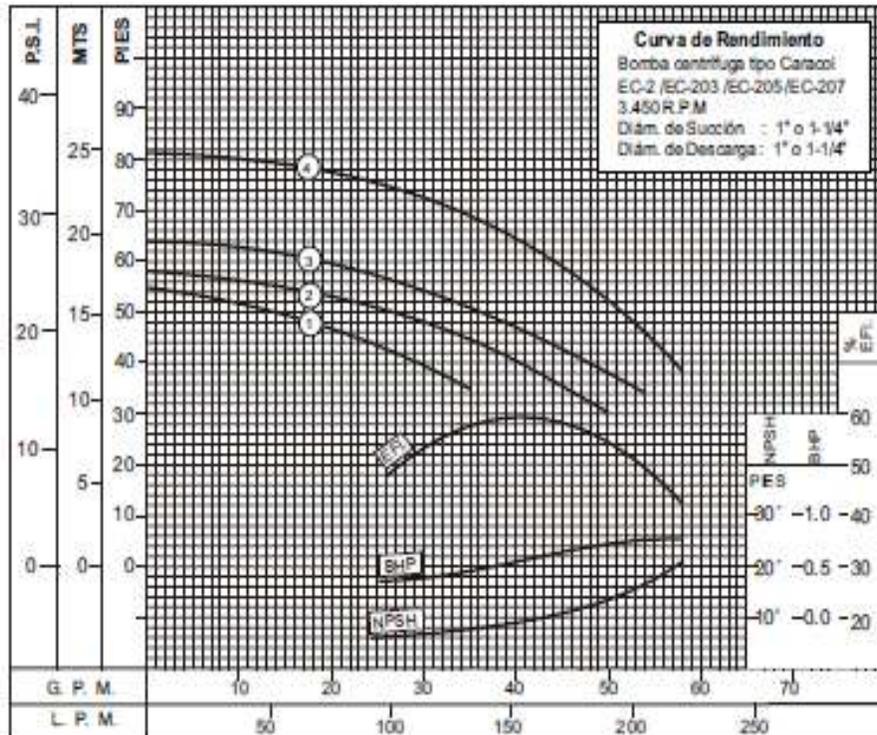


CARACTERISTICAS

- ♣ Bomba centrífuga de construcción monobloque fabricada en hierro fundido.
- ♣ Diámetro de succión de 1" o 1-1/4" y descarga de 1" o 1-1/4" (según modelo)
- ♣ Impulsor cerrado fabricado en plástico de alta resistencia
- ♣ Temperatura máxima de operación 70°C
- ♣ Motores a prueba de goteo, 3.450 RPM 60Hz, NEMA C 56J

APLICACIONES

- ♣ Uso doméstico
- ♣ Aprovechamiento de aguas limpias
- ♣ Refrigeración de maquinaria
- ♣ Llenado de tanques y bebederos
- ♣ Recirculación de agua en piscinas
- ♣ Pequeños equipos de presión



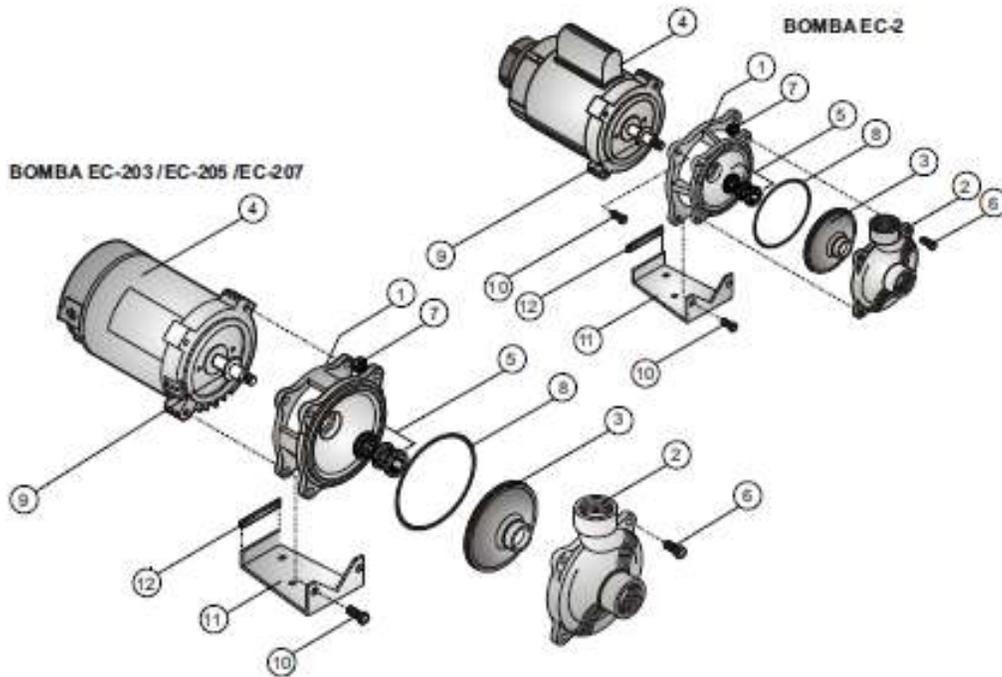
No	MODELO	HP	VOLTAJE	AMP.	FASES	DIA. IMP.	eSUCC.	eDESC.
1	EC-2	1/4	115	7.8	1	3.700"	1"	1"
2	EC-203	1/2	115/230	10.4/5.2	1	3.690"	1-1/4"	1-1/4"
3	EC-205	1/2	115/230	10.4/5.2	1	4.000"	1-1/4"	1-1/4"
4	EC-207	3/4	115/230	13.6/6.8	1	4.560"	1-1/4"	1-1/4"



Fuente Catalogo técnico BARNES DE COLOMBIA S.A.

Continuación del Anexo 10. Bomba BARNES Línea Caracol.

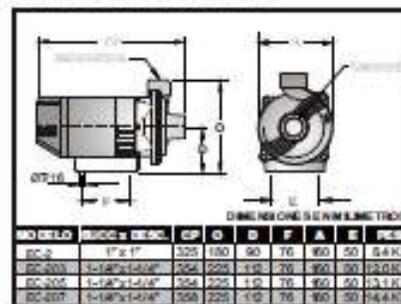
LINEA CARACOL
EC-2 / EC-203 / EC-205 / EC-207



LISTA DE PARTES

No	DESCRIPCIÓN	REF.	CANTIDAD			
			EC-2	EC203	EC205	EC207
1	ACORDE EN HIERRO	19594	1			
1	ACORDE EN HIERRO	19590		1	1	1
2	QUERPO EN HIERRO	31436	1			
2	QUERPO EN HIERRO	31437		1	1	1
3	IMPULSOR Ø 70/7	23102	1			
3	IMPULSOR Ø 80/7	22969		1		
3	IMPULSOR Ø 80/7	23400			1	
3	IMPULSOR Ø 90/7	23496				1
4	MOTOR 14 MONOF.	-	1			
4	MOTOR 18 MONOF.	-		1	1	
4	MOTOR 34 MONOF.	-			1	1
5	SELLO MECANICO 5/8"	12709	1	1	1	1
6	TORNILLO 1/4" x 1-1/4" NC	22574	4	4	4	4
6	TORNILLO 5/16" x 1-1/4" NC	02220		4	4	4
7	TUERCA 1/4" NC	02508	4			
7	TUERCA 5/16" NC	02401				
8	ANILLO 10"	17731	1	1	1	1
8	ANILLO 10"	17732		1	1	1
9	ARANDELA DE CAUCHO	12762	1	1	1	1
10	TORNILLO 5/16" x 1/2" NC	02216	4	4	4	4
11	BASE EN LAMINA	14427	1	1	1	1
11	BASE EN LAMINA	14425		1	1	1
12	EMPAQUE DE CAUCHO	30439	1	1	1	1

DIMENSIONES GENERALES

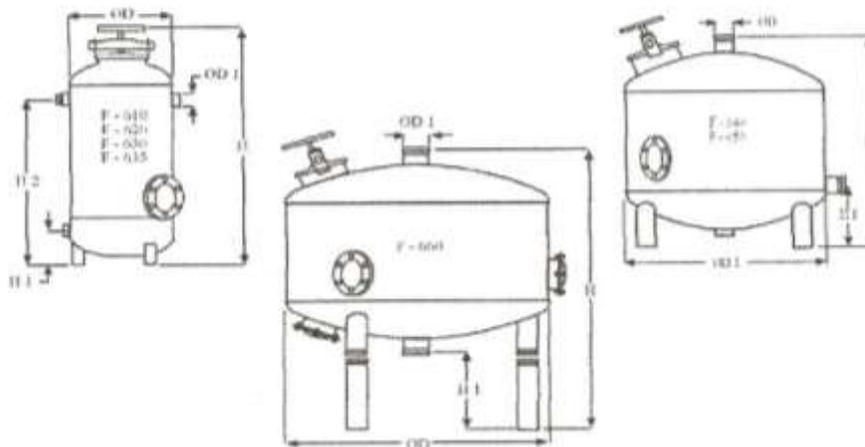


Fuente Catalogo técnico BARNES DE COLOMBIA S.A.

Anexo 11. Parámetros de selección de la unidad de filtrado.

FUENTES DE AGUA	TIPO DE FILTRADO
1. POZOS. Agua con arena y cieno, (todo blando), y escaso contenido de materia orgánica.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de mallas. • Filtro Hidriciclón. Cuando La proporción de arena en el agua es mayor a tres (3) ppm.
2. EMBALSES Y LAGOS. Aguas represadas con grandes contenidos de materia orgánica, como algas, en ocasiones cieno y partículas de arcilla.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de arenas. • Filtro de mallas.
3. RIOS. Aguas corriente con grandes contenidos de de cieno, partículas de arcilla y/o arena y en ocasiones algas.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de arenas. • Filtro de mallas. • Filtro Hidriciclón.
4. AGUAS SEVIDAS. Aguas con altos contenido de de desechos orgánicos. Su calidad depende de de la medida en que sea tratada antes de ser filtrada. Normalmente contiene partículas orgánicas suspendidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de mallas. • Filtro Hidriciclón.

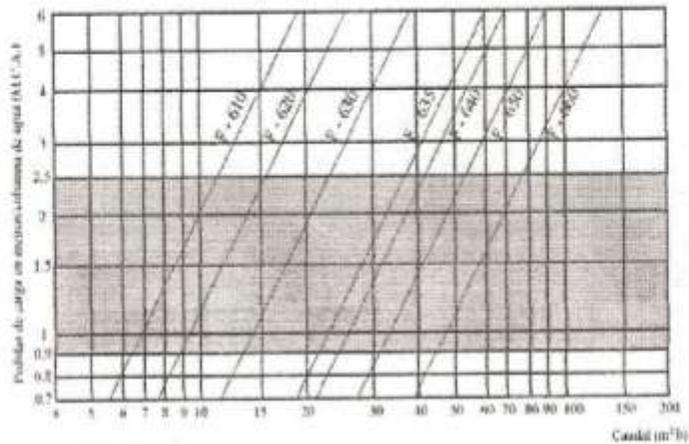
Fuente. Tesis. Rodríguez. Vázquez. Pag.45 2.002



Continuación Anexo 11. Parámetros de selección de la unidad de filtrado.

Modelo Rcf.	Caudal (m ³ /b)	OD (Pulgadas)	OD1 (Pulgadas)	H (mm)	Hi (mm)	H2 (mm)	Peso (kg.)	Arena (kg.)	Volumen (m ³)
F610	3-10	16	1 1/2	1150	150	S40	34	90	0.185
F620	5-16	20	2	1275	180	880	47	120-150	0.300
F630	5-16	20	3	1275	180	880	53	120-150	0.300
F635	8-25	25	3	1310	180	880	20,7	210-240	0.520
F640	11-35	30	3	1070	300	-----	125	300-330	0.700
F650	16-50	36	3	1110	300	-----	197	420-480	1.15
F660	28-90	48	4	1520	440	-----	290	750-780	i. 90

Fuente: IRRIMON S.A. Filtros Mondragon



Fuente: IRRIMON S.A. Filtros Mondragon

Anexo 12. MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

INTRODUCCION

Humedecer solo una parte del suelo entregando un volumen de agua de forma puntualizada al área donde se desarrollan las raíces es denominado “riego localizado”, se refiere específicamente a los sistemas de riego por goteo, cintas de exudación y micro aspersion.

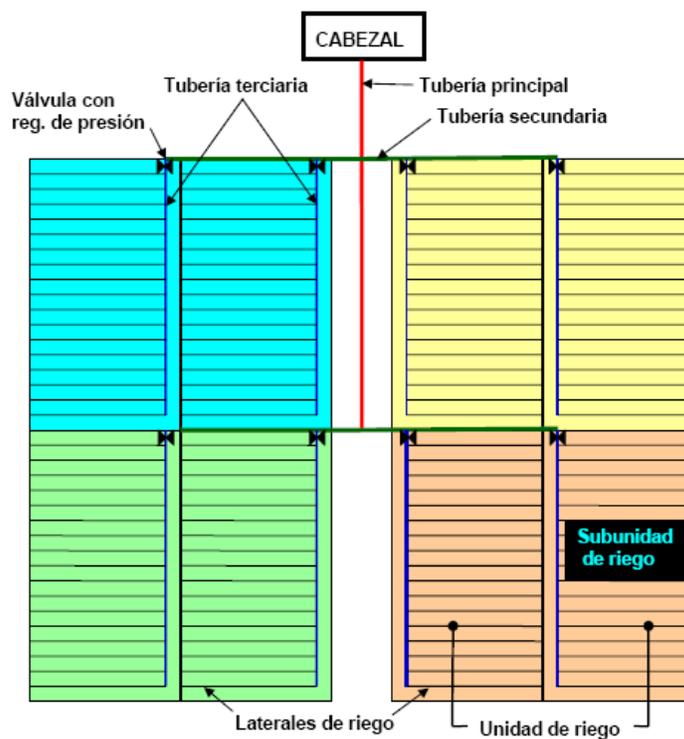
Llevando una revisión e inspección adecuada y manteniendo las condiciones óptimas de operación en todo momento se garantiza gran parte del éxito del sistema.

Debido a que se moja una pequeña parte del terreno es fundamental que esté funcionando perfectamente, ya que cualquier disminución o interrupción del riego influye notablemente en el desarrollo normal del cultivo.

ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Está compuesto por unos cabezales de riego, tubería principal, secundaria, múltiples, laterales y emisores o unidades de riego.

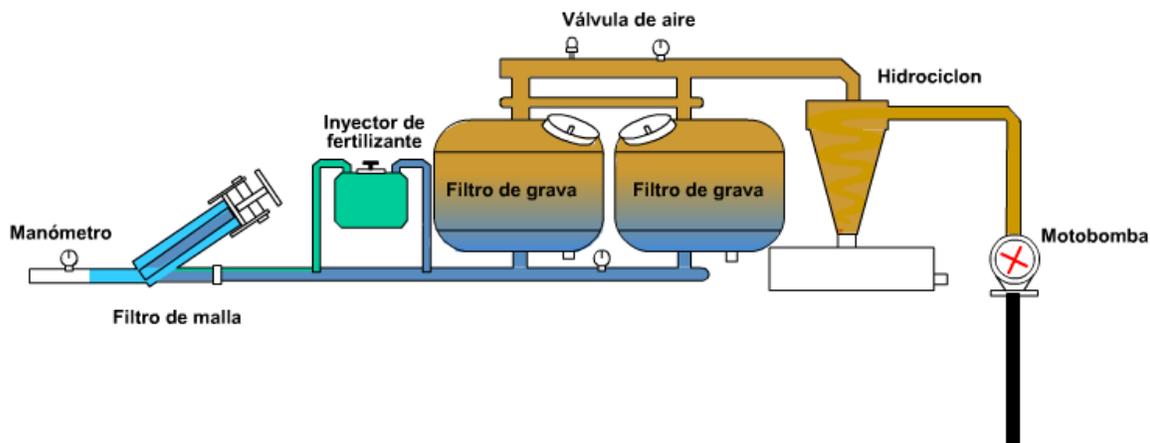
Figura 1 ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO



Fuente. Piñeros Rivera, 2011

CABEZAL DE RIEGO

El cabezal de riego generalmente comprende la motobomba o electrobomba, filtros de arena, anillos, hidrociclones, sistema de fertirriego, válvulas y manómetros.



MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Es necesario hacer un mantenimiento periódico a cada uno de los componentes del sistema de riego para garantizar su adecuado funcionamiento; partiendo desde la fuente de abastecimiento de agua, pasando por el cabezal de riego y tuberías de conducción hasta finalizar en los goteros o emisores.

FUENTE DE ABASTECIMIENTO

El reservorio debe ser desocupado cada 2 meses con el objetivo de hacer lavado y extracción de lodos sedimentados, debe estar cubierto con polisombra para evitar la proliferación de algas, la acumulación de hojas y fragmentos de arboles en la superficie del agua; es necesario hacer un barrido de esta cada 15 días para mantener una tensión ideal.

Es recomendable mantener el reservorio del nivel medio hacia arriba para no llegar a tener inconvenientes con la válvula de pie, ya que con niveles muy bajos puede llegar a succionar aire.

VALVULA DE PIE O DE SUCCION.

Se debe hacer una inspección cada dos meses desarmándola por completo para hacer una limpieza interna de cada uno de sus componentes, se debe hacer con un cepillo de cerda gruesa y resistente, retirando todo tipo de sedimentos, incrustaciones o presencia de algas.

Es recomendable instalar una malla en la boquilla de la válvula que permita un mayor filtrado de partículas pequeñas que puedan acarrear problemas en los emisores.

MOTOR Y BOMBA

Los motores eléctricos se deben mantener limpios y además se debe estar muy atento ante cualquier ruido extraño de los rodamientos y aumentos de temperatura. En cuanto a las bombas centrífugas se debe considerar:

- Observar cualquier tipo de fuga a través de las empaquetaduras, eje del impulsor y carcasa.
- Revisar el rodete del impulsor ya que un desgaste pronunciado ocasiona una reducción de caudal y rendimiento.
- Desmontar la unidad de impulsión por lo menos una vez al año para revisar y limpiar partes móviles que puedan estar desgastadas y cambiarlas si es necesario.

En caso de airarse la bomba se debe arrancar el sistema por unos 30 seg, apagar e inmediatamente retirar el tornillo de desaire lentamente garantizando la salida del aire, esta operación se debe hacer cuantas veces sea necesario hasta que el manómetro después de la bomba llegue a la presión de trabajo (30 PSI).

FILTRO DE ARENA

El retrolavado de los filtros de arena se debe hacer después de cada jornada de fertilización para evitar la corrosión de las paredes.

Es recomendable que se destapen los filtros cada año para observar el desgaste debido la calidad del agua y al uso de fertirriego, este desmonte se aprovecha para la aplicación de pinturas antioxidantes.

Es importante revisar los agregados dentro del filtro, si la arena no presenta aristas pronunciadas sino que por el contrario se notan redondeadas es necesario cambiar el material filtrante.

También es importante verificar constantemente el comportamiento de los manómetros antes y después de los filtros para determinar el momento de realizar el retrolavado, este se debe hacer cuando la diferencia de presiones entre estos sea superior al 10 %.

Cuando se presentan presiones altas en los cuatro sectores de riego se debe hacer un lavado de los filtros de arena con cloro, se deja este agente químico por 24 horas dentro de los filtros para que se efectuó la limpieza, pasadas las 24 horas se procede a hacer un lavado con abundante agua para retirar residuos de la limpieza y restos de cloro.

FILTRO DE ANILLOS

Estos filtros deben ser lavados semanalmente o ante cualquier diferencia de presión entre los manómetros anterior y posterior a este. Se debe destapar cuando en el manómetro presente una presión menor a 3 PSI, se saca el cuerpo de filtrado de la carcasa, se sueltan los anillos por medio de la mariposa y se lavan con abundante agua y con un cepillo de cerdas resistentes, en caso de detectar incrustaciones químicas o demasiada presencia de algas se debe dejar en un balde por 24 horas con una solución concentrada de agua y cloro.

Para destapar el filtro se desajusta el tornillo superior facilitando la salida del aire y disminución de la presión, el lavado se debe realizar con agua limpia; hay que tener en cuenta que no se deben ajustar mucho los anillos, una vuelta antes del tope puede ser suficiente.

TUBERIA PRINCIPAL, SECUNDARIA Y MULTIPLES

Mensualmente se debe hacer un lavado de las líneas de conducción quitando el tapón de lavado para posteriormente dejar fluir el agua por dos minutos, se debe hacer un chequeo de la calidad del agua que sale del lavado, tratando de prever futuros taponamientos por restos químicos del fertirriego o acumulación de lodos.

En el caso de los múltiples se deben hacer observaciones diarias de cualquier tipo de fugas en silletas, uniones o tapones de lavado, esto con el propósito de mantener la presión constante en el sistema.

LATERALES Y EMISORES

Las líneas laterales se deben lavar cada dos meses quitando obturadores y dejando fluir el agua por 2 minutos, también se debe hacer al terminar una cosecha o al iniciar un nuevo ciclo. Es necesario hacer inspecciones periódicas en los emisores para detectar taponamientos, es muy importante llevar un control quincenal de la uniformidad de descarga del sistema aforando goteros al azar en cada sector de riego.

Al momento de instalar se debe dejar el gotero hacia arriba para evitar el taponamiento por material del suelo, también se debe chequear que no hayan raíces, insectos o algas en los emisores que puedan comprometer su desempeño.

En caso de un eventual taponamiento hay que detectar la causa para determinar el método de limpieza, de la siguiente manera:

TAPONAMIENTO	FUENTE	TRATAMIENTO
FISICO	SUELO, RAICES, PLASTICO.	SUBIR LA PRESION, ACIDOS
QUIMICO	RESTOS DE FERTILIZANTES, PRECIPITADOS DE CARBONATO CALCICO.	ACIDO FOSFORICO, ACIDO CLORHIDRICO, ACIDO NITRICO, ACIDO SULFURICO.
BIOLOGICO	ALGAS, BACTERIAS, HONGOS.	YODO, ALGUISIDAS, ACIDOS

Se debe hacer un lavado con agua anterior a la aplicación tratamiento destapando los tapones de lavado de los múltiples de riego y los laterales de riego quitando los obturadores, este proceso se hace por 2 minutos para cada sector.

Posteriormente se tapan de nuevo las líneas y se procede a mezclar la cantidad de ácido establecida si es el caso (titular una cantidad de agua conocida con la cantidad de ácido necesaria para llevar el pH de esta mezcla a un rango de 3 a 3.5) junto con el agua a acidular en el tanque de fertirriego; se inyecta agua por unos minutos (2 – 5) y luego se incorpora la mezcla de tal forma que al terminar el tiempo de riego esta sea la que quede en el sistema haciendo la limpieza durante el resto del día, se hace de la misma forma para cada sector hasta terminar de inyectar la totalidad de la mezcla por partes iguales.

Es muy importante hacer un seguimiento al pH de la mezcla y además tomar pH a la salida de los emisores de cada sector para conocer el comportamiento del ácido frente a la cantidad de agua suministrada por el riego.

Al día siguiente se debe hacer un lavado total del sistema (2 minutos por sector) destapando nuevamente tapones y obturadores para sacar partículas de gran tamaño, se debe hacer en grupos de 5 laterales para mantener una presión adecuada; luego se obturan de nuevo las cintas y se ponen los tapones dejando el riego por otros 5 minutos para terminar de evacuar los restos de la mezcla.

OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA.

- Cuando la presión después de la bomba es muy alta se debe inspeccionar la válvula de pie para remover manualmente cualquier tipo de obstrucción o desairar la bomba si es el caso.
- Cuando la presión es muy elevada en el tramo comprendido entre el manómetro después de la bomba y el manómetro antes del filtro de anillos quiere decir que se debe chequear el funcionamiento de los filtros de arena y/o hacer retrolavado.
- Cuando la presión es muy elevada en el ultimo manómetro del cabezal de riego está indicando que la válvula solenoide del sector que se está regando esta obstruida o cerrada.
- Cuando se baja demasiado la presión en el cabezal de riego es debido a una gran fuga o desconexión de lateral que se puede estar presentando en el sector que se está regando.

- Cada vez que se realice la fertilización vía fertirriego se debe tener en cuenta que hay que hacerle un lavado final al sistema para retirar residuos que puedan taponar los emisores.
- Cuando se realicen labores culturales de deshierbe y aporque hay que tener mucho cuidado con dañar cintas o líneas de conducción, ya que esto minimiza la vida útil del sistema.
- Las fugas pequeñas se pueden resanar con cinta aislante cuando son pocas en el mismo lateral, para fugas de gran tamaño se deben instalar conectores.
- Es recomendable contar con repuestos de silletas, cinta de riego, conectores, colectores, obturadores, válvulas para cualquier eventualidad que se pueda presentar.
- Después de cada cosecha se debe recoger la cinta de riego preferiblemente en retazos de tubo PVC de ½ pulg para llevarlas a un lugar sombreado, mientras se hace la preparación del terreno, luego se debe hacer un lavado de cada una de las líneas de conducción antes y después de instaladas las líneas laterales.
- Durante el tiempo de riego se debe hacer un recorrido por el sector que se está regando para observar fugas, taponamientos, cintas partidas, daños en obturadores, conectores y demás factores que puedan incidir en la uniformidad de descarga.
- Es muy importante medir mensualmente el bulbo húmedo generado por las unidades de riego de manera aleatoria en cada sector para establecer el comportamiento del agua en la zona efectiva radicular.
- Para cada fertirriego se debe hacer un seguimiento del pH, dureza y salinidad del agua de riego y de la solución madre en diferentes emisores en cada sector, esto da una noción del comportamiento del agua de riego frente a la fertilización y además permite conocer si se está salinizando el suelo cultivado.
- Se debe hacer un chequeo periódico buscando daños en cables, solenoides, controladores, arrancadores y demás componentes del sistema eléctrico que puedan llegar a ser limitantes a la hora de regar el cultivo.

La vida útil de un sistema de riego depende del uso y mantenimiento adecuado que se le dé a cada uno de sus componentes, por lo anterior se debe tener un mínimo conocimiento de los procesos involucrados a la hora de regar y los correctivos que se deben realizar en determinadas circunstancias para evitar posibles daños en el sistema.

