



Universidad Surcolombiana

**IMPLEMENTACION DEL RIEGO LOCALIZADO COMO ALTERNATIVA PARA
LA OPTIMIZACION DEL USO RACIONAL DEL AGUA EN EL CULTIVO DE
CACAO CON SOMBRIO EN PLATANO. MUNICIPIO DE LA PLATA.
DEPARTAMENTO DEL HUILA. 2008**



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA AGRICOLA
NEIVA 2008**



Universidad Surcolombiana

**IMPLEMENTACION DEL RIEGO LOCALIZADO COMO ALTERNATIVA PARA
LA OPTIMIZACION DEL USO RACIONAL DEL AGUA EN EL CULTIVO DE
CACAO CON SOMBRIO EN PLATANO. MUNICIPIO DE LA PLATA.
DEPARTAMENTO DEL HUILA. 2008**

MARLIO DARIO DAMIAN TORRES

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Agrícola.**

**DIRECTOR PROYECTO DE GRADO
ING. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en Ingeniería de Irrigación**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA AGRICOLA
NEIVA, 2008**

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR PROYECTO DE GRADO:

ING.
MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en Ingeniería de Irrigación
Profesor Universidad Surcolombiana

JURADOS PROYECTO DE RIEGO:

ING.
GILBERTO ALVAREZ LINARES
Ingeniero Especialista en Riego
Profesor Universidad Surcolombiana

ING.
JAIME IZQUIERDO
Ingeniero Agrícola
Profesor Universidad Surcolombiana

NEIVA, NOVIEMBRE 18 DE 2008

Dedico este trabajo

A Dios que nos ha dado el bienestar de estar en su gracia y hace, que todo lo que nos propongamos lo podamos cumplir.

A mis Padres, María Libia Torres, Ernesto Damián y mi hermano Danny Julián; Motor que me mueve cada día para seguir adelante y que con su apoyo y esfuerzo han logrado que alcance un escalón más dentro de la metas que me he trazado en la vida.

A esa mujer que con su amor y apoyo me ha acompañado en gran parte de este logro que he alcanzado.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La **Universidad Surcolombiana, (Neiva)**, en especial al cuerpo de docentes del programa de Ingeniería Agrícola por su misión formadora y por brindarme todo el apoyo que necesite durante mi carrera.

La **Empresa Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda. (Neiva)**, por haber puesto toda su confianza en mis potenciales, dándome la oportunidad de construir este proyecto.

Miguel Germán Cifuentes Perdomo, Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería de Irrigación y Director del proyecto, por compartir su amplia experiencia, aportar sus conocimientos, apoyo y dedicación.

Michel Alexander Cifuentes Guio. Ingeniero Civil, Gerente de la empresa Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda. Por su confianza y colaboración durante la ejecución de este proyecto.

Rodrigo Pachón, Ingeniero Agrónomo, Profesor de la Universidad Surcolombiana. Por su apoyo, colaboración y comprensión durante todo el periodo de mi formación profesional.

Gilberto Álvarez Linares, Ingeniero Especialista en Riego, Profesor de la Universidad Surcolombiana. Con gran carisma como profesor y persona.

Jaime Izquierdo, Ingeniero Agrícola, Profesor de la Universidad Surcolombiana. Por su colaboración y asesoría en la carrera.

Gladis Quino, Secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola. Quien con su paciencia y colaboración siempre ha sido la mamá de todos los Ing. Agrícolas en formación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	14
INTRODUCCION	15
2 MARCO CONCEPTUAL	16
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
2.1 GENERALIDADES	18
2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	18
2.3 AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	20
3 METODOLOGIA	21
3.1 RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO	26
3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	26
3.2.1 Suelo	26
3.2.2 Agua	26
3.2.3 Climatología	25
3.2.4 Cultivo	27
3.2.5 Energía disponible	27
3.3 TOPOGRAFÍA	28
3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	28
3.5 TRAZADO, REPLANTEO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO PROPUESTOS	28
3.4 CONFERENCIAS Y CAPACITACIONES	29
4 RESULTADOS	30

4.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO IMPLEMENTADOS	30
4.2 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	31
4.2.1 Caracterización de los análisis de suelos	31
4.2.2 Oferta hídrica y caudal para el diseño	33
4.2.3 Muestra de cálculo requerimientos hídricos teórico o necesidades de agua para el cultivo de cacao, método “seco” para riego localizado	34
4.2.3.1 Datos generales del Lote	34
4.2.3.2 Calculo de la Evapotranspiración (EVT) mm/día y uso consumo (UC) mm/día	35
4.2.3.3 Calculo de la lamina neta (LN) o cantidad de agua a aplicar	35
4.2.3.4 Calculo de la lámina bruta LB	36
4.2.3.5 Frecuencia de riego (FR)	36
4.2.3.6 Tiempo de riego por unidad de riego (TRur)	36
4.2.3.7 Replanteo para cada tres días	37
4.2.4 unidad de riego para los sistemas de riego del proyecto	39
4.2.4.1 Características de la unidad de riego	39
4.3 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS	41
4.4 TRAZADO PARA EL CULTIVO Y EL SISTEMA DE RIEGO	41
4.5 CÁLCULOS HIDRÁULICOS	42
4.5.1 cálculos hidráulicos predio guayabal 16 has sector 24 (s.24)	45
4.5.1.1 Cálculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión	44
4.5.1.2 Cálculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión	45

4.5.1.3 Cálculo de la Tubería de Alimentación “Método Múltiples Salidas” Modalidad Microaspersión	46
4.5.1.4 Cálculo de la Tubería Principal “Método Caudales Parciales” Modalidad Microaspersión	47
4.5.1.5 Cálculo de Pérdidas Unidad de Filtrado Modalidad Microaspersión	48
4.5.1.6 Necesidad de Presión en el Sistema Modalidad Microaspersión	49
4.5.2 cálculos hidráulicos predio Santa Helena 4 has sector 1 (S.1)	50
4.5.2.1 Cálculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo	52
4.5.2.2 Cálculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo	53
4.5.2.3 Cálculo de la Tubería de Alimentación “Método Múltiples Salidas” Modalidad Goteo	53
4.5.2.4 Cálculo de la Tubería Principal “Método Caudales Parciales” Modalidad Goteo	54
4.5.2.5 Cálculo de Pérdidas Unidad de Filtrado Modalidad Goteo	55
4.5.2.6 Necesidad de Presión en el Sistema Modalidad Goteo	56
4.6 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE	58
4.7 REPLANTEO	59
5 MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	60
5.1 MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN	61
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	84
BIBLIOGRAFIA	85
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización del Proyecto de Riego.	19
Figura 2. Ubicación de las Veredas del Área de Influencia.....	20
Figura 3. Esquema de la metodología utilizada.	21
Figura 4. Reunión con los socios de la COOPERATIVA CACAOPLAT, en la finca Guayabal... ..	22
Figura 5. Predio El recuerdo, Vereda Bajo villa mercedes (2 Has).	23
Figura 6. Predio Santa Helena, Vereda Panorama (4 Has)	23
Figura 7. Predio Los Medios, Vereda El Retiro (2 Has).	24
Figura 8. Predio La Victoria, Vereda El Retiro (6 Has).....	24
Figura 9. Predio Barbillas, Vereda El Carmelo (10.2 Has).....	25
Figura 10. Predio Guayabal, Vereda El Carmelo (16 Has).	25
Figura 11. Predio Los Dindes Vereda Matanzas (7.6 Has).....	26
Figura 12. Distribucion porcentual del sistema de riego modalidad goteo (8has).	30
Figura 13. Distribucion porcentual del sistema de riego modalidad Microaspersión (39,8has).....	31
Figura 14. Componentes del Microaspensor.	39
Figura 15. Trazo de siembra y Ubicación del Microaspensor.	40
Figura 16. Componentes del gotero.....	40
Figura 17. Trazo de siembra y Ubicación del Gotero.....	41
Figura 18. Distribución del Sistema de Riego por Microaspersión, Sector de riego N.3 predio Guayabal.	43
Figura 19. Distribución del Sistema de Riego por Goteo, Sector de riego N.1 predio Santa Helena.	50

Figura 20. Comparación entre Presión Disponible y La Cabeza Dinamica Total	57
Figura 21. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.....	65
Figura 22. Toma de agua para el predio Guayabal, quebrada La Isla.	66
Figura 23. Línea de abastecimiento al lote manguera de polietileno de 3.	66
Figura 24. Descripción del filtro de arena instalado en el lote Guayabal.....	67
Figura 25. Distribución de la línea principal instalada en el lote Guayabal..	68
Figura 26. Distribución de la línea de alimentación instalada en el lote Guayabal.....	68
Figura 27. Conexión de Montajes de reparto instalados en el lote Guayabal.	69
Figura 28. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral instalados en el lote Guayabal.....	70
Figura 29. Componentes e instalación del microaspersor instalados en el lote Guayabal.	70
Figura 30. Tapones de lavado instalados en el lote Guayabal (la foto de la derecha tapón de lavado al final de la tubería de distribución múltiple y la de la izquierda tapón de Lavado tubería principal.....	71
Figura 31. Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.....	74
Figura 32. Recorrido del agua por la unidad de filtrado.	75

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución del Área de Influencia.	20
Tabla 2. Distribución de la Modalidad de Riego a Implementar en Cada Uno de los Predio.	30
Tabla 3. Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo.	31
Tabla 4. Oferta Hídrica Para el Proyecto y Caudal de Diseño de Riego.	33
Tabla 5. Resumen requerimientos hídricos para las diferentes edades en el cultivo de Cacao en cada proyecto con replanteo a 3 días.	38
Tabla 6. Distancias, Formas de siembra y de riego en los lotes del proyecto.	42
Tabla 7. Resumen Cálculos hidráulicos, (lateral, múltiple, alimentación, principal, goteo y unidad de filtrado), para los sistemas de riego por microaspersión representado en la Cabeza Dinámica Total (CDT).	57
Tabla 8. Cálculos hidráulicos en la conducción de abastecimiento hasta el filtro de arena Lote guayabal	58
Tabla 9. Resumen de Cálculos Hidráulicos en la Conducción de Abastecimiento en Cada Lote	59
Tabla 10. Materiales suministrados e instalados en el lote Guayabal	64
Tabla 11. Programación de riego para el lote Guayabal	72
Tabla 12. Operación de válvulas según turno y sector de riego a regar	76

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resultado análisis de suelos de los predios del proyecto realizados por los Laboratorios Agrosoil. Bogotá.	26
Anexo B. Información Climatológica Estación Esc. Agraria La Plata.	27
Anexo C. Características del Microaspersor.	36
Anexo D. Características del Gotero.	39
Anexo E. Cálculos Hidráulicos para determinar la C.D.T. teniendo en cuenta las perdidas por fricción en las conducciones Lateral, Múltiple, Alimentación, principal, Unidad de filtrado) de los lotes La Victoria, Barbillas, Los Dindes, El Recuerdo y Los Medios.	42
Anexo F. Valores estándar, aproximados de humedad en el suelo distintas texturas.	31
Anexo G. Valores de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas usa la Formula de Hazen Williams.	44
Anexo H. Perdidas de presión (j) en tuberías de Polietileno PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las formulas de Hazen-Williams y Darcy Weisbachs; en m/100m.	44
Anexo I. Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC uso agrícola, según la fórmula de Williams - Hazen; en m/100m.	48
Anexo J. Pérdidas de presión (j) en manguera de polietileno de construcción mixta (50% original y 50% reciclado). En 100 pies de manguera de agujero liso.	52
Anexo K. Longitud equivalente de conexiones a tubería en m.	53
Anexo L. Parámetros Selección del tipo de Filtrado.	56
Anexo M. Resumen de Cálculos en la conducción de abastecimiento hasta el filtro de arena en los lotes del proyecto.	57
Anexo N. Coeficientes estacionales de uso-consumo (Kc) para diferentes cultivos.	34

Anexo O. Manuales de operación y mantenimiento de los sistemas de riego instalados en los lotes Los Medios, El Recuerdo, Santa Helena, La Victoria, Los Dindes, Barbillas. 60

Anexo P. Planos de instalación de los sistemas de riego instalados en cada uno de los predios del proyecto. 73

RESUMEN

Palabras claves: Riego, cacao, microaspersión, goteo

El presente trabajo comprende la implementación de la modalidad del riego localizado, (microaspersión y goteo), a 47.8 has, en ladera, divididas en siete proyectos de riego, para beneficiar el cultivo de cacao con sombrero en plátano, ubicados en el municipio de la Plata, Departamento del Huila. La construcción de este proyecto se realizó debido a la inquietud de implementar nuevas prácticas de riego en el cultivo de cacao para generar un mayor desarrollo, desde la edad inicial de las plantas, y bajo la preocupación por el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos. Para la implementación y escogencia del sistema más adecuado a instalar en cada una de las parcelas, se tuvieron en cuenta las características propias del suelo, del cultivo, de los afluentes, la topografía del terreno y las condiciones climáticas de la zona. De los siete proyectos, cuatro se instalaron utilizando la modalidad de riego por microaspersión sumando 39,6has y los tres proyectos restantes con la modalidad por goteo sumando 8 has.

ABSTRACT

Key words: I water, cocoa, microaspersión, leak

The present work understands the implementation of the modality of the located watering, (microaspersión and leak), at 47.8 there are, in hillside, divided in seven watering projects, to benefit the cultivation of cocoa with somber in banana, located in the municipality of the Silver, Department of Huila. The construction of this project was carried out due to the restlessness of implementing new watering practices in the cultivation of cocoa to generate a bigger development, from the initial age of the plants, and under the concern for the best use in the resources of water. For the implementation and the choose a of the most appropriate system to install in each one of the parcels, they were kept in mind the characteristics of the floor, of the cultivation, of the tributaries, the topography of the land and the climatic conditions of the area. Of the seven projects, four settled using the watering modality for microaspersión adding 39,6has and the three remaining projects with the modality for leak adding 8 there are.

INTRODUCCIÓN

El agua siendo uno de los recursos naturales más ricos, con los que cuenta la humanidad, es al mismo tiempo uno de los que más se ven afectados en lo concerniente a problemas con su adecuado aprovechamiento. Es por esto que debido a la gran importancia que significa para el desarrollo de los cultivos y para la vida misma, es necesario buscar formas adecuadas para la correcta y racional utilización del recurso hídrico.

Con la implementación de nuevas tecnologías, como el riego a presión en la modalidad localizado o alta frecuencia, para mitigar el problema del desaprovechamiento del agua y de cierta manera mejorar los sistemas productivos tradicionales, buscando mayor competitividad y facilitando el acceso de los campesinos a nuevas prácticas agrícolas, innovadoras en esta clase de cultivo, que generan una mayor productividad y rentabilidad para los productores. Por tanto se implemento el riego localizado a 47.8 has aprovechando las condiciones topográficas de la zona utilizando la topografía para hacer las conducciones de abastecimiento al lote por gravedad, bajando costos representados en un bombeo. El proyecto está dividido en siete parcelas, en las cuales esta cultivado cacao con sombrío en Plátano, en el municipio de La Plata buscando la optimización del uso racional del agua para mejorar los volúmenes de producción y por ende mejorar la calidad de vida del sector cacaotero de este municipio. Se instalaron 47.8 has de las cuales 39.8 has divididas en 4 predios se implementó la modalidad de riego por Microaspersión y en las 8 restantes se implemento la modalidad de riego por goteo.

1. MARCO CONCEPTUAL

Desde hace muchos años el hombre, buscando siempre el mejor aprovechamiento del agua, ha ido minimizando la posibilidad de derrochar, o desperdiciar el escaso recurso del agua. La racionalidad y eficiencia en su uso y el ahorro han sido y son el objetivo de los investigadores animados sobre todo por el progreso de las nuevas técnicas para mejorar su utilización.

Según la Unión Europea, la utilización del riego localizado es una conquista más en la lucha por conseguir una utilización del agua lo más favorable para la planta y, al mismo tiempo, ahorrando pérdidas, que en países, donde los recursos hídricos son cada día más escasos, constituyen un lujo que no se pueden permitir, como también la ventaja de utilizar aguas salobres o aguas recicladas cuestión ésta inimaginable hace algunos años. Los sistemas de filtrado, los equipos de fertirrigación, la hidromecánica aplicada a los equipos de control, unidos a la aplicación de nuevos materiales derivados del petróleo (PVC y PE y últimamente el polipropileno y polibutileno) han dado paso a nuevos sistemas que, con el exclusivo objetivo de economizar el agua y la mano de obra, están avanzando día a día de forma sorprendente.¹

Siendo una de las técnicas más efectivas para darle un mejor uso al agua se tiene que la modalidad de riego localizado es la aplicación precisa del agua al suelo, en una forma puntual y localizada en la zona radicular. Sus principales características son: utilización de pequeños caudales a baja presión, localización del agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión, reducir el volumen de suelo mojado para beneficiar el área adecuada, y por tanto su capacidad de almacenamiento, se debe operar con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas; dentro de las modalidades del riego localizo se tiene: *“la microaspersión y el goteo”*. Con grandes ventajas y algunas desventajas que se deben tener en cuenta.

La ventajas de la microaspersión son: Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad en cosechas; bondades en la aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Contempla como desventajas los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento

¹ http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_por_goteo/riego_y_las_nuevas_tecnologias.htm

Las ventajas del goteo son: no produce erosión; mano de obra para operación y mantenimiento baja, requiere presiones bajas de trabajo, aplicación de agua, nutrimentos necesarios, bajas pérdidas por evaporación, mayor producción, mejor calidad de cosechas, fácil de instalar, trabaja en cualquier tipo de topografía, reduce el crecimiento de malezas. Las desventajas son: altos costos de instalación; exigente en diseño, operación, mantenimiento y al filtrado, susceptible a los daños de roedores, hormigas, pájaros, etc.; contribuye al incremento de la salinización de suelos.²

Teniendo en cuenta que el cacao es uno de los cultivos en donde el manejo del riego es tomado de una forma muy tradicional, siempre condicionado a climas que deben poseer características particulares para el buen desarrollo fisiológico y productivo de la planta; hay que partir del hecho, que el requerimiento hídrico en condiciones tradicionales para este cultivo, depende de la cantidad de lluvia que oscila entre 1.500 y 2.500 mm en las zonas bajas más cálidas, y entre 1.200 y 1.500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. La distribución mensual de la lluvia es muy importante, tanto por su falta como por su exceso. Un mínimo de 100 mm en los meses más secos sería ideal para el cultivo. Este hecho es importante para el cacao bajo riego.³ De aquí se parte que con la utilización de sistemas de riego localizado se pueden suplir las demandas de agua necesarias para la implementación de este cultivo sin estar condicionado a las precipitaciones en la determinada zona de siembra.

El departamento del Huila cuenta con las más favorables condiciones para esta clase de cultivo, por tanto desde el 2004 se ha venido desarrollando proyectos para volver a posesionar el departamento como uno de los primeros en producción de cacao a nivel nacional; como el de: “ESTABLECIMIENTO DE 510 HECTAREAS DE CACAO CLONADO EN LOS MUNICIPIOS DE TARQUI Y LA PLATA HUILA”,⁴ de las cuales las 47.8 has de implementación en riego localizado hacen parte de este proyecto. Como también la gestión que viene haciendo el Gobierno Departamental, con el fin de jalonar recursos internacionales para aumentar la productividad agrícola de la región en especial la del cultivo de cacao para 2008. Es por ello que en la zona norte del Huila, se iniciará la ejecución de una serie de proyectos encaminados a fortalecer la producción agropecuaria en los municipios de Colombia, Villavieja, Baraya, Tello y Neiva, inversión que suma más de 340 millones de pesos.⁵ En donde se establece como primera instancia la implementación de sistemas de riego localizado, tomado desde la experiencia satisfactoria que ha tenido esta modalidad de riego en esta clase de cultivos en el departamento del Huila con el proyecto anterior.

² CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de clase riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998

³ http://www.eraecologica.org/revista_03/lee_03.htm?cacao.htm-mainFrame

⁴ http://www.accionsocial.gov.co/documentos/1518_PPP_16-04-2007.xls

⁵ http://www.diariodelhuila.com/index.php?option=com_content&task=view&id=21122&Itemid=50

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

El proyecto de implementación de sistemas de riego localizado en el cultivo de cacao con sombrero en plátano, hace parte de un gran proyecto de, “ESTABLECIMIENTO DE 510 HECTAREAS DE CACAO CLONADO EN LOS MUNICIPIOS DE TARQUI Y LA PLATA HUILA” financiado por “FINAGRO”, Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario; impulsado por el gobierno nacional, mediante la Agencia Presidencial para la Acción Social, “Acción Social”, con la cooperación de La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, “USAID”, con su programa “MIDAS”, Mas Inversión Para El Desarrollo Alternativo Sostenible. Bajo el acompañamiento y asesoría de la Fundación Del Alto Magdalena del Huila.

Dentro del proyecto de establecimiento de las 510 has para los dos municipios se lograron adjudicar 150 has; de las cuales, en el municipio de La Plata, se establecieron 47.8 has pertenecientes a 14 socios de la Cooperativa Agropecuaria CACAOPLAT, con sede en la Plata Huila, entidad familiar preocupada por el mejoramiento de las formas de producción y de la aplicación de nuevas tecnologías para el cultivo de cacao, por tanto se llegó a la finalidad de adecuar las 47.8 has con riego localizado (Microaspersión y Goteo), como una práctica innovadora para el cultivo de cacao en esta zona del departamento del Huila.

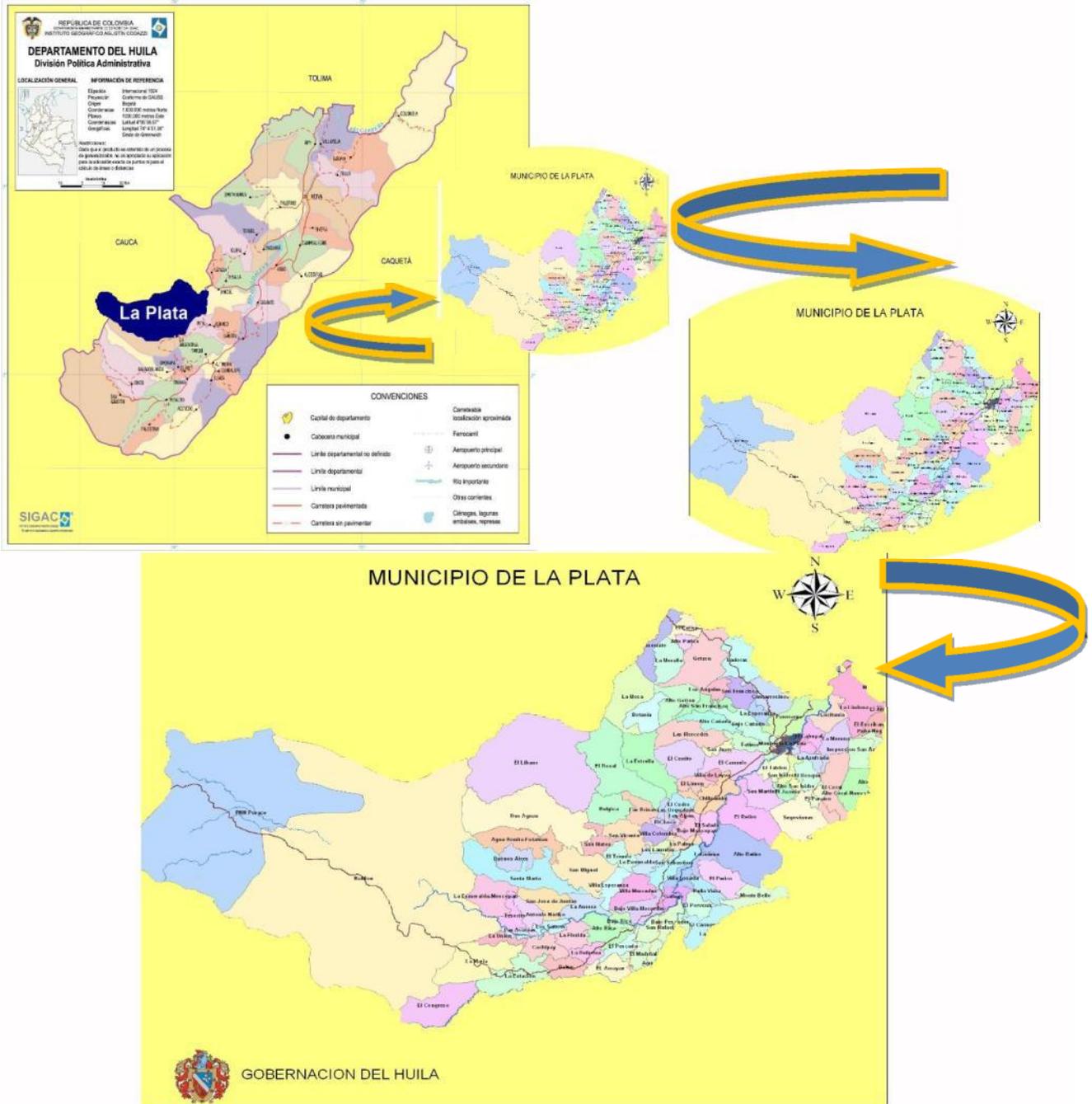
2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene lugar en el municipio de La Plata, el cual se encuentra localizado en la Parte Sur-Occidente del departamento del Huila; en las estribaciones de la Cordillera Central, geográficamente se encuentra situado en las coordenadas 2°23'00" de Latitud Norte y 75° 56'00" de Longitud Oeste. A 122 km de la ciudad de Neiva. Con una extensión total de 1242 Km², 392 Km² en la zona urbana y 879 Km² en la zona rural.

Siendo los principales sistemas productivos la ganadería bovina de doble propósito, la agricultura, la piscicultura (cálido y frío), porcicultura y otros de menor importancia económica. El sector agropecuario es uno de los renglones más importantes en la economía del Municipio. Esta economía está representada principalmente por: arroz, café/plátano, banano, cacao/plátano, maíz, caña, frijol, papa; y algunos frutales como lulo, maracuyá, tomate de árbol, mora, entre otros.⁶

⁶ <http://www.laplata-huila.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=m-l1--&m=m&s=m#El%20municipio%20en%20el%20pais>

Fig. N.1. Localización del Proyecto de Riego Localizado CACAOPLAT



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

3. METODOLOGIA



Fig. N.3 Esquema de la metodología utilizada

3.1 RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO

Se realizaron reuniones con los socios de la cooperativa CACAOPLAT, para determinar sus expectativas y darles a conocer las características básicas del sistema de riego localizado, como también las ventajas y desventajas que tienen, esquematizándoles el funcionamiento de los sistemas de riego por microaspersión y goteo.



fig. N.4. Reunión con los socios de la COOPERATIVA CACAOPLAT, en la finca Guayabal.

Se hizo el reconocimiento del área del proyecto, haciendo el recorrido por cada uno de los predios realizando la visita ocular; dimensionando el área a beneficiar y determinando que los afluentes más cercanos cuenten con las condiciones adecuadas para su utilización.



Fig. N.5. Predio El Recuerdo, Vereda Bajo Villa Mercedes (2 Has).



Fig. N.6. Predio Santa Helena, Vereda Panorámā (4 Has).

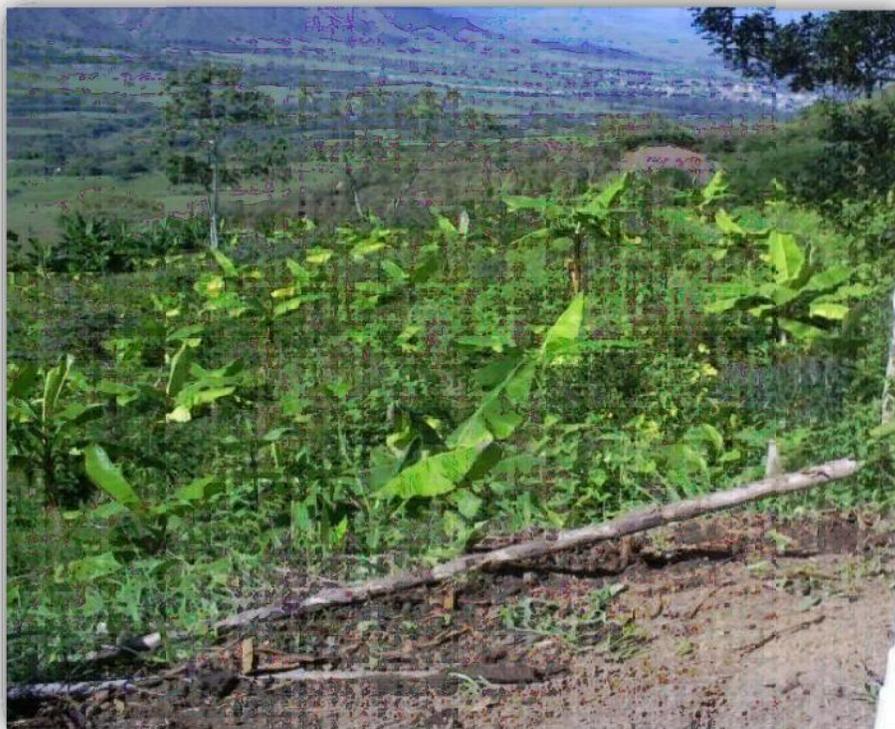


Fig. N.7. Predio Los Medios, Vereda El Retiro (2 Has).



Fig. N.8. Predio La Victoria, Vereda El Retiro (6 Has).



Fig. N.9. Predio Barbillas, Vereda El Carmelo (10.2 Has).



Fig. N.10. Predio Guayabal, Vereda El Carmelo (16 Has).



Fig. N.11. Predio Los Dindes Vereda Matanzas (7.6 Has).

3.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

3.2.1 Suelo.

Para el estudio de las propiedades físico químicas de los suelos objeto del proyecto, se tuvieron en cuenta los análisis de suelos, realizados por los laboratorios Agrosoil Lab. Bogotá, en convenio con la Fundación del Alto Magdalena en la fase del proyecto de implementación de cacao. Por lo tanto no hubo la necesidad de realizar de nuevo estos análisis. (Ver ANEXO A.)

3.2.2 Agua.

La oferta hídrica en la zona de ubicación de algunos predios es abundante como en los predios, Barbillas, Los Dindes, La Victoria y Guayabal; mientras que en los predios Santa Helena, Los Medios y El Recuerdo poseen poca agua en los afluentes, haciendo necesario un sistema de almacenamiento. Por tanto se llevaron a cabo la escogencia del más adecuado afluente que se utilizaría en cada uno de los siete proyectos. Se efectuaron los aforos, por el método del Flotador, de los afluentes que se tomaron como abastecimiento.

3.2.3 Climatología.

Se consideraron los parámetros climáticos que influyen sobre el proceso de Evapotranspiración, tales como la Evaporación mensual para determinar el uso consumo diario y con la precipitación media mensual se identificó la tendencia de las lluvias en la zona. Estos parámetros se obtuvieron en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), correspondientes a la estación ubicada en el municipio de la plata en la Escuela Agraria I.T.A. A 1051 m.s.n.m. con registros históricos desde 1986 a 2006, (21 años). (Ver ANEXO B)

3.2.4 cultivo.

El árbol del cacao es originario de los trópicos húmedos de América. Es una planta que se desarrolla bajo sombra, se le considera típicamente humbrófila. Aunque bajo condiciones especiales de luminosidad y distribución de agua, puede cultivarse a plena exposición del sol. La temperatura media anual debe estar entre los 24°C no exceder los 30°C. La cantidad de lluvia que satisface al cultivo oscila entre 1.500 y 2.500 mm en las zonas bajas más cálidas, y entre 1.200 y 1.500 mm en las zonas más frescas o los valles altos. La distribución mensual de la lluvia es muy importante, tanto por su falta como por su exceso. Un mínimo de 100 mm en los meses más secos sería ideal para el cultivo del cacao. Este hecho es importante para el cacao bajo riego.⁷

Según el desarrollo fisiológico adecuado y las necesidades de agua; se realizó el cálculo de los requerimientos hídricos para el cultivo de Cacao en cada uno de los siete predios, para las tres etapas de crecimiento. Teniendo en cuenta las propiedades físicas del suelo, profundidad y área radicular, el coeficiente del cultivo (Kc), las precipitaciones promedios mensuales, evaporación para determinar las necesidades de agua en el cultivo de Cacao.

3.2.5 Energía Disponible.

Aprovechando la ubicación y topografía de los predios con respecto a los afluentes se cuenta con un gran beneficio, ya que se utilizó, la pendiente ofrecida por el terreno y gracias a la fuerza de la gravedad, se determinó, con nivel de precisión, el sitio adecuado para suplir la presión necesaria para el funcionamiento de los sistemas de riego implementados en el proyecto.

⁷ www.inia.gob.pe/cacao/PAQUETE%20TECNOLÓGICO%20-%20CACAO.pdf

3.3 TOPOGRAFÍA.

Para determinar el área a beneficiar y tener una amplia visión del proyecto que permita los elementos necesarios para el diseño. Se realizaron los levantamientos topográficos, (planimétrico y de altimetría) con GPS, tránsito, y nivel de precisión, en los siete predios. Delimitando los prediales, curvas de nivel y perfiles de la conducción de abastecimiento al lote, representados en planos, en cada uno de los predios.

3.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO.

Las modalidades de riego a implementar son microaspersión y goteo, para las cuales se tomó como base del cálculo, la metodología desarrollada por Cifuentes,⁸ (2001), en donde se determina los requerimientos hídricos, selección de unidad de riego, espaciamientos entre unidades, diseño de tuberías laterales, múltiples, alimentación y principal, para determinar la Cabeza dinámica total, (C.D.T.).

Tratándose de la implementación de proyectos orientados bajo unos presupuestos muy reducidos en lo referente a los sistemas de riego, los diseños fueron ajustados a la utilización de manguera de polietileno de elaboración mixta, (50% de material peletizado original y 50 % de material reciclado), en las conducciones de tuberías principal, alimentación, múltiple y laterales, con uniones en aluminio y abrazaderas tipo industrial; para reducir costos en tubería.

3.5 TRAZADO, REPLANTEO INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO PROPUESTOS.

Las instalaciones estuvieron bajo la supervisión de la Empresa Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda. Contrista del proyecto.

Se realizaron los correspondientes trazados de distribución, (conducción de abastecimiento, principal, alimentación, múltiples y laterales), en los predios del proyecto de acuerdo a los datos arrojados por los diseños, teniendo como referencia el cultivo plantado. Se prestó asesoría a los usuarios en lo concerniente a la elaboración de las excavaciones para las conducciones en el sistema de riego; por lo tanto se hicieron visitas periódicas para la correcta ejecución de estas labores.

⁸ CIFUENTES P., Miguel Germán. Metodología para el diseño de sistema de riego a presión. Neiva 2001.pag 125, tesis (especialización en ingeniería de irrigación). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.

Las instalaciones de los sistemas de riego en los predios se manejaron en relación al avance en los trabajos aporte de los usuarios. En lo concerniente a las excavaciones y obras hidráulicas (bocatomas, desarenadores y cámaras de quiebre de presión entre otras), son compromiso y aporte de los usuarios al proyecto. Los demás componentes de instalación de los sistemas implementados, (tuberías, mangueras, accesorios, unidades de riego y unidades de filtrado), como la calibración del sistema, al igual que la puesta en marcha, se hicieron con personal capacitado con experiencia y obreros de la zona.

3.6 CONFERENCIAS Y CAPACITACIONES.

Durante la ejecución del proyecto se realizaron:

- ✓ Una conferencia referente a la importancia del riego localizado en lo relacionado con el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos en la agricultura.
- ✓ Dos capacitaciones teórico prácticas de inducción sobre los temas: la microaspersión y el goteo, haciendo énfasis en el conocimiento de todos sus elementos, forma y operación.
- ✓ Capacitaciones personalizadas en cada uno de los predios para enseñar el funcionamiento y operación al propietario y operario encargado de las labores de riego en el lote.

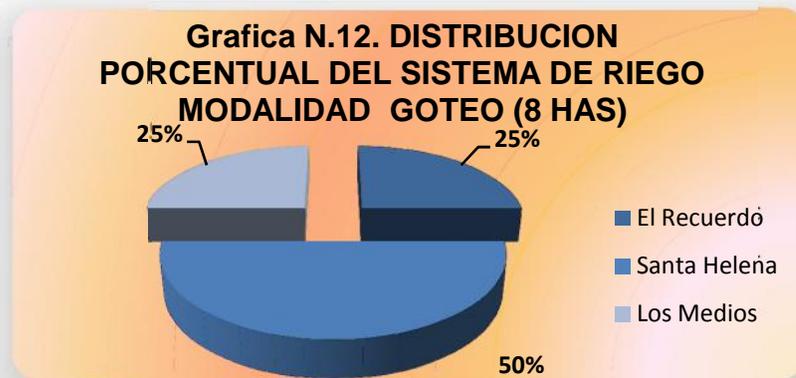
4. RESULTADOS

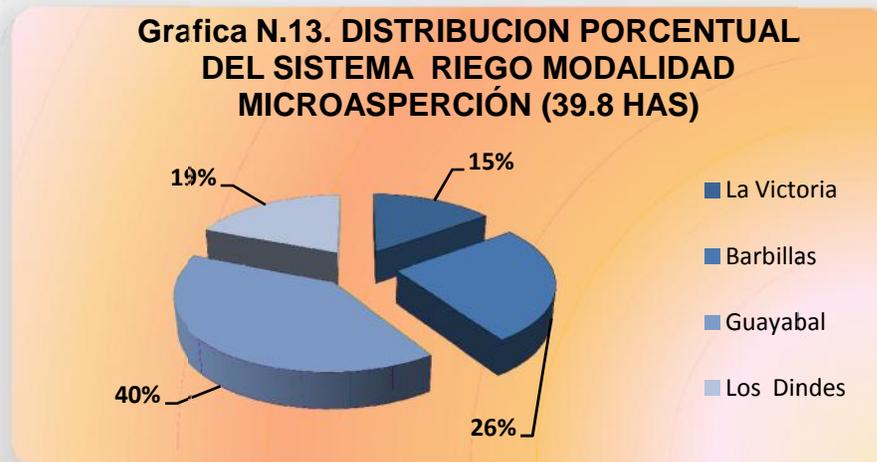
4.1 DISTRIBUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO IMPLEMENTADOS.

Para la escogencia de los sistemas de riego implementados en cada uno de los 7 predios, perteneciente al proyecto, se realizó, con base a los análisis de las condiciones propias de los lotes como su topografía, agua disponible, características de los suelos, climatología de la zona y necesidades de agua del cultivo. Además de la inclinación de los usuarios de La Cooperativa CACAOPLAT, después de haber participado en la conferencia, sobre “Los Sistemas de Riego localizado de alta frecuencia”, donde se exaltaban las características básicas, componentes, costos, ventajas y desventajas de las dos modalidades de riego, (Microaspersión y Goteo). Y se creó en ellos una visualización general del proyecto, satisfaciendo sus expectativas, para el entendimiento del por qué se elegía o se adecuaba mas a cada predio determinado sistema. Resultando la distribución final del proyecto en relación a los dos sistemas de riego como se describe en la tabla N.2 y en las graficas N.11 y N.12.

Tabla N.2. Distribución de la Modalidad de Riego a Implementar en Cada Uno de los Predio.

SISTEMAS DE RIEGO	MODALIDAD DE RIEGO	PREDIOS	Has
PRESIÓN	GOTEO	El Recuerdo	2.0
		Santa Helena	4.0
		Los Medios	2.0
	MICROASPERCIÓN	La Victoria	6.0
		Barbillas	10.2
	Guayabal	16.0	
	Los Dindes	7.6	
TOTAL			47.8 Has





4.2 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.

4.2.1 Caracterización de los análisis de suelos.

Tabla N.3. Propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo

PREDIO	profundidad (m)	PROPIEDADES FÍSICAS			
		TEXTURA	Da (gr/cm ³)	CC (%)	PMP (%)
El Recuerdo	1.5	FRANCO ARENO LIMOSO	1,20	23,2	9,0
Los Medios	1.5	FRANCO LIMOSO	1,15	32,1	11,2
Santa Helena	1.5	FRANCO ARENSO	1,21	29,1	10,7
La Victoria	1.5	ARENDO FRANCO	1,22	14,7	4,8
Los Dindes	1.5	ARCILLOSO	1,27	35	28
Barbillas	1.5	FRANCO LIMOSO	1,15	34,6	10,2
Guayabal	1.5	FRANCO LIMOSO	1.25	34,3	12,1

Fuente: Laboratorios Agrosoil (Bogotá).y www.elriego.com. (Ver Anexo F.)

Da= Densidad aparente.

CC= Capacidad de campo.

PMP= Punto de marchites permanente.

Haciendo el análisis de los resultados de las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo, resumidas en la tabla N.3, de cada uno de los predios se tiene que:

- El predio El Recuerdo, presenta un suelo fuertemente ácido, topografía plana, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades media, materia orgánica media, drenaje regular, contenido de elementos mayores, elementos secundarios y elementos menores dentro de los rangos de normal a bajos.
- El predio Los Medios, presenta un suelo extremadamente ácido, topografía en pendiente, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades bajas, materia orgánica baja, drenaje bueno, contenido de elementos mayores, elementos secundarios y elementos menores dentro de los rangos de bajos.
- El predio Santa Helena posee un suelo medianamente ácido, topografía ondulada, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades media, materia orgánica media, drenaje bueno, contenido de elementos mayores normales, elementos secundarios normales y elementos menores deficientes.
- El predio La Victoria, presenta un suelo fuertemente ácido, topografía ondulada, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades media, materia orgánica media, drenaje bueno, contenido de elementos mayores normales, elementos secundarios altos y elementos menores normales.
- El predio La Victoria, presenta un suelo ligeramente alcalino, topografía ondulada, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades media, materia orgánica media, drenaje bueno, contenido de elementos mayores en exceso, elementos secundarios normales y elementos menores bajos.
- El predio Barbillas, presenta un suelo medianamente ácido, topografía plana, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades media, materia orgánica media, drenaje regular, contenido de elementos mayores bajos, elementos secundarios normales y elementos menores normales.
- El predio Guayabal, presenta un suelo fuertemente ácido, topografía plana, con una capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua en cantidades media, materia orgánica media, drenaje regular, contenido de elementos mayores bajos, elementos secundarios altos y elementos menores de deficiente a normal.

4.2.2 Oferta Hídrica y caudal para el diseño.

Desde el punto de vista de la oferta hídrica se tiene, que el caudal para el diseño de los sistemas de riego se determinó, partiendo de la cantidad de agua propia de los afluentes y por ende de las concesiones de agua reglamentadas por la Corporación Regional del Alto Magdalena CAM, principal factor en la escogencia del caudal para el diseño. Representadas en la Tabla N.4 y grafica N13.

Tabla N.4. Oferta Hídrica Para el Proyecto y Caudal de Diseño de Riego.

PREDIOS	Has	AFLUENTE	CAUDAL AFLUENTE (lts/seg)	CAUDAL ECOLÓGICO (lts/seg)	CAPACIDAD DE ALMACEMAMIENT O DE AGUA	CAUDAL DE DISEÑO (lts/seg)
El Recuerdo	2.0	Nacedero y acueducto vereda San Miguel	0.7	0.17	Tanque en Concreto capacidad de 7,5 m ³	0.7
Santa Helena	4.0	Zanjón el Hueco	0.5	0.12	Tanques de plástico Capacidad de 7,0 m ³	1
Los Medios	2.0	Nacedero dentro de la finca Los Medios	1	0.25	Reservorio Capacidad de 6,0 m ³	1
La Victoria	6.0	Quebrada La Cañada	21.5	5.4	No necesita	2
Barbillas	10.2	Quebrada Barbillas	40.4	10	No necesita	3
Guayabal	16.0	Quebrada La Isla	70.6	17.65	No necesita	3
Los Dindes	7.6	Quebrada La Culebrera	30.7	7.6	No necesita	2.5
TOTAL	47.8					

En lo referente a los predios El Recuerdo, Los Medios y Santa Helena donde el caudal de diseño es mayor o igual al caudal del afluente, se optó por realizar un almacenamiento de agua en tanques y reservorios para satisfacer las necesidades de caudal para el sistema, manejando tiempo de llenado de los tanques en función del de los turnos de riego; sin afectar la supervivencia de la flora y la fauna en temporadas de sequia considerando el caudal ecológico de los afluentes⁹.

⁹ www.sogeocol.edu.co/documentos/06colo.pdf

4.2.3 Muestra de Cálculo Requerimientos Hídricos teórico o necesidades de agua para el cultivo de cacao, método “Seco” para riego localizado.

Los requerimientos hídricos fueron calculados teniendo en cuenta el mes crítico, Agosto (ver Anexo B), en el cual se presentan la tendencia a valores máximos de evaporación y mínimos de precipitación media mensual en el promedio mensual de los registros de 21 años.

4.2.3.1 Datos generales del Lote

Localización

Predio: Guayabal
Vereda: Carmelo
Municipio: La Plata Dpto.: Huila

Cultivo

Edad: inicial
Variedad: Cacao Clonado CCN 51 y ICC 60
Área: 16 Has
Profundidad Radicular (PR): 0,8m.
Profundidad Radicular Efectiva (PRE): 0,6 m.
Diámetro de Follaje (sombra) (ϕ_s): 0,8 m.
Distancia entre Platas (DP): 3 m.
Distancias entre Surcos (DS): 2.6 m.
Coeficiente del cultivo edad inicial (Kc): 0,6 adimensional. (Ver anexo N.)

Unidad de Riego

Sistema de Riego: Microaspersión
Boquilla: Beige
PSI: 20
D.H.: 5 m
Caudal de Descarga: 40 Lph.
Unidades de riego por cada 6 plantas: 1
Distancia Entre Emisores (DE): 4,5 m

Climatología

Evaporación (EVP)= 144,3 mm/mes para el mes Agosto, (serie de 21 años)

Suelo

SERIE DE SUELO	AREA (has)	C.C. (%)	P.M.P. (%)	D.A. (gr/cm ²)
1,5m.	16	34,3	12,1	1,25

Fuente: Laboratorios Agrosoil (Bogotá).

Da= Densidad aparente.

CC= Capacidad de campo.

PMP= Punto de marchites permanente.

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

$$EVT = (EVP * \text{mes crítico}) / (\text{días del mes crítico})$$

$$EVT = (144,3\text{mm/mes} * 1\text{mes}) / (31\text{días}) = 4,65 \text{ mm/día}$$

Uso consumo (UC)

$$UC = EVT * Kc$$

Kc: coeficiente del cultivo

$$UC = (4.65\text{mm/día} * 0,6) = 2,79\text{mm/día}$$

4.2.3.3 Calculo de la lamina neta (LN) o cantidad de agua a aplicar.

$$LN = ((CC - PMP)/100) * Da * Pre * Na$$

LN: Lámina Neta

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (gr/cm³)

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

Na: Nivel de agotamiento, hasta donde el cultivador quiere estresar su cultivo; se recomienda que no sea superior al 50%, o sea 0,5.¹⁰

$$LN = ((34,3 - 12,1)/100) * 1,25 * 600 * 0,50$$

$$LN = 83,25\text{mm/Ha} = \text{m}^3/\text{Ha}$$

¹⁰ http://www.elriego.com/informa_te/riego_agricola/fundamentos_riego/programacion_riegos/calendario_riego.htm

4.2.3.4 Calculo de la lámina bruta LB

$$LB = LN/Ea$$

LB: Lámina bruta

LN: Lámina neta

Ea: eficiencia de aplicación del sistema de riego = 97% según catalogo del fabricante (Ver Anexo C)

Reemplazando:

$$LB = 85,82 \text{ mm/Ha} = 858,2 \text{ m}^3/\text{Ha}$$

4.2.3.5 Frecuencia de riego (FR).

$$FR = LN/Uc$$

FR = frecuencia de riego, días.

Uc = uso consumo (2,79 mm/día), valor que corresponde a la máxima evaporación y transpiración del cultivo en un día, teniendo en cuenta el mes crítico o con mayor presencia de sol.

LN: Lámina Neta

Remplazando:

$$FR = 83,25 / 2,79 = 29,81 \text{ días}$$

4.2.3.6 Tiempo de riego por unidad de riego (TRur):

$$TRur = LBur/Qur$$

TRur: tiempo de riego en horas.

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

$$LBur = (Ah * LB) / (\text{m}^2 \text{ de 1 hectárea})$$

LB (m³): lámina bruta

Área de humedecimiento (Ah) $AH = \pi r^2$

Qur: Caudal de descarga de la unidad de riego (0,04 m³/hora)

Du: diámetro húmedo, 5m

$$LBur = (19,6\text{m}^2 * 858,2\text{m}^3) / (10000 \text{ m}^2) = 1,685\text{m}^3$$

$$TRur = (1,685\text{m}^3) / (0,04 \text{ m}^3/\text{hora}) = 42,13 \text{ Hrs}$$

4.2.3.7 Replanteo para cada tres días:

LBurr (m³): lámina bruta para el área de humedecimiento de la unidad de riego en el replanteo.

$$LBurr = (3 \text{ días} * 1.685 \text{ m}^3) / 29,81 \text{ días} = 0.1696 \text{ m}^3 = 169,6 \text{ lts}$$

$$TRur = LBurr / Qur$$

$$TRr = (169,6 \text{ lts} * (40 \text{ lph})) = 4,24 \text{ hr} = 4\text{Hrs y } 14\text{min}$$

Según los resultados del Cálculo de requerimientos hídricos, consignados en tabla N. 5, las necesidades hídricas para el cultivo de cacao en los predios del proyecto teniendo en cuenta, el mes más crítico (Agosto), con replanteo a cada tres días debido a que los sistemas de riego implementados son de alta frecuencia. Para los lotes con el sistema de riego por goteo, (El recuerdo, Los Medios y Santa Helena), el tiempo de riego a aplicar, para cumplir las necesidades de agua en las edades inicial, media y adulta es de 2Hrs-10min, 2Hr-33min y 2Hr-55min, respectivamente. Y para los predios instalados con el sistema de riego por microaspersión, (La Victoria, Los Dindes, Barbillas y Guayabal), el tiempo de riego en las edades, inicial, media y adulta, es de 4Hrs-10min, 4Hrs-57min y 5Hrs-39min respectivamente, con una frecuencia de riego de cada tres días.

Tabla N.5. Resumen requerimientos hídricos para las diferentes edades en el cultivo de Cacao en cada proyecto con replanteo a 3 días.

predio	Edad	CC (%)	Kc	PMP (%)	Da (gr/cm3)	Pre (mm)	Na (%)	Ea (%)	Dh (m)	Qur (m3/Hr)	Qd LPS)	LN		LB		FR (días)	Lbur (m3)	Tr (Hr)	FRr (días)	Lburr (m3)	Trr (Hr)
												mm	m3/Ha	mm	m3/Ha						
El Recuerdo	Inicial	23	0,6	9	1,2	600	50	0,98	1,14	0,004	0,7	50,40	504,0	51,43	514,29	18,05	0,0525	13,12	3	0,0087	2,18
	Media	23	0,7	9	1,2	900	50	0,98	1,14	0,004	0,7	75,60	756,0	77,14	771,43	23,20	0,0787	19,69	3	0,0102	2,55
	Adulta	23	0,8	9	1,2	1125	50	0,98	1,14	0,004	0,7	94,50	945,0	96,43	964,29	25,38	0,0984	24,61	3	0,0116	2,91
Santa Helena	Inicial	29,1	0,6	10,7	1,21	600	50	0,98	1,14	0,004	1	66,79	667,9	68,16	681,55	23,91	0,0696	17,39	3	0,0087	2,18
	Media	29,1	0,7	10,7	1,21	900	50	0,98	1,14	0,004	1	100,19	1001,9	102,23	1022,33	30,75	0,1043	26,09	3	0,0102	2,55
	Adulta	29,1	0,8	10,7	1,21	1125	50	0,98	1,14	0,004	1	125,24	1252,4	127,79	1277,91	33,63	0,1304	32,61	3	0,0116	2,91
Los Medios	Inicial	32,1	0,6	11,2	1,15	600	50	0,98	1,14	0,004	1	72,11	721,1	73,58	735,77	25,82	0,0751	18,77	3	0,0087	2,18
	Media	32,1	0,7	11,2	1,15	900	50	0,98	1,14	0,004	1	108,16	1081,6	110,36	1103,65	33,19	0,1126	28,16	3	0,0102	2,55
	Adulta	32,1	0,8	11,2	1,15	1125	50	0,98	1,14	0,004	1	135,20	1352,0	137,96	1379,56	36,31	0,1408	35,20	3	0,0116	2,91
La Victoria	Inicial	14,7	0,6	4,8	1,22	600	50	0,97	5	0,04	2	36,23	362,3	37,35	373,55	12,97	0,7335	18,34	3	0,1696	4,24
	Media	14,7	0,7	4,8	1,22	900	50	0,97	5	0,04	2	54,35	543,5	56,03	560,32	16,68	1,1002	27,50	3	0,1979	4,95
	Adulta	14,7	0,8	4,8	1,22	1125	50	0,97	5	0,04	2	67,94	679,4	70,04	700,40	18,24	1,3752	34,38	3	0,2261	5,65
Barbillas	Inicial	34,6	0,6	10,2	1,15	600	50	0,97	5	0,04	3	84,18	841,8	86,78	867,84	30,14	1,7040	42,60	3	0,1696	4,24
	Media	34,6	0,7	10,2	1,15	900	50	0,97	5	0,04	3	126,27	1262,7	130,18	1301,75	38,75	2,5560	63,90	3	0,1979	4,95
	Adulta	34,6	0,8	10,2	1,15	1125	50	0,97	5	0,04	3	157,84	1578,4	162,72	1627,19	42,39	3,1950	79,87	3	0,2261	5,65
Guayabal	Inicial	34,3	0,6	12,1	1,25	600	50	0,97	5	0,04	3	83,25	832,5	85,82	858,25	29,81	1,6852	42,13	3	0,1696	4,24
	Media	34,6	0,7	12,1	1,25	900	50	0,97	5	0,04	3	126,56	1265,6	130,48	1304,77	38,84	2,5619	64,05	3	0,1979	4,95
	Adulta	34,6	0,8	12,1	1,25	1125	50	0,97	5	0,04	3	158,20	1582,0	163,10	1630,96	42,48	3,2024	80,06	3	0,2261	5,65
Los Dindes	Inicial	38,2	0,6	33	1,27	600	50	0,97	5	0,04	2,5	19,81	198,1	20,42	204,25	7,09	0,4010	10,03	3	0,1696	4,24
	Media	38,2	0,7	33	1,27	900	50	0,97	5	0,04	2,5	29,72	297,2	30,64	306,37	9,12	0,6016	15,04	3	0,1979	4,95
	Adulta	38,2	0,8	33	1,27	1125	50	0,97	5	0,04	2,5	37,15	371,5	38,30	382,96	9,98	0,7519	18,80	3	0,2261	5,65
Evaporación mes crítico Agosto= 144,3mm/mes				Evapotranspiración 4,65 mm/día			Uso consumo edad inicial 2,79 mm/día					Uso consumo edad media 3,72 mm/día				Uso consumo edad adulta 2,79 mm/día					

CC= Capacidad de campo. **PMP**= punto de marchitez permanente. **Da**= densidad aparente. **Kc**= Coeficiente del cultivo. **Pre**= profundidad efectiva. **Na**= Nivel Agotamiento. **Ea**= eficiencia de aplicación. **Dh**= Diámetro húmedo. **Qur**= Caudal unidad de riego. **Qd**= Caudal disponible. **LN**= Lámina Neta. **LB**= Lámina bruta. **FR**= Frecuencia de riego. **Lbur**= Lámina Bruta del área de humedecimiento. **Tr**= Tiempo de riego. **FRr**= Frecuencia de riego replanteada. **Lburr**= Lámina Bruta del área de humedecimiento replanteada. **Trr**= Tiempo de riego replanteado.

4.2.4 Unidad de Riego para los sistemas de riego

Con base a las necesidades de agua para el cultivo de cacao, forma de siembra y factores económicos en la disponibilidad de presupuesto; se eligió para los sistemas de riego por microaspersión, la unidad de riego o Microaspersor PAVCO, de la “Línea de Soluciones Agrícolas en sistemas de Riego Localizado. (Ver Anexo C.) Implementados en los predios Guayabal, Barbillas, Los Dindes y La victoria; la unidad de riego que se eligió para los sistemas de riego por goteo fue el gotero PAVCO, de la “Línea de Soluciones Agrícolas en sistemas de Riego Localizado.”(Ver Anexo D.)

4.2.4.1 Características de la unidad de riego

- Microaspersor ref. 25925 Antinsecto, auto-compensado, con una presión de trabajo de 20 PSI, un caudal de descarga de 40 Lts/hr y un diámetro húmedo de 5 metros. La ubicación del microaspersor tiene lugar en el centro del triangulo formado por el tipo de siembra (tres bolillos). La distancia entre microaspersores es de 4.5 metros en la línea del lateral y entre surcos, (de lateral a lateral), 5.2 metros. Ver fig. N. 14 y 15. Un microaspersor beneficia, desde la edad inicial hasta la edad media del cultivo a 6 plantas, 3 plantas de cacao y 3 de plátano, (el plátano cumple la función de sombrío transitorio para el cultivo por un periodo de dos años y medio). Cuando se erradique la planta de plátano el microaspersor beneficiara 3 árboles de cacao solamente.

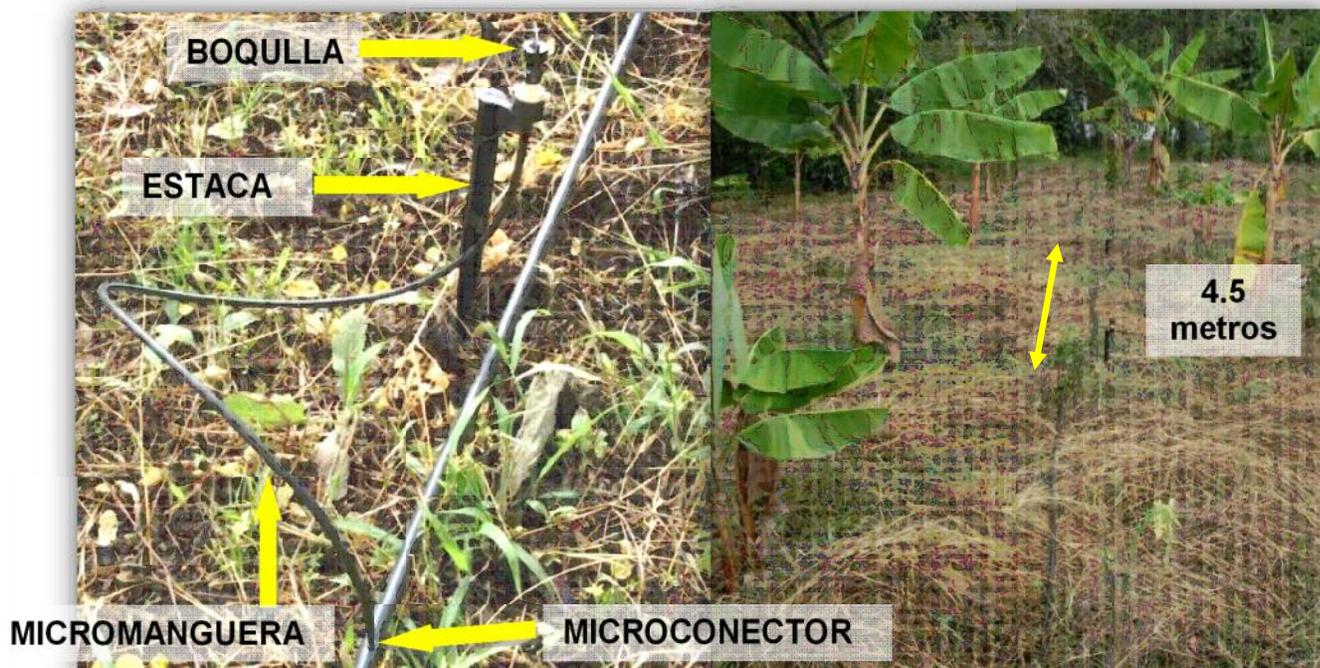
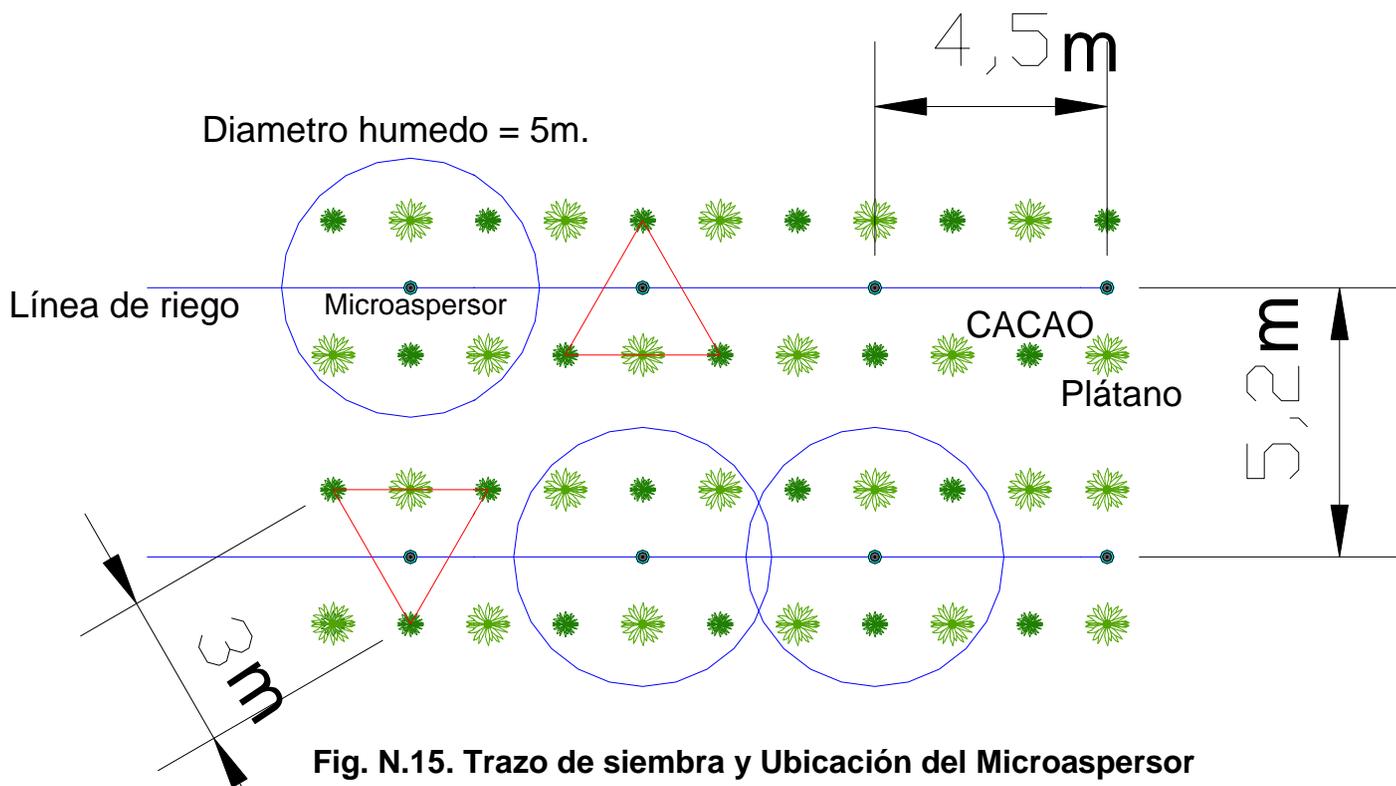


Fig. N.14. Componentes del Microaspersor



- En cuanto a los sistemas de riego por goteo se eligió: El Gotero ref. PCT – 04, flujo turbulento, auto-compensado, con una presión de trabajo de 20 PSI y un caudal de descarga de 4 Lts/hr. Un gotero beneficia una planta y se crea una franja húmeda, aproximadamente de 1 metro de ancha a lo largo del surco. La ubicación de los goteros tiene lugar en la base de cada planta siguiendo los surcos del cultivo cada 1.5 metros y entre surcos o líneas de riego de 2.6 metros. Ver fig. N.16 y 17.



Fig. N.16. componentes y Ubicación del Gotero

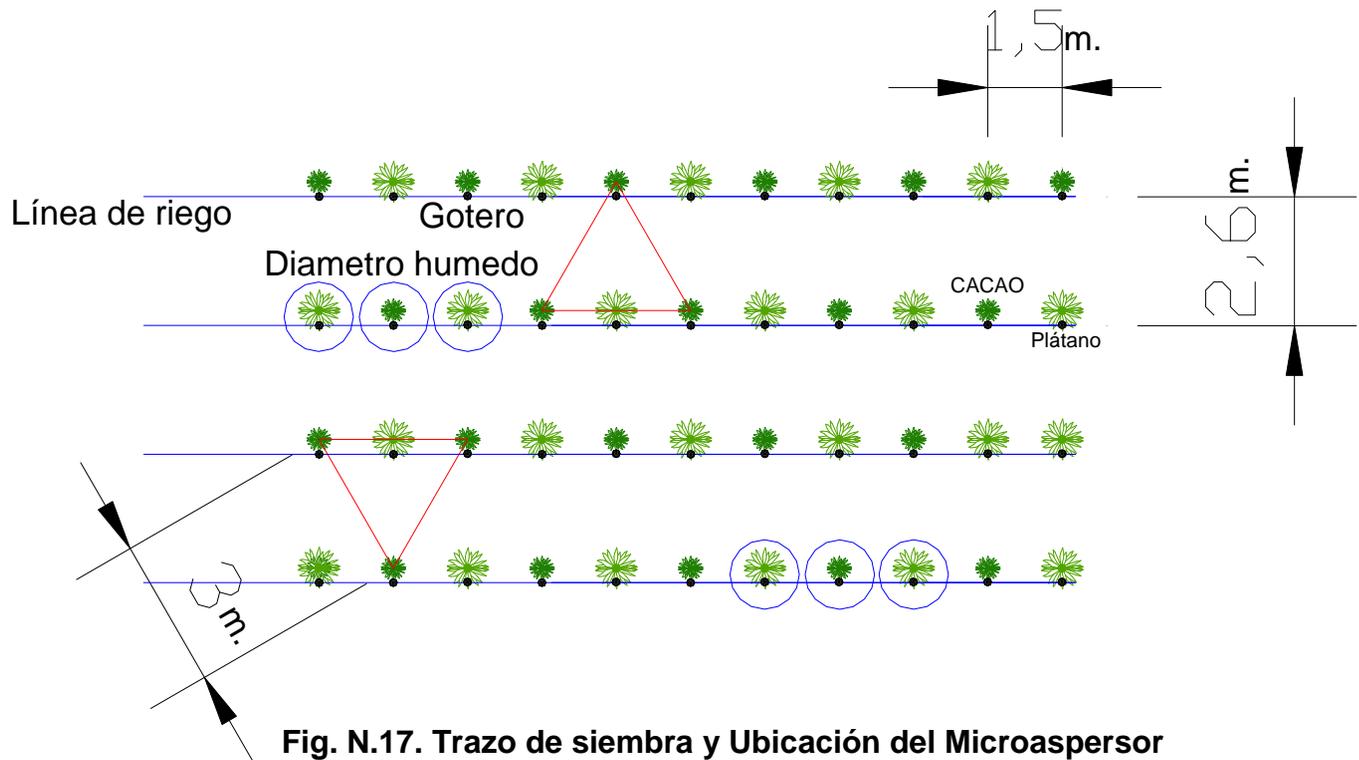


Fig. N.17. Trazo de siembra y Ubicación del Microaspersor

4.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICOS

Para el proyecto se realizaron levantamientos Topográficos de planimetría y altimetría; de los cuales se obtuvo el área precisa y características de los predios, necesaria para el diseño de los lotes a beneficiar. (Ver Anexo P.)

4.4 TRAZADO PARA EL CULTIVO Y SISTEMA DE RIEGO

Partiendo de que todos los predios ya se tenían los trazos de siembra y en algunos ya estaba sembrado, el trazado del sistema de riego tuvo que adecuarse a la distribución que se tenía en los predios. El eje del trazado para siembra es definido por la orientación del sol, de oriente a occidente, sin tener en cuenta la forma o los cambios en la topografía de los predios ni las curvas de nivel.

Desde el punto de la distribución del sistema de riego, el cual sigue la tendencia la forma de siembra, hay que tener en cuenta que en la modalidad de riego por microaspersión, donde la unidad de riego beneficia a 6 plantas, el sistema está distribuido en forma rectangular, (4.5m entre microaspersores y 5.2 entre líneas de riego); mientras que en la modalidad por goteo las líneas de riego siguen el sentido de los surcos de siembra, (1.5m entre goteros y 2.6m entre líneas de riego), las distancias de formas de siembra y riego de los predios de los proyectos se describen a continuación en la Tabla N.6.

TABLA N.6. Distancias, Formas de siembra y de riego en los lotes del proyecto.

Proyecto	Huerto	Forma de Siembra	Distancia de Siembra (m)	Distancia entre Unidades Riego (m)	Distancia entre Líneas de Riego (m)	Unidades de riego aprox. Por lote	Área Has	Árboles por Has	Total Árboles
El Recuerdo	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	1.5	2.6	5128	2	1250	2564 cacao 2564 plátano
Los Medios	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	1.5	2.6	5128	2	1250	2564 cacao 2564 plátano
Santa Helena	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	1.5	2.6	10252	4	1250	5128 cacao 5128 plátano
La Victoria	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	4.5	5.2	2564	6	1250	7692 cacao 7692 plátano
Los Dindes	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	5.2	4.5	3247	7.6	1250	9743 cacao 9743 plátano
Barbillas	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	4.5	5.2	4358	10	1250	13076 cacao 13076 plátano
Guayabal	Cacao	Tres bolillos	3 x 3	4.5	5.2	6837	16	1250	20512 cacao 20512 plátano

4.5. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

A continuación se presenta la muestra de cálculos hidráulicos para el sector N.3 del predio Guayabal, (microaspersión) y el sector N.1 del predio Santa Helena, (goteo), los cálculos para los demás predios se presentan en el Anexo E.

4.5.1 Cálculos Hidráulicos Predio Guayabal 16 has Sector 3 (S.3).

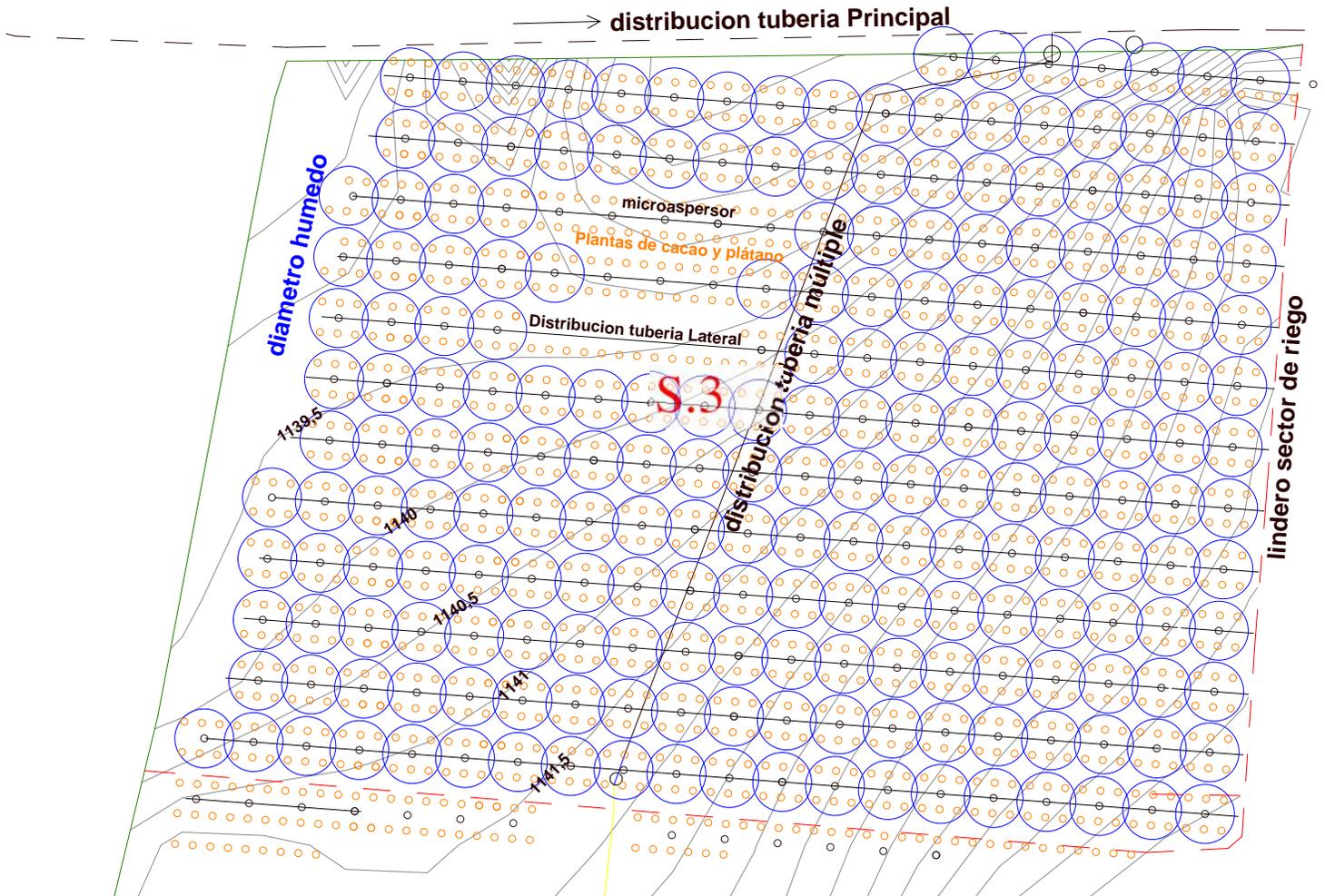


Fig. N.18. Distribución del Sistema de Riego por Microaspersión, Sector de riego N.3 predio Guayabal

4.5.1.1 Cálculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: Guayabal		SECTOR RIEGO (S.R) No. S.3	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. La Isla
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	47.62
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	47.62
Caudal (LPH) = Q _{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /6 árboles (LPH) max	40
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	4.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J = (F)(L)(j)	
N _A = Número de árboles a beneficiar	60
N _{UR} = Número de unidades de riego por lateral ≈ No. De salidas	10
θ = Diámetro y RDE tubería:	16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.402
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO})	6.6666 LPM
N _S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4.5
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L _R = Longitud real (m) = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F)	43.5
L _e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e)	43,7
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.0579
J = (F)(L)(j) (m)	1.017 m
CHEQUEO: J ≤ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) en 1.545 m. Si el resultado es NO, re calcular	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN:	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P _{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P _{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P _{UR} = Presión unidad riego (m)	14.05	P _{EL} = Presión entrada lateral (m)	17.57
J = Pérdidas totales (m)	1.017	J = Pérdidas totales (m)	1.017
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2
P _{EL} = P _{UR} + J ± ΔH (m)	17.57 m 25 PSI	P _{SL} = P _{EL} - J ± ΔH (m)	14.53 m 20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T _{GL})
T _L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T _{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _L)
T_L = 43.7m	T_{GL} = 87.4m

4.5.1.2 Cálculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: Guayabal		SECTOR RIEGO (S.R) No. S.24	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. La isla
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	47.62
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	47.62
Caudal (LPH) = Q _{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /árbol (LPH) max	13.33
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	4.5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		%	%
N _{U.R} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{S.R} ÷ Q _{UR} = (LPH)		100	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		13	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		F₁ = 0.391	F₂ =
N _S = Número de espacios entre surcos (m)		12	
T _I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1	
T _F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		5.2	
L _R = Longitud real = (N _S)(E _M) + (T _F)+(T _I de conexión) = (m)		64.9	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para siletas de 12 mm y 0.5 m para siletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e		65.4	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 ½" mixta	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		47.62	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.047	
J = m		1.20	
CHEQUEO: J ≤ J _{Permisible} (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(1.20) ≤ (1.26)	SI
		() ≤ ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J)} + \text{presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H$ $P_{REM} = (\mathbf{1.20}) + (\mathbf{17.57}) \pm (\mathbf{-2}) = \mathbf{20.77} \text{ m } \mathbf{29} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T _{GM})
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _M)
T _M = <u>65.4</u> (m) <u>100</u> %	T _{GM} = m

4.5.1.4 Cálculo de la Tubería Principal “Método Caudales Parciales”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)								
HUERTO:	Guayabal	VEREDA:	Carmelo	MUNICIPIO:	La Plata			
ITEMS	VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. (Anexo G.)		1					
	Q: Σ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)		47.62					
	L _R : Longitud real (m)		89					
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)		15.9					
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e		104.9					
	θ y RDE tubería		3” MIXTA					
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo J.)		0.010					
	J = (F)(L)(j)		1.49					
ΣJ (m)								

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1						TRAMO-2	UNION ALUMINIO	1	3”	47.62	1.2
							TEE AL. ACTIVA	1	3”	47.62	4.3
							TEE AL. PASIVA	8	3”	47.62	10.4
	Sumatoria L _e		5.71			Sumatoria L _e		15.9			
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e					Sumatoria L _e					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)						
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería	Manguera polietileno 2”	Manguera Polietileno 3”				
RDE tubo	Mixta	Mixta				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00390	0.00400				
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.06390	0.09290				
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.06033	0.08890				
R = Radio interno (m)	0.03160	0.04445				
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.002857	0.006207				
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.003000	0.003000				
$V = \frac{Q}{A}$	1.05	0.48				
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	1.06	1.2				
CHEQUEO: V ≤ V _P	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})	
P _{REP} = J tubería principal + P _{REA} (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ± ΔH terreno	
P _{REP} = (1.49) + (20.02) ± (3) = 18.51 m	

4.5.1.5 “Cálculo de Pérdidas Unidad de Filtrado”

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO:	Guayabal	VEREDA:	El Carmelo
		MUNICIPIO:	La Plata
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada la Isla	θ entrada y salida filtros:	3” - 3”
Caudal diseño (GPM):	47.62	Tubería principal y secundaria:	3”
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	3”
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	100	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	100	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Gráficas No. 2, 3)	f-650	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	47,62			
	L _R : Longitud real (m)	4			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	53.9			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	57.9			
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3” RDE 26			
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo I.)	0.0039			
	J ₁ = (L)(j)	0.22			
	Σ J ₁ (m)			0.6	

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	3”	31.7	8.6	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	3”	31.7	1.3						
	Codo 90° PVC	1	3”	31.7	2						
	Válvula Bola	2	3”	31.7	42						
	Sumatoria L _e			53.9			Sumatoria L _e				
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e					Sumatoria L _e					

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	Manguera Polietileno 3”			
RDE tubo	Mixta			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00400			
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.09290			
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08890			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.04445			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.006207			
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.003000			
$V = \frac{Q}{A}$	0.48			
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante	1.2			
CHEQUEO: V ≤ V _p	(SI) X	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

Continuación “Cálculo de Pérdidas Unidad de Filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	47.62	3	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
$J_2 = \sum J_2$		3	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.32) + (2) = (2.32) m$	

4.5.1.6 “Necesidad de Presión en el Sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	47.2 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1150 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	El Carmelo
Fuente abastecimiento	Q. La Isla	Clase sedimentos (θ)	mm	Predio	Guayabal

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{ff} + H_{UR}$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	-----
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	-----
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	1.49
H_{fa} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0.25
H_{fm} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.20
H_{fl} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.01
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	-----
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	2.32
H_{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	14.05
SUMATORIA C.D.T.	20.62

4.5.2 Cálculos Hidráulicos Predio Santa Helena 4 has Sector N.1 (S.1).

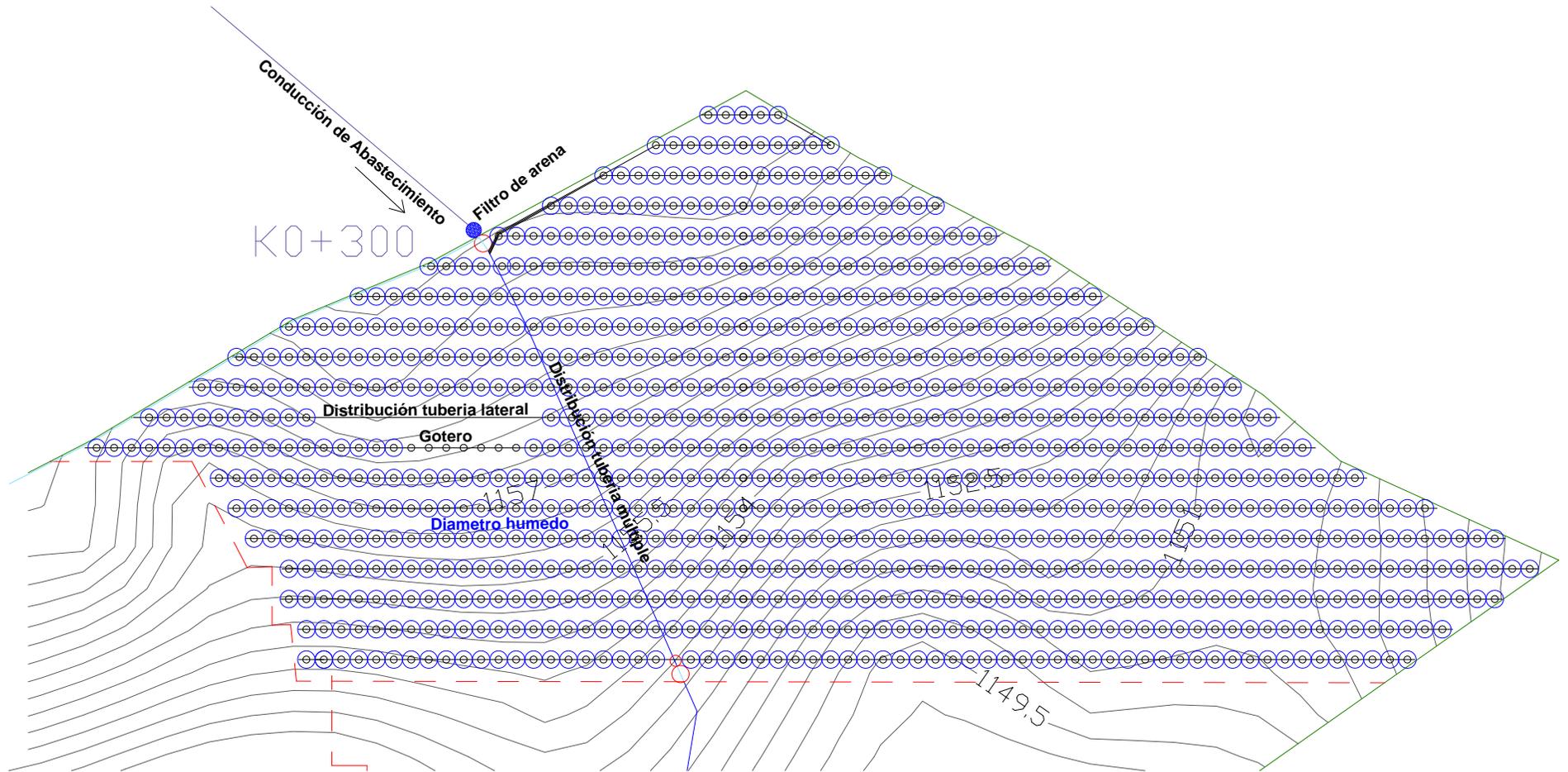


Fig. N.19. distribución del Sistema de Riego por Goteo, Sector de riego N.1 predio Santa Helena.

4.5.2.2 Cálculo de un Lateral en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo.

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Goteo		HUERTO: Santa Helena		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Cacao	Fuente	Zanjón
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra(m)	1.5	Caudal disponible (GPM)	15.87
Forma de instalación	En Línea	Forma siembra	Triangulo	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	15.87
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4	Árboles/ha Aprox.	2500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	8
Forma de trabajo y flujo	Auto Compensado	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	1.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	60
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral	60
θ = Diámetro y RDE tubería	Manguera 16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.359
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$)	4 LPM
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1.5
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	44
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	1.5
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F) =	91
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e)	91.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.028
J = (F)(L)(j) (m)	0.92m
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	(SI)
1.54 m . Si el resultado es NO, re calcular	(NO)
OBSERVACIÓN	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	14.05	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	16.97
J = Pérdidas totales (m)	0.92	J = Pérdidas totales (m)	0.92
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	16.97 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	14.05m
	24PSI		20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)]$; longitud de influencia $\approx (\frac{1}{2})(E_L)$
$T_L = (59) (1.5) + (1.5) + (1) = (91) m$	$T_{GL} = (182) m$

4.5.2.2 Cálculo de un Múltiple en el Sistema de Riego Localizado Modalidad Goteo.

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Goteo		HUERTO: Santa Helena		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Cacao	Fuente	Zanjón
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra(m)	1.5	Caudal disponible (GPM)	15.87
Forma de instalación	En Línea	Forma siembra	Triangulo	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	15.87
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4	Árboles/ha Aprox.	2500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	4
Forma de trabajo y flujo	Auto Compensado	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	1.5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		100%	%
$N_{U,R}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{S,R} \div Q_{UR}$ (LPH)		900	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) \div (Total U.R del gran lateral)		8	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		F₁=0.415	F₂ =
N_S = Número de espacios entre surcos (m)		7	
T_I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1.5	
T_F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E_M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		5.2	
L_R = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m)$		34.9	
L_e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silleas de 12 mm y 0.5 m para silleas de 16 mm		0.5	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 1/2"	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		15.87	
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e$		35.4	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.009	
J = (F)(L)(j) m		0.13	
CHEQUEO:		(0.13) \leq (1.35)	SI X
$J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		() \leq ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P_{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (\quad +3 \quad)$
$P_{REM} = (\quad 0.13 \quad) + (\quad 16.97 \quad) \pm (\quad +3 \quad) = \underline{14.1} \text{ m } \underline{20} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CALCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
$T_M = \text{Longitud real (L}_R)$	$T_{GM} = (\text{No. Espacios entre surcos}) (\text{Distancia entre surcos}) + (\text{Longitud de influencia}) (2) ; \text{ longitud de influencia } \approx (1/2) (E_M)$
$T_M = \underline{34.9} \text{ (m) } \underline{100} \text{ \%}$	$T_{GM} = (\quad) (\quad) + (\quad) (2) = (\quad) \text{ m}$

4.5.2.4 Cálculo de la Tubería Principal “Método Múltiples Salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Goteo	HUERTO: Santa Helena	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
J = (F)(L)(j)		
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación)		1
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (m)		3
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo G.)		0.009
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar		
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)		5,5
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo K.)		2,2
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		1 ½”
J = (F)(L)(j) = m		0.045

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE PVC ACTIVA	1	1 ½”	15.35	2.2
Sumatoria L _e (m)				2,2

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno Mixta 1 ½”
RDE tubo	Mixta 50% original y 50% reciclado
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0039
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0524
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0482
R = Radio interno (m)	0.0241
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001000
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{0.001000}{0.001824} \right)$	0.6
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante 1.86	
CHEQUEO: $V \leq V_P ; (1.09) \leq (1.86)$	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA} \text{ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica)} (P_{REA}) \pm \Delta H \text{ terreno}$ $P_{REP} = (0.045) + (16.37) \pm (1) = \underline{24} \text{ m } \underline{3} \text{ Psi}$

4.5.2.5 Cálculo de Pérdidas Unidad de Filtrado

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO: Santa Helena	VEREDA: Panorama	MUNICIPIO: La Plata	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada la cañada	Ø entrada y salida filtros:	1 ½" - 1 ½"
Caudal diseño (GPM):	15.35	Tubería principal y secundaria:	1 ½"
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	1 ½"
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	75	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	75	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Gráficas No. 2, 3)	f-635	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	15.35			
	L _R : Longitud real (m)	3			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	29			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	31			
	Ø y RDE tubería (asumirlo)	2" RDE 26			
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.009			
	J ₁ = (L)(j)	0.28			
Σ J ₁ (m)		0.28			

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACC.	CANT	Ø	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	1 ½"	15.35	4.6	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	1 ½"	15.35	0.7						
	Codo 90° PVC	1	1 ½"	15.35	1.1						
	Válvula Bola	2	1 ½"	15.35	22.6						
	Sumatoria L _e	29						Sumatoria L _e			

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 1 ½"			
RDE tubo	RDE 26			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0030			
Ø _e = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0515			
Ø _i = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0482			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.0241			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824			
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001000			
$V = \frac{Q}{A} = (0.002000) / (0.001824)$	0.6			
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante	0.87			
CHEQUEO: V ≤ V _p 0.6 ≤ 0.87	(SI) X (NO)	(SI) (NO)	(SI) (NO)	(SI) (NO)

Continuación “Cálculo de Pérdidas Unidad de Filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	15.35	1.45	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
$J_2 = \sum J_2$		1.45	“Adaptado filtros Mondragón - España”

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.28) + (1.45) = (1.73) \text{ m}$	

4.5.2.6 Riego a Presión: “Necesidad de Presión en el Sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	15.35 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1150 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	Panorama
Fuente abastecimiento	El Zanjón	Clase sedimentos (θ)	mm	Predio	Santa Helena

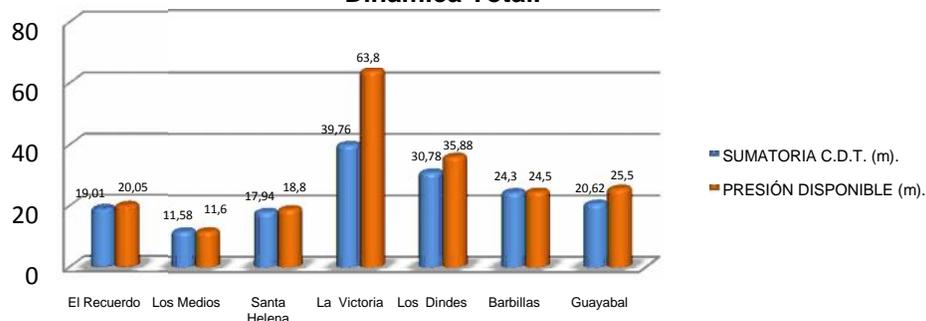
2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0.00
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	0.00
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	0.045
H_{fa} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0.77
H_{fm} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.13
H_{fl} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	0.92
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{fF} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	1.73
H_{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	14.05
SUMATORIA C.D.T.	17.94

Tabla N. 7 Resumen Cálculos hidráulicos en pérdidas por fricción en el lateral, múltiple, alimentación, principal, y unidad de filtrado, para los sistemas de riego por microaspersión y goteo representado en la Cabeza Dinámica Total (CDT).

PARAMETROS	El Recuerdo	Los Medios	Santa Helena	La Victoria	Los Dindes	Barbillas	Guayabal
Altura de descarga (m).	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Pérdidas por fricción tubería principal (m).	0.80	0,10	0.045	18.75	8.92	1.10	7.50
Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación (m).	0.98	-----	0.77	2.42	2.08	3,40	8.66
Pérdidas por fricción en la tubería múltiple (m).	0.13	0.13	0.13	0.63	0.78	1.20	1.20
Pérdidas por fricción en la tubería lateral (m).	0.92	0.92	0.92	1.01	1.01	1.01	1.01
Pérdidas por fricción unidad filtrado (m).	1.83	1.73	1.73	2.6	3.6	3.32	2.32
Presión de trabajo unidad de riego (m).	14,5	8,4	14.05	14.05	14.05	14.05	14.05
SUMATORIA C.D.T. (m).	19.01	11.58	17.94	39.76	30.78	24,3	20.62
PRESIÓN DISPONIBLE (m).	20,05	11.60	18.80	63.8	35.88	24,50	25.50
	(Ver Anexo M.)						(Ver tabla N.8)

Los resultados resumidos en la tabla N.7, representan los cálculos hidráulicos que determinan la cabeza dinámica total (C.D.T.), o necesidad de presión para el funcionamiento del sector de riego crítico; comparados con el resultado del cálculo de la conducción de abastecimiento (Ver tabla N.8 y Anexo M), observándose que la presión disponible es mayor que la C.D.T., lo cual garantiza un buen comportamiento del sistema, ver fig. N.20.

Fig. N. 20. Comparación entre Presión Disponible y La Cabeza Dinamica Total.



4.6 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

Tabla N.8. Cálculos hidráulicos en la conducción de abastecimiento hasta el filtro de arena Lote guayabal

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	Accesorio	LE acces.	L total (m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		Diámetro interno (M)	Área (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final								Tipo	Clase					Unitarias	Total	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
	BOCATOMA	1	2	233,5	1188,0	1175,9	12,09	233,8	2 UNIONES AL	0,6	234,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0049	1,14	0,0	10,9	0,0	15,6	0,0
	2	3	127,3	1175,9	1169,4	6,52	127,4	UNION AL	0,3	127,7	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0049	0,62	10,9	16,8	15,6	24,0	12,1	18,6
	3	4	7,6	1169,4	1169,5	0,15	7,6			7,6	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,03	16,8	16,7	24,0	23,7	18,6	18,5
	4	5	33,4	1169,5	1168,9	0,67	33,4	UNION AL	0,3	33,7	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,15	16,7	17,2	23,7	24,4	18,5	19,1
	5	6	28,4	1168,9	1168,7	0,16	28,4			28,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,12	17,2	17,2	24,4	24,5	19,1	19,3
	6	7	21,1	1168,7	1168,5	0,26	21,1	UNION AL	0,3	21,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,09	17,2	17,4	24,5	24,7	19,3	19,5
	7	8	28,1	1168,5	1168,4	0,04	28,1			28,1	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,12	17,4	17,3	24,7	24,6	19,5	19,6
	8	9	39,2	1168,4	1168,4	0,05	39,2	UNION AL	0,3	39,5	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,17	17,3	17,2	24,6	24,4	19,6	19,6
	9	10	7,3	1168,4	1168,3	0,10	7,3			7,3	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,03	17,2	17,2	24,4	24,5	19,6	19,7
	10	11	34,1	1168,3	1168,1	0,15	34,1	UNION AL	0,3	34,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,15	17,2	17,2	24,5	24,5	19,7	19,9
	11	12	15,3	1168,1	1168,0	0,13	15,3			15,3	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,07	17,2	17,3	24,5	24,6	19,9	20,0
	12	13	14,0	1168,0	1168,0	0,03	14,0	UNION AL	0,3	14,3	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,06	17,3	17,2	24,6	24,5	20,0	20,0
	13	14	53,7	1168,0	1167,9	0,13	53,7	UNION AL	0,3	54,0	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,23	17,2	17,1	24,5	24,3	20,0	20,1
	14	15	9,6	1167,9	1167,9	0,03	9,6			9,6	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,04	17,1	17,1	24,3	24,3	20,1	20,1
	15	16	63,5	1167,9	1166,9	0,97	63,5	2 UNIONES AL	0,6	64,1	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,28	17,1	17,8	24,3	25,3	20,1	21,1
	16	17	38,4	1166,9	1165,9	1,00	38,4	UNION AL	0,3	38,7	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,17	17,8	18,6	25,3	26,5	21,1	22,1
	17	18	11,0	1165,9	1165,7	0,23	11,0			11,0	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0049	0,05	18,6	18,8	26,5	26,7	22,1	22,3
	18	19	54,2	1165,7	1165,3	0,34	54,2	2 UNIONES AL	0,6	54,8	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,24	18,8	18,9	26,7	26,9	22,3	22,7
	19	20	11,5	1165,3	1164,0	1,33	11,6			11,6	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,05	18,9	20,2	26,9	28,7	22,7	24,0
	20	21	39,2	1164,0	1162,5	1,47	39,2	UNION AL	0,3	39,5	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,17	20,2	21,5	28,7	30,6	24,0	25,5
	21	22	33,2	1162,5	1162,3	0,21	33,2			33,2	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,14	21,5	21,6	30,6	30,7	25,5	25,7
	22	23	43,5	1162,3	1161,0	1,32	43,6	2 UNIONES AL	0,6	44,2	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,19	21,6	22,7	30,7	32,3	25,7	27,0
	23	24	15,3	1161,0	1160,5	0,45	15,3			15,3	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,07	22,7	23,1	32,3	32,8	27,0	27,5
FILTRO DE ARENA	24	25	22,0	1160,5	1158,0	2,55	22,1	UNION AL	0,3	22,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,08142	0,005207	3	0,576	0,0043	0,10	23,1	25,5	32,80	36,3	27,45	30,0

De los resultados obtenidos en los cálculos hidráulicos de la conducción de abastecimiento a cada lote; tabla N 8., se tiene que para el lote Guayabal, la presión estática es de 30 mca, (43 PSI) y la presión disponible o piezométrica, teniendo en cuenta las pérdidas por fricción en la manguera de polietileno de construcción mixta y accesorios de 3", en el recorrido de la conducción de abastecimiento de 1000 m, el valor es de 25,5 mca, (36,3 PSI), valor que supe la presión requerida para el funcionamiento del sistema de riego en el sector crítico por microaspersión, como se aprecia en el perfil de la conducción de abastecimiento graficado en el plano del predio Guayabal. (Ver Anexo P., plano 1-7).

Los cálculos hidráulicos de la conducción de los demás predios están consignados en el (Anexo M.), a continuación se muestran un resumen de los valores de las presiones estáticas, disponibles (piezométrica) y distancias de las conducciones de abastecimiento.

Tabla N.9. Resumen de Cálculos Hidráulicos en la Conducción de Abastecimiento en Cada Lote

LOTE	DISTANCIA TOTAL (m)	Tubería Clase-RDE	Diámetro de la tubería	PRESION ESTATICA		PRESION DISPONIBLE	
				mca	PSI	mca	PSI
El Recuerdo	160	Manguera mixta	1 ½"	14	20	11,6	17
Los Medios	30	Manguera mixta	1 ½"	12	17	11,3	16
Santa Helena	300	Manguera mixta	1 ½"	24,2	35	18,8	27
La Victoria	722	Manguera mixta	2"	75,4	107	63,8	90
Los Dindes	1592	Tubería PVC RDE41 y RDE26	2"	72.78	103	35.88	51
Barbillas	660	Manguera mixta	3"	27	38	25,5	40

4.7 REPLANTEO

Según los resultados de los cálculos hidráulicos, levantamientos topográficos y trazo de los lotes, se diseñaron los sistemas de riego implementados en cada uno de los predios del proyecto. Donde se trazaron las líneas de las tuberías de abastecimiento al lote, principal, alimentación, múltiple y lateral, además de la ubicación espacial de los lotes, sectores de riego, filtros y demás obras hidráulicas pertenecientes al sistema de riego instalado. El diseño final de los sistemas de riego implementados se encuentra representado en los planos de instalación. (Ver Anexo P.).

El replanteo de los lotes, (transferencia del diseño plasmado en el papel al terreno), se hizo teniendo en cuenta el diseño en los tamaños de los laterales y múltiples, determinando los sectores de riego a conformidad con los cálculos hidráulicos, bajo la orientación de tránsito, nivel de precisión y GPS en busca de un mejor aprovechamiento del terreno.

5. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO.

Los manuales de instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de riego instalados en el proyecto, han sido personalizados a cada uno de los predios para un mejor manejo por el usuario. A continuación se representa el modelo del manual para el predio Guayabal, (Microaspersión), los manuales de los demás proyectos están consignados en el Anexo O.

5.1 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN



PREDIO: GUAYABAL VEREDA: EL CARMELO MUNICIPIO: LA PLATA

**PROPIETARIAS Y SOCIAS DE LA COOP. CACAOPLAT:
OLGA LOPEZ, AMALFY YASNO, LUZ ENITH LEIVA, FRANCY RODRIGUEZ**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN.

1.2. MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1. CAPTACION.

2.2. CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.3. UNIDAD DE FILTRADO.

2.4. PRINCIPAL.

2.5. ALIMENTACIÓN.

2.6. SECTOR DE RIEGO.

2.6.1. MONTAJE DE REPARTO.

2.6.2. MULTIPLE.

2.6.3. LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.7. TAPONES DE LAVADO.

3. REQUERMIENTOS HIDRICOS.

4. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

4.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

4.2. PUESTA EN MARCHA.

4.3. OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECTORES DE RIEGO.

5. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: Guayabal.

Vereda: Carmelo.

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia.

Extensión: 16 has.

Número de usuarios beneficiados: 4

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: Tres bolillos, triangulo, cada 3 metros.

Sistema de Riego: microaspersión.

Fuente de abastecimiento: Quebrada la isla.

Caudal de diseño: 3 Lts/seg.

1.2 MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

Tabla N.10. Materiales suministrados e instalados en el lote Guayabal

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 3" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1000 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 3" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		450 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		237 mts
Manguera de alimentación: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1250 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		2680 mts
Manguera laterales: manguera polietileno de 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		31593 mts
Unidades de riego: microaspersor auto compensado con dispositivo anti insectos de 40 L/hr. importado		6621 unidades
Distribución del sistema: en sectores de riego independientes, en tubería y accesorios PVC presión y aluminio.	Válvulas PVC de 3" para control de presión y caudal	1
	Válvulas PVC de control de presión y caudal de 1 ½" y Galápagos de 1 ½" para la toma de presión	29
Tapones de lavado: ubicados en los finales de las conducciones principales y múltiples.	Tapón PVC de 2 con accesorios en aluminio	1
	tapón PVC de 1 ½" con accesorios en aluminio	33
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 3"	filtro de arena de 100GPM	1
	Válvulas de 3" PVC	4
	Manómetro de 100psi	2
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 100psi con glicerina		1

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Microaspersión** además de contar con se característica principal, la forma del emisor, “el microaspersor”, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote.

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Microaspersión. Definición. Cifuentes (1998) define la Microaspersión como: “Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular”. Sostiene que los componentes de un microaspersor son: Microconector, tubería de alimentación, estaca-soporte y base o emisor. También definió las ventajas: Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad en cosechas; bondades en la aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Contempla como desventajas los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos y atraso en cosechas; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento.¹¹

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.

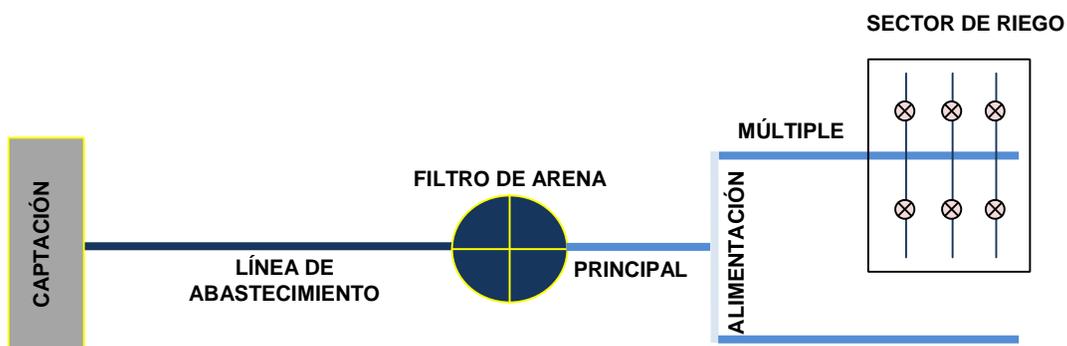


Fig. N.21. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

¹¹ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998

2.1 CAPTACIÓN

La captación se realiza con una toma transversal al flujo del agua, construida y aportada por el usuario al proyecto, que consta del acomodamiento de una serie de rocas apiñadas, unas sobre otras, impidiendo el paso normal del agua y por consiguiente represándola; en la parte inferior del arrume de sacos se sitúa una manguera de polietileno de 3" que realiza la función de captar el agua necesaria del afluente y conducirla a la línea de abastecimiento al lote, en este proyecto no tiene aducción, ni desarenador debido a los pocos recursos económicos del proyecto.



Fig. N.22. Toma de agua para el predio Guayabal, quebrada La Isla.

2.2 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la instalación de manguera de polietileno de 3" de elaboración mixta, que hace el recorrido de 1000 mts, desde la bocatoma hasta el filtro de arena con una diferencia de altura de 30m, conduciendo el agua captada. En este recorrido la conducción de abastecimiento está orientada por el borde de la quebrada y por un canal ya existente.



Fig. N.23. Línea de abastecimiento al lote manguera de polietileno de 3".

2.3 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por un Filtro de arena de 100 GPM, montaje realizado con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 3" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 3", haciendo la labor de filtrado para todas las partículas extrañas, (arena, hojas, limos etc.), que lleguen a la unidad y mejorar la calidad del agua captada, reteniendo partículas de diámetro mayor a 0,7 mm según manual técnico del fabricante. (Ver Anexo L.)

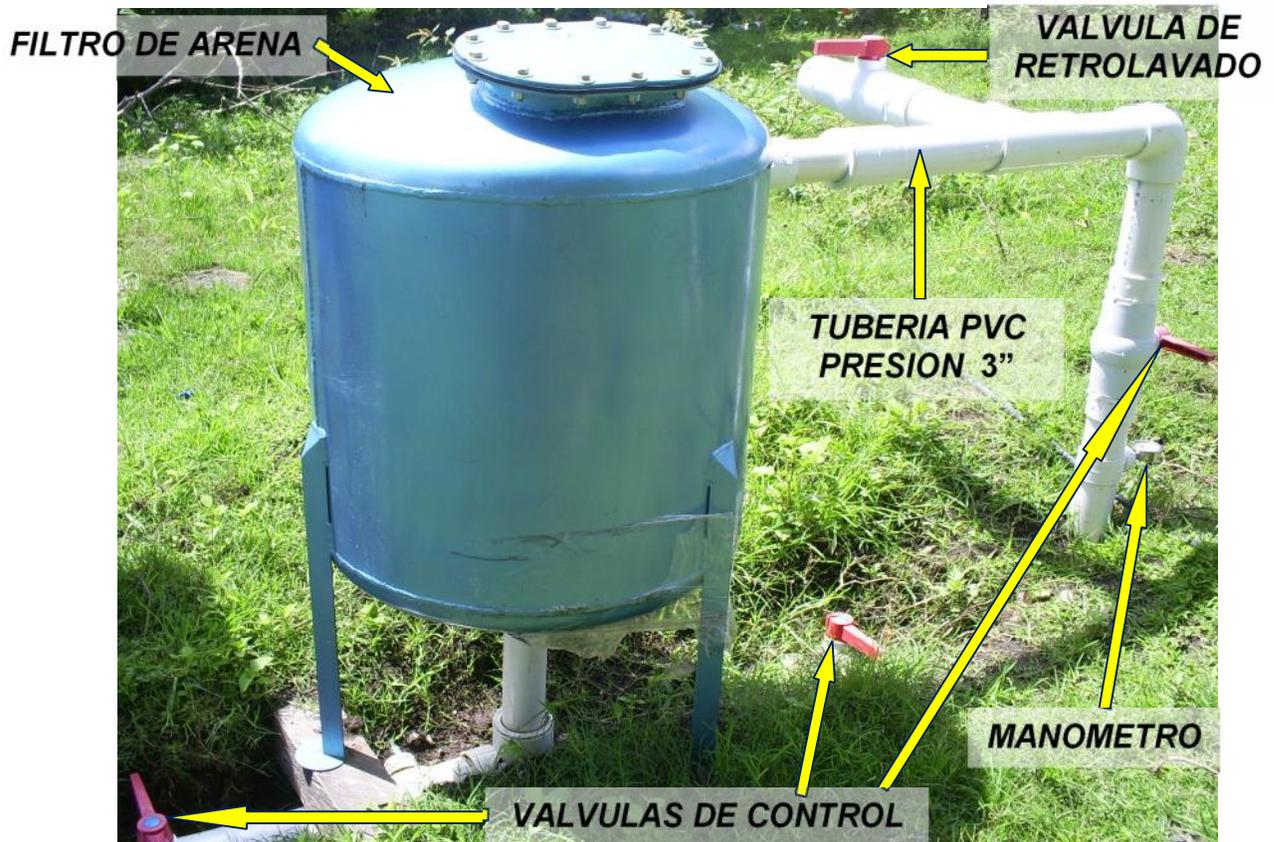


Fig. N.24. Descripción del filtro de arena instalado en el lote Guayabal.

2.4 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.

La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 3" y 2" de elaboración mixta, con accesorios en aluminio y abrazaderas de 3" y 2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.

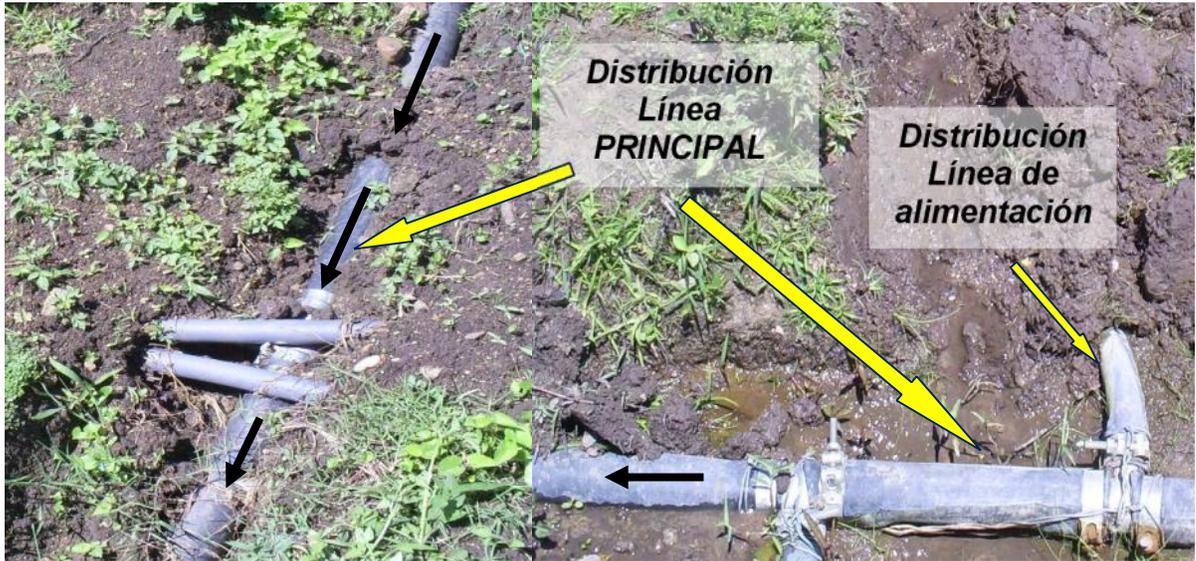


Fig. N.25. Distribución de la línea principal instalada en el lote Guayabal.

2.5 TUBERIA DISTRIBUCION DE ALIMENTACIÓN.

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 2" y 1 ½", de elaboración mixta, con accesorios en aluminio y abrazaderas de 2" y 1 ½", tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la principal hacia cada uno de los sectores de riego.



Fig. N.26. Distribución de la línea de alimentación instalada en el lote Guayabal

2.6 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 1/2" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden cada 5.20 mts un lateral, que a su vez cada 4,5 mts llevan instalado un microaspersor, y en las terminaciones cuenta con tapones de lavado tanto en el lateral como en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.6.1 Montaje de reparto

El montaje de reparto o entrada, abastecimiento al sector de riego, está compuesto por una conexión en tubería de PVC presión de 1 1/2" RDE 26, una válvula PVC de 1 1/2", un galápago, (derivación), de 1 1/2" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.

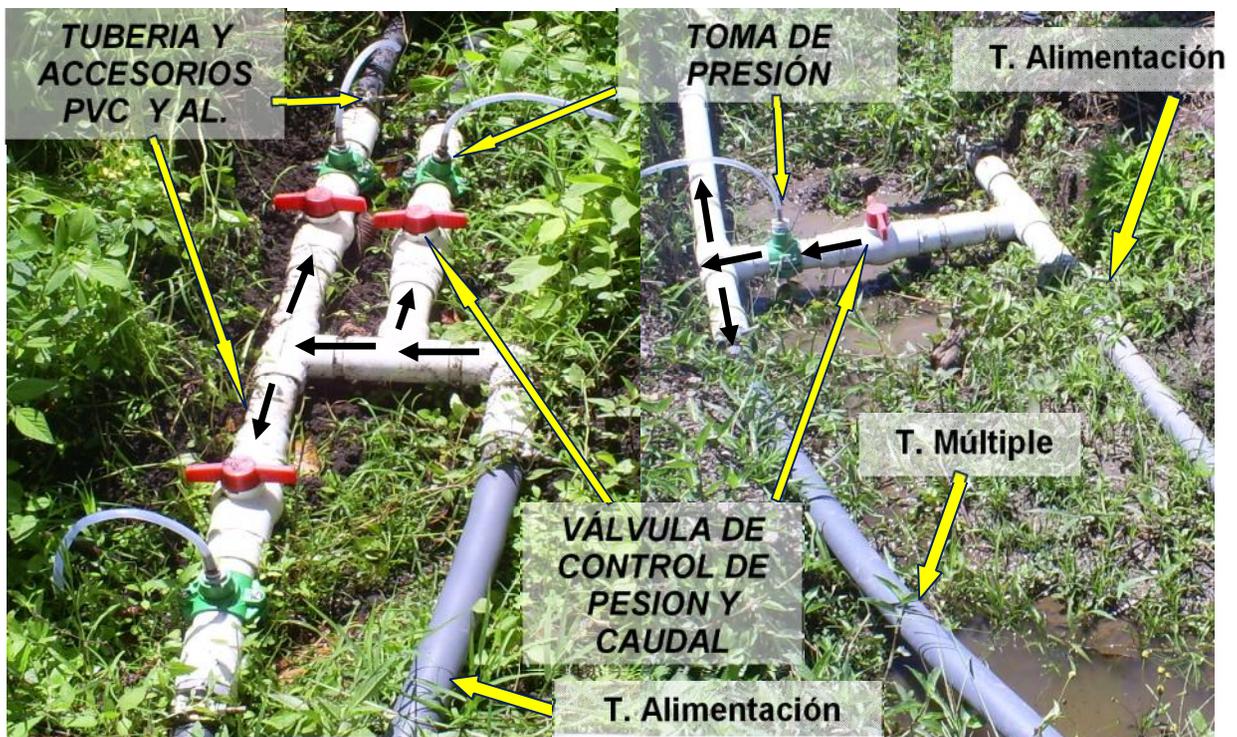


Fig. N.27. Conexión de Montajes de reparto instalados en el lote Guayabal

2.6.2 Múltiple.

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2" de elaboración mixta, con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales en silletas y conectores de 16mm distanciados

cada 5.2 mts .Cumple la función de recibir el agua del montaje de reparto y conducirla a los laterales.

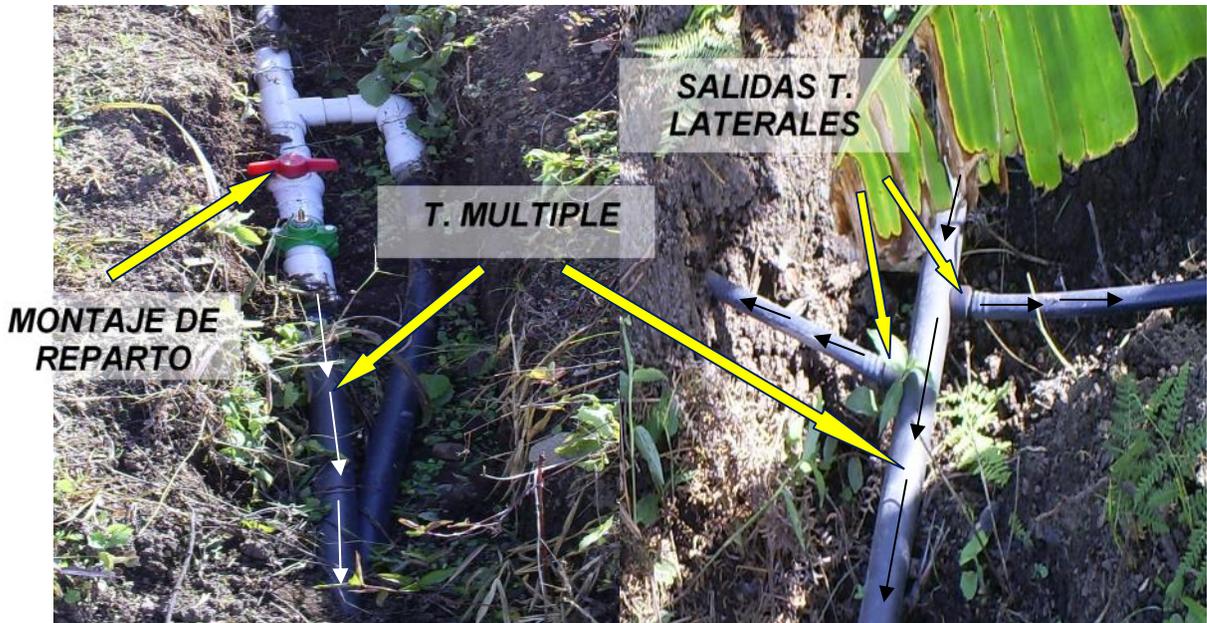


Fig. N. 28. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral instalados en el lote Guayabal.

2.6.3 Mangueras Laterales y unidad de riego.

Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16mm de elaboración mixta, los cuales están unidos a las salidas del múltiple; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (microaspersor auto compensado de 40 Lts/h, flujo turbulento), que están distribuidas cada 4,5 mts en el lateral.

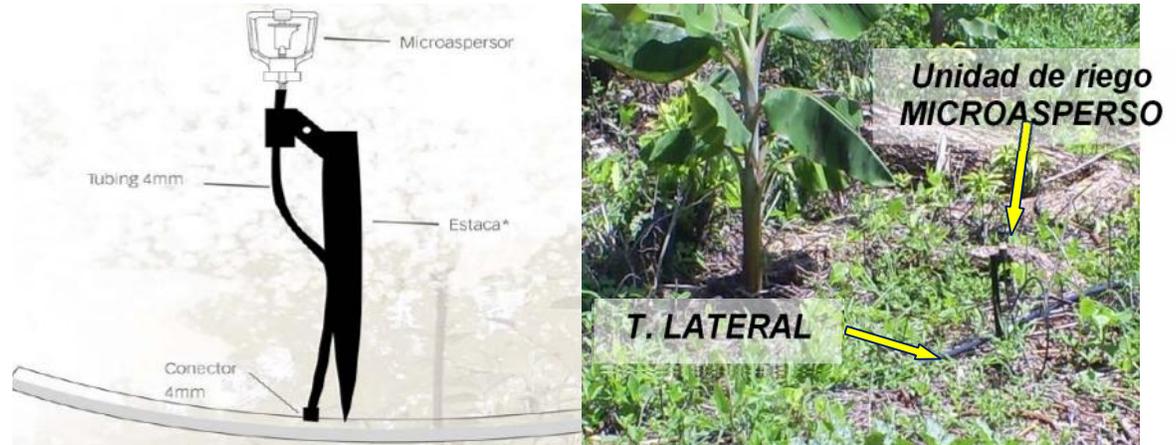


Fig. N.29. Componentes e instalación del microaspersor instalados en el lote Guayabal.

2.7 TAPONES DE LAVADO.

Los tapones de lavado están ubicados en todos los extremos de las distribuciones: principal, alimentación y múltiple, los cuales constan de un tapón roscado PVC presión que se ajusta al acople macho de aluminio, que a su vez se adapta a la manguera principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición o dobles, en la terminación de la manguera lateral que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ ", que en conjunto realizan la acción de tapado.



Fig. N.30. Tapones de lavado instalados en el lote Guayabal (la foto de la derecha tapón de lavado al final de la tubería de distribución múltiple y la de la izquierda tapón de Lavado tubería principal.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO

TABLA N.11. Programación de riego para el lote Guayabal

TURNO	SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)			FRECUENCIA DE RIEGO
						INICIAL	MEDIA	ADULTA	
1	S.1	25	114	114	20,1	4Hrs 10min	4Hrs 57min	5Hrs 39min	3 Dias
2	S.2	25	167	167	29,5				
3	S.3	25	198	198	34,9				
4	S.4	26	255	255	45,0				
5	S.5	24	208	208	36,7				
6	S.6	23	197	197	34,7				
7	S.7	24	216	216	38,1				
8	S.8	27	193	193	34,0				
9	S.9	28	186	186	32,8				
10	S.10	26	287	287	50,6				
11	S.11	25	285	285	50,3				
12	S.12	24	267	267	47,1				
13	S.13	28	309	309	54,5				
14	S.14	30	260	260	45,9				
15	S.15	27	212	212	37,4				
16	S.16	22	267	267	47,1				
17	S.17	24	269	269	47,4				
18	S.18	23	258	258	45,5				
19	S.19	25	243	243	42,9				
20	S.20	23	270	270	47,6				
21	S.21	23	287	287	50,6				
22	S.22	25	295	295	52,0				
23	S.23	22	328	328	57,8				
24	S.24	24	150	150	26,5				
25	S.25	25	155	155	27,3				
26	S.26	26	154	154	27,2				
27	S.27	26	152	152	26,8				
28	S.28	26	237	237	41,8				
29	S.29	27	236	236	41,6				

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrero en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días.

3.2 PUESTA EN MARCHA.

El sistema de riego instalado en el lote Guayabal, con 16 has, está dividido en 29 sectores de riego, con un caudal de diseño de 3 L/seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta, que la nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano de instalaciones del lote. (Ver Anexo P. plano N. 1-6)

- ❖ La toma de agua debe permanecer en perfecto estado, libre de objetos extraños, un grado de turbidez bajo y cerciorarse de que el nivel de agua sea óptimo para su captación, como también la disposición de la manguera que hace la función de conducir el agua hasta la línea de abastecimiento.
- ❖ En la unidad de filtrado, (ver Anexo P. plano 1-6 detalle “**D-1**”), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado el cual debe estar marcando entre 40 y 43 PSI; ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en la línea de abastecimiento o en la toma de agua.
- ❖ Es recomendable realizar el aforo del caudal de llegada al filtro de arena acompañado de un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N°31. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas), periodo corto debido a la baja calidad de agua con que se cuenta y a la falta de un desarenador.

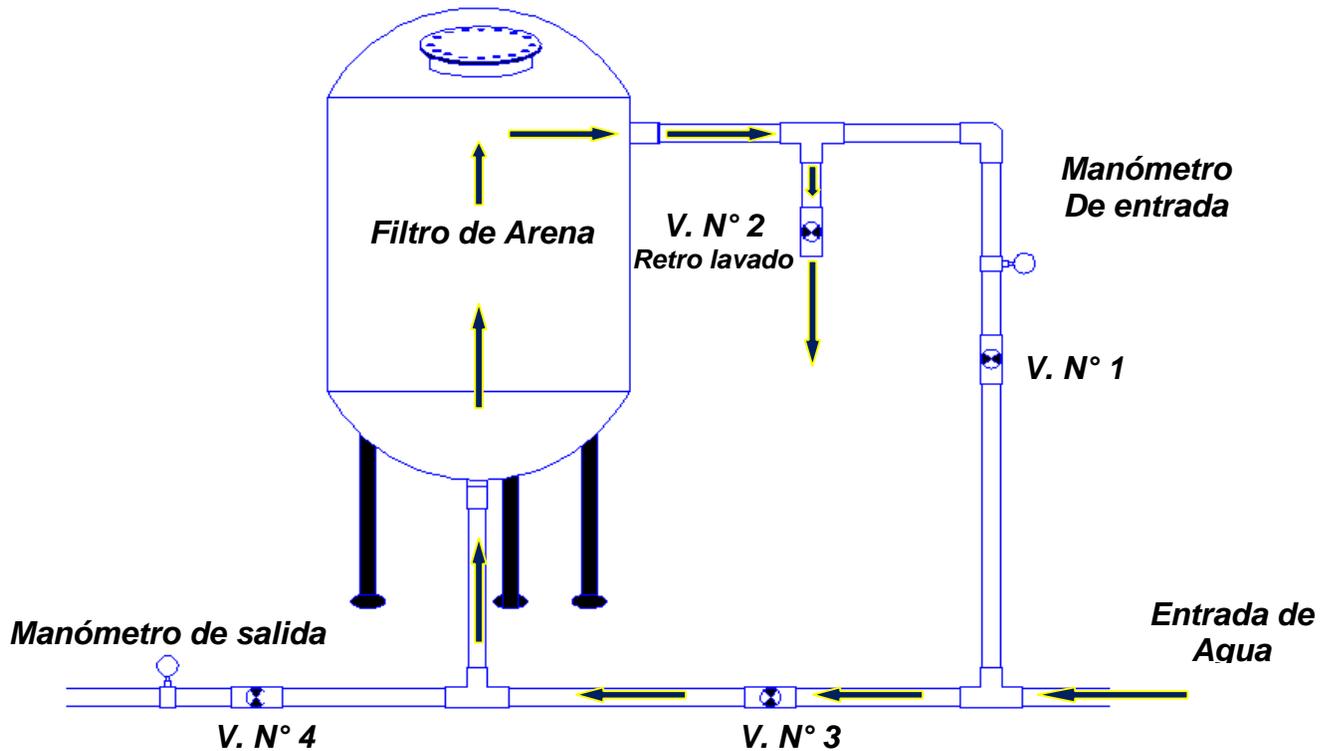


Fig. N.31. Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V.N°2** y **V.N°3** mientras que las **V.N°1** y **V.N°4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. 31 Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los tapones de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación, múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.
- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), (Ver Anexo P. plano 1-6 detalles de instalación "**D-1**"), hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 1**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la Fig. N. 32 Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena)

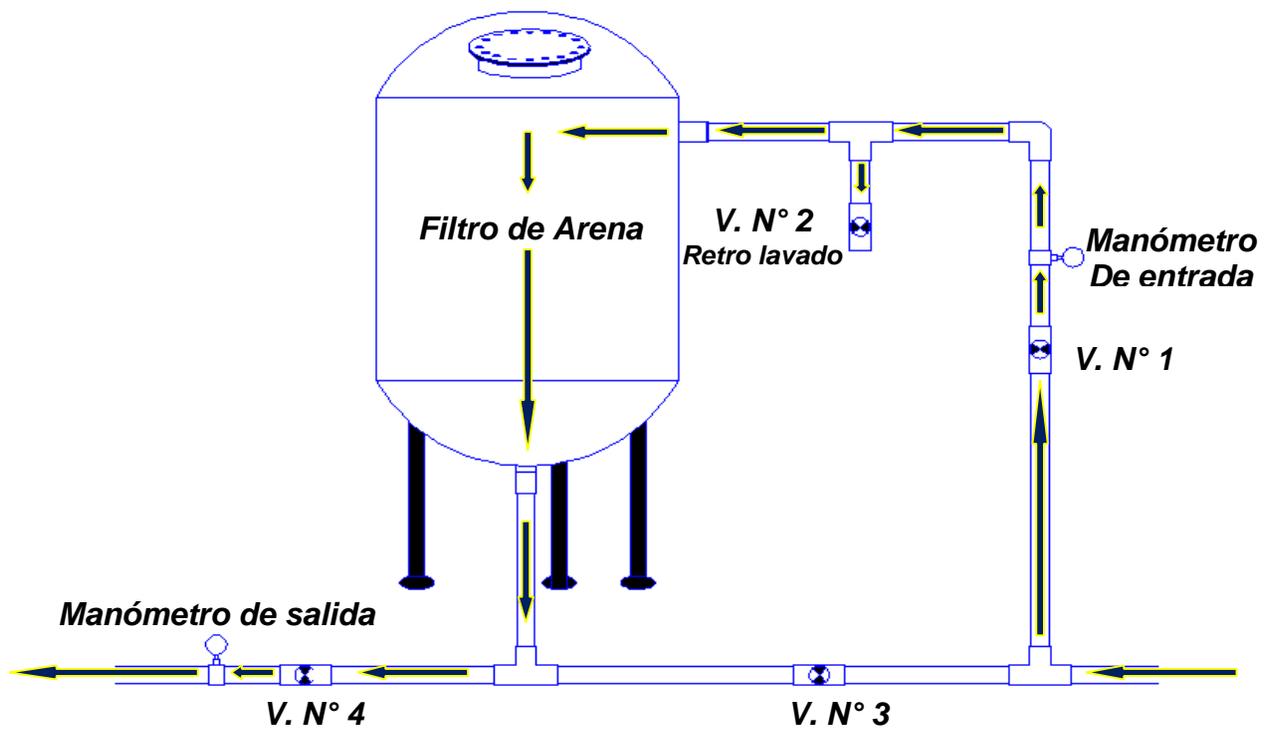


fig. N.32 Recorrido del agua por la unidad de filtrado

Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.

- ❖ El sistema de riego por microaspersión está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (15 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión con la apertura o cierre parcial de la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede abrir un sector adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el funcionamiento de cualquiera de los sectores, (**S.1, S.2,..., S.28, S29**), hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil en el sector a regar, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la (**U.F.**) que demarca la entrada de agua al sistema, como se describe en la Fig. N. 32; dependiendo del valor que marque el manómetro estando marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está entre 20PSI a 30PSI según cálculos hidráulicos.

En la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe en el Tabla N.12.

TABLA. N.12. Operación de válvulas según turno y sector de riego a regar

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	S.1	Abierto	V-a	Sectores :(V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V-1a
Cambio n.1				
2	S.2	Abierto	V-b	Sectores :(V-a, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V-1a
Cambio n.2				
3	S.3	Abierto	V-c	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V-1a
Cambio n.3				
4	S.4	Abierto	V-d	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V-1a
Cambio n.4				

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
5	S.5	Abierto	V-e	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V1a.
Cambio n.5				
6	S.6	Abierto	V-f	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V1a.
Cambio n.6				
7	S.7	Abierto	V-g	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V1a.
Cambio n.7				
8	S.8	Abierto	V-h	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V1a.
Cambio n.8				
9	S.9	Abierto	V-i	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B). Control: V1a.
Cambio n.9				
10	S.10	Abierto	V-j V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.10				
11	S.11	Abierto	V-k V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.11				
12	S.12	Abierto	V-l V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.12				
13	S.13	Abierto	V-m V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
Cambio n.13				
14	S.14	Abierto	V-n V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.14				
15	S.15	Abierto	V-ñ V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.15				
16	S.16	Abierto	V-o V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.16				
17	S.17	Abierto	V-p V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.17				
18	S.18	Abierto	V-q V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.18				
19	S.19	Abierto	V-r V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.19				
20	S.20	Abierto	V-s V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.20				
21	S.21	O	V-t V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.21				
22	S.22	Abierto	V-u V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.22				

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
23	S.23	Abierto	V-v V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.23				
24	S.24	Abierto	V-w V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-x, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.24				
25	S.25	Abierto	V-x V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-y, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.25				
26	S.26	Abierto	V-y V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-z, V-A, V-B).
Cambio n.26				
27	S.27	Abierto	V-z V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-A, V-B).
Cambio n.27				
28	S.28	Abierto	V-A V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-B).
Cambio n.28				
29	S.29	Abierto	V-B V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r, V-s, V-t, V-u, V-v, V-w, V-x, V-y, V-z, V-A).
Culminación del riego				

- ❖ Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.
- ❖ Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N.12, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.

- ❖ En el lavado de la tubería principal, se abre la válvula “**V-1A**” y el tapón de lavado ubicado al final de la manguera principal, detalle “**D-4**”, (Ver Anexo P. plano 1-6), pero todas las válvulas de los sectores tienen que permanecer cerradas.
- ❖ Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la **(U.F.)** realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca debe ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.
- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Las líneas de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, tienen que estar debidamente enterradas para evitar daños provocados por la exposición de los materiales largo tiempo a la intemperie y asegurarse que no hayan escapes de agua en cada una de sus trayectorias.
- ❖ Las obras que componen el sistema de riego, bocatoma, unidad de filtrado, montajes de reparto, deben permanecer limpios, secos, sin invasiones de arvenses, (malezas) y con protección para que no estén expuestos a la intemperie.
- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.
- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava),

separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).

- ❖ Cuando ocurran taponamientos en conducciones dentro del sistema y las unidades de riego, (microaspersores), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida vienen calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este PH en el agua, pueden utilizarse 6 litros del ácido por cada metro cúbico de agua que entre en las tuberías mientras dura la limpieza.”¹²

En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

¹² http://www.agrocabildo.com/publica/Publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

CONCLUSIONES

- Con el estudio de los análisis de suelos efectuados por los laboratorios Agrosoil (Bogotá), se determinó que las texturas de los lotes objeto del proyecto se encuentran dentro de los tipos, franco limoso (Guayabal, Barbillas y Los Medios), franco-areno-limoso (El recuerdo), franco Arenoso (Santa Helena) y arcilloso (Los Dindes), con predominancia de suelos francos; capacidad de retención y suministros de nutrientes y agua de valor medio. Además de presenta valores bajos en la densidad aparente en los rangos de 1,0 a 1,5 (gr/cm^2) que determinan suelos pesados.
- Los datos climatológicos, proporcionados por el IDEAM, registrados por la estación meteorológica Esc. Agraria I.T.A., y conjuntamente procesados muestran que el comportamiento de las precipitaciones medias, por mes de veintiún años, en (mm) son destacadamente bajas en los meses de Julio y principalmente en Agosto con valores de 28,3 y 15,5 respectivamente, y con promedios anuales máximos de 3245 mm y mínimos de 834mm (dato tomado en la regularidad de los registros de precipitación de los años 2006 y 1992).
- Con la determinación de los valores máximos de evaporación, presentados según los datos climatológicos, el mes crítico lo presenta el Agosto con 144,3mm/mes. Al efectuar el cálculo entre la evapotranspiración (EVT) y la transpiración del cultivo en un día (Kc) en las tres edades del cultivo se determinó el uso consumo diario para el cultivo de Cacao en la zona del proyecto con un Valor de 2,79mm/día en la edad inicial, 3,25mm/día en la edad media y 3,73mm/día en la edad adulta; factor determinante en el requerimiento hídrico.
- Los valores obtenidos de las necesidades de agua para el cultivo de cacao o requerimientos hídricos, en base a la los análisis de suelos, (Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente, Densidad aparente), los datos climatológicos y las características de la unidad de riego; se obtuvo el tiempo de riego necesario para suplir el requerimiento de agua en los sistemas de riego por goteo, con una frecuencia de 3 días, en edad inicial de 2Hr-10min, edad media de 2Hr-34min , edad adulta de 2Hr-54 min; y para el sistema de riego por microaspresión en la edad inicial de 4Hrs-14min, edad media de 4Hr-57min y en la edad adulta de 5Hr-54min.
- De los resultados de los cálculos hidráulicos se obtuvo el valor de la cabeza dinámica total o cantidad de presión necesaria para el correcto funcionamiento de los sistemas de riego en m.c.a., la cual determino el delta del terreno o diferencia de altura optima en la captación del afluente para satisfacer esta presión debido la utilización de la gravedad.

- Debido a que el presupuesto por hectárea era tan reducido, algunos componentes del sistema, compromiso del usuario dentro de la construcción, como bocatomas y desarenadores, las cuales fueron aviados por construcciones artesanales debido a los pocos recursos con que contaban los campesinos, pero dentro de la instalación son necesarios en la optimización en el funcionamiento.
- Con la utilización de manguera de polietileno de elaboración 50% material peletizado original y 50% material reciclado, unidas con abrazaderas tipo industrial y uniones de aluminio, hizo que el proyecto de riego bajara costos y fuera viable su construcción; convirtiéndolo así en el primer proyecto construido a nivel nacional con esas características para esta clase de cultivo.
- Con la construcción del proyecto de implementación de los sistemas de riego por microaspersión y goteo en las 47,8has en el cultivo de cacao, se logró beneficiar a una comunidad de agricultores preocupados por el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y con la satisfacción de modernizar las formas de producción tradicionales.
- Se dio cumplimiento a la labores de diseño, construcción, instalación y puesta en marcha del proyecto; presentando un perfecto funcionamiento en siete sistemas de riego, cuatro por microaspersión en los lotes (La Victoria, Los Dindes, barbillas, Guayabal) sumando 39,8 has, y tres por goteo en los lotes (Los Medios, El Recuerdo, Santa Helena), sumando 8has.

RECOMENDACIONES

- A través del gobierno nacional, gestionando los beneficios del programa del ministerio de agricultura, Agro Ingreso seguro (A.I.S.), en las convocatorias para la adecuación de sistemas de riego y drenaje, se pueden gestionar recursos para hacer de los sistemas de riego instalados una mejor unidad de trabajo aumentando las eficiencias de desempeño y prolongando la vida útil de las mismas; teniendo en cuenta que el cultivo de cacao es de tipo permanente por un periodo mínimo de 10 años.
- En los lotes donde instaló el sistema de riego por microaspersión, pueden aprovechar el área húmeda que crea el funcionamiento del microaspersor, para plantar un cultivo alternativo, de corta duración, que ayude al control de arvenses, minimizando costos en limpiezas y generando una entrada de dinero adicional.
- Al realizar las labores de riego en el lote se deben hacer por personal capacitado, que conozca los principios de funcionamiento y componentes, básicos, del sistema instalado, para que no se cometan errores en el manejo al regar.
- Cuando se realicen trabajos propios del cultivo de cacao y de cultivos alternos en el área donde se encuentra instalado el sistema de riego, se debe tener cuidado con las tuberías y manguera enterradas para no llegar a picarlas o cortarlas; por tanto se recomienda tener dentro del lote alguna clase de señalización que demarque el sitio y rumbo de estas conducciones.
- Al realizar las labores de cultivo como limpiezas, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.

BIBLIOGRAFÍA

Amezquita C., Lora E. Fundamentos para la Interpretación de Análisis de suelos, plantas y Aguas para riego. 2ª ed. Santa fe de Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1991.

Torrente A., Perea J., Ortiz A. Hidráulica del riego a presión. Neiva: Editorial Universidad Surcolombiana.1998.

Zambrano H. Introducción al estudio de las ciencias de la tierra (Geociencias): Evapotranspiración. 1ª ed. Neiva: editorial Universidad Surcolombiana 2003

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Manual de riego y drenaje Bogotá. El instituto, 1986.

Cardozo N., Lozada Y., Castañeda E. Estudio y diseño de riego en ladera Bajo Quebradon (Trabajo de grado). Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería; 1988

Rodríguez J., Vázquez N. Modelo didáctico para la instalación, operación y mantenimiento de un sistema de riego por microaspersión casos: huerto frutales hacienda Las Lajas, municipio de Zarzal, departamento del Valle del Cauca y huerto frutales empresa comunitaria San Francisco, municipio de Yaguará, departamento del Huila (proyecto de grado). Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería; 2002.

Bahamon J., Llanos A. 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 (Trabajo de grado). Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería; 2002.

Vergel A. Optimización del centro experimental piloto de riego a presión "CEPRAP" con fines de mejoramiento académico y transferencia de tecnología, granja Universidad Surcolombiana Sector Juncal – Municipio de Palermo (Proyecto grado). Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería; 2005.

Mosquera J. Diseño de riego para la granja Villa Luz de la institución educativa San Luis Beltrán en el municipio de Neiva departamento del Huila (Proyecto grado). Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería; 2007.

Perdomo C. Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión (Tesis especialización en ingeniería de irrigación). Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería; 2001.

PAVCO. Catalogo de tuberías y accesorios presión PAVCO. Bogotá: s.e. 2007

ANEXOS

Anexo A. Resultado análisis de suelos de los predios del proyecto, realizados por los Laboratorios Agrosoil. Bogotá.

ANEXO B. Información Climatológica Estación Esc. Agraria La Plata

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

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mm)

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2008/10/10

ESTACION : 2105502 ESC AGR LA PLATA

LATITUD	0225 N	TIPO EST	CP	EPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1969-DIC
NGITUD	7555 W	ENTIDAD	01 IDEAM		MUNICIPIO	LA PLATA	FECHA-SUSPENSION
EVACION	1070 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET			CORRIENTE	LA PLATA

AÑO	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *

1986	2	01				98.7 3	106.9	87.6 3	94.3 3		88.1 3	87.6 3		99.0 3	662.2 3
1987	2	01	106.9 3	92.9 3	79.0	89.5 3	92.6 3	91.6 3	106.3 3		101.4		97.7	101.5	959.4 3
1988	2	01		96.5 3	90.1 3	+		*	88.2 3	85.4 3	113.7		69.8 3	80.9 3	624.6 3
						1989	2	01			*				
1990	2	01							*	*	*			40.1 3	40.1 3
1991	2	01	107.3 3	*		*	89.3	*	67.4 3	*	*	130.7 3	108.2 3	*	502.9 3
1992	2	01	104.3 3			85.3 3	80.9 3	101.6 3	56.0 3	142.3	100.4 3	85.7 3	90.8 3	86.7 3	934.0 3
1993	2	01	98.9 3	79.3 3	87.7 3	125.0 3	103.4 3	89.3 3	109.4 3	113.1 3	114.7	130.9	*	93.6	1145.3 3
1994	2	01	67.8 3	93.4	*	84.0	118.2	100.8	86.0	112.7	104.0	104.2	101.1	86.2	1058.4 3
1995	1	01	108.8	91.6 3	*			94.1	106.0 3	102.7	132.8	118.1	87.2	98.4	939.7 3
1996	1	01	98.8	68.4	84.2	93.7	91.4	59.7 3	103.1 3	100.1	125.5	111.3	103.0 3	89.3	1128.5 3
1997	1	01	109.7	90.7	106.6	95.5	74.6	97.1	84.7	106.9 3	92.9	143.3	96.2	118.6	1216.8 3
1998	1	01	106.2	107.5	85.3	94.4	95.8	87.7	97.1	108.6	116.7		*	88.9	988.2 3
1999	1	01	77.5 3	98.1 3	96.9 3	62.1 3	88.7 3	79.4 3	80.3 3	129.2	95.9 3	99.1 3	*	74.7 3	981.9 3
2000	1	01	78.1	88.5	99.5	55.1	80.2	107.0	99.5	100.8 3	100.9 3	111.0	91.5	82.4 3	1094.5 3
2001	1	01	111.9 3	86.0	100.4 3	95.3	96.1	90.2	123.4	109.7	131.1	135.6	89.6	89.0	1258.3 3
2002	1	01	119.4	100.8	105.3 3	93.3	92.0	84.7	104.4	94.1	120.2	108.2	81.0	122.6	1226.0 3
2003	1	01	90.2 3	81.7	93.5	83.0	86.5	97.8 3	98.0 3	140.4	112.7	106.9	96.7	90.5	1177.9 3
2004	1	01	93.5 3	112.3	112.7	85.5	84.7	94.3	88.7 3	101.9 3	120.2	112.1	78.9	77.4 3	1162.2 3
2005	1	01	97.9	94.8	93.2	96.2	99.2 3	85.3	116.7 3	113.0 3	118.1	106.8	80.4 3	102.3	1203.9 3
2006	1	01	86.7	78.2	80.6 3	75.1	108.2	91.8	89.5	111.9	88.4				810.4 3
MEDIOS			97.9	91.3	93.9	88.2	93.5	90.6	94.7	110.8	109.9	110.1	91.7	90.7	1163.1
MAXIMOS			119.4	112.3	112.7	125.0	118.2	107.0	123.4	144.3	132.8	143.3	108.2	122.6	143.3
MINIMOS			67.8	68.4	79.0	55.1	74.6	59.7	56.0	85.4	88.1	69.8	78.9	40.1	40.1

Continuación Anexo B.

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

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE precipitación (mm)

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2008/10/10

ESTACION : 2105502 ESC AGR LA PLATA

LATITUD 0225 N TIPO EST CP DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1969-DIC
 NGITUD 7555 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO LA PLATA FECHA-SUSPENSION
 EVACION 1070 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE LA PLATA

AÑO	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL	*

1986	2	01	*	*	*	41,0	4,6	3,6	0,0	1,4	5,7	*	33,3	*	222,3	*
1987	2	01	*	26,7	47,5	59,6	*	6,9	*	2,0	5,7	68,5	97,4	61,4	411,4	*
1988	2	01	16,2	31,1	58,7	64,6	14,4	8,8	5,9	2,2	*	*	98,6	*	466,5	*
1989	2	01	27,4	*	59,9	65,6	*	9,7	6,4	2,8	20,8	85,3	141,8	84,4	585,8	*
1990	2	01	*	54,6	64,7	*	30,2	12,5	8,6	3,2	23,8	93,7	146,3	90,5	624,5	*
1991	2	01	34,8	65,2	*	75,8	33,4	16,9	18,9	3,8	*	114,7	157,7	*	743,6	*
1992	2	01	36,6	78,9	139,7	81,9	37,2	17,3	*	4,0	29,3	115,1	167,8	126,0	839,5	*
1993	2	01	37,7	82,3	162,8	84,6	38,1	19,6	10,9	5,7	32,6	156,8	174,3	126,7	932,1	*
1994	2	01	39,8	89,6	164,9	94,4	48,6	20,2	11,7	6,9	39,0	169,5	211,8	145,6	1042,0	*
1995	1	01	68,2	93,8	177,4	106,8	51,2	21,5	*	8,1	39,6	186,3	236,2	146,6	1152,1	*
1996	1	01	69,2	94,6	178,8	110,7	63,0	26,7	21,2	8,8	41,5	186,3	238,3	165,7	1204,8	*
1997	1	01	101,6	97,6	193,2	122,4	63,3	33,0	21,3	10,7	43,7	186,3	250,9	169,9	1293,9	*
1998	1	01	114,3	97,9	202,6	145,7	70,7	33,4	26,2	10,7	44,1	195,7	253,7	181,7	1376,7	*
1999	1	01	118,3	102,7	207,4	148,8	72,2	42,9	31,5	10,8	54,6	221,2	260,7	186,8	1457,9	*
2000	1	01	125,6	115,8	211,5	159,3	73,0	45,7	34,6	11,9	59,0	228,3	269,9	197,7	1532,3	*
2001	1	01	141,6	124,3	212,7	166,4	83,7	48,0	35,7	21,4	68,6	294,7	280,3	223,5	1700,9	*
2002	1	01	160,8	148,8	224,1	169,7	94,0	56,5	41,8	26,3	106,3	299,4	308,3	226,1	1862,1	*
2003	1	01	165,5	265,8	247,4	179,5	95,3	73,4	49,7	26,3	109,6	330,0	309,0	236,0	2087,5	*
2004	1	01	194,6	283,9	253,6	184,0	101,7	77,0	67,3	28,4	111,6	332,9	329,2	245,9	2210,1	*
2005	1	01	200,0	303,1	275,1	212,5	115,8	91,4	78,8	61,8	115,1	413,5	339,9	380,6	2587,6	*
2006	1	01	247,2	648,7	277,1	224,0	150,4	101,4	91,7	68,8	224,0	431,0	399,4	381,5	3245,2	*
MEDIOS			92,6	136,5	165,2	122,1	61,2	36,5	28,3	15,5	58,0	201,9	224,0	171,5		
MAXIMOS			247,2	648,7	277,1	224	150,4	101,4	91,7	68,8	224	431	399,4	381,5		
MINIMOS			16,2	13,1	32,5	41	4,6	3,6	5,1	1,3	5,7	52	33,3	34,9		

Continuación Anexo B.

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION
 ** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados

3 : Incompletos

4 : Dudosos

6 : Est. Regresión

7 : Est. Interpolación

8 : Est. Otros métodos

9 : Generados (Series)

1 : Preliminares Ideam

2 : Definitivos Ideam

3 : Preliminares 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 : Sección inestable

A : Instr. Sedimentado

M : Máximo no extrapol.

* : Datos insuficientes

ANEXO C. Características del Microaspersor



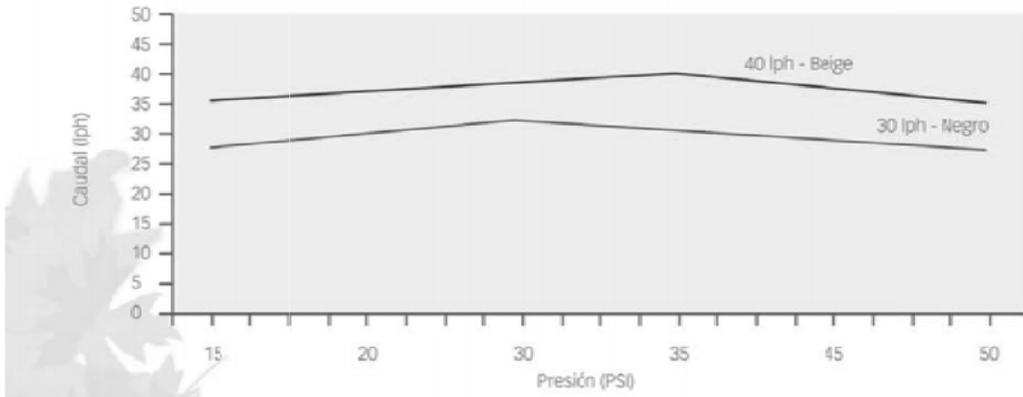
Continuación Anexo C.

Tabla de desempeño con Regulador

COLOR	DIÁMETRO BOQUILLA (mm)	CALDAL (lph)*	DIÁMETRO DE MOJADO (m) BAILARINA		
			GRIS	AZUL	VERDE
Negro	0.90	30	5.20	5.20	6.00
Beige	1.10	40	7.00	5.60	6.10



*Regulación entre 15 y 50 PSI



DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
Microaspersor Estándar 35 lph	25877
Microaspersor Estándar 55 lph	25880
Microaspersor Estándar 63 lph	25881
Microaspersor Estándar 94 lph	25885
Microaspersor Antinsecto 63 lph	25892
Microaspersor Antinsecto 94 lph	25896
Microaspersor Deflector 60° 63 lph	25903
Microaspersor Deflector 60° 94 lph	25913
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° 63 lph	25914
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° 94 lph	25918
Microaspersor Estándar Autocompensado 30 lph	25920
Microaspersor Estándar Autocompensado 40 lph	25921
Microaspersor Antinsecto Autocompensado 30 lph	25922
Microaspersor Antinsecto Autocompensado 40 lph	25923
Microaspersor Deflector 60° Autocompensado 30 lph	25924
Microaspersor Deflector 60° Autocompensado 40 lph	25925
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° Autocompensado 30 lph	25926
Microaspersor Antinsecto con Deflector 60° Autocompensado 40 lph	25927
Deflector 60° para Microaspersor *	17928
Antinsecto para Microaspersor *	26396
Regulador de Caudal 30 lph Negro	13747
Regulador de Caudal 40 lph Beige *	13748
Estaca Estándar	25859
Estaca 3/8" rosca	25860
Conector Tubing 4 mm	25861
Tubing 4 mm	13749



ANEXO D. 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 insertados 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 D.

PRESENTACIONES

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

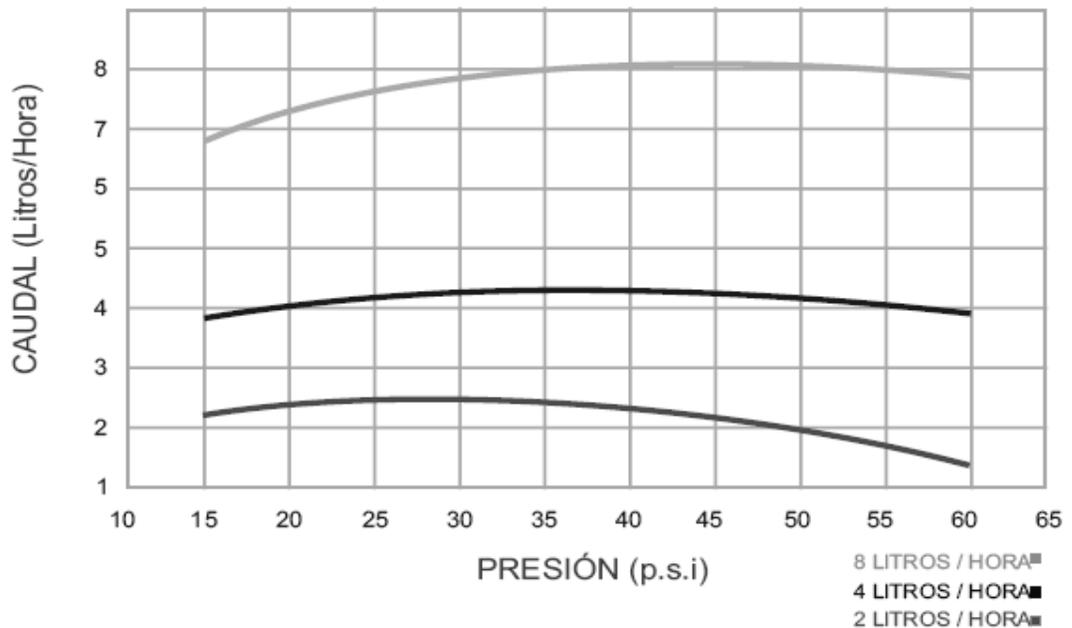
BAYONETA	CAUDAL (LPH)
 ROJO	2
 NEGRO	4
 VERDE	8
 CAPSULA ANTI - RAIZ	
 CAPSULA ANTI - HORMIGA	

Versión anti-raiz 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 E. Cálculos Hidráulicos para determinar la C.D.T. teniendo en cuenta las pérdidas por fricción en las conducciones Lateral, Múltiple, Alimentación, principal, Unidad de filtrado) de los lotes La Victoria, Barbillas, Los Dindes, El Recuerdo y Los Medios.

Lote La Victoria 6 has Sector 1 (S.1).

Cálculo de un lateral en el sistema de riego localizado modalidad microaspersión.

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: La Victoria		SECTOR RIEGO (S.R) No. S.1	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. La Cañada
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	31.7
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	30.1
Caudal (LPH) = Q_{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /6 árbol (LPH) max	40
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 6 árboles	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	4.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar	60
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral \approx No. De salidas	10
θ = Diámetro y RDE tubería:	16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.402
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$)	6.666 LPM
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4.5
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L_R = Longitud real (m) = $(N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F)$	43.5
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = $(L_R) + (L_e)$	43,7
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.0579
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.017 m
CHEQUEO: $J \leq$ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) en 1.545 m. Si el resultado es NO, re calcular	(SI) X
OBSERVACIÓN:	(NO)

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	14.05	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	18.07
J = Pérdidas totales (m)	1.017	J = Pérdidas totales (m)	1.017
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-3	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-3
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	18.07 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	14.05 m
	26 PSI		20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
T_L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T_{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_L)
$T_L = 43.7$ m	$T_{GL} = 87.4$ m

Cálculo de un múltiple en sistema de riego localizado modalidad microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: La Victoria		SECTOR RIEGO (S.R) No. S.1	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. La Cañada
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	31.7
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	31.7
Caudal (LPH) = Q _{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /6 árbol (LPH) max	40
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	4.5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		%	%
N _{UR} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{SR} ÷ Q _{UR} = (LPH)		100	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		9	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		F₁ = 0.409	F₂ =
N _S = Número de espacios entre surcos (m)		8	
T _I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		2	
T _F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		5.2	
L _R = Longitud real = (N _S)(E _M) + (T _F)+(T _I de conexión) = (m)		45.1	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e		45.6	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 1/2" mixta	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		31.7	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.034	
J = m		0.63	
CHEQUEO: J ≤ J _{Permisible} (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(0.63) ≤ (1.26)	SI
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar		() ≤ ()	
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H$ $P_{REM} = (\mathbf{0.63}) + (\mathbf{18.07}) \pm (\mathbf{-2}) = \mathbf{20.43} \text{ m } \mathbf{29} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE			
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T _{GM})		
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (E _M)		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">T_M</td> <td style="text-align: center;"><u>45.6</u> (m) <u>100</u> %</td> </tr> </table>	T _M	<u>45.6</u> (m) <u>100</u> %	T _{GM} = m
T _M	<u>45.6</u> (m) <u>100</u> %		

Cálculo de la tubería de alimentación “método múltiples salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Microaspersión	HUERTO: La Victoria	SECTOR RIEGO (SR) No. 4
$J = (F)(L)(j)$		
F = Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) (Anexo G.)		
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente}$ (m)		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		
F = Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); $S = (4)$		F = 1
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)		31.7
L_R = Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)		60
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo K.)		11.35
L = $L_R + L_e$ = (m)		71.35
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		M. mixta
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		0.034
J = (F)(L)(j) = m		2.42

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
UNION ALUMINIO	1	1 1/2"	31.7	0.05
VALVULA BOLA	1	1 1/2"	31.7	11.3
Sumatoria L_e (m)				11.35

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno Mixta
RDE tubo	Mixta 50% original y 50% reciclado
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0039
θ_E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0524
θ_I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0482
R = Radio interno (m)	0.0241
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.001824
Q = Caudal (m^3/seg)	0.002000
$V = \frac{Q}{A} = (\frac{0.002000}{0.001824})$	1.09
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	1.86
CHEQUEO: $V \leq V_P ; (1.01) \leq (1.86)$	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (P_{REA})	
$P_{REA} = J$ tubería alimentación + Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (P_{REM}) $\pm \Delta H$ terreno	
$\Delta H = (-2)$	
$P_{REA} = (2.42) + (20.43) \pm (-2) = 24.84$ m 35.36 PSI	

Cálculo de la tubería principal “método múltiples salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Microaspersión	HUERTO: La Victoria	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
J = (F)(L)(j)		
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación)		1
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (m)		520
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		0.034
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar		31.7
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)		551.7
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo K.)		30.8
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		1 ½”
J = (F)(L)(j) = m		18.75

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
UNION ALUMINIO	8	1 ½”	31.7	0.05
TEE ALUMINIO ACTIVA	1	1 ½”	31.7	2.2
TEE ALUMINIO PASIVA	8	1 ½”	31.7	0.7
VALVULA BOLA	2	1 ½”	31.7	11.3
Sumatoria L _e (m)				30.8

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno Mixta
RDE tubo	Mixta 50% original y 50% reciclado
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0039
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0524
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0482
R = Radio interno (m)	0.0241
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.002000
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{0.002000}{0.001824} \right)$	1.09
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	1.86
CHEQUEO: V ≤ V _P ; (1.09) ≤ (1.86)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
P_{REP} = J tubería principal + P_{REA} (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) (P_{REA}) ± ΔH terreno
P_{REP} = (18.75) + (24.84) ± (25) = <u>18.57 m</u> <u>26.41 Psi</u>

“Cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO: La victoria	VEREDA: El Retiro	MUNICIPIO: La Plata	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada la cañada	θ entrada y salida filtros:	2" - 2"
Caudal diseño (GPM):	31.7	Tubería principal y secundaria:	2"
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	2"
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	75	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	75	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Anexo L.)	f-635	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	31.7			
	L _R : Longitud real (m)	2			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	34.6			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	36.6			
	θ y RDE tubería (asumirlo)	2" RDE 26			
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo I.)	0.016			
	J ₁ = (L)(j)	0.585			
Σ J ₁ (m)		0.6			

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACCE	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	2"	31.7	2.8	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	2"	31.7	0.9						
	Codo 90° PVC	1	2"	31.7	1.3						
	Válvula Bola	2	2"	31.7	13.4						
	Sumatoria L _e	34.6						Sumatoria L _e			
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e							Sumatoria L _e			

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)					
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería		PVC 2"			
RDE tubo		26			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.00287			
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.06321			
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0.06033			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)		0.03016			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)		0.002857			
Q = Caudal (m ³ /seg)		0.002000			
$V = \frac{Q}{A} = (0.002000) / (0.002857)$		0.7			
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante		1.09			
CHEQUEO: V ≤ V _P		0.7 ≤ 1.09	(SI) X	(SI)	(SI)
			(NO)	(NO)	(NO)

Continuación “cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J ₂)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J ₂ (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	31.7	2	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
J ₂ = ∑ J ₂		2	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.6) + (2) = (2.6) m$	

“Necesidad de presión en el sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	31.7 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1100 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	El Retiro
Fuente abastecimiento	Q. La Cañada	Clase sedimentos (θ)	mm	Predio	La Victoria

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = H _s + H _{fs} + H _d + H _{fp} + H _{fa} + H _{fm} + H _{fl} + H _{ff} + H _{ff} + H _{ur}	VALORES (m)
H _s = Altura de succión	0.00
H _d = Altura de descarga (Δ _H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H _{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	0.00
H _{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	18.75
H _{fa} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	2.42
H _{fm} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.63
H _{fl} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.01
H _{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H _{ff} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	2.6
H _{ur} = Presión de trabajo unidad de riego	14.05
SUMATORIA C.D.T.	39.76

Lote Los Dindes 7.6 has

Cálculo del lateral en el sistema de riego localizado modalidad microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: Los Dindes		SECTOR RIEGO (S.R) No. S.5	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. La Culebrera
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	39.7
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	39.7
Caudal (LPH) = Q_{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /6 árbol (LPH) max	40
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	4.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar	60
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral \approx No. De salidas	10
θ = Diámetro y RDE tubería:	16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.402
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$)	6.666 LPM
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4.5
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F)	43.5
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e)	43,7
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.0579
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.017 m
CHEQUEO: $J \leq$ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) en 1.545 m. Si el resultado es NO, re calcular	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN:	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	14.05	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	18.07
J = Pérdidas totales (m)	1.017	J = Pérdidas totales (m)	1.017
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-3	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-3
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	18.07 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	14.05 m
	25.7 PSI		20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
T_L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T_{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_L)
$T_L = 43.7$ m	$T_{GL} = 87.4$ m

Cálculo de un múltiple en el sistema de riego localizado modalidad microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: Los Dindes		SECTOR RIEGO (S.R) No. S - 5	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. La Culebrera
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	39.7
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	39.7
Caudal (LPH) = Q _{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /árbol (LPH) max	13.33
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	5.2

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		%	%
N _{U.R.} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{SR} ÷ Q _{UR} = (LPH)		100	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		10	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		F₁ = 0.402	F₂ =
N _S = Número de espacios entre surcos (m)		9	
T _I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		4	
T _F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		4.5	
L _R = Longitud real = (N _S)(E _M) + (T _F)+(T _I de conexión) = (m)		46	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e		46.5	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 ½" mixta	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		39.7	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.043	
J = m		0.78	
CHEQUEO: J ≤ J _{Permisible} (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(0.78) ≤ (1.26)	SI
		() ≤ ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})	
P _{REM} = Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P _{EL}) ± ΔH terreno; ΔH	
P _{REM} = (0.78) + (18.07) ± (- 8) = 22.09 m 31 PSI	

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _M)
T _M <u>46.5</u> (m) <u>100</u> %	T _{GM} = m

Cálculo de la tubería principal “método múltiples salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Microaspersión	HUERTO: Los Dindes	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
J = (F)(L)(j)		
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación)		1
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (m)		237
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		0.035
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar		39.7
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)		255.1
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo K.)		18.1
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		1 ½”
J = (F)(L)(j) = m		8.92

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
UNION ALUMINIO	4	2”	39.7	0.28
TEE ALUMINIO PASIVA	5	2”	39.7	4.5
VALVULA BOLA	1	2”	39.7	13.4
Sumatoria L _e (m)				18.1

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera polietileno 2”
RDE tubo	Mixta (50% original, 50% reciclada)
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00390
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.06390
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.06033
R = Radio interno (m)	0.03160
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.002857
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.002500
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{0.0025000}{0.002857} \right)$	0.87
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	1.06
CHEQUEO: V ≤ V _P ; (0.87) ≤ (1.06)	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA} \text{ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica)} (P_{REA}) \pm \Delta H \text{ terreno}$ $P_{REP} = (8.92) + (30.1) \pm (21) = \underline{60.02} \text{ m } \underline{85} \text{ Psi}$

“Cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO:	Los Dindes	VEREDA:	Matanzas
		MUNICIPIO:	La Plata
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Q. La culebrera	θ entrada y salida filtros:	3" - 3"
Caudal diseño (GPM):	39.6	Tubería principal y secundaria:	2"
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	2"
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	100	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	100	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Anexo L.)	f-650	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	31.7			
	L _R : Longitud real (m)	2			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	34.6			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	36.6			
	θ y RDE tubería (asumirlo)	2" RDE 26			
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo I.)	0.016			
	J ₁ = (L)(j)	0.585			
Σ J ₁ (m)			0.6		

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITE	ACCE	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	2"	31.7	2.8	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	2"	31.7	0.9						
	Codo 90° PVC	1	2"	31.7	1.3						
	Válvula Bola	2	2"	31.7	13.4						
	Sumatoria L _e	34.6					Sumatoria L _e				
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e						Sumatoria L _e				

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)					
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería		PVC 2"			
RDE tubo		26			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.00287			
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.06321			
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0.06033			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)		0.03016			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)		0.002857			
Q = Caudal (m ³ /seg)		0.002500			
$V = \frac{Q}{A} = (0.002500) / (0.002857)$		0.87			
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante		1.06			
CHEQUEO: V ≤ V _p 0.87 ≤ 1.06		(SI) X	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

Continuación “cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	39.6	3	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
$J_2 = \sum J_2$		3	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.6) + (3) = (3.6) \text{ m}$	

“Necesidad de presión en el sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	39.6 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1080 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	Matanzas
Fuente abastecimiento	Q. La Culebrera	Clase sedimentos (θ)	mm	Predio	Los Dindes

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{if} + H_{ur}$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0.00
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	0.00
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	8.92
H_{fa} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	2.08
H_{fm} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.78
H_{fl} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.01
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{if} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.6
H_{ur} = Presión de trabajo unidad de riego	14.05
SUMATORIA C.D.T.	30.78

Lote barbillas 10.2 has

Cálculo de un lateral en el sistema de riego localizado modalidad microaspersión.

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: Barbillas		SECTOR RIEGO (S.R) No. S.1	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. Barbillas
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	47.62
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	47.62
Caudal (LPH) = Q_{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /6 árbol (LPH) max	40
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	4.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar	60
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral \approx No. De salidas	10
θ = Diámetro y RDE tubería:	16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.402
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$)	6.6666 LPM
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	4.5
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F)	43.5
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.5
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e)	43,7
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.0579
$J = (F)(L)(j)$ (m)	1.017 m
CHEQUEO: $J \leq$ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego) en 1.545 m. Si el resultado es NO, re calcular	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN:	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	14.05	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	17.57
J = Pérdidas totales (m)	1.017	J = Pérdidas totales (m)	1.017
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	17.57 m 25 PSI	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	14.53 m 20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
T_L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T_{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_L)
$T_L = 43.7$ m	$T_{GL} = 87.4$ m

Cálculo de un múltiple en el sistema de riego localizado modalidad microaspersión

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Microaspersión		HUERTO: Barbillas		SECTOR RIEGO (S.R) No. S. 8	
Boquilla emisor (color)	Beige	Especie	Cacao	Fuente	Q. Barbillas
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra (m)	3	Caudal disponible (GPM)	47.62
Diámetro húmedo (m)	5	Forma siembra	triangulo	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	47.62
Caudal (LPH) = Q_{UR}	40	Árboles/ha Aprox.	1250	Caudal /6 árbol (LPH) max	40
Forma de trabajo	Auto compensado	Unidades de riego por cada 3 árboles	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	4.5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
$J = (F)(L)(j)$		%	%
$N_{U,R}$ (Número unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR}$ = (LPH)		100	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) \div (Total U.R del gran lateral)		13	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		$F_1 = 0.391$	$F_2 =$
N_S = Número de espacios entre surcos (m)		12	
T_I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1	
T_F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E_M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		5.2	
L_R = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I)$ de conexión = (m)		64.9	
L_e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e$		65.4	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 1/2" mixta	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		47.62	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.047	
J = m		1.20	
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(1.20) \leq (1.26)	SI
		() \leq ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P_{REM})
P_{REM} = Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P_{EL}) \pm ΔH terreno; ΔH
$P_{REM} = (1.20) + (17.57) \pm (4) = 14.77 \text{ m } \underline{21} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
T_M = Longitud real (L_R)	T_{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx (1/2) (E_M)
T_M = <u>65.4</u> (m) <u>100</u> %	$T_{GM} = m$

Cálculo de la tubería principal “método caudales parciales”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)								
HUERTO:	Barbillas		VEREDA:	Carmelo		MUNICIPIO:	La Plata	
ITEMS	VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. (Anexo G.)		1					
	Q: Σ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)		47.62					
	L _R : Longitud real (m)		60					
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)		44,3					
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e		104,3					
	θ y RDE tubería		3” MIXTA					
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo J.)		0.010					
$J = (F)(L)(j)$		1,1						
ΣJ (m)						1,1		

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ITEM	ACCESORIOS	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)	
TRAMO-1						TRAMO-2	UNION ALUMINIO	3	3”	47.62	3.6	
							TEE AL. ACTIVA	1	3”	47.62	38.7	
							TEE AL. PASIVA	2	3”	47.62	2	
	Sumatoria L _e			0.1			Sumatoria L _e			44.3		
TRAMO-3						TRAMO-4						
	Sumatoria L _e						Sumatoria L _e					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)					
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno 1 1/2”	Manguera Polietileno 3”			
RDE tubo	Mixta	Mixta			
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00390	0.00400			
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.05240	0.09290			
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.04820	0.08890			
R = Radio interno (m)	0.02410	0.04445			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824	0.006207			
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001999	0.001999			
$V = \frac{Q}{A}$	1.09	0.32			
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	1.86	1.2			
CHEQUEO: V ≤ V _P	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})					
P _{REP} = J tubería principal + P _{REA} (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ± ΔH terreno					
P _{REP} = (1.1) + (19.17) ± (2) = 18.27 m					

“Cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO: Barbillas	VEREDA: El Carmelo	MUNICIPIO: La Plata	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada la Isla	θ entrada y salida filtros:	3" - 3"
Caudal diseño (GPM):	47.62	Tubería principal y secundaria:	3"
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	3"
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	100	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	100	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Anexo L.)	f-650	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	47,62			
	L _R : Longitud real (m)	4			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	53.9			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	57.9			
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26			
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo I.)	0.0039			
	J ₁ = (L)(j)	0.22			
Σ J ₁ (m)				0.6	

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEM	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACC	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	3"	31.7	8.6	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	3"	31.7	1.3						
	Codo 90° PVC	1	3"	31.7	2						
	Válvula Bola	2	3"	31.7	42						
	Sumatoria L _e			53.9			Sumatoria L _e				
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e						Sumatoria L _e				

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	Manguera Polietileno 3"			
RDE tubo	Mixta			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00400			
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.09290			
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08890			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.04445			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.006207			
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001999			
$V = \frac{Q}{A}$	0.32			
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante	1.09			
CHEQUEO: V ≤ V _P	(SI) X	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

Continuación “cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	47.62	3	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
$J_2 = \sum J_2$		3	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.32) + (3) = (3.32) \text{ m}$	

“Necesidad de presión en el sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	47.2 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1125 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	El Carmelo
Fuente abastecimiento	Q. La Barbillas	Clase sedimentos (Ø)	mm	Predio	Barbillas

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fa} + H_{fm} + H_{fl} + H_{ff} + H_{ff} + H_{UR}$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	-----
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	-----
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	1.1
H_{fa} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	3,4
H_{fm} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.20
H_{fl} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.01
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	-----
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.32
H_{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	14.05
SUMATORIA C.D.T.	24,3

Lote los medios 2 has.

Cálculo de un lateral en el sistema de riego localizado modalidad goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD:	Goteo	HUERTO:	LOS MEDIOS	SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Cacao	Fuente	Nacedero
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra(m)	1.5	Caudal disponible (GPM)	15.87
Forma de instalación	En Línea	Forma siembra	Triangulo	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	15.87
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4	Árboles/ha Aprox.	2500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	4
Forma de trabajo y flujo	Auto Compensado	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	1.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	60
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral	60
θ = Diámetro y RDE tubería	Manguera 16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.359
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$)	4 LPM
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1.5
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	44
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	1.5
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F) =	91
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e)	91.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.028
J = (F)(L)(j) (m)	0.92m
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	(SI)
1.54 m. Si el resultado es NO, re calcular	(NO)
OBSERVACIÓN	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	8.4	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	10.32
J = Pérdidas totales (m)	0.92	J = Pérdidas totales (m)	0.92
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	1	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	1
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	10.32 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	8.4m
	14.6 PSI		12 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia \approx (\frac{1}{2}) (E_L)$
$T_L = (59) (1.5) + (1.5) + (1) = (91) m$	$T_{GL} = (182) m$

Cálculo de un múltiple en el sistema de riego localizado modalidad goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Goteo		HUERTO: LOS MEDIOS		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Cacao	Fuente	Nacedero
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra(m)	1.5	Caudal disponible (GPM)	15.87
Forma de instalación	En Línea	Forma siembra	Triangulo	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	15.87
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4	Árboles/ha Aprox.	2500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	4
Forma de trabajo y flujo	Auto Compensado	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	1.5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
$J = (F)(L)(j)$		100%	%
$N_{U,R}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{S,R} \div Q_{UR}$ (LPH)		900	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) \div (Total U.R del gran lateral)		8	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		F₁ = 0.415	F₂ =
N_S = Número de espacios entre surcos (m)		7	
T_I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1.5	
T_F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E_M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		5.2	
L_R = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión})$ = (m)		34.9	
L_e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 1/2"	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		15.87	
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e$		35.4	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.009	
$J = (F)(L)(j)$ m		0.13	
CHEQUEO:		(0.13) \leq (1.35)	SI X
$J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		() \leq ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P_{REM})	
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J)} + \text{presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (\quad +6 \quad)$	
$P_{REM} = (\quad 0.13 \quad) + (\quad 10.32 \quad) \pm (\quad +4 \quad) = \underline{6.45} \text{ m } \underline{9.2} \text{ PSI}$	

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
$T_M = \text{Longitud real (L}_R)$	$T_{GM} = (\text{No. Espacios entre surcos}) (\text{Distancia entre surcos}) + (\text{Longitud de influencia}) (2) ; \text{longitud de influencia } \approx (1/2) (E_M)$
T_M	T_{GM}
<u>34.9</u> (m) <u>100</u> %	

Cálculo de la tubería principal “método múltiples salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Goteo	HUERTO: Los Medios	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
J = (F)(L)(j)		
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación)		1
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (m)		5
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		0.009
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar		15.35
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)		8.3
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo K.)		3.3
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		1 ½”
J = (F)(L)(j) = m		0.1

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ALUMINIO ACTIVA	1	1 ½”	15.35	2.2
CODO PVC 90°	1	1 ½”	15.35	1,1
Sumatoria L _e (m)				3.3

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno Mixta 1 ½”
RDE tubo	Mixta 50% original y 50% reciclado
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0039
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0524
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0482
R = Radio interno (m)	0.0241
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001000
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{0.001000}{0.001824} \right)$	0.6
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	1.86
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.09) ≤ (1.86)	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA}$ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) (P _{REA}) ± ΔH terreno $P_{REP} = (0.1) + (6.45) \pm (1) = \underline{5.46} \text{ m } \underline{7.7} \text{ Psi}$

“Cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO: Los Medios	VEREDA: EL Retiro	MUNICIPIO: La Plata	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Nacedero	θ entrada y salida filtros:	1 ½" - 1 ½"
Caudal diseño (GPM):	15.35	Tubería principal y secundaria:	1 ½"
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	1 ½"
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	50	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	50	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Anexo L.)	f-635	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	15.35			
	L _R : Longitud real (m)	3			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	29			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	31			
	θ y RDE tubería (asumirlo)	1 ½" RDE			
		26			
	j: Pérdidas fricción fabricante (Anexo I.)	0.009			
	J₁ = (L)(j)	0.28			
	Σ J₁ (m)			0.28	

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACC	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	1 ½"	15.35	4.6	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	1 ½"	15.35	0.7						
	Codo 90° PVC	1	1 ½"	15.35	1.1						
	Válvula Bola	2	1 ½"	15.35	22.6						
	Sumatoria L _e	29					Sumatoria L _e				
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e						Sumatoria L _e				

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 1 ½"			
RDE tubo	RDE 26			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0030			
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0515			
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0482			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.0241			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824			
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001000			
$V = \frac{Q}{A} = (0.002000) / (0.002857)$	0.6			
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	0.87			
CHEQUEO: V ≤ V _P	0.6 ≤ 0.87			
	(SI) X	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

Continuación “cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	15.35	1.45	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
$J_2 = \sum J_2$		1.45	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.28) + (1.45) = (1.73) m$	

“Necesidad de presión en el sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	15.35 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1300 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	Retiro
Fuente abastecimiento	Nacedero	Clase sedimentos (θ)	mm	Predio	Los Medios

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0.00
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	0.00
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	0,1
H_{fA} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
H_{fM} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.13
H_{fL} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	0.92
H_{fF} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{fF} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	1.73
H_{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	8,4
SUMATORIA C.D.T.	11.58

Predio el recuerdo 2 has.

Cálculo de un lateral en el sistema de riego localizado modalidad goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Goteo		HUERTO: EL RECUERDO		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Cacao	Fuente	Nacedero y Acueducto
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra(m)	1.5	Caudal disponible (GPM)	15.87
Forma de instalación	En Línea	Forma siembra	Triangulo	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	15.87
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4	Árboles/ha Aprox.	2500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	4
Forma de trabajo y flujo	Auto Compensado	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	1.5

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	60
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral	60
θ = Diámetro y RDE tubería	Manguera 16mm
F = Factor corrección múltiples salidas (Anexo G.)	0.359
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$)	4 LPM
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1.5
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	44
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	1.5
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F) =	91
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e)	91.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (Anexo H.)	0.028
$J = (F)(L)(j)$ (m)	0.92m
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo) 1.54 m . Si el resultado es NO, re calcular	(SI)
OBSERVACIÓN	(NO)

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	14.05	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	15.97
J = Pérdidas totales (m)	0.92	J = Pérdidas totales (m)	0.92
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-1	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-3
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	15.97 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	14.05m
	22PSI		20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)]$; longitud de influencia $\approx (\frac{1}{2})(E_L)$
$T_L = (59) (1.5) + (1.5) + (1) = (91) m$	$T_{GL} = (182) m$

Cálculo de un múltiple en el sistema de riego localizado modalidad goteo

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: Goteo		HUERTO: EL RECUERDO		SECTOR RIEGO (SR) No. 1	
Boquilla emisor (color)	Negro	Especie	Cacao	Fuente	Nacedero y Acueducto
Presión trabajo (PSI)	20	Distancia siembra(m)	1.5	Caudal disponible (GPM)	15.87
Forma de instalación	En Línea	Forma siembra	Triangulo	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	15.87
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4	Árboles/ha Aprox.	2500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	4
Forma de trabajo y flujo	Auto Compensado	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	1.5

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		100%	%
$N_{U,R}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{S,R} \div Q_{UR}$ (LPH)		900	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) \div (Total U.R del gran lateral)		8	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos (Anexo G.)		F₁=0.415	F₂ =
N_S = Número de espacios entre surcos (m)		7	
T_I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1.5	
T_F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.5	
E_M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		5.2	
L_R = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión})$ = (m)		34.9	
L_e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		1 ½"	mixta
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		15.87	
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e$		35.4	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) (Anexo J.)		0.009	
J = (F)(L)(j) m		0.13	
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(0.13) \leq (1.35)	SI X
		() \leq ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces re calcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P_{REM})	
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (\quad +2 \quad)$	
$P_{REM} = (\quad 0.13 \quad) + (\quad 15.97 \quad) \pm (\quad +2 \quad) = \underline{14.1} \text{ m } \underline{20} \text{ PSI}$	

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
$T_M = \text{Longitud real (L}_R)$	$T_{GM} = (\text{No. Espacios entre surcos}) (\text{Distancia entre surcos}) + (\text{Longitud de influencia}) (2) ; \text{ longitud de influencia } \approx (\frac{1}{2}) (E_M)$
$T_M = \underline{34.9} \text{ (m) } \underline{100} \text{ \%}$	$T_{GM} = (\quad) (\quad) + (\quad) (2) = (\quad) \text{ m}$

Cálculo de la tubería de alimentación “método múltiples salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Goteo	HUERTO: EL recuerdo	SECTOR RIEGO (SR) No.
$J = (F)(L)(j)$		
F = Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) (Anexo G.)		
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente}$ (m)		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo K.)		
F = Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); $S = (2)$		F = 1
Q = Caudal a conducir = \sum caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)		15.87
L_R = Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)		98
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m)		11.35
L = $L_R + L_e$ = (m)		109.35
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		M. mixta
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		0.009
J = (F)(L)(j) = m		0.98

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
UNION ALUMINIO	1	1 1/2"	31.7	0.05
VALVULA BOLA	1	1 1/2"	31.7	11.3
Sumatoria L_e (m)				11.35

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno Mixta
RDE tubo	Mixta 50% original y 50% reciclado
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0039
θ_E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0524
θ_I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0482
R = Radio interno (m)	0.0241
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.001824
Q = Caudal (m^3/seg)	0.001000
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{0.001000}{0.001824} \right)$	0.6
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	1.86
CHEQUEO: $V \leq V_p ; (0.6) \leq (1.86)$	(SI) X
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (P_{REA})
$P_{REA} = J$ tubería alimentación + Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (P_{REM}) $\pm \Delta H$ terreno
$\Delta H = (+2)$
$P_{REA} = (0.98) + (14.1) \pm (2) = 13.08 \text{ m } 18 \text{ PSI}$

Cálculo de la tubería principal “método múltiples salidas”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: Goteo	HUERTO: EL RECUERDO	SECTOR DE RIEGO (SR) No.
$J = (F)(L)(j)$		
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación)		1
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = (m)$		87.8
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m (Anexo J.)		0.009
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar		15.87
L_R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)		75
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Anexo K.)		12.8
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		1 1/2"
$J = (F)(L)(j) = m$		0.8

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
UNION ALUMINIO	2	1 1/2"	15.35	0.6
TEE ALUMINIO ACTIVA	1	1 1/2"	15.35	2.2
TEE ALUMINIO PASIVA	2	1 1/2"	15.35	4.2
TEE PVC ACTIVA	1	1 1/2"	15.35	2.2
TEE PVC	2	1 1/2"	15.35	1.4
CODO PVC	2	1 1/2"	15.35	2.2
Sumatoria L_e (m)			12.8	

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera de Polietileno Mixta 1 1/2"
RDE tubo	Mixta 50% original y 50% reciclado
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.0039
θ_E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0524
θ_I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.0482
R = Radio interno (m)	0.0241
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.001824
Q = Caudal (m^3/seg)	0.001000
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{0.001000}{0.001824} \right)$	0.6
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	1.86
CHEQUEO: $V \leq V_P ; (1.09) \leq (1.86)$	(SI) X (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P_{REP})
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA}$ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) (P_{REA}) $\pm \Delta H$ terreno
$P_{REP} = (0.8) + (13.08) \pm (+3) = \underline{13.88 \text{ m}} \underline{19 \text{ Psi}}$

“Cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

1. DATOS BÁSICOS			
HUERTO: El Recuerdo	VEREDA: Bajo Villa Mercedes	MUNICIPIO: La Plata	
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES	
Fuente :	Quebrada la cañada	θ entrada y salida filtros:	1 ½" - 1 ½"
Caudal diseño (GPM):	15.35	Tubería principal y secundaria:	1 ½"
Relación filtrado:	1:0	Tubería retro lavado:	1 ½"
Descripción filtrado:	Arena : malla	Válvulas control flujo:	4 unidades
Capacidad total filtrado (GPM)	75	Válvulas control presión:	0
Capacidad individual filtros (GPM)	75	Válvulas control aire:	1
Modelo filtros (Anexo L.)	f-635	Medición presión:	2

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J ₁)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	15.35			
	L _R : Longitud real (m)	3			
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	40.03			
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	43.03			
	θ y RDE tubería (asumirlo)	1 ½" RDE 26			
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla (Anexo I.)	0.009			
	J ₁ = (L)(j)	0.28			
Σ J ₁ (m)		0.38			

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACC	CANT	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	Tee PCV activa	2	1 ½"	15.35	4.6	TRAMO-2					
	Tee PCV pasiva	1	1 ½"	15.35	0.7						
	Codo 90° PVC	1	1 ½"	15.35	1.1						
	Válvula Bola	3	1 ½"	15.35	33.9						
	Sumatoria L _e	29						Sumatoria L _e			
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e							Sumatoria L _e			

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 1 ½"			
RDE tubo	RDE 26			
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0030			
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0515			
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0482			
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.0241			
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001824			
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001000			
$V = \frac{Q}{A} = (0.002000)/(0.001824)$	0.6			
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	0.87			
CHEQUEO: V ≤ V _P 0.6 ≤ 0.87	(SI) X	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

Continuación “cálculo de pérdidas unidad de filtrado”

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN	0	0	-----
ARENA	15.35	1.45	(Anexo L.)
MALLA	0	0	-----
$J_2 = \sum J_2$		1.45	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.38) + (1.45) = (1.83) \text{ m}$	

“Necesidad de presión en el sistema”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	15.87 GPM	Temperatura interior caseta	°C	Dpto	Huila
Localización geográfica	1300 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	m	Municipio	La Palta
Presión trabajo unidad riego	20 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	m	Vereda	El Retiro
Fuente abastecimiento	nacedero	Clase sedimentos (θ)	mm	Predio	El Recuerdo

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
H_s = Altura de succión	0.00
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	0.30
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	0.00
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	0.80
H_{fA} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0.98
H_{fM} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.13
H_{fL} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	0.92
H_{fF} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{fF} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	1.83
H_{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	14.05
SUMATORIA C.D.T.	19.01

ANEXO M. Resumen de Cálculos en la conducción de abastecimiento hasta el filtro de arena en los lotes del proyecto.

Lote Los Medios.

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	Accesorio	LE acces.	L total (m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final								Tipo	Clase					Unitarias	Total	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
	BOCATOMA	1	2	42,1	1348,6	1346,2	2,40	42,2			42,2	140	1 ½	Manguera	mixta	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,80	0,0	1,6	0,0	2,3	0,0
	2	3	31,3	1346,2	1343,1	3,13	31,5			31,5	140	1 ½	Manguera	mixta	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,60	1,6	4,1	2,3	5,9	2,4	5,5
	3	4	41,9	1343,1	1338,5	4,57	42,1	UNION AL	0,2	42,3	140	1 ½	Manguera	mixta	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,71	4,1	8,0	5,9	11,4	5,5	10,1
	4	5	15,1	1338,5	1334,7	3,85	15,6			15,6	140	1 ½	Manguera	mixta	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,26	8,0	11,6	11,4	16,4	10,1	13,9
ENTRADA AL FILTRO	6		28,7	1334,7	0,0					0,0	140	1 ½	Manguera	mixta	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,00	11,6		16,4		13,9	

Lote Santa Helena.

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	Accesorio	LE acces.	L total (m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final								Tipo	Clase					Unitarias	Total	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
	TANQUES	1	2	106,1	996,0	993,0	2,99	106,1	UNION AL	0,2	106,3	140	1,5	MANGUERA	MIXTA	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	2,01	0,0	1,0	0,0	1,4	0,0
VIADUCTO 1	2	3	17,2	993,0	989,1	3,91	17,6			17,6	140	1,5	MANGUERA	MIXTA	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,33	1,0	4,6	1,4	6,5	3,0	6,9
	3	4	52,5	989,1	989,6	0,47	52,5	UNION AL	0,2	52,7	140	1,5	MANGUERA	MIXTA	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,88	4,6	3,2	6,5	4,5	6,9	6,4
VIADUCTO 2	4	5	23,8	989,6	985,9	3,63	24,1			24,1	140	1,5	MANGUERA	MIXTA	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	0,40	3,2	6,4	4,5	9,1	6,4	10,1
FILTRO DE AREAN	5	6	98,2	985,9	971,8	14,09	99,2	2UNION AL	0,4	99,6	140	1,5	MANGUERA	MIXTA	0,0406	0,001292	1	0,774	0,02	1,67	6,4	18,8	9,1	26,8	10,1	24,2

Lote Los Dindes.

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	Accesorio	LE acces.	L total (m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final								Tipo	Clase					Unitarias	Total	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
TOMA DE AGUA	1	2	87,1	991,5	973,5	18,0 4	88,9			88,9	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0237	2,11	992	989	0,0	15,9	0,0	22,7
CAMARA DE QUIEBRE	2	3	72,4	973,5	969,3	4,13	72,5			72,5	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0237	1,72	989	988	15,9	18,3	22,7	26,1
CAMARA DE QUIEBRE	1	2	37,5	969,3	961,1	8,23	38,4			38,4	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0237	0,91	0,00	7,3	0,0	10,4	0,0	8,2
	2	3	30,6	961,1	956,8	4,25	30,9			30,9	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0237	0,73	7,32	10,8	10,4	15,4	8,2	12,5
	3	4	72,2	956,8	948,7	8,20	72,7			72,7	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,74	10,84	17,3	15,4	24,6	12,5	20,7
	4	5	46,3	948,7	945,5	3,15	46,4			46,4	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,11	17,30	19,3	24,6	27,5	20,7	23,8
	5	6	61,3	945,5	941,4	4,10	61,4			61,4	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,47	19,34	22,0	27,5	31,3	23,8	27,9
VIADUCTO 3	6	7	13,6	941,4	939,2	2,24	13,8			13,8	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	0,33	21,98	23,9	31,3	34,0	27,9	30,2
	7	8	114,7	939,2	923,3	15,8 9	115,8			115,8	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	2,76	23,89	37,0	34,0	52,6	30,2	46,1
VALVULA DE LAVADO 1	8	9	57,2	923,3	929,1	5,82	57,5	TEE	1,6	59,1	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,41	37,01	29,8	52,6	42,4	46,1	40,2
	9	10	42,5	929,1	928,9	0,21	42,5			42,5	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,01	29,79	29,0	42,4	41,2	40,2	40,5
VALVULA VENTOSA 1	10	11	62,3	928,9	922,6	6,27	62,6	COLLAR	1,3	63,9	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,53	28,99	33,7	41,2	48,0	40,5	46,7
	11	12	50,1	922,6	917,9	4,75	50,3			50,3	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,20	33,73	37,3	48,0	53,0	46,7	51,5
	12	13	65,6	917,9	910,8	7,10	66,0			66,0	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,58	37,27	42,8	53,0	60,9	51,5	58,6
	13	14	105,9	910,8	910,8	0,01	105,9			105,9	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	2,53	42,80	40,3	60,9	57,3	58,6	58,6
	14	15	18,0	910,8	912,7	1,99	18,1			18,1	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	0,43	40,28	37,9	57,3	53,8	58,6	56,6
	15	16	43,8	912,7	908,0	4,77	44,0			44,0	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,05	37,85	41,6	53,8	59,1	56,6	61,4
	16	17	24,0	908,0	907,1	0,85	24,0			24,0	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	0,57	41,57	41,9	59,1	59,5	61,4	62,2
	17	18	37,8	907,1	918,5	11,3 3	39,5			39,5	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0237	0,94	41,85	29,6	59,5	42,1	62,2	50,9
	18	19	29,1	918,5	914,8	3,71	29,3			29,3	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	0,70	29,58	32,6	42,1	46,3	50,9	54,6
	19	20	102,4	914,8	913,7	1,05	102,4			102,4	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	2,44	32,59	31,2	46,3	44,4	54,6	55,6
	20	21	47,4	913,7	914,3	0,62	47,4			47,4	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	1,13	31,20	29,4	44,4	41,9	55,6	55,0
	21	22	26,7	914,3	906,2	8,11	27,9			27,9	150	2	PVC	41	0,0573	0,0026	3	1,164	0,0239	0,67	29,44	36,9	41,867	52,4	55,01	63,1
	22	52	27,7	906,2	893,4	12,7 7	30,5			30,5	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	0,83	36,88	48,8	52,446	69,42	63,11	75,88
VALVULA VENTOSA 2	52	51	31,1	893,4	880,8	12,6 8	33,6	COLLAR	1,3	34,9	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	0,95	48,82	60,5	69,418	86,09	75,88	88,56
	51	50	27,4	880,8	877,8	3,02	27,6			27,6	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	0,75	60,54	62,8	86,092	89,31	88,56	91,57
VIADUCTO 4	50	45	42,8	877,8	876,5	1,23	42,8			42,8	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	1,17	62,81	62,9	89,309	89,4	91,57	92,81
	45	46	71,7	876,5	867,8	8,73	72,2			72,2	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	1,98	62,87	69,6	89,396	99,01	92,81	101,5
	46	47	32,5	867,8	877,9	10,0 6	34,0			34,0	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	0,93	69,62	58,6	99,005	83,37	101,5	91,48
VALVULA DE LAVADO 2	47	48	49,8	877,9	887,6	9,73	50,7	TEE	1,6	52,3	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	1,43	58,63	47,5	83,371	67,51	91,48	81,75
	48	49	42,5	887,6	891,4	3,87	42,6			42,6	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	1,17	47,47	42,4	67,507	60,35	81,75	77,88
VALVILA VENTOSA 3	49	50	51,9	891,4	896,5	5,10	52,1	COLLAR	1,3	53,4	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	1,46	42,44	35,9	60,346	51,02	77,88	72,78
FILTRO DE ARENA	50	51	29,9	896,5	0	896, 55	897,0			897,0	150	2	PVC	26	0,0557	0,0024	3	1,231 2	0,0273	24,5	35,88		51,02		72,78	

Lote Barbillas.

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	Accesorio	LE acces.	L total (m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final								Tipo	Clase					Unitaria s	Total	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final
	BOCATOMA	1	2	237,9	1027,0	1010,5	16,50	238,4	6 UNIONES AL	0,3	238,7	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0040	0,97	0,0	15,5	0,0	22,1	0,0
	2	3	29,9	1010,5	1010,2	0,34	29,9			29,9	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0040	0,12	15,5	15,8	22,1	22,4	16,5	16,8
	3	4	36,8	1010,2	1011,2	1,05	36,8	UNION AL	0,3	37,1	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,13	15,8	14,6	22,4	20,7	16,8	15,8
	4	5	21,1	1011,2	1015,2	3,96	21,4			21,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,08	14,6	10,5	20,7	15,0	15,8	11,8
	5	6	68,3	1015,2	1021,4	6,23	68,6	2 UNIONES AL	0,6	69,2	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,25	10,5	4,1	15,0	5,8	11,8	5,6
	6	7	52,2	1021,4	1021,2	0,19	52,2			52,2	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,19	4,1	4,1	5,8	5,8	5,6	5,8
	7	8	31,0	1021,2	1018,4	2,80	31,1	3 UNIONES AL	0,9	32,0	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,11	4,1	6,7	5,8	9,6	5,8	8,6
	8	9	24,8	1018,4	1014,5	3,92	25,2			25,2	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,09	6,7	10,6	9,6	15,0	8,6	12,5
	9	10	37,3	1014,5	1011,0	3,45	37,4	UNION AL	0,3	37,7	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,14	10,6	13,9	15,0	19,7	12,5	16,0
	10	11	29,2	1011,0	1007,4	3,64	29,4			29,4	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,11	13,9	17,4	19,7	24,8	16,0	19,6
FILTRO DE ARENA	11	12	83,3	1007,4	1000,0	7,40	83,6	3 UNIONES AL	0,9	84,5	140	3	MANGUERA	MIXTA	0,0846	0,005616	3	0,534	0,0036	0,30	24,5		34,9		27,0	

Lote La Victoria

OBSERVACION	TRAMO		Long. (m)	Cota del terreno		DH (m)	Long. Real (m)	Accesorio	LE acces.	L total (m)	C. fricción	Dia. (pulg)	Tub. a Instalar		DI (M)	A (M2)	Q (l/s)	Vel (m/s)	Perdidas fricción		Pres. disponible		disponible PSI		Pres. Estática	
	Inicial	Final		Inicial	Final								Unitarias	Total					Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final		
	Tipo	Clase	Unitarias	Total	Inicial	Final	inicial	final	Inicial	Final																
BOCATOMA	1	2	7,9	1316,8	1316,9	0,08	7,9			7,9	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0181	0,14	0,0	-0,2	0,0	-0,3	0,0	-0,1
	2	3	53,9	1316,9	1313,3	3,61	54,0	UNION AL	0,25	54,3	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0181	0,98	-0,2	2,4	-0,3	3,4	-0,1	3,5
	3	4	60,2	1313,3	1309,9	3,37	60,3			60,3	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,97	2,4	4,8	3,4	6,8	3,5	6,9
	4	5	61,0	1309,9	1303,9	6,01	61,3	UNION AL	0,25	61,5	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,99	4,8	9,8	6,8	14,0	6,9	12,9
	5	6	31,0	1303,9	1299,1	4,81	31,3			31,3	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,50	9,8	14,1	14,0	20,1	12,9	17,7
	6	7	25,5	1299,1	1293,3	5,77	26,2	UNION AL	0,25	26,4	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,42	14,1	19,5	20,1	27,7	17,7	23,5
	7	8	40,2	1293,3	1288,8	4,57	40,5			40,5	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,65	19,5	23,4	27,7	33,3	23,5	28,0
	8	9	33,1	1288,8	1277,5	11,29	35,0	UNION AL	0,25	35,2	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,56	23,4	34,1	33,3	48,5	28,0	39,3
	9	10	41,0	1277,5	1272,2	5,29	41,3			41,3	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,66	34,1	38,7	48,5	55,1	39,3	44,6
	10	11	50,4	1272,2	1270,0	2,16	50,4	UNION AL	0,25	50,7	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,81	38,7	40,1	55,1	57,0	44,6	46,8
	11	12	14,7	1270,0	1269,5	0,48	14,7			14,7	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,24	40,1	40,3	57,0	57,4	46,8	47,3
	12	13	40,1	1269,5	1267,6	1,92	40,2			40,2	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,64	40,3	41,6	57,4	59,2	47,3	49,2
	13	14	22,8	1267,6	1263,8	3,85	23,2	UNION AL	0,25	23,4	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,38	41,6	45,1	59,2	64,1	49,2	53,0
	14	15	54,7	1263,8	1260,2	3,61	54,8			54,8	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,88	45,1	47,8	64,1	68,0	53,0	56,6
	15	16	51,7	1260,2	1255,1	5,05	52,0	UNION AL	0,25	52,2	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,84	47,8	52,0	68,0	74,0	56,6	61,7
	16	17	27,6	1255,1	1252,2	2,88	27,8			27,8	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,45	52,0	54,5	74,0	77,4	61,7	64,6
	17	18	20,2	1252,2	1251,0	1,20	20,3			20,3	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0181	0,37	54,5	55,3	77,4	78,6	64,6	65,8
	18	19	26,7	1251,0	1246,9	4,09	27,0	UNION AL	0,25	27,2	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,44	55,3	58,9	78,6	83,8	65,8	69,9
	19	20	20,8	1246,9	1245,0	1,92	20,9			20,9	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,34	58,9	60,5	83,8	86,1	69,9	71,8
FILTRO DE ARENA	20	21	18,4	1245,0	1241,4	3,60	18,8			18,8	140	2	MANGUERA	MIXTA	0,0533	0,002230	2	0,897	0,0160	0,30	60,5	63,8	86,1	90,8	71,8	75,4

ANEXO G. Valores de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas usa la Formula 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	0.486	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 H. Perdidas de presión (j) en tuberías de Polietileno PAVCO para riegos y conducciones agrícolas, según la combinación de las formulas de Hazen-Williams y Darcy Weisbachs; en m/100m

TUBERÍA POLIETILENO ORIGINAL PR35yPR 55				
Lt/min	m3/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
13.00	0.78		22.39	7.76
14.00	0.84		25.49	8.83
15.00	0.90		28.76	9.97
16.00	0.96		32.20	11.16
17.00	1.02		35.81	12.41
18.00	1.08		39.58	13.71
19.00	1.14		43.50	15.07
20.00	1.20		47.59	16.49
21.00	1.26		51.83	17.96

Fuente. Manual Técnico PAVCO

ANEXO I. Pérdidas de presión (j) en tuberías PVC uso agrícola, según la fórmula de Williams - Hazen; en m/100 m.

Según la Formula de Hazen & Williams

$$f = 0,2083 \left(\frac{100}{C} \right)^{1,85} \frac{Q^{1,85}}{D^{4,866}}$$

$$f = 0,0985 \frac{Q^{1,85}}{D^{4,866}}$$

Siendo:

F = Perdida de presión en m/100m.

D = Diámetro interno en pulgadas.

C = Factor de fricción constante: 150 para PVC. Q = Flujo en gal/min.

TUBERÍA RDE 51 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	173	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 K. Longitud equivalente de conexiones a tubería en m.

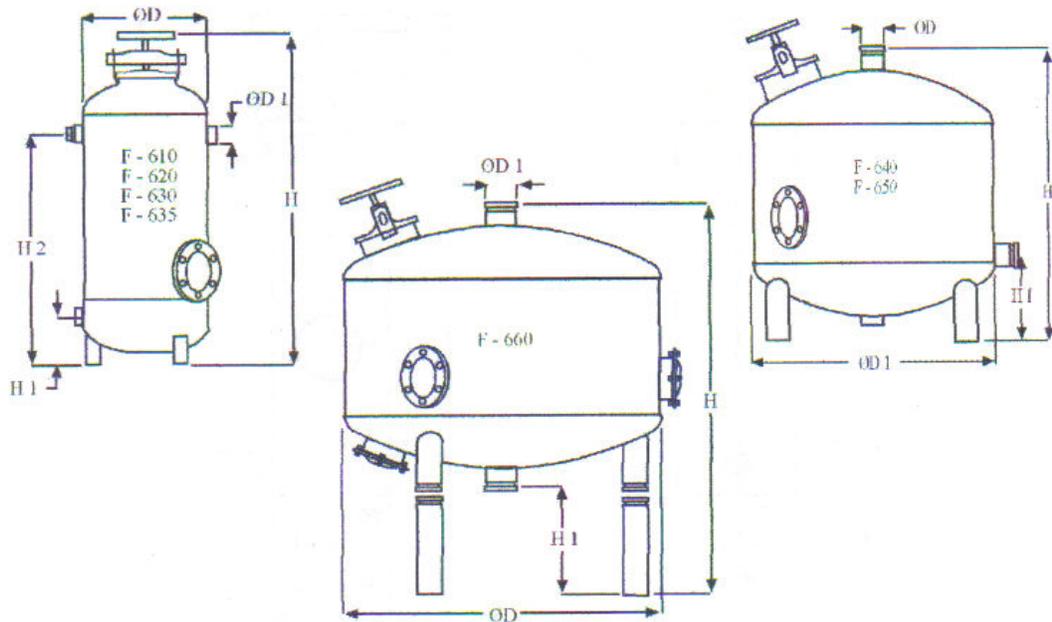
DIÁMETRO (D)		Codo 90° Radio corto	Codo 45°	Válvula de compuerta abierta	Válvula de tipo globo abierta y/o bola	Te pasiva	Te activa	Te bifurcada	Cheque y/o hidrante tipo liviano	Cheque y/o hidrante tipo pesado
mm	Pulg.									
13	½	0.5	0.2	0.1	4.9	0.3	1.0	1.0	1.1	1.6
19	¾	0.7	0.3	0.1	6.7	0.4	1.4	1.4	1.6	2.4
25	1	0.8	0.4	0.2	8.2	0.5	1.7	1.7	2.1	3.2
32	1¼	1.1	0.5	0.2	11.3	0.7	2.3	2.3	2.7	4.0
38	1½	1.3	0.6	0.3	13.4	0.9	2.8	2.8	3.2	4.8
50	2	1.7	0.8	0.4	17.4	1.1	3.5	3.5	4.2	6.4
63	2½	2.0	0.9	0.4	21.0	1.3	4.3	4.3	5.2	8.1
75	3	2.5	1.2	0.5	26.0	1.6	5.2	5.2	6.3	9.7
100	4	3.4	1.5	0.7	34.0	2.1	6.7	6.7	6.4	12.9
125	5	4.2	1.9	0.9	43.0	2.7	8.4	8.4	10.4	16.1
150	6	4.9	2.3	1.1	51.0	3.4	10.0	10.0	12.5	19.3

Fuente CECIL, Javier E. Vergara.

ANEXO L. Parámetros Selección del tipo de Filtrado

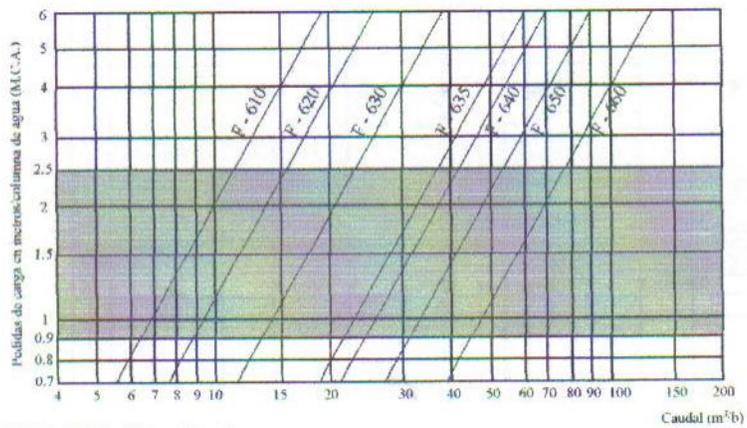
FUENTES DE AGUA	TIPO DE FILTRADO
<p>1. POZOS. Agua con arena y cieno, (todo blando), y escaso contenido de materia orgánica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de mallas. • Filtro Hidriciclón. Cuando La proporción de arena en el agua es mayor a tres (3) ppm.
<p>2. EMBALSES Y LAGOS. Aguas represadas con grandes contenidos de materia orgánica, como algas, en ocasiones cieno y partículas de arcilla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de arenas. • Filtro de mallas.
<p>3. RIOS. Aguas corriente con grandes contenidos de de cieno, partículas de arcilla y/o arena y en ocasiones algas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de arenas. • Filtro de mallas. • Filtro Hidriciclón.
<p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de mallas. • Filtro Hidriciclón.

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



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 F. Valores estándar aproximados de humedad en el suelo distintas texturas.

HUMEDAD EN EL SUELO			
TEXTURA SUELO	CAPACIDAD CAMPO	P.MARCHITAMIENTO	HUMEDAD DISPONIBLE
Arenoso	9%	2%	7%
Arenoso-franco	14%	4%	10%
Franco arenoso-limoso	23%	9%	14%
Franco arenoso + materia orgánica	29%	10%	19%
Franco	34%	12%	22%
Franco-arcilloso	30%	16%	14%
Arcilloso	38%	34%	14%
Arcilloso con buena estructura	50%	30%	20%

ANEXO Ñ. Coeficientes estacionales de uso-consumo (Kc) para diferentes cultivos.

Cultivo	Duración de la estación normal de crecimiento	Coefficiente de uso-consumo (Kc)
Alfalfa	Entre heladas	0.80 a 0.90
Plátano	Todo el año	0.80 a 1.00
Porotos	3 meses	0.60 a 0.70
Cacao	Todo el año	0.70 a 0.80
Café	Todo el año	0.70 a 0.80
Maíz	4 meses	0.75 a 0.85
Algodón	7 meses	0.60 a 0.70
Dátiles	Todo el año	0.65 a 0.80
Colza	7 - 8 meses	0.70 a 0.80
Cereales	3 meses	0.75 a 0.85
Sorgo	4 - 5 meses	0.70 a 0.80
Girasol	4 - 5 meses	0.65 a 0.75
Huertos:		
Aguacates	Todo el año	0.50 a 0.55
Pomelos	Todo el año	0.55 a 0.65
Naranjos y limones	Todo el año	0.45 a 0.55
Nogales	Entre heladas	0.60 a 0.70
Hoja caduca	Entre heladas	0.60 a 0.70
Empastadas:		
Mixtas	Entre heladas	0.75 a 0.85
trébol ladino	Entre heladas	0.80 a 0.85
Papas	3 - 5 meses	0.65 a 0.75
Arroz	3 - 5 meses	1.00 a 1.10
Sisal	Todo el año	0.65 a 0.70
Remolacha azucarera	6 meses	0.65 a 0.75
Caña de azúcar	Todo el año	0.80 a 0.90
Tabaco	4 meses	0.70 a 0.80
Tomates	4 meses	0.65 a 0.70
Viñas	5 - 7 meses	0.50 a 0.60

Fuente: Jensen³.

ANEXO O. Manuales de operación y mantenimiento de los sistemas de riego instalados en los lotes Los Medios, El Recuerdo, Santa Helena, La Victoria, Los Dindes, Barbillas,

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO



MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO

PREDIO: LOS MEDIOS

***VEREDA: BAJO RETIRO
PLATA***

MUNICIPIO: LA

SOCIO DE LA COOPERATIVA CACAOPLAT: LUS MERY BONILLA

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN.

1.2 MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1 CAPTACION.

2.2 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.3 UNIDAD DE FILTRADO.

2.4 PRINCIPAL.

2.5 ALIMENTACIÓN.

2.6 SECTOR DE RIEGO.

2.6.1 MONTAJE DE REPARTO.

2.6.2 MULTIPLE.

2.6.3 LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.7 TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

3.1 PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

3.2 PUESTA EN MARCHA.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECTORES DE RIEGO.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: los medios.

Vereda: Bajo Retiro

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia

Extensión: 2 has.

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Sistema de Riego: Goteo.

Fuente de abastecimiento: 3 Nacederos.

Caudal de diseño: 1 Lts/seg.

1.2 MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		150 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		270 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		300mts
Manguera laterales: manguera polietileno de 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		8600mts
Unidades de riego: Goteros auto compensado de 4 L/Hr flujo turbulento.		4900unidades
Control sectores de riego: incluye, tubería 1 ½" y accesorios PVC presión y aluminio; válvulas PVC de control de presión y caudal de 1 ½" y Galápagos de 1 ½" para la toma de presión.		6
Tapones de lavado: ubicados en la principal y múltiples.	Tapón PVC de 1 ½" principal con accesorios en aluminio	1
	Tapón PVC de 1 ½" con accesorios en aluminio	6
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 1 ½"	Filtro de arena de 30GPM	1
	Válvulas de 1 ½" PVC presión	4
	Manómetro de 100psi	1
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 60psi con glicerina y accesorios de medición,		1

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Goteo** además de contar con su característica principal, el gotero, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote.

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Goteo. Cifuentes (1998) define el Goteo como:

“Un sistema de riego a presión por medio del cual se suministra en forma lenta y sostenida, la cantidad de agua necesaria a una planta”. Sus principales ventajas son: “no produce erosión; mano de obra para operación y mantenimiento baja,

requiere presiones bajas de trabajo, aplicación de agua y nutrientes necesarios, bajas pérdidas por evaporación, mayor producción y calidad de cosechas, fácil de instalar y trabaja en cualquier tipo de topografía y reduce el crecimiento de malezas; y las desventajas son: altos costos de instalación; exigente en diseño, operación y mantenimiento, de lo contrario se acaban cosecha y equipos; súper exigente al filtrado, susceptible a los daños de roedores, hormigas, pájaros, etc., no controla heladas y su revisión de funcionamiento es compleja.¹³

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.

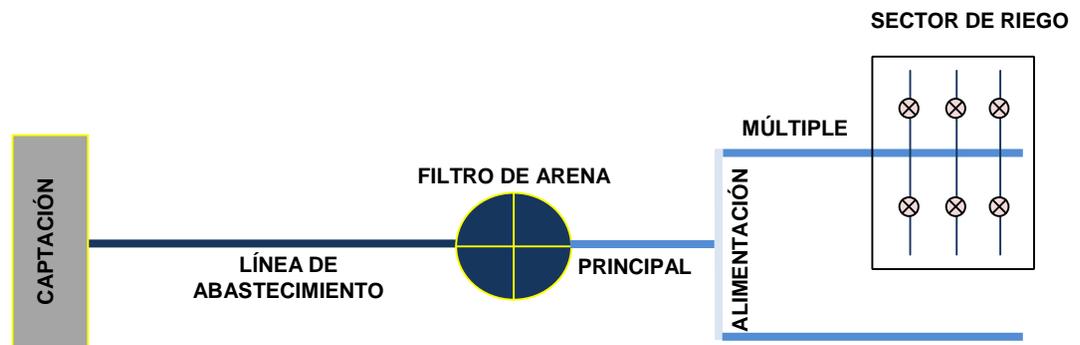


Fig. I. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

2.1 CAPTACIÓN AGUA

La captación se realiza con una presa transversal al flujo del agua, construida y aportada por el usuario al proyecto; consta de una serie de sacos llenos de tierra que se ubican uno sobre otro impidiendo el paso normal del agua y por consiguiente represándola; en la parte inferior del arrume de sacos se sitúa una manguera de polietileno de 1 ½" que realiza la función de captar el agua del afluente y conducirla a la línea de abastecimiento al lote.



Fig. II. Toma de agua para el predio Los Medios.

¹³ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998



Fig. III. Línea de abastecimiento al lote
manguera de polietileno de 1 1/2".

2.3 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por un Filtro de arena de 30 GPM, montaje realizado con accesorios en aluminio y PVC; tubería PVC presión de 1 1/2" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 1 1/2"; que lleguen a la unidad y mejorar la calidad del agua captada, reteniendo partículas de diámetro mayor a 0,7 mm según manual técnico del fabricante. (Ver Anexo L.)

2.2 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2" de elaboración mixta, que hace el recorrido de 150 mts, desde la bocatoma hasta el filtro de arena, con una diferencia de altura de 14 metros. Dentro de este recorrido atraviesa 1 viaducto de 8 metros, compuesto por cables templados de acero.

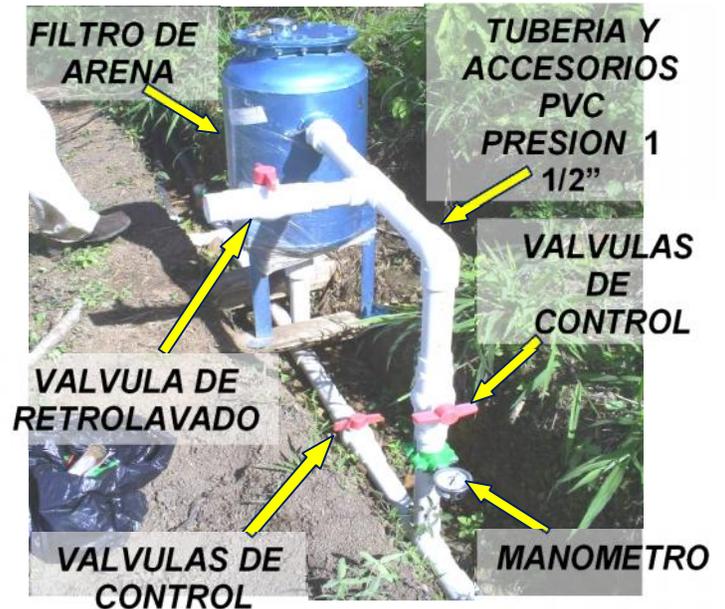
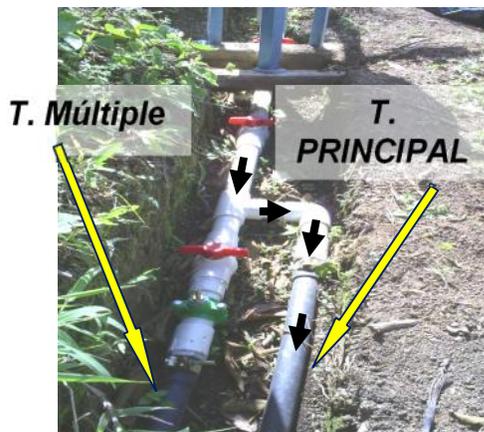


Fig. IV. Descripción del filtro de arena instalado en el lote Los Medios.



2.4 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2" de elaboración mixta, con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.

Fig. V. Distribución de la línea principal instalada en el lote Los Medios.

2.5 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTACIÓN.

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2" de elaboración mixta, con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la distribución principal hacia cada uno de los sectores de riego.

Fig. VI. Distribución de la línea de alimentación instalada en el lote Los Medios



2.6 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 1/2" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden los laterales, que a su vez cada 1,5 mts llevan instalado un gotero, y en las terminaciones cuenta con obturadores de lavado en el lateral y tapones de lavado en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.6.1 Montaje de reparto

El montaje de reparto o entrada, abastecimiento al sector de riego, está compuesto por una conexión en tubería de PVC presión de 1 1/2" RDE 26, una válvula PVC de 1 1/2", un galápago, (derivación), de 1 1/2" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.

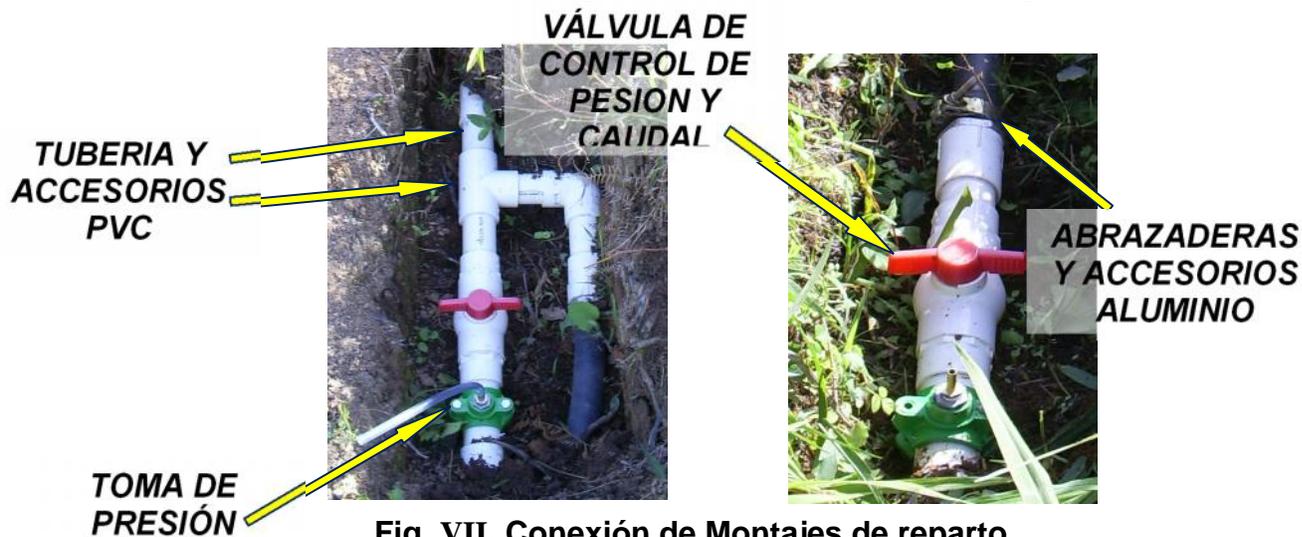


Fig. VII. Conexión de Montajes de reparto

2.6.2 Tubería de distribución Múltiple.

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales, cada 2.6 m, en silletas y conectores de 16mm. Cumple la función de recibir el agua del montaje de reparto y conducirla a los laterales.



Fig. VIII. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral.

2.6.3 Laterales y unidad de riego. Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16 mm, están conectados al múltiple por medio de silletas y conectores; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (goteros auto compensado de 4 Lts/h flujo turbulento), que están distribuidas cada 1,5 mts en el lateral.



Fig. IX. Componentes e instalación del gotero.

2.7 TAPONES DE LAVADO.

Los tapones de lavado están ubicados en todos los extremos de las distribuciones: principal, alimentación y múltiple, los cuales consta de un tapón roscado PVC presión que se adapta al acople macho de aluminio, que a su vez se adapta a la manguera principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición, (dobles), de la manguera lateral que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ ", que en conjunto realizan la acción de tapado.



Fig. X. Tapones de lavado instalado en el lote Los Medios

3 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO

TABLA N°1 Programación de Riego.

TURNO	N° SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)		
						INICIAL	MEDIA	ADULTA
1	S.1	12	750	750	13.3	2 horas 10 min	2horas 33 min	2 horas 55min
2	S.2	20	800	800	13.2			
3	S.3	22	850	850	14.9			
4	S.4	23	830	830	14.6			
5	S.5	25	800	800	13.2			
6	S.6	28	870	870	15,3			

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrío en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días

3.2 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE RIEGO.

El sistema de riego instalado en el lote Los Medios, con 2 has, está dividido en 6 sectores de riego ver plano, con un caudal de diseño de 1 L/ seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta:

Cabe anotar que la nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano de instalaciones del lote. (Ver Anexo P. plano 1-1)

- ❖ En la bocatoma es de importancia que este en perfecto estado, libre de objetos extraños, un grado de turbidez bajo y cerciorarse de que el nivel de agua sea óptimo para su captación, como también la disposición de la manguera que hace la función de conducir el agua hasta la línea de abastecimiento.
- ❖ En la unidad de filtrado, (Ver plano 1-1 detalle "D-1"), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado que debe estar marcando una presión entre 19 y 20 PSI, ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en el desarenador o bocatoma.
- ❖ Es recomendable realizar el aforo del caudal de llegada a la unidad de filtrado, acompañado de un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N° XI. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas), periodo corto debido a la baja calidad de agua con que se cuenta y a la falta de un desarenador.

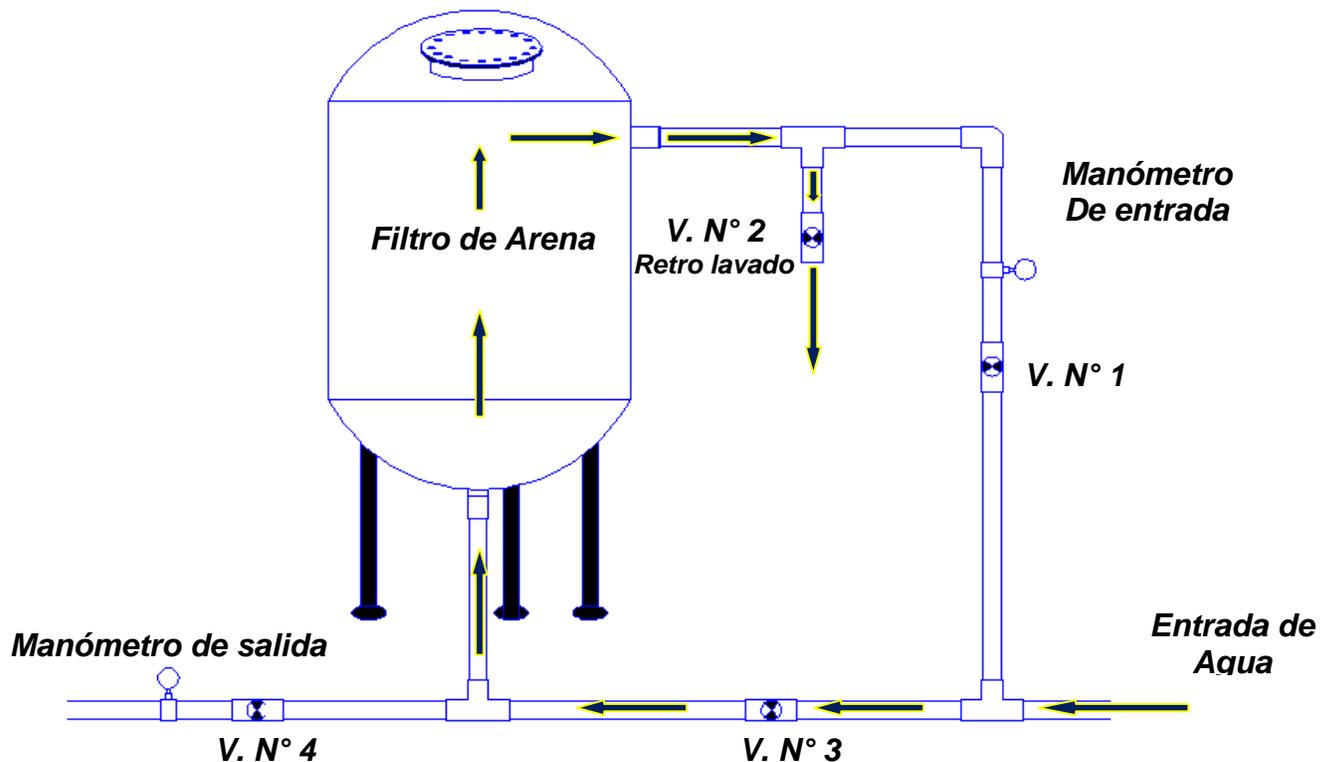


fig. XI. Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V. N° 2** y **V. N° 3** mientras que las que las **V. N° 1** y **V. N° 4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. 1 Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los taponos de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación, múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.
- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), (Ver Anexo P. plano 1-1 detalle "**D-1**"), hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 1**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la Fig. N. XII Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena)

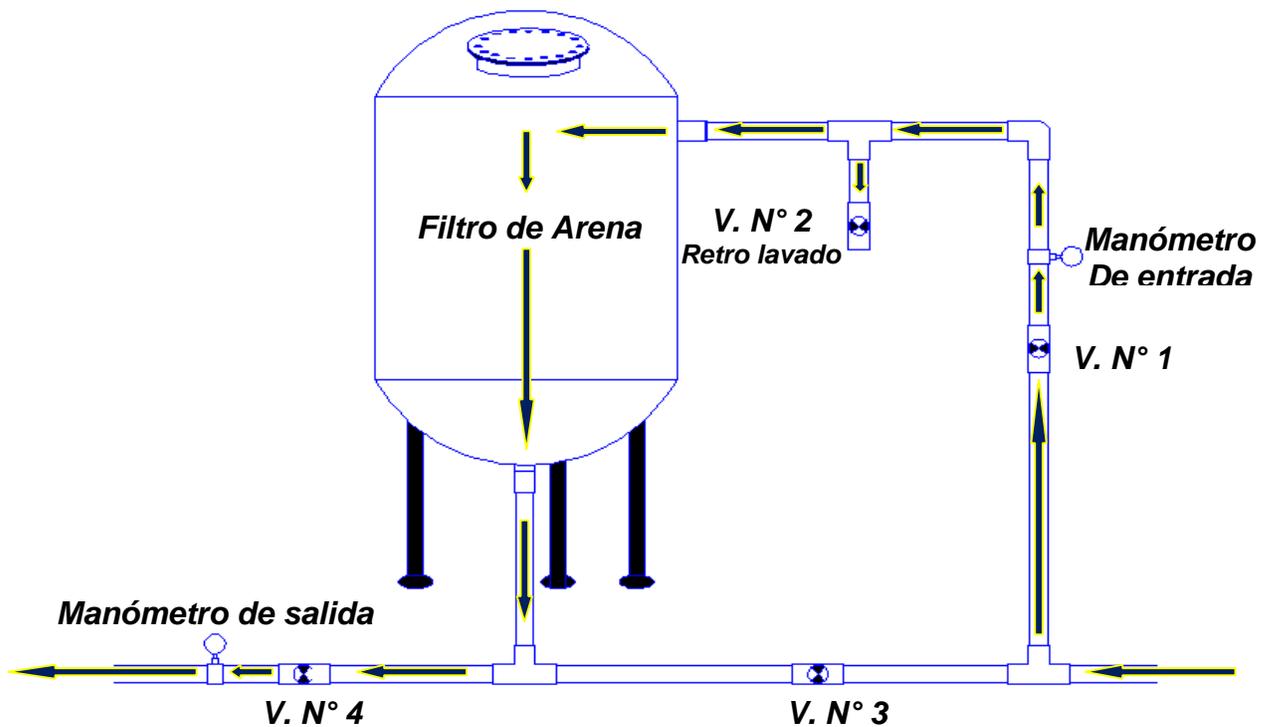


Fig. XII Recorrido del agua por la unidad de filtrado.

- ❖ Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.
- ❖ El sistema de riego por goteo está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (10 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión haciendo en ejercicio de abrir o cerrar la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede optar por la abierta de un sector adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el inicio del funcionamiento de cualquiera de los sectores, **(S1, S2, S3, S4, S5, S6)**, hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la **(U.F.)** que demarca la entrada de agua, como se describe en la Fig. N. XII, al sistema; dependiendo del valor que marque el manómetro estando marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está entre los 20 a 30 PSI.

Para la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe a continuación:

TABLA. N°2 Operación de Válvulas Según Turno y Sector de Riego a Beneficiar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvula (V-a)	Válvula (V-b)	Válvula (V-c)	Válvula (V-d)	Válvula (V-e)	Válvula (V-f)
1	S.1	O	O	X	X	X	X	X
<i>Cambio n.1</i>								
2	S.2	O	X	O	X	X	X	X
<i>Cambio n.2</i>								
3	S.3	O	X	X	O	X	X	X
<i>Cambio n.3</i>								
4	S.4	O	X	X	X	O	X	X
<i>Cambio n.4</i>								
5	S.5	O	X	X	X	X	O	X
<i>Cambio n.5</i>								
6	S.5	O	X	X	X	X	X	O
Terminación del riego								

“O”: ABIETO “X”: CERRADO

Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.

Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N.2, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.

Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la (U.F.) realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

4 MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca de ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.

- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Al realizar las labores de cultivo como limpias, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.
- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.
- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava), separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).
- ❖ Cuando ocurran taponamientos en conducciones dentro del sistema y las unidades de riego, (microaspersores), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida vienen calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este PH en el agua, pueden utilizarse 6 litros del ácido por cada metro cúbico de agua que entre en las tuberías mientras dura la limpieza.”¹⁴
- ❖ En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

¹⁴ http://www.agrocabildo.com/publica/Publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO



***PREDIO: EL RECUERDO VEREDA: BAJO VILLA MERCECEZ
MUNICIPIO: LA PLATA***

PROPIETARIO Y SOCIO DE CACAOPLAT: RUBIEL GALEANO

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN.

1.2. MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1. CAPTACION.

2.2. CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.3. UNIDAD DE FILTRADO.

2.4. TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

2.5. PRINCIPAL.

2.6. ALIMENTACIÓN.

2.7. SECTOR DE RIEGO.

2.7.1. MONTAJE DE REPARTO.

2.7.2. MULTIPLE.

2.7.3. LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.8. TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

3.2. PUESTA EN MARCHA.

3.3. OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECTORES DE RIEGO.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN

Predio: El recuerdo.

Vereda: Bajo Villa Mercedes.

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia.

Extensión: 2 has.

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Sistema de Riego: Goteo.

Fuente de abastecimiento: acueducto veredal y dos Nacederos.

Caudal de diseño: 1 Lts/seg.

1.2. MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		50 mts
Manguera principal: manguera polietileno) de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		160mts
Manguera de alimentación: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		230 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		400mts
Manguera laterales: manguera mixta 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		8340mts
Unidades de riego: Goteros auto compensado de 4 L/Hr.		4980unidades
Distribución del sistema: en sectores de riego independientes, en tubería y accesorios PVC presión y aluminio.	Válvulas PVC de control de presión y caudal de 1 ½" y Galápagos de 1 ½" para la toma de presión.	5
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 1 ½"	tapón PVC de 1 ½" principal con accesorios en aluminio	1
	tapón PVC de 1 ½" con accesorios en aluminio	5
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 1 ½"	filtro de arena de 30GPM	1
	Válvulas de 1 ½" PVC	4
	Manómetro de 60psi	2
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 60psi con glicerina		1

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Goteo** además de contar con su característica principal, el gotero, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote.

1.3.1. Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

El goteo. Cifuentes (1998) define el Goteo como: "Un sistema de riego a presión por medio del cual se suministra en forma lenta y sostenida, la cantidad de agua necesaria a una planta". Sus principales ventajas son: "no produce erosión; mano de obra para operación y mantenimiento baja, requiere presiones bajas de trabajo, aplicación de agua y nutrimentos necesarios, bajas pérdidas por evaporación, mayor producción y calidad de cosechas, fácil de instalar y trabaja en cualquier

tipo de topografía y reduce el crecimiento de malezas; y las desventajas son: altos costos de instalación; exigente en diseño, operación y mantenimiento, de lo contrario se acaban cosecha y equipos; súper exigente al filtrado, susceptible a los daños de roedores, hormigas, pájaros, etc., no controla heladas y su revisión de funcionamiento es compleja.¹⁵

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.



Fig. I. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

2.1 CAPTACIÓN

El agua para el funcionamiento de este proyecto es proveniente de un acueducto veredal, del cual aporta un caudal de 0,5 L/seg en tubería PVC de 1/2" y 0,7 L/seg de 2 nacedores, uno ubicado en la cabecera del lote y el otro a 300 m, del mismo, conducidos en manguera polietileno de 1". Que a su vez llegan directamente a la unidad de filtrado.

2.2 LINEA DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la instalación ya existente de la tubería de PVC de 1/2" y la disposición de dos mangueras de polietileno de 1" que capta el agua de los nacedores hasta el filtro de arena.

2.3 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por un Filtro de arena de 30 GPM, montaje realizado con accesorios en aluminio y PVC; tubería PVC presión de 1 1/2" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 1 1/2"; cumple la función de filtrado de las partículas extrañas, (arena, hojas, limos etc.), que lleguen a la unidad y mejorar la calidad del agua captada, reteniendo partículas de diámetro mayor a 0,7 mm según manual técnico del fabricante. (Ver Anexo L.)

¹⁵ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998

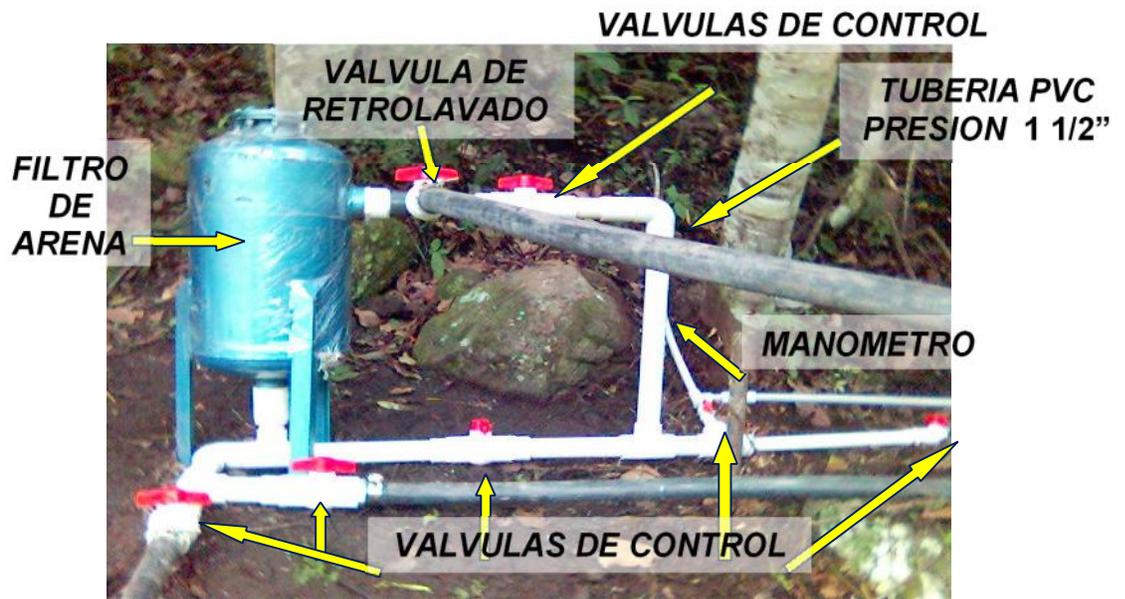


Fig. II. Descripción del filtro de arena instalado en el lote El Recuerdo.

2.4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Como adaptación y mejoramiento del sistema de riego, se adaptó un tanque de 7500 litros, ya existente en el lote cerca de la unidad de filtrado, que sirve de almacenamiento de agua para la puesta en funcionamiento de los 4 sectores de riego de la parte baja del lote.

2.5 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL.

La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.

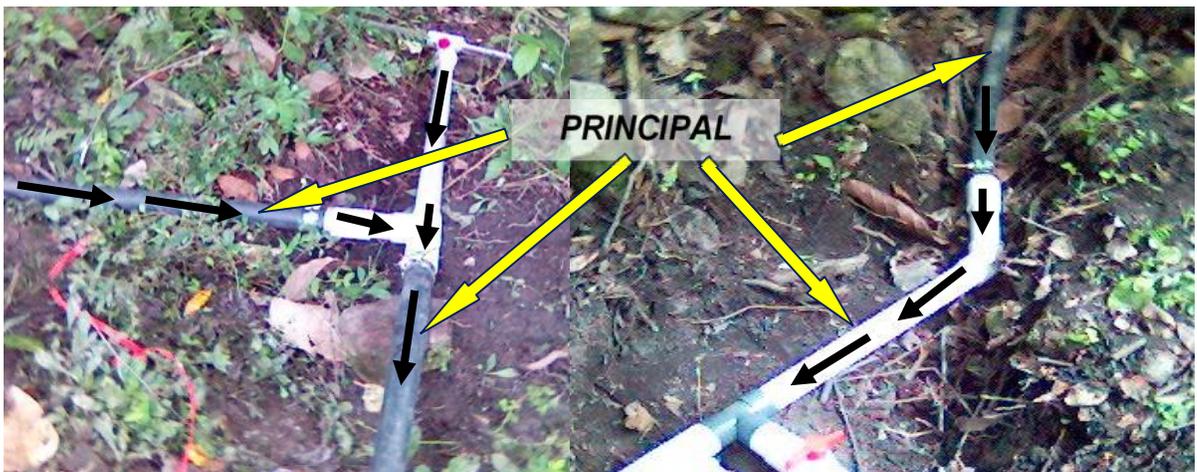


Fig. III. Distribución de la línea principal instalada en el lote El Recuerdo.

2.6 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTACIÓN.

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la principal hacia cada uno de los sectores de riego.



Fig. IV. Distribución de la línea de alimentación instalada en el lote El Recuerdo.

2.7 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 1/2" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden los laterales, que a su vez cada 1,5 mts llevan instalado un gotero, y en las terminaciones cuenta con obturadores de lavado en el lateral y tapones de lavado en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.7.1 Montaje de reparto

El montaje de reparto o entrada, abastecimiento al sector de riego, está compuesto por una conexión en tubería de PVC presión de 1 1/2" RDE 26, una válvula PVC de 1 1/2", un galápago, (derivación), de 1 1/2" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.

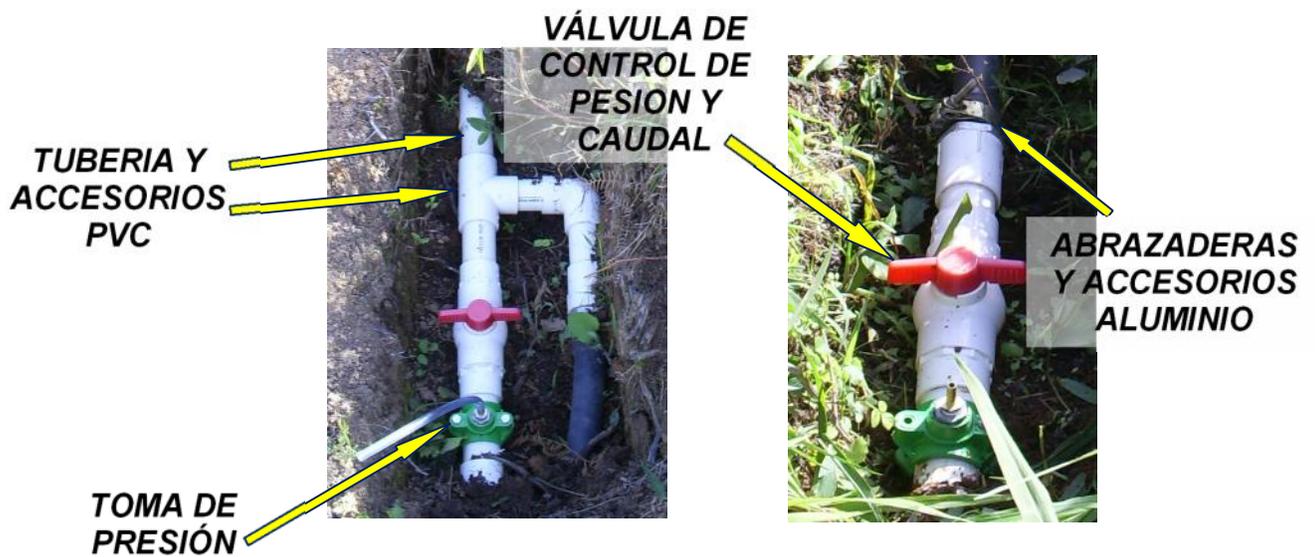


Fig. VII. Conexión de Montajes de reparto.

2.7.2 Tubería de distribución Múltiple

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales, cada 2.6 m, en silletas y conectores de 16mm. Y cumple la función de recibir el agua del montaje de reparto y conducirla a los laterales.

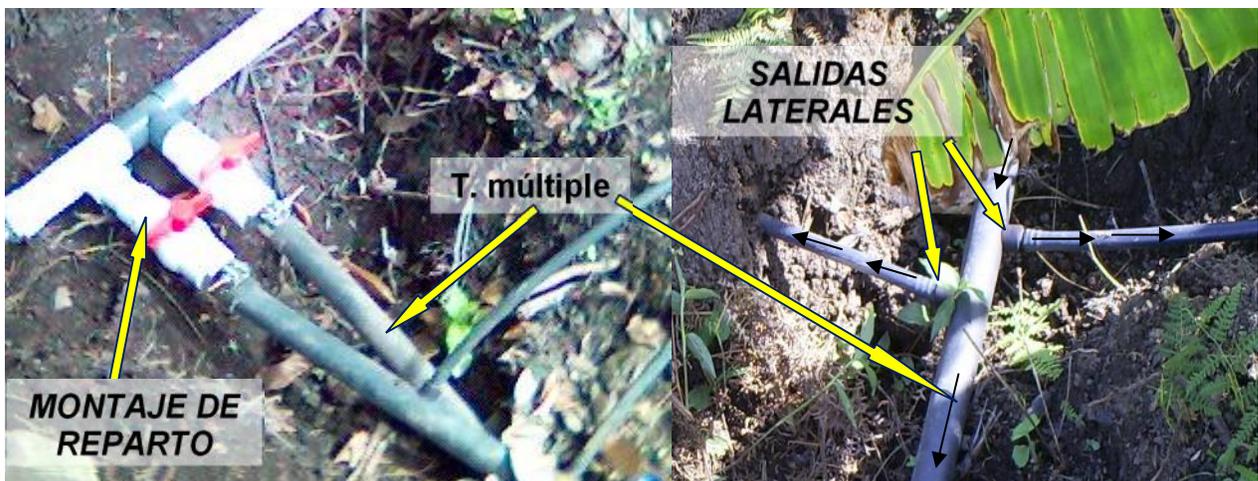


Fig. V. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral.

2.7.3 Laterales y unidad de riego.

Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16 mm, están conectados al múltiple por medio de silletas y conectores; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (goteros auto compensado de 4 Lts/h flujo turbulento), que están distribuidas cada 1,5 m en el lateral.

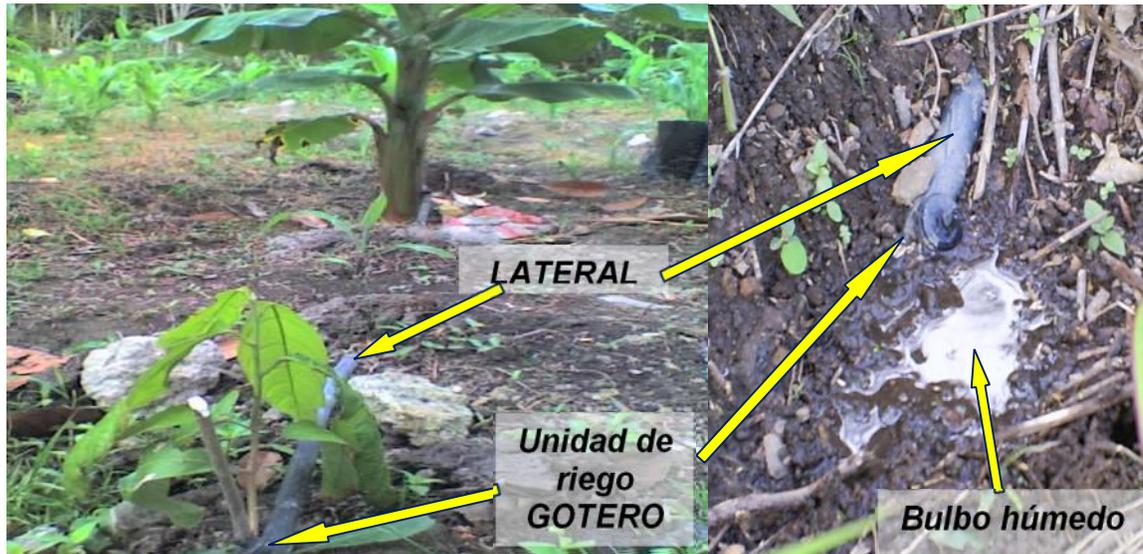


Fig. VI. Componentes e instalación del gotero, lote El Recuerdo.

2.8 TAPONES DE LAVADO.

Los tapones de lavado están ubicados en todos los extremos de las distribuciones: principal, alimentación y múltiple, los cuales consta de un tapón roscado PVC presión que se adapta al acople macho de aluminio, que a su vez se adapta a la manguera principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición, (dobles), de la manguera lateral que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ ", que en conjunto realizan la acción de tapado.



Fig. VII. Tapones de lavado tub. Múltiple.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO

TABLA N°1 Programación de Riego.

TURNO	N° SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)		
						INICIAL	MEDIA	ADULTA
1	S.1	20	280	280	4,9	2 horas 10 min	2horas 33 min	2 horas 55min
2	S.2	13	1175	1175	20,7			
3	S.3	14	1100	1100	19,4			
4	S.4	14	1208	1208	21,3			
5	S.5	14	1217	1217	21,5			

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrero en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días

3.2 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE RIEGO.

El sistema de riego instalado en el lote El Recuerdo, con 2 has, está dividido en 5 sectores de riego ver plano, con un caudal de diseño de 1.5 L/ seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta que:

- ❖ La nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano de instalaciones del lote. . (Ver Anexo P. plano 1-2)
- ❖ Al iniciar la jornada de riego los nacederos deben presentar un grado de turbidez mínimo, y darse cuenta, que por todas las salidas de abastecimiento este llegando el caudal requerido.
- ❖ En la unidad de filtrado, (ver Anexo P. plano 1-2, detalle “D-1”), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado que debe estar marcando una presión entre 19 y 20 PSI, ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en la toma de agua.

- ❖ Es recomendable realizar el aforo del caudal de llegada a la unidad de filtrado, acompañado de un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N.VIII. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas), periodo corto debido a la baja calidad de agua con que se cuenta y a la falta de un desarenador.

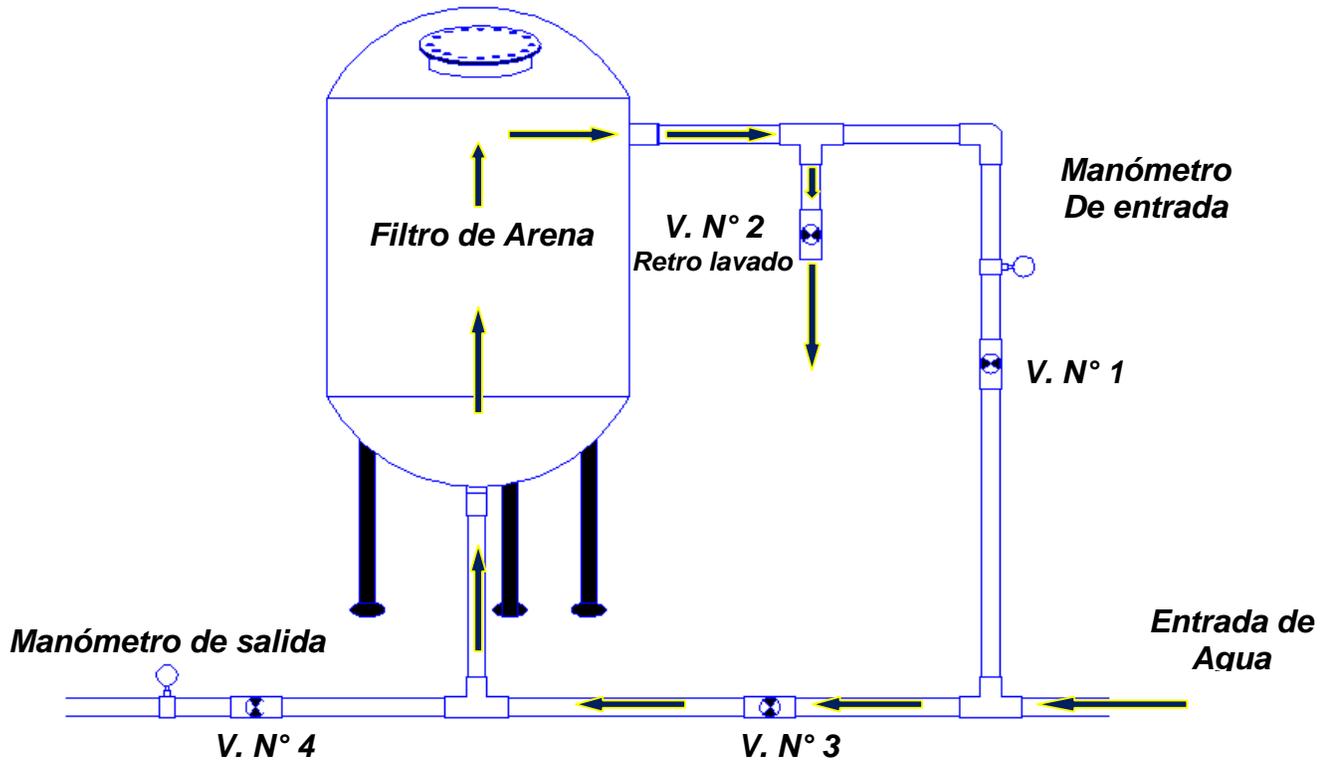


fig. VIII. Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V. N° 2** y **V. N° 3** mientras que las **V. N° 1** y **V. N° 4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. 1 Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los tapones de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación,

múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.

- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), (ver Anexo P. plano 1-2 detalle “**D-1**”), hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 1**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la Fig. N. IX. Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena)

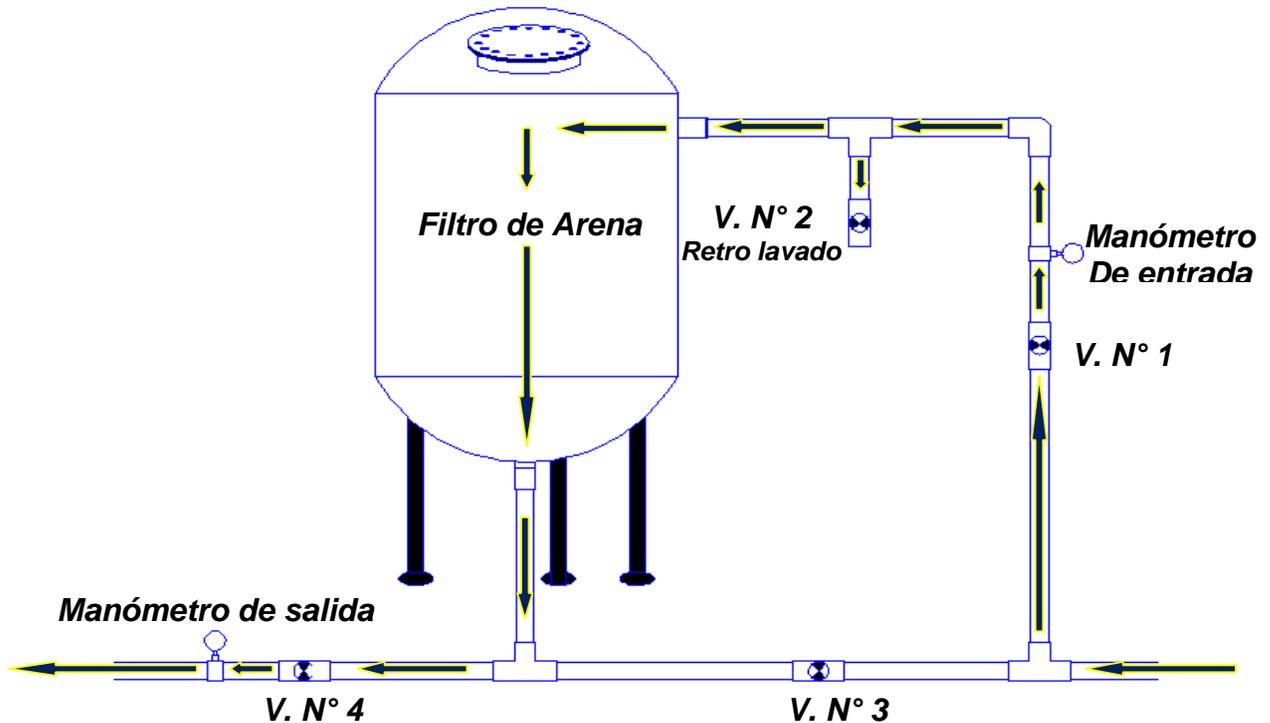


Fig. IX Recorrido del agua por la unidad de filtrado.

- ❖ Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.
- ❖ El sistema de riego por goteo está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (10 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión haciendo en ejercicio de abrir o cerrar la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede optar por la apertura de un sector

adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el inicio de cualquiera de los sectores, (**S1, S2, S3, S4, S5**), hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la (**U.F.**) que demarca la entrada de agua, como se describe en la Fig. N. IX, al sistema; dependiendo del valor que marque el manómetro estando marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está de 20 a 30 PSI.

.Para la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe a continuación:

TABLA. N°2 Operación de Válvulas Según Turno y Sector de Riego a Beneficiar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	S.1	abierto	U.F: V.1, V.4, V.6 V.A V-a	U.F: V.2, V.3, V.5, V.7 Sectores :(V-b, V-c, V-d, V-e).
Cambio n.1				
2	S.2	abierto	U.F: V.6, V.7, V.1, V.5 V.A V-b	U.F: V.2, V.3, V.4 Sectores :(V-a, V-c, V-d, V-e).
Cambio n.2				
3	S.3	abierto	U.F: V.6, V.7, V.1, V.5 V.A V-c	U.F: V.2, V.3, V.4 Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-e).
Cambio n.3				
4	S.4	abierto	U.F: V.6, V.7, V.1, V.5 V.A V-d	U.F: V.2, V.3, V.4 Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-e).
Cambio n.4				
5	S.5	abierto	U.F: V.6, V.7, V.1, V.5 V.A V-e	U.F: V.2, V.3, V.4 Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d).
Culminación del riego				

Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.

Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N. VIII, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.

Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la **(U.F.)** realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca de ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.
- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Las líneas de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, tienen que estar debidamente enterradas para evitar daños provocados por la exposición de los materiales largo tiempo a la intemperie y asegurarse que no hayan escapes de agua en cada una de sus trayectorias.
- ❖ Las obras que componen el sistema de riego, bocatoma, unidad de filtrado, montajes de reparto, deben permanecer limpios, secos, sin invasiones de arvenses, (malezas) y con protección para que no estén expuestos a la intemperie.
- ❖ Al realizar las labores de cultivo como limpias, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.

- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.
- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava), separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).
- ❖ Cuando ocurran taponamientos en las unidades de riego, (goteros), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida vienen calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos.
- ❖ En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO



PREDIO: SANTA HELENA

***VEREDA: PANOARAMA
PLATA***

***MUNICIPIO: LA
PLATA***

PROPIETARIO Y SOCIO DE CACAOPLAT: MIRIAN PENNA MUSE

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1 GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN.

1.2. MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1. CAPTACION.

2.2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO

2.3. CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.4. UNIDAD DE FILTRADO.

2.5. PRINCIPAL.

2.6. ALIMENTACIÓN.

2.7. SECTOR DE RIEGO.

2.7.1. MONTAJE DE REPARTO.

2.7.2. MULTIPLE.

2.7.3. LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.8. TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

3.2. PUESTA EN MARCHA.

3.3. OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECTORES DE RIEGO.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: Santa helena.

Vereda: Panorama.

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia

Extensión: 4 has.

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Sistema de Riego: Goteo.

Fuente de abastecimiento: Quebrada.

Caudal de diseño: 1 Lts/seg.

1.2 MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		300 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		340 mts
Manguera de alimentación: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		660 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1250mts
Manguera laterales: manguera polietileno de 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		16500mts
Unidades de riego: Goteros auto compensado de 4 L/Hr.		10000unidades
Distribución del sistema: en controles de sectores de riego independientes, en tubería y accesorios PVC presión y aluminio.	Válvulas PVC de control de presión y caudal de 1 ½" y Galápagos de 1 ½" para la toma de presión.	11
Tapones de lavado: ubicados en los finales de las conducciones principales y múltiples.	Tapón PVC de 1 ½" principal. con accesorios en aluminio	1
	Tapón PVC de 1 ½" con accesorios en aluminio	11
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 1 ½"	Filtro de arena de 50GPM	1
	Válvulas de 1 ½" PVC	4
	Manómetro de 100psi	2
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 60psi		1

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Goteo** además de contar con su característica principal, el gotero, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote.

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Goteo. Cifuentes (1998) define el Goteo como:

“Un sistema de riego a presión por medio del cual se suministra en forma lenta y sostenida, la cantidad de agua necesaria a una planta”. Sus principales ventajas son: “no produce erosión; mano de obra para operación y mantenimiento baja,

requiere presiones bajas de trabajo, aplicación de agua y nutrientes necesarios, bajas pérdidas por evaporación, mayor producción y calidad de cosechas, fácil de instalar y trabaja en cualquier tipo de topografía y reduce el crecimiento de malezas; y las desventajas son: altos costos de instalación; exigente en diseño, operación y mantenimiento, de lo contrario se acaban cosecha y equipos; súper exigente al filtrado, susceptible a los daños de roedores, hormigas, pájaros, etc., no controla heladas y su revisión de funcionamiento es compleja.¹⁶

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.

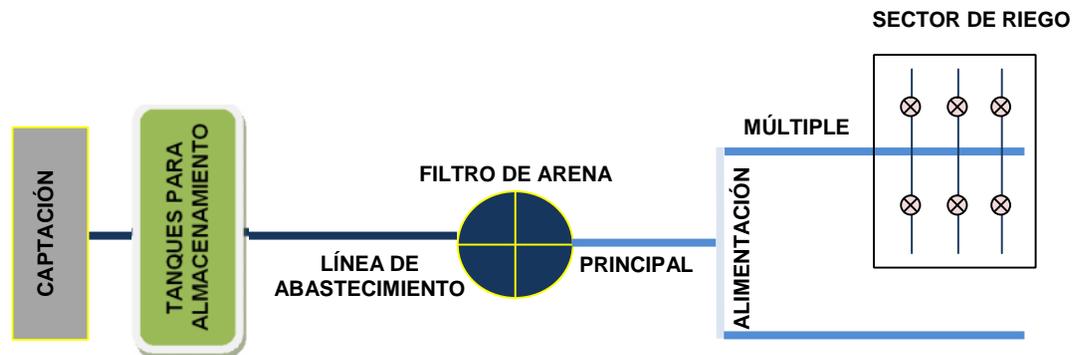


Fig. I. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

2.1. CAPTACIÓN

La captación se realiza con una toma transversal al flujo del agua, construida y aportada por el usuario al proyecto; que consta de un muro en concreto impidiendo el paso normal del agua y por consiguiente represándola; en la parte central e inferior del muro se sitúa una manguera de polietileno de 1 ½", que realiza la función de captar el agua necesaria del afluente y conducirla a la línea de abastecimiento al lote.



Fig. II. Toma de agua para el predio Santa Helena.

¹⁶ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998

2.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Debido al poco caudal con que cuenta la fuente de agua en épocas de verano; en este proyecto es necesario garantizar un almacenamiento de agua, en tanques, para así suplir la demanda del sistema. Se almacenan 7000 lts en 3.8 hr. Con una entrada de 0.5 lts. / Seg. La cantidad de agua almacenada alcanza para regar un sector 1hr - 90 min. Consta de 3 tanques plásticos, uno de 5000 lts y dos de 1000 lts, acoplados en serie, con tubería y accesorios PVC presión de 1 1/2", dos válvulas de control y accesorios de aluminio.



Fig. II. Tanques de almacenamiento para el predio Santa Helena.



2.3 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", que hace el recorrido de 300 mts, desde los tanques de almacenamiento hasta el filtro de arena con una diferencia de altura de 24m, conduciendo el agua captada. Dentro de este recorrido atraviesa 2 viaductos, uno de 15 m y otro de 45 m, compuesto por cables templados de acero.

Fig. III. Línea de abastecimiento en manguera de polietileno de 1 1/2".

2.4 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por un Filtro de arena de 50 GPM, montaje realizado con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 1 1/2" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 1 1/2", cumple la función de filtrado de las partículas extrañas, (arena, hojas, limos etc.), mejorando la calidad del agua captada, minimizando el taponamiento de las unidades de riego. reteniendo partículas de diámetro mayor a 0,7 mm según manual técnico del fabricante. (Ver Anexo L.)

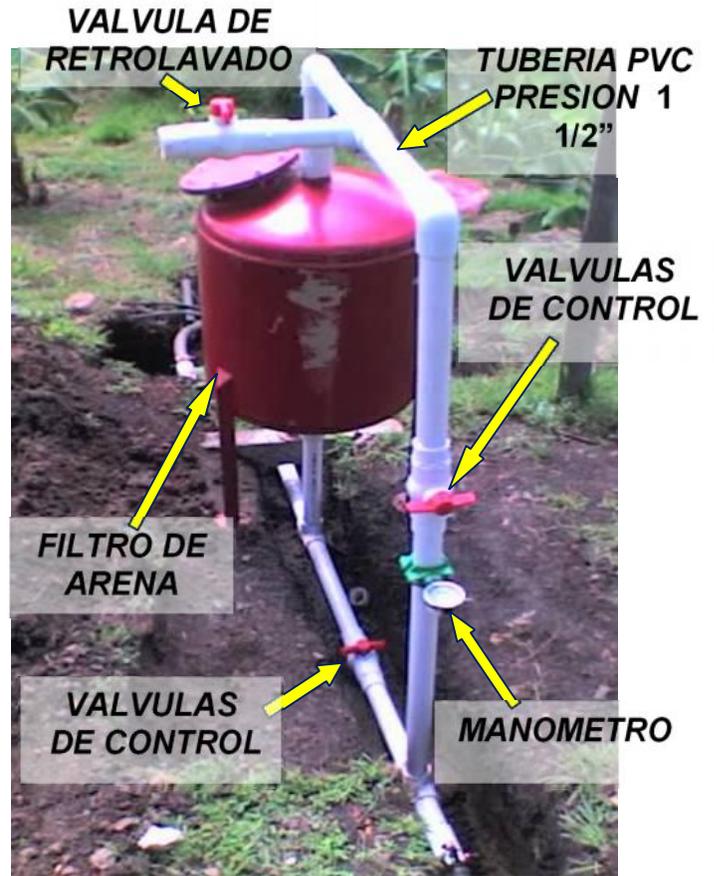


Fig. IV. Descripción del filtro de arena instalado en el lote Santa Helena.

2.5 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL



La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.

Fig. V. Distribución de la línea principal instalada en el lote Santa Helena.

2.6 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTACIÓN.

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la principal hacia cada uno de los sectores de riego.



Fig. VI. Distribución de la línea de alimentación instalada en el lote Santa Helena.

2.7 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 1/2" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden los laterales, que a su vez cada 1,5 m. llevan instalado un gotero, y en las terminaciones cuenta con obturadores de lavado en el lateral y tapones de lavado en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.7.1 Montaje de reparto

El montaje de reparto o entrada, abastecimiento al sector de riego, está compuesto por una conexión en tubería de PVC presión de 1 1/2" RDE 26, una válvula PVC de 1 1/2", un galápago, (derivación), de 1 1/2" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.

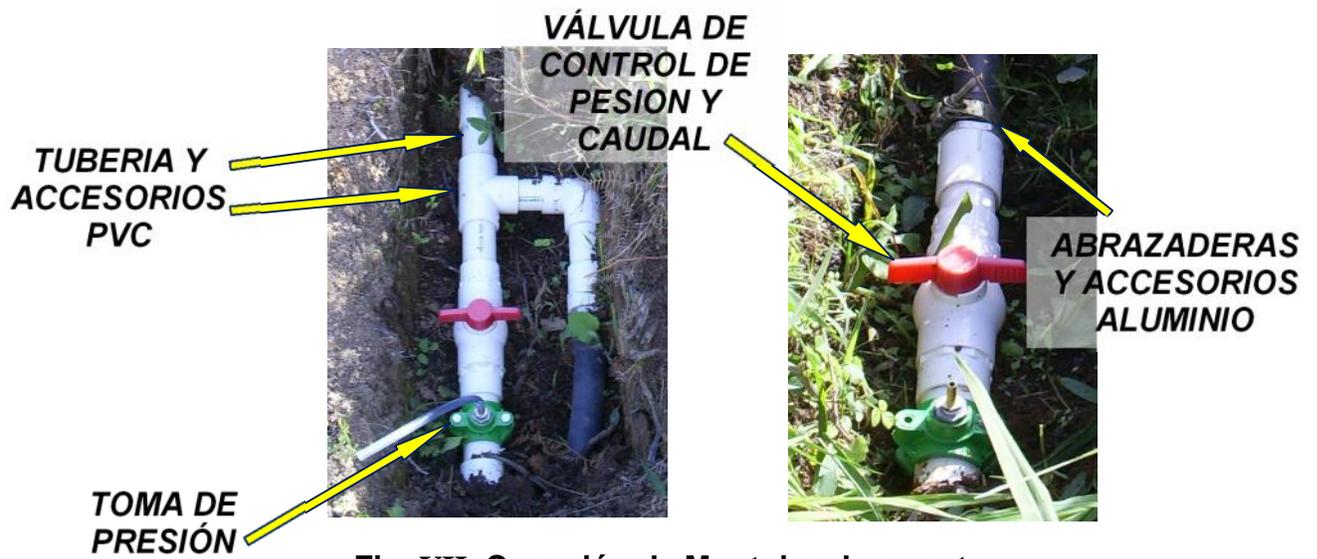


Fig. VII. Conexión de Montajes de reparto.

2.7.2 Tubería de distribución Múltiple

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales, cada 2.6 mts, en silletas y conectores de 16mm. Cumple la función de recibir el agua del montaje de reparto y conducirla a los laterales.



Fig. VIII. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral.

2.7.3 Laterales y unidad de riego.

Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16mm, están conectados al múltiple por medio de silletas y conectores; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (goteros auto compensado de 4 Lts/h flujo turbulento), que están distribuidas cada 1,5 m en el lateral.

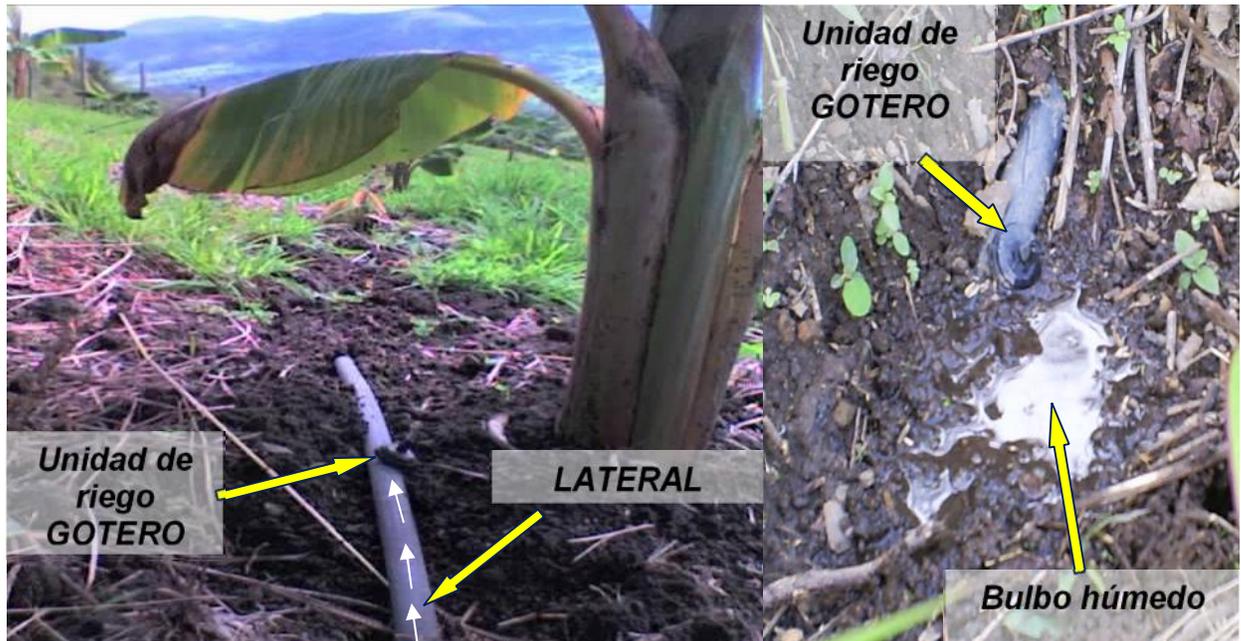


Fig. IX. Componentes e instalación de los goteros instalados.



Fig. X. Tapón de lavado instalado en el lote Santa Helena.

2.8 TAPONES DE LAVADO.

Están ubicados en todos los extremos de: principal, alimentación y múltiple, los cuales consta de un tapón roscado PVC presión que se adapta al acople macho de aluminio, que a su vez se adapta a la manguera principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición, (dobles), de la manguera lateral que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ " , que en conjunto realizan la acción de tapado.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRACION DE RIEGO

TABLA N°1 Programación de Riego .

TURNO	N° SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)		
						INICIAL	MEDIA	ADULTA
1	S.1	12	911	911	16,1	2 horas 10 min	2horas 33 min	2 horas 55min
2	S.2	22	805	805	14,2			
3	S.3	20	750	750	13,2			
4	S.4	25	790	790	13,9			
5	S.5	27	504	504	8,9			
6	S.6	27	630	630	11,1			
7	S.7	22	700	700	12,3			
8	S.8	20	910	910	16,0			
9	S.9	15	879	879	15,5			
10	S.10	18	956	956	16,9			
11	S.11	24	700	700	12,3			
12	S.12	22	750	750	13,2			
13	S.13	25	780	780	13,8			

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrero en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días.

3.2 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE RIEGO.

El sistema de riego instalado en el lote Santa Helena, con 4 has, está dividido en 13 sectores de riego ver plano, con un caudal de diseño de 1 L/ seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta que:

- ❖ La nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano 1-3. (Ver Anexo P.) de instalaciones del lote.
- ❖ La toma de agua debe permanecer en perfecto estado, libre de objetos extraños, un grado de turbidez bajo y cerciorarse de que el nivel de agua sea

óptimo para su captación, como también la disposición de la manguera que hace la función de conducir el agua hasta la línea de abastecimiento.

- ❖ En este proyecto se cuenta con una unidad de almacenamiento de capacidad de 7000 lts; para iniciar el funcionamiento hay que tener abiertas las válvulas (**V-1t**) de estrada al tanque de 5000 lts y la (**V-2t**) de salida de los tres tanques que se une a la línea de abastecimiento al lote.
- ❖ En la unidad de filtrado, (ver plano 1-3 detalle "**D-1**"), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado que debe estar marcando una presión de 34 PSI, ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en el desarenador o en la toma de agua.
- ❖ Si la presión en la unidad de filtrado es la normal (34 PSI), se recomienda realizar el aforo del caudal de llegada y un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N° XI. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas), periodo corto debido a la baja calidad de agua con que se cuenta y a la falta de un desarenador.

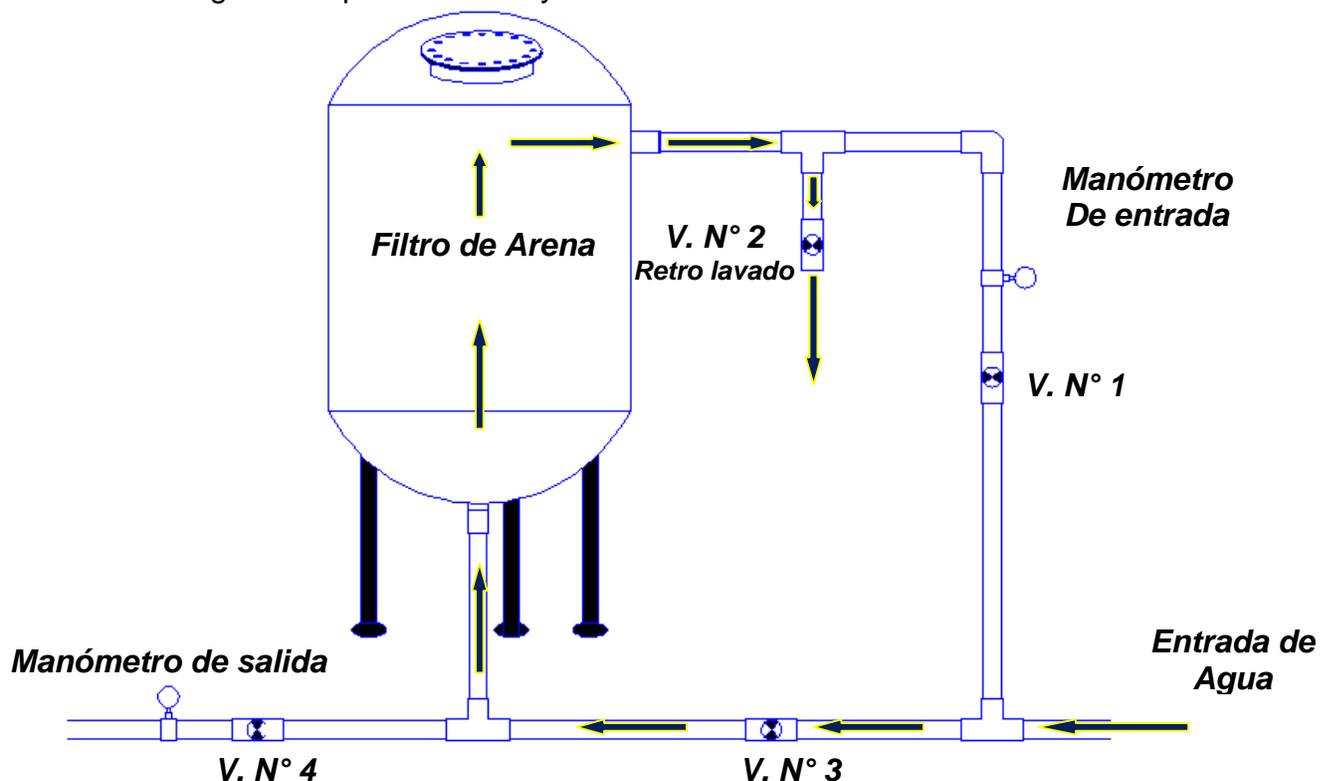


fig. XI. Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V. N° 2** y **V. N° 3** mientras que las que las **V. N° 1** y **V. N° 4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. XI Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los taponos de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación, múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.
- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), (ver plano 1-3 detalle “**D-1**” anexo P.), hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 1**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la Fig. N. XII Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena).

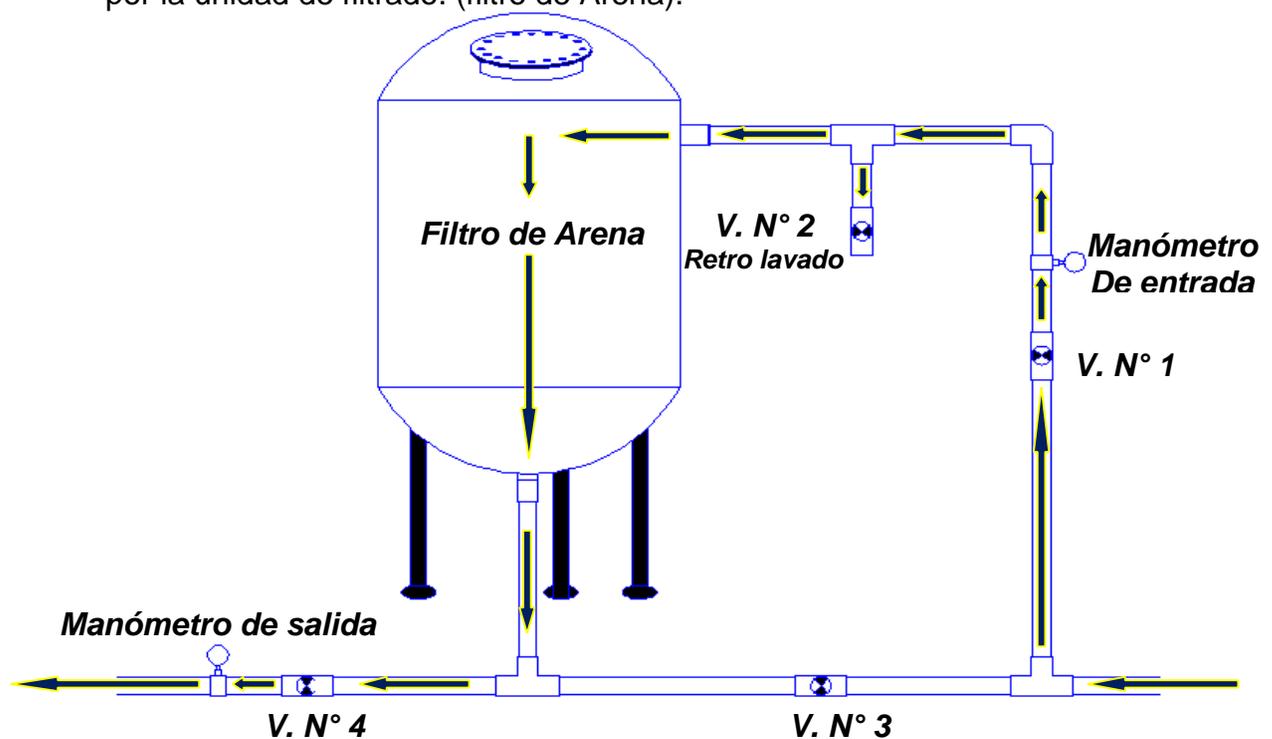


Fig. XII Recorrido del agua por la unidad de filtrado.

- ❖ Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.
- ❖ El sistema de riego por goteo está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (10 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión haciendo en ejercicio de abrir o cerrar la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede optar por la abierta de un sector adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el inicio del funcionamiento de cualquiera de los sectores, (**S1, S2,..., S12, S13**), hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la (**U.F.**) que demarca la entrada de agua, como se describe en la Fig. N. XII, al sistema; dependiendo del valor que marque el manómetro estando marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está de 20 a 30 PSI.

Para la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe a en la tabla N.2.

TABLA. N°2 Operación de Válvulas Según Turno y Sector de Riego a Beneficiar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	S.1	Abierto	V-a	Sectores :(V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.1				
2	S.2	Abierto	V-b	Sectores :(V-a, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.2				
3	S.3	Abierto	V-c	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.3				
4	S.4	Abierto	V-d	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.4				
5	S.5	Abierto	V-e	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.5				
6	S.6	Abierto	V-f	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.6				
7	S.7	Abierto	V-g	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.7				
8	S.8	Abierto	V-h	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.8				
9	S.9	Abierto	V-i	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-j, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.9				
10	S.10	Abierto	V-j	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-k, V-l, V-m,).
Cambio n.10				
11	S.11	Abierto	V-k	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-l, V-m,).
Cambio n.11				
12	S.12	Abierto	V-l	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-m,).
Cambio n.12				
13	S.13	Abierto	V-m	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-n,).
Culminación del riego				

Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.

- ❖ Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N.2, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.

Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la **(U.F.)** realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

5. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca de ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.
- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Las líneas de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, tienen que estar debidamente enterradas para evitar daños provocados por la exposición de los materiales largo tiempo a la intemperie y asegurarse que no hayan escapes de agua en cada una de sus trayectorias.
- ❖ Las obras que componen el sistema de riego, bocatoma, unidad de filtrado, montajes de reparto, deben permanecer limpios, secos, sin invasiones de arvenses, (malezas) y con protección para que no estén expuestos a la intemperie.
- ❖ Al realizar las labores de cultivo como limpias, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.
- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.

- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava), separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).
- ❖ Cuando ocurran taponamientos en las unidades de riego, (goteros), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida vienen calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este PH en el agua, pueden utilizarse 6 litros del ácido por cada metro cúbico de agua que entre en las tuberías mientras dura la limpieza.¹⁷
- ❖ En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

¹⁷ http://www.agrocabildo.com/publica/Publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN



PREDIO: LOS DINDES

VEREDA: MATANZAS

MUNICIPIO: PAICOL

***SOCIOS DE LA COOPERATIVA CACAOPLAT:
LUS DIVA RAMIREZ, HECTOR EDUARDO RODRIGUEZ R.***

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN.

1.2. MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1. CAPTACION.

2.2. DESARENADOR.

2.3. CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.4. UNIDAD DE FILTRADO.

2.5. PRINCIPAL.

2.6 ALIMENTACIÓN.

2.7. SECTOR DE RIEGO.

2.7.1. MONTAJE DE REPARTO.

2.7.2. MULTIPLE.

2.7.3. LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.8. TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

3.2. PUESTA EN MARCHA.

3.3. OPERACIÓN DE VÁLVULAS DE SECTORES DE RIEGO.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: Los Dindes.

Vereda: Matanzas.

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia

Extensión: 7,6 has.

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: tres bolillos.

Sistema de Riego: Microaspersión.

Fuente de abastecimiento: Quebrada la culebrera.

Caudal de diseño: 2.5 Lts/seg.

1.2 MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: tubería de PVC presión de 2" unión mecánica		1752 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		250 mts
Manguera de alimentación: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		635 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1350mts
Manguera laterales: manguera polietileno de 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		15634 mts
Unidades de riego: microaspersor auto compensado con dispositivo anti insectos de 40 L/hr.		3067unidades
Distribución del sistema: en sectores de riego independientes, en tubería y accesorios PVC presión y aluminio.	Válvulas de 2" PVC de control de presión y caudal	3
	Válvulas de 1 ½" para control de presión	1
	Válvulas PVC de control de 1 ½" y Galápagos de 1 ½" para la toma de presión.	19
	Cámara de quiebre de presión	1
Tapones de lavado: ubicados en los finales de las conducciones principales y múltiples.	Tapón PVC de 2 con accesorios en aluminio	1
	Tapón PVC de 1 ½" con accesorios en aluminio	20
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 2"	Filtro de arena de 100GPM	1
	Válvulas de 2" PVC	4
	Manómetro de 100psi	2
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 100psi con glicerina		1

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Microaspersión** además de contar con su característica principal, el microaspersor, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Microaspersión. Definición. Cifuentes (1998) define la Microaspersión como: "Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular". Sostiene que los

componentes de un microaspersor son: Microconector, tubería de alimentación, estaca-soporte y base o emisor. También definió las ventajas: Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad en cosechas; bondades en la aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Contempla como desventajas los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos y atraso en cosechas; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento.¹⁸

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.



Fig. I. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

2.1. CAPTACIÓN

La captación se realiza con una bocatoma transversal al flujo del agua, construida y aportada por el usuario al proyecto, en el centro de la presa está dispuesta una rejilla, la cual capta el agua necesaria del afluente y la conduce en tubería PVC de 4" hasta una cámara, (alberca), de quietamiento, que comunica con la línea de conducción al lote en tubería de PVC de 2".



Fig. II. Toma de agua para el predio Los Dindes.

¹⁸ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998



2.2 DESARENADOR

El desarenador construido y aportado por el usuario al proyecto, está ubicado a 160 mts de la captación, consta de 2 albercas comunicadas en serie, y cumple 2 funciones, una función de hacer decantar todos las partículas gruesas, finas, arenas y limos, del agua de captación y la otra de cámara de quiebre de presión debido a su ubicación.

Fig. III. Desarenador Construido en el lote Los Dindes.

2.3 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la tubería PVC presión de 2" unión mecánica, enterrada, la cual hace el recorrido de 1752 mts, desde la bocatoma hasta el filtro de arena, con una diferencia de altura de 72.8m, conduciendo el agua captada. Dentro de este recorrido atraviesa 5 viaductos, compuestos por sus apropiadas zapatas y templados con guayas de acero; como también lo componen 3 válvulas ventosas para mejorar la conducción, evacuando el aire que viene dentro de la tubería.



Fig. IV. Línea de abastecimiento al lote, instalado en tubería PVC de 2".

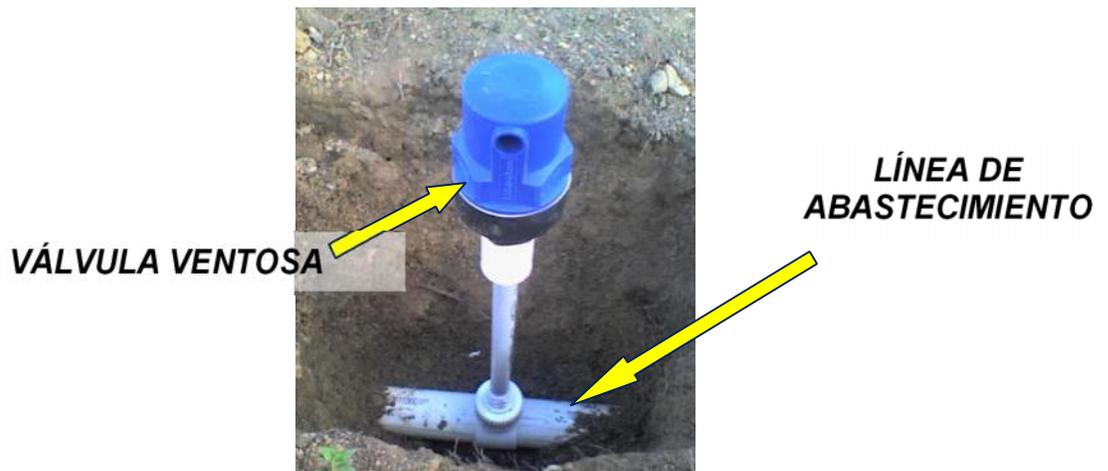


Fig. V. Válvula Ventosa instalada en el lote Los Dindes.

2.4 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por un Filtro de arena de 100 GPM, montaje realizado con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 2" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 2", cumple la función de filtrado de las partículas extrañas, (arena, hojas, limos etc.), mejorando la calidad del agua captada reteniendo partículas de diámetro mayor a 0,7 mm según manual técnico del fabricante. (Ver Anexo L.)



Fig. VI. Descripción del filtro de arena instalado en el lote Los Medios.

2.5 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.



Fig. VII. Distribución de la línea principal instalada en el lote Los Dindes.

2.6 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTACIÓN

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir en y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la principal hacia cada uno de los sectores de riego.



Fig. VIII. Distribución de la línea de alimentación instalada en el lote Los Dindes.

2.7 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 1/2" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden los laterales cada 4.5m, que llevan cada 5.2 m instalado un microaspersor, y en las terminaciones cuenta con obturadores de lavado en el lateral y tapones de lavado en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.71 Montaje de reparto

El montaje de reparto puede ser de continuación o terminal y está compuesto por un montaje en tubería de PVC presión de 1 1/2" RDE 26, válvula PVC de 1 1/2", un galápago, (derivación), de 1 1/2" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.



Fig. IX. Conexión de Montajes de reparto.

2.72 Tubería de distribución Múltiple

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales, cada 4.5m, en silletas y conectores de 16mm. Y cumple a función de recibir el agua del montaje de reparto y lo conduce a los laterales.



Fig. X. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral.

2.7.3 Laterales y unidad de riego.

Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16mm, los cuales están unidos a las salidas del múltiple; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (microaspersor auto compensado de 40 Lts/h), que están distribuidas cada 5.2m en el lateral.



Fig. XI. Componentes e instalación del microaspersor.

2.8 TAPONES DE LAVADO.



Los tapones de lavado están ubicados en todos los extremos de las distribuciones: principal, alimentación y múltiple, los cuales consta de un tapón roscado PVC presión que se adapta al acople macho de aluminio, que a su vez lo comunica con la manguera proveniente de principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición, (dobles), de la manguera que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ ", que en conjunto realizan la acción de tapado.

Fig. XII. Tapón de lavado instalado en el lote Los Dindes.

3 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO

TABLA N°1 Programación de Riego.

TURNO	N° SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)		
						INICIAL	MEDIA	ADULTA
1	S.1	28	175	175	30,9	4Hrs 10min	4Hrs 57min	5Hrs 39min
2	S.2	30	204	204	36,0			
3	S.3	30	200	200	35,3			
4	S.4	30	150	150	26,5			
5	S.5	25	140	140	24,7			
6	S.6	28	140	140	24,7			
7	S.7	24	100	100	17,6			
8	S.8	27	110	110	19,4			
9	S.9	30	125	125	22,0			
10	S.10	30	125	125	22,0			
11	S.11	25	235	235	41,4			
12	S.12	30	140	140	24,7			
13	S.13	30	140	140	24,7			
14	S.14	30	142	142	25,0			
15	S.15	30	141	141	24,9			
16	S.16	30	140	140	24,7			
17	S.17	30	140	140	24,7			
18	S.18	30	140	140	24,7			
19	S.19	30	142	142	25,0			
20	S.20	30	250	250	44,1			

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrío en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días

3.2 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE RIEGO.

El sistema de riego instalado en el lote Los Dindes, con 7.6 has, está dividido en 20 sectores de riego, con un caudal de diseño de 3L/ seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta que:

- ❖ La nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano de instalaciones del lote Los Dindes.(Ver Anexo P. plano 1-5).
- ❖ La bocatoma permanecer en perfecto estado, libre de objetos extraños, un grado de turbidez bajo y cerciorarse de que el nivel de agua sea óptimo para su captación. Para que el agua inicie el recorrido por la línea de abastecimiento al lote hay que abrir la Válvula (**V-1B**).
- ❖ línea de abastecimiento cuenta con 3 válvulas de control, (**V-1A, V-2A, V-3A**), que deben estar abiertas para que no interfieran el paso del agua que viene de la bocatoma; tiene 2 válvulas de lavado de tubería, (**V-1L, V.2L**), las cuales deben permanecer cerradas y únicamente se abrirán en el caso de realizar un lavado de la tubería de abastecimiento.
- ❖ En la unidad de filtrado, (ver plano 1-5 detalle “**D-1**” anexo P.), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado que debe estar marcando una presión entre 104 PSI,, ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en el desarenador o bocatoma.
- ❖ Si la presión en la unidad de filtrado es la normal, por debajo de 104 PSI, se recomienda realizar el aforo del caudal de llegada y un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N. XII. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas).

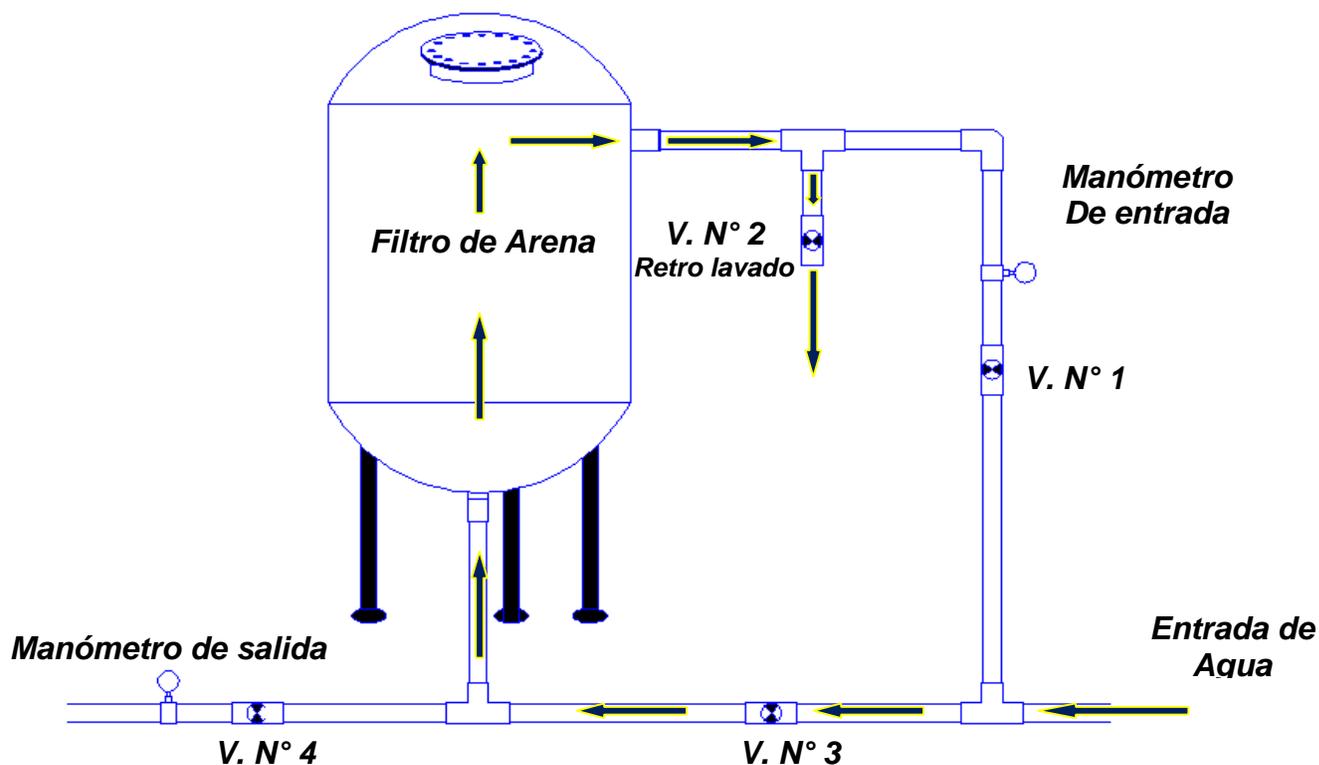


fig. N. XIII Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V. N° 2** y **V. N° 3** mientras que las **V. N° 1** y **V. N° 4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. 1 Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los tapones de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación, múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.
- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), ((Ver Anexo P. plano 1-5 “D-1”), hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 1**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el

agua realice el recorrido representado en la Fig. N. XIV Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena).

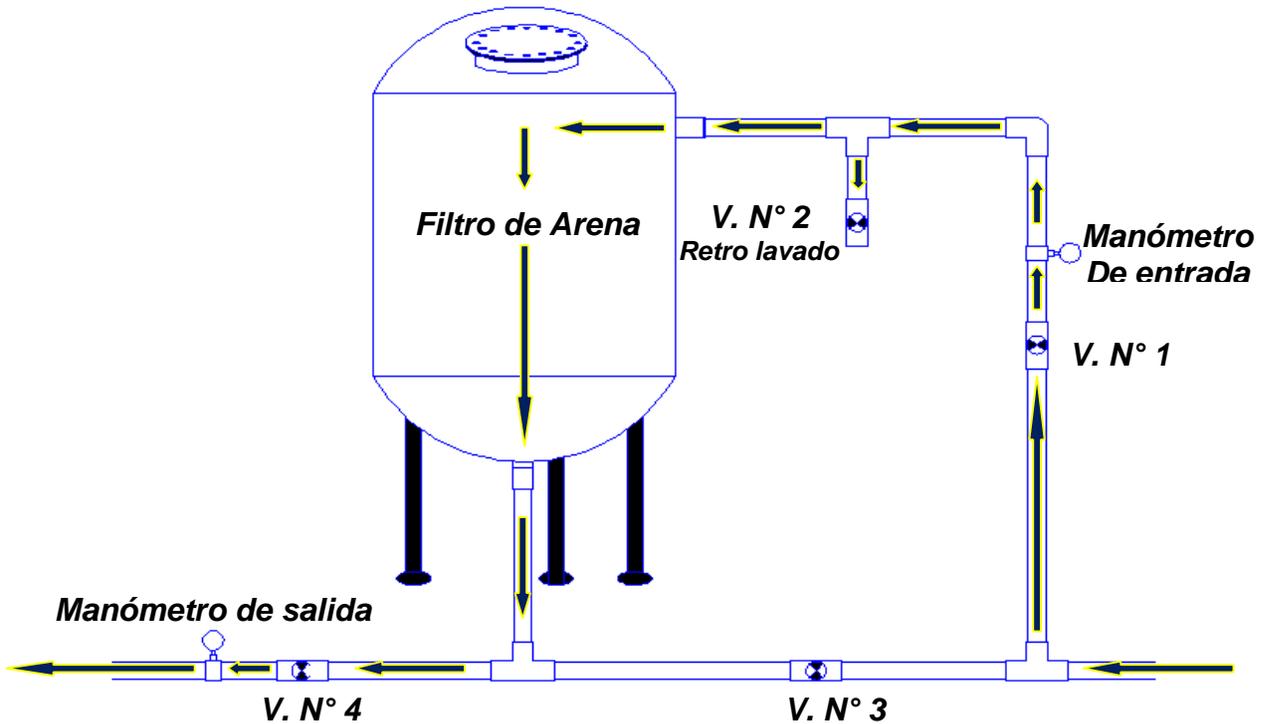


fig. N. XIV Recorrido del agua por la unidad de filtrado.

- ❖ Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.
- ❖ El sistema de riego por microaspersión está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (15 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión haciendo en ejercicio de abrir o cerrar la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede abrir un sector adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el funcionamiento de cualquiera de los sectores, (**S.1, S.2,..., S.19, S20**), hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil en el sector a regar, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la (**U.F.**) que demarca la entrada de agua al sistema, como se describe en la Fig. N. XIV; dependiendo del valor que marque el manómetro estando en marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está de los 20 a 30 PSI.

En la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe a continuación:

TABLA. N°2 Operación de Válvulas Según Turno y Sector de Riego a Beneficiar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	S.1	Abierto	V-a	Sectores :(V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V-1a, V2a.
Cambio n.1				
2	S.2	Abierto	V-b	Sectores :(V-a, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V-1a, V2a.
Cambio n.2				
3	S.3	Abierto	V-c	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V-1a, V2a.
Cambio n.3				
4	S.4	Abierto	V-d	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V-1a, V2a.
Cambio n.4				

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
5	S.5	Abierto	V-e V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.5				
6	S.6	Abierto	V-f V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.6				
7	S.7	Abierto	V-g V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.7				
8	S.8	Abierto	V-h V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.8				
9	S.9	Abierto	V-i V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.9				
10	S.10	Abierto	V-j V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.10				
11	S.11	Abierto	V-k V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.11				
12	S.12	Abierto	V-l V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-m, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.12				

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
13	S.13	Abierto	V-m V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-n, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.13				
14	S.14	Abierto	V-n V-1a	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-ñ, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.
Cambio n.14				
15	S.15	Abierto	V-ñ Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-o-, V-p, V-q, V-r, V-s). Control: V1a.
Cambio n.15				
16	S.16	Abierto	V-o Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-p, V-q, V-r, V-s). Control: V1a.
Cambio n.16				
17	S.17	Abierto	V-p Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-q, V-r, V-s). Control: V1a.
Cambio n.17				
18	S.18	Abierto	V-q Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-r, V-s). Control: V1a.
Cambio n.18				
19	S.19	Abierto	V-r Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-s). Control: V1a.
Cambio n.19				
20	S.20	Abierto	V-s Cámara de quiebre: V-1c, V-2c. Control: V2a.	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o, V-p, V-q, V-r). Control: V1a.
Terminación de riego				

Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.

Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N. XIV, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.

Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la (U.F.) realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

4 MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca de ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.
- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Las líneas de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, tienen que estar debidamente enterradas para evitar daños provocados por la exposición de los materiales largo tiempo a la intemperie y asegurarse que no hayan escapes de agua en cada una de sus trayectorias.
- ❖ Las obras que componen el sistema de riego, bocatoma, unidad de filtrado, montajes de reparto, deben permanecer limpios, secos, sin invasiones de arvenses, (malezas) y con protección para que no estén expuestos a la intemperie.
- ❖ Al realizar las labores de cultivo como limpias, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.
- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.

- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava), separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).
- ❖ Cuando ocurran taponamientos en las unidades de riego, (goteros), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida vienen calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este PH en el agua, pueden utilizarse 6 litros del ácido por cada metro cúbico de agua que entre en las tuberías mientras dura la limpieza.”¹⁹
- ❖ En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

¹⁹ http://www.agrocabildo.com/publica/Publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN



PREDIO: LA VICTORIA VEREDA: BAJO RETIRO MUNICIPIO: LA PLATA

***PROPIETARIAS Y SOCIAS DE LA COOP. CACAOPLAT:
GUSTAVO BERMEO, NORA MURCIA***

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN.

1.2. MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1. CAPTACION.

2.2. CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.3. UNIDAD DE FILTRADO.

2.4. PRINCIPAL.

2.5 ALIMENTACIÓN.

2.6. SECTOR DE RIEGO.

2.6.1. MONTAJE DE REPARTO.

2.6.2. MULTIPLE.

2.6.3. LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.7. TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

3.2. PUESTA EN MARCHA.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: La victoria

Vereda: Bajo Retiro.

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia.

Extensión: 6 has.

Número de usuarios beneficiados: 2

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: Tres bolillos, triangulo, cada 3 metros.

Sistema de Riego: microaspersión.

Fuente de abastecimiento: Quebrada.

Caudal de diseño: 2 Lts/seg.

1.2 MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 3" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		244,5 mts
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		721.9 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 1 1/2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1150 mts
Manguera de alimentación: manguera polietileno de 1 1/2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		300 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1 1/2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1059 mts
Manguera laterales: manguera polietileno de 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		12446 mts
Unidades de riego: microaspersor auto compensado con dispositivo anti insectos de 40 L/hr. importado		2634 unidades
Distribución del sistema: en sectores de riego independientes, en tubería y accesorios PVC presión y aluminio.	Válvulas PVC de 1 1/2" para control de presión y caudal	2
	Válvulas PVC de control de presión y caudal de 1 1/2" y Galápagos de 1 1/2" para la toma de presión	17
Tapones de lavado: ubicados en los finales de las conducciones principales y múltiples.	Tapón PVC de 1 1/2" con accesorios en aluminio.	18
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 3"	filtro de arena de 75 GPM	2
	Válvulas de 2" PVC	9
	Manómetro de 100psi	4
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 100psi con glicerina		1

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Microaspersión** además de contar con su característica principal, el microaspersor, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote.

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Microaspersión. Definición. Cifuentes (1998) define la Microaspersión como: “Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular”. Sostiene que los componentes de un microaspersor son: Microconector, tubería de alimentación, estaca-soporte y base o emisor. También definió las ventajas: Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad en cosechas; bondades en la aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Contempla como desventajas los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos y atraso en cosechas; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento.²⁰

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.



Fig. I. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

2.1. CAPTACIÓN

La captación se realiza con una toma transversal al flujo del agua, construida y aportada por el usuario al proyecto, que consta del acomodamiento de una serie de rocas apiñadas y sacos de fibra llenos de tierra, unas sobre otras, impidiendo el paso normal del agua y por consiguiente represándola; en la parte inferior del arrume se sitúa una manguera de polietileno de 1 ½”, que realiza la función de captar el agua necesaria del afluente y conducirla a la línea de abastecimiento al lote.

²⁰ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998

2.2 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la instalación de manguera de polietileno de 3", que hace el recorrido de 244.4 mts, desde la bocatoma hasta un tanque de almacenamiento, del cual sale una manguera de 2" que hace el recorrido de 721.9 mts que conduce el agua captada hacia el filtro de arena con una diferencia de altura de 75.38m. Instalación realizada con uniones en aluminio, y abrazaderas tipo industrial. La otra fuente de abastecimiento es proporcionada por el minidistrito de riego el salado que se conecta al sistema en la parte baja del lote.



Fig. II. Línea de abastecimiento al lote La Victoria.

2.3 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por dos filtros de arena de 75 GPM, ubicados, uno en la cabecera del lote que recibe el agua proveniente de la quebrada la cañada y el otro en la parte baja del lote que recibe el agua del minidistrito de riego el salado. Montaje realizado con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 2" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 2", el cual cumple una de las funciones más importantes en un sistema de riego localizado, haciendo la labor de filtrado para todas las partículas extrañas, (arena, hojas, limos etc.), que lleguen a la unidad y mejorar la calidad del agua captada reteniendo partículas de diámetro mayor a 0,7 mm según manual técnico del fabricante. (Ver Anexo L.)



Fig. III. Descripción de los filtros de arena instalados en el lote La Victoria, el de la izquierda corresponde al instalado en la parte alta del lote y el de la derecha instalado en la parte baja.

2.4 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2" , con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.



Fig. IV. Distribución de la línea principal instalada en el lote La Victoria.

2.5 ALIMENTACIÓN.

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 2" y 1 ½", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 2" y 1 ½", tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la principal hacia cada uno de los sectores de riego.

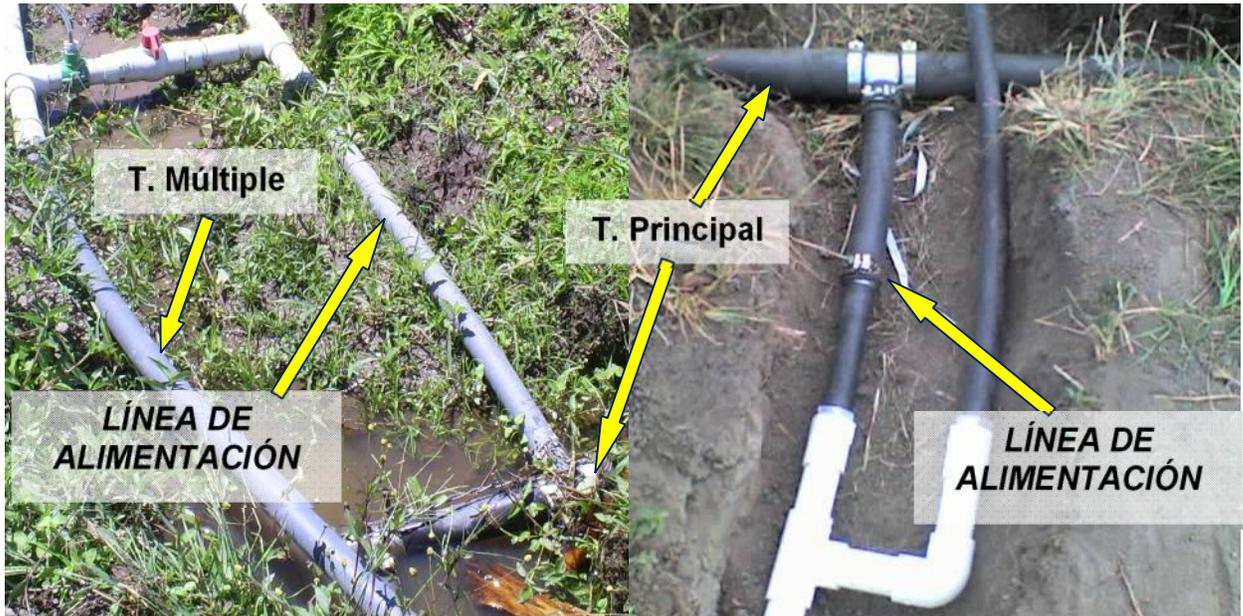


Fig. V. Distribución de la línea de alimentación.

2.6 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 ½" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden cada 5.20 mts un lateral, que a su vez cada 4,5 mts llevan instalado un microaspersor, y en las terminaciones cuenta con tapones de lavado tanto en el lateral como en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.6.1 Montaje de reparto.

El montaje de reparto o entrada, abastecimiento al sector de riego, está compuesto por una conexión en tubería de PVC presión de 1 ½" RDE 26, una válvula PVC de 1 ½", un galápago, (derivación), de 1 ½" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.

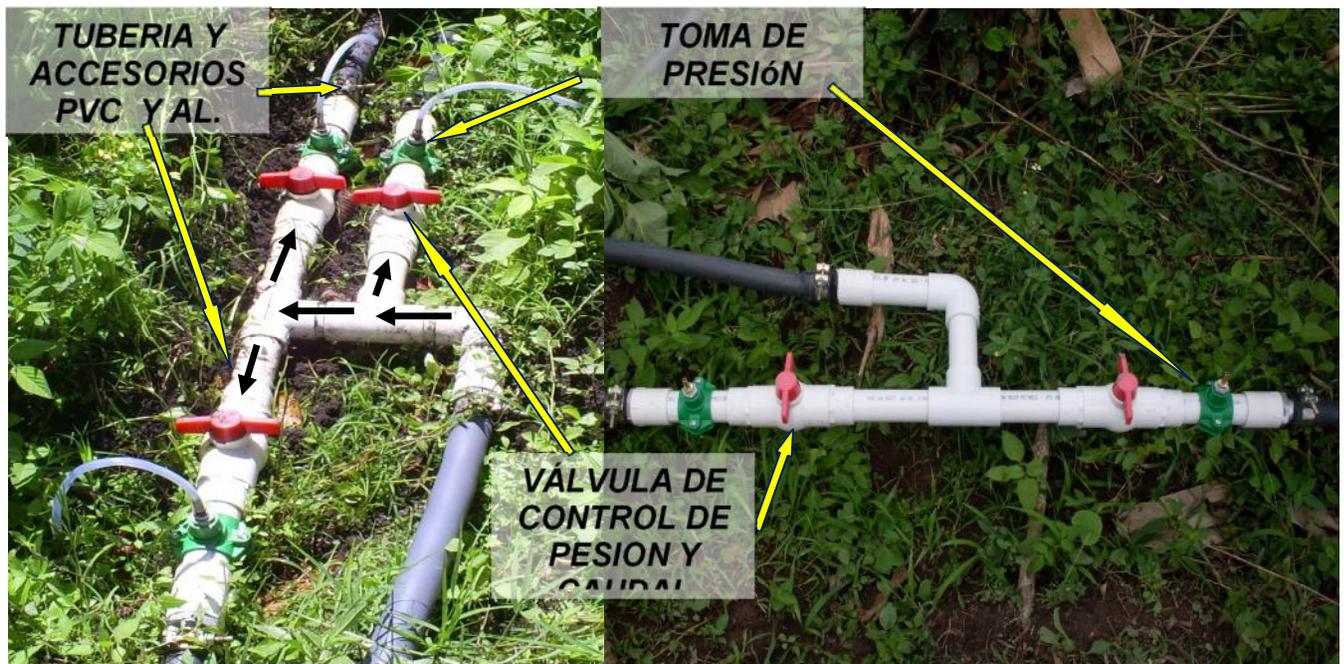


Fig. VI. Conexión de Montajes de reparto instalados en el Lote La Victoria.

2.6 2 Tubería de distribución Múltiple.

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales en silletas y conectores de 16mm distanciados cada 5.2 mts. Y cumple la función de recibir el agua del montaje de reparto y conducirla a los laterales.

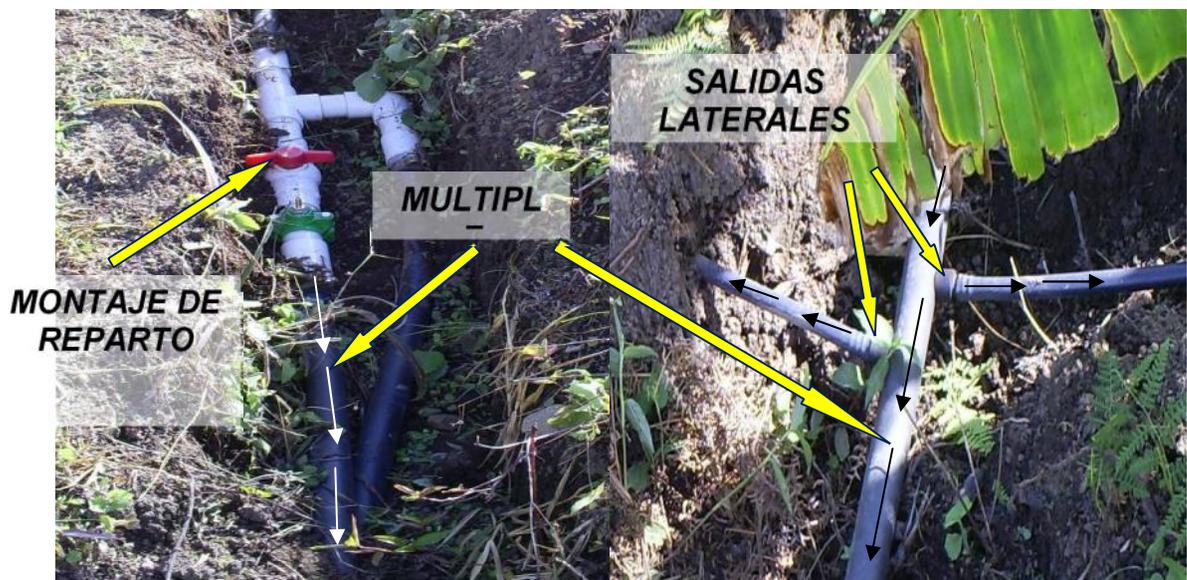


Fig. VII. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral.

2.6.3 Laterales y unidad de riego.

Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16mm, los cuales están unidos a las salidas del múltiple; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (microaspersor auto compensado de 40 Lts/h importado), que están distribuidas cada 4,5 mts en el lateral.

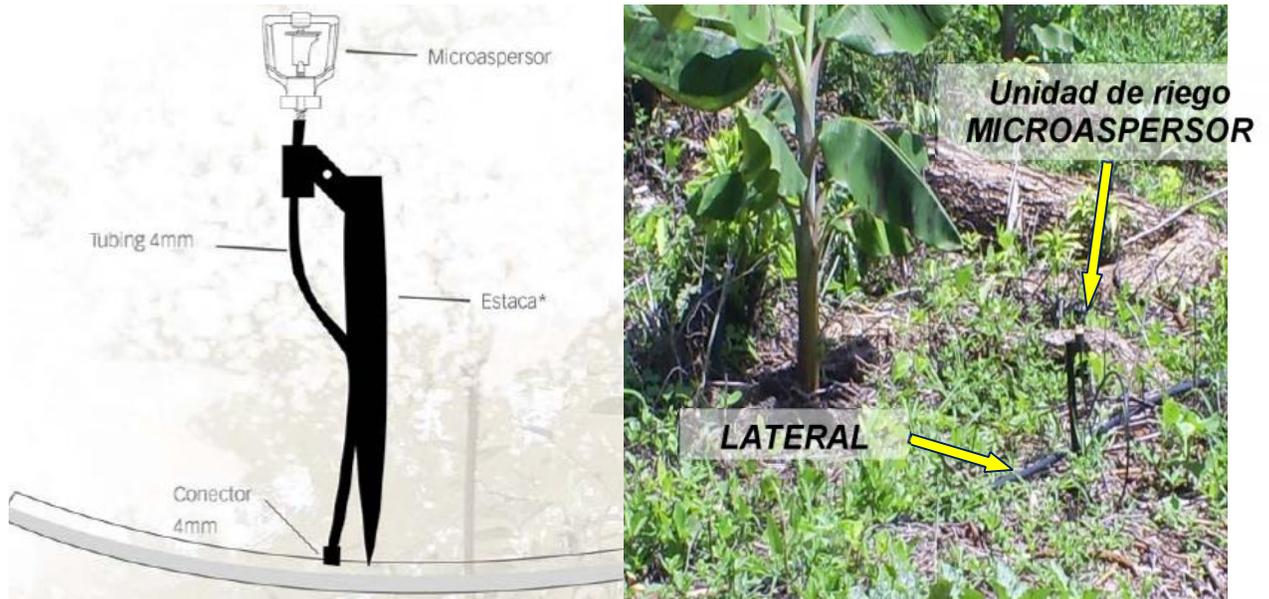


Fig. VIII. Componentes e instalación del Microaspersor.

2.7 TAPONES DE LAVADO.

Los tapones de lavado están ubicados en todos los extremos de las distribuciones: principal, alimentación y múltiple, los cuales constan de un tapón roscado PVC presión que se ajusta al acople macho de aluminio, que a su vez se adapta a la manguera principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición, (dobles), en la terminación de la manguera lateral que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ ", que en conjunto realizan la acción de tapado.



Fig. X. Tapone de lavado.

3 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO

TABLA N°1 Programación de Riego.

TURNO	N° SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)		
						INICIAL	MEDIA	ADULTA
1	S.1	35	171	171	30.1	4Hrs 10min	4Hrs 57min	5Hrs 39min
2	S.2	30	210	210	37.0			
3	S.3	25	240	240	42.3			
4	S.4	30	165	165	29.1			
5	S.5	32	192	192	33.8			
6	S.6	30	152	152	26.8			
7	S.7	24	190	190	33.5			
8	S.8	35	125	125	22.0			
9	S.9	35	129	129	22.7			
10	S.10	25	142	142	25.0			
11	S.11	35	115	115	20.2			
12	S.12	24	173	173	30.5			
13	S.13	26	153	153	26.9			
14	S.14	20	120	120	21.1			
15	S.15	22	153	153	26.9			
16	S.16	25	104	104	18.3			
16	S.17	25	100	100	17.63			

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrero en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días

3.2 PUESTA EN MARCHA.

El sistema de riego instalado en el lote La Victoria, con 6 has, está dividido en 17 sectores de riego, con un caudal de diseño de 2 L/seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta que:

- ❖ La nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano de instalaciones del lote. (Ver Anexo P. plano 1-4)
- ❖ La toma de agua debe permanecer en perfecto estado, libre de objetos extraños, un grado de turbidez bajo y cerciorarse de que el nivel de agua sea óptimo para su captación, como también la disposición de la manguera que hace la función de conducir el agua hasta la línea de abastecimiento.
- ❖ En la unidad de filtrado, (ver detalle “D-1”), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado que debe estar marcando una presión de 100 PSI, ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en el desarenador o bocatoma.
- ❖ Si la presión en la unidad de filtrado es la normal, se recomienda realizar el aforo del caudal de llegada y un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N. XI. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas), periodo corto debido a la baja calidad de agua con que se cuenta y a la falta de un desarenador.

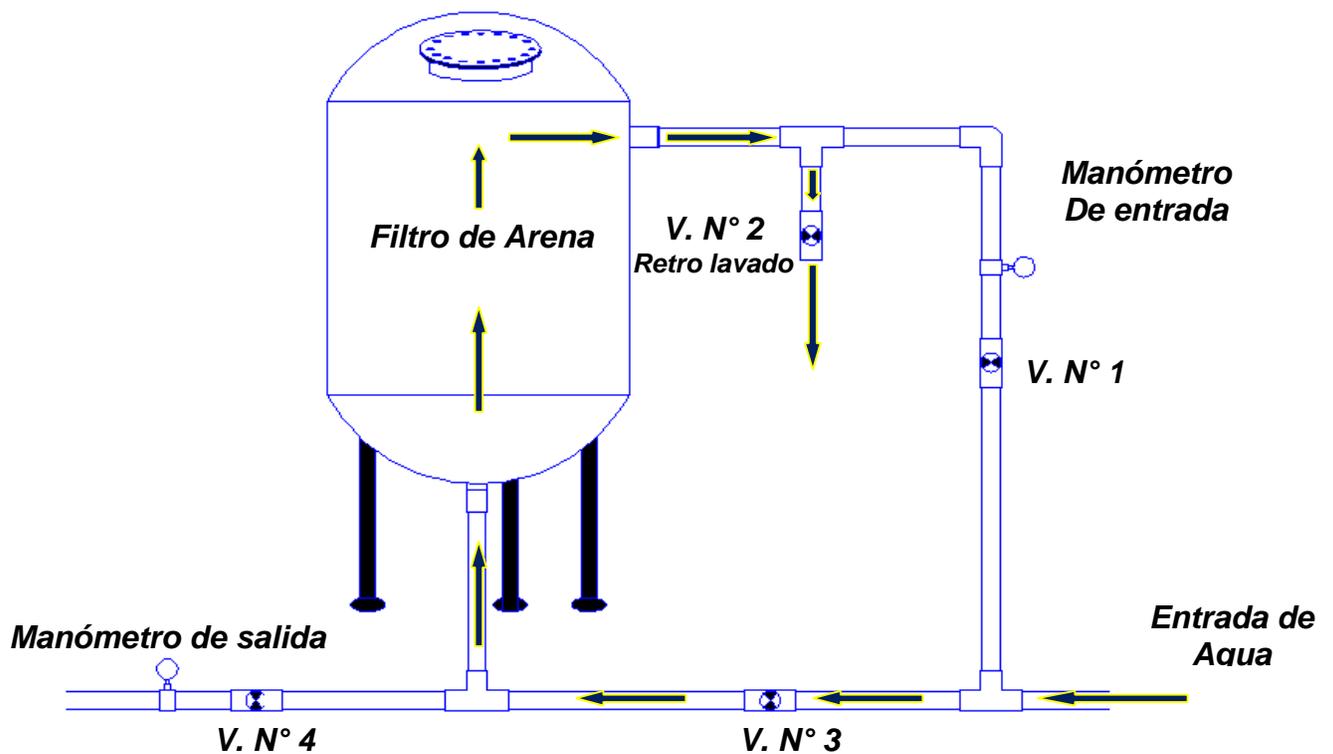


fig. N. XI. Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V. N° 2** y **V. N° 3** mientras que las que las **V. N° 1** y **V. N° 4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. XI. Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los tapones de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación, múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.
- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), detalle "**D-1**", hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 1**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la Fig. N. XII. Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena).

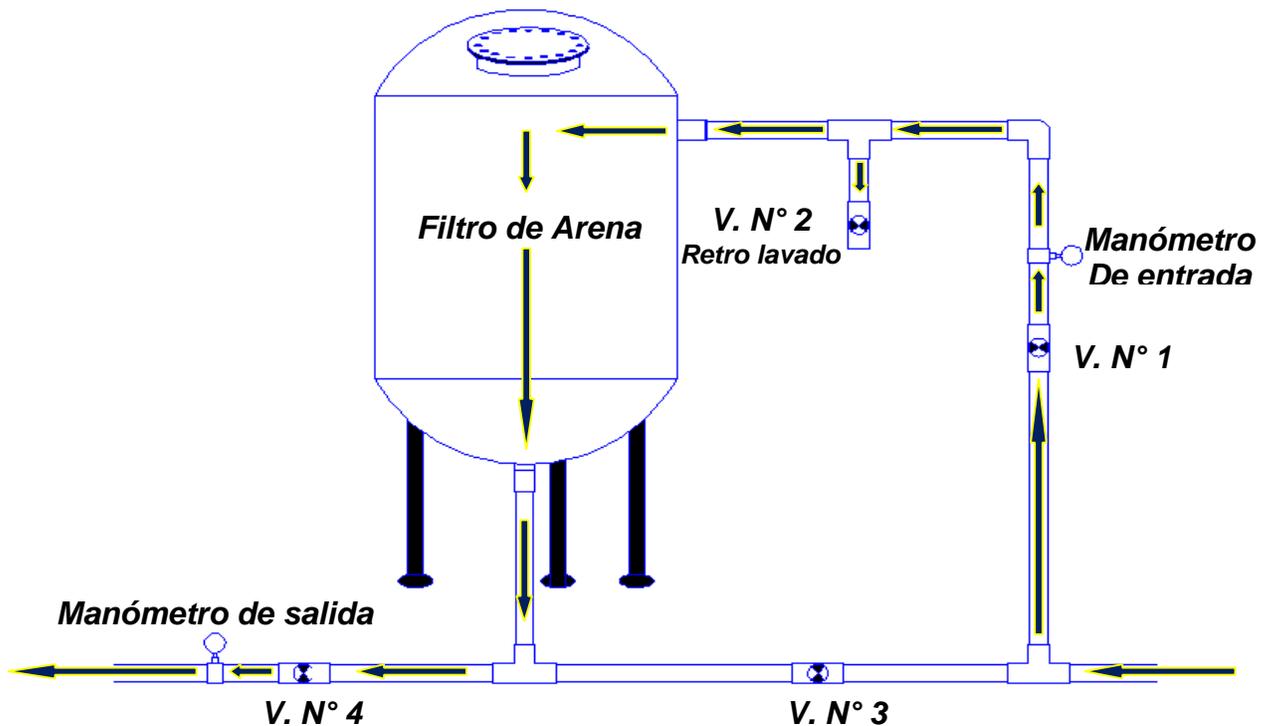


fig. N. XII. Recorrido del agua por la unidad de filtrado.

Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.

El sistema de riego por microaspersión está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (15 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión haciendo en ejercicio de abrir o cerrar la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede abrir un sector adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el funcionamiento de cualquiera de los sectores, **(S.1, S.2,..., S.16, S17)**, hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil en el sector a regar, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la **(U.F.)** que demarca la entrada de agua al sistema, como se describe en la Fig. N. XII; dependiendo del valor que marque el manómetro estando marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está de los 20 a 30 PSI.

En la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe en la tabla N. 2.

TABLA. N°2 Operación de Válvulas Según Turno y Sector de Riego a Beneficiar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	S.1	Abierto	V-a	Sectores :(V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p) Control: V-A, V-B
Cambio n.1				
2	S.2	Abierto	V-b	Sectores :(V-a, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-A, V-B
Cambio n.2				
3	S.3	Abierto	V-c	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-A, V-B
Cambio n.3				
4	S.4	Abierto	V-d	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-A, V-B
Cambio n.4				
5	S.5	Abierto	V-e	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-A, V-B
Cambio n.5				
6	S.6	Abierto	V-f Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.6				
7	S.7	Abierto	V-g Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B.
Cambio n.7				
8	S.8	Abierto	V-h Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.8				
9	S.9	Abierto	V-i Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.9				
10	S.10	Abierto	V-j Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.10				
11	S.11	Abierto	V-k Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.11				

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
12	S.12	Abierto	V-i Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.12				
13	S.13	Abierto	V-m Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-n, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.13				
14	S.14	Abierto	V-n Control: V-A, V-B	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-ñ, V-o, V-p).
14	S.14	Abierto	V-n	Sectores :, V-ñ, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.14				
15	S.15	Abierto	V-ñ Control: V-A, V-B	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-p).
15	S.15	Abierto	V-ñ	Sectores (V-n, V-o, V-p). Control: V-B
Cambio n.15				
16	S.16	Abierto	V-o Control: V-A, V-B	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-p).
16	S.16	Abierto	V-o	Sectores :(V-n, V-ñ, V-p). Control: V-B
Cambio n.16				
17	S.17	Abierto	V-p Control: V-A, V-B	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ-, V-o).
17	S.17	Abierto	V-p	Sectores :(V-n, V-ñ-, V-o). Control: V-B
Cambio n.17				

- ❖ Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.
- ❖ Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N.XI, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.
- ❖ Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la **(U.F.)** realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

4 MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca de ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.
- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Las líneas de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, tienen que estar debidamente enterradas para evitar daños provocados por la exposición de los materiales largo tiempo a la intemperie y asegurarse que no hayan escapes de agua en cada una de sus trayectorias.
- ❖ Las obras que componen el sistema de riego, bocatoma, unidad de filtrado, montajes de reparto, deben permanecer limpios, secos, sin invasiones de arvenses, (malezas) y con protección para que no estén expuestos a la intemperie.
- ❖ Al realizar las labores de cultivo como limpias, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.
- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.
- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava), separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).

- ❖ Cuando ocurran taponamientos en las unidades de riego, (Microaspersores), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida vienen calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua, un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este PH en el agua, pueden utilizarse 6 litros del ácido por cada metro cúbico de agua que entre en las tuberías mientras dura la limpieza.”²¹

En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

²¹ http://www.agrocabildo.com/publica/Publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

MANUAL OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN



PREDIO: BARBILLAS

VEREDA: CARMELO

MUNICIPIO: LA PLATA

**PROPIETARIAS Y SOCIOS DE LA COOP. CACAOPLAT:
NORA RAMIREZ – SONIA RAMIREZ – OSCAR RAMIREZ**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACIÓN.

1.2. MATERIALES SUMISTRADOS E INSTALADOS.

1.3. SISTEMA DE RIEGO INSTALADO.

1.3.1 DEFINICIÓN, COMPONENTES, VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

2.1. CAPTACION.

2.2. CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

2.3. UNIDAD DE FILTRADO.

2.4. PRINCIPAL.

2.5 ALIMENTACIÓN.

2.6. SECTOR DE RIEGO.

2.6.1. MONTAJE DE REPARTO.

2.6.2. MULTIPLE.

2.6.3. LATERALES Y UNIDAD DE RIEGO.

2.7. TAPONES DE LAVADO.

3. OPERACIÓN DEL SISTEMA.

3.1. PROGRAMACIÓN DE RIEGO.

3.2. PUESTA EN MARCHA.

4. MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

INTRODUCCION

En la actualidad es de suma importancia la implementación de nuevas prácticas agrícolas en nuestros cultivos, como lo son los proyectos de irrigación que contribuyen con el mejoramiento de las formas de producción, plantaciones sanas con un buen desarrollo, control de plagas, malezas, rendimientos altos y por ende contribuye al progreso y mejoramiento de la calidad de vida personal o colectivo de los beneficiados.

Por tanto la ejecución de proyectos de este tipo, como el riego localizado por goteo, el cual se caracteriza por ser un sistema a presión y de beneficio directo a las plantas con un grado de complejidad en sus instalaciones; cuenta con unas características especiales de operación y mantenimiento que se describirán en este manual, que pretende ilustrar y capacitar a las personas que estén relacionadas con esta modalidad de riego, tengan una idea de los distintos procesos y puedan identificar las diferentes partes que componen el sistema, como también de la correcta forma de operación y mantenimiento de todos sus elementos.

1 GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN

Predio: Barbillas

Vereda: Carmelo.

Municipio: La Plata.

Departamento: Huila. Colombia.

Extensión: 10.2 has.

Número de usuarios beneficiados: 3

Cultivo: Cacao con sombrío en Plátano.

Forma de siembra: Tres bolillos, triangulo, cada 3 metros.

Sistema de Riego: microaspersión.

Fuente de abastecimiento: Quebrada La Isla.

Caudal de diseño: 3 Lts/seg.

1.2 MATERIALES SUMINISTRADOS E INSTALADOS.

DESCRIPCIÓN		CANTIDAD
Línea de abastecimiento: manguera polietileno de 3" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		650,9 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 3" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		675 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 2" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		150 mts
Manguera principal: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		100 mts
Manguera de alimentación: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		850 mts
Manguera de múltiple: manguera polietileno de 1 ½" con uniones y accesorios en aluminio y abrazaderas tipo industrial		1550 mts
Manguera laterales: manguera polietileno de 16mm unida con conectores de polietileno de 16mm		22143mts
Unidades de riego: microaspersor auto compensado con dispositivo anti insectos de 40 L/hr.		4467unidades
Distribución del sistema: en sectores de riego independientes, en tubería y accesorios PVC presión y aluminio.	Válvulas PVC 3" de control de presión y caudal	1
	Válvulas PVC de control de presión y caudal de 1 ½" y Galápagos de 1 ½" para la toma de presión	17
Tapones de lavado: ubicados en los finales de las conducciones principales y múltiples.	tapón PVC de 2 con accesorios en aluminio	1
	tapón PVC de 1 ½" con accesorios en aluminio	22
Unidad de filtrado: Montaje realizado con tubería y accesorios de presión PVC de 3"	filtro de arena de 100GPM	1
	Válvulas de 3" PVC	4
	Manómetro de 100psi	2
Control de presión para los sectores de riego: manómetro de 100psi		1

1.3 SISTEMA DE RIEGO INSTALADO

Este sistema de riego localizado por **Microaspersión** además de contar con su característica principal, el microaspersor, que lo diferencia de otros sistemas de riego por la forma de su descarga y su efectividad en el terreno del área a beneficiar; es una modalidad de riego localizado muy homogénea a las otras en lo concerniente a las instalaciones dentro del lote.

1.3.1 Definición, Componentes, Ventajas y Desventajas.

Microaspersión. Definición. Cifuentes (1998) define la Microaspersión como: “Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular”. Sostiene que los componentes de un microaspersor son: Microconector, tubería de alimentación, estaca-soporte y base o emisor. También definió las ventajas: Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad en cosechas; bondades en la aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Contempla como desventajas los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos y atraso en cosechas; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento.²²

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE RIEGO.



Fig. I. Esquema de la distribución y componentes del sistema de riego en general.

2.1. CAPTACIÓN

La captación se realiza con una toma transversal al flujo del agua, construida y aportada por el usuario al proyecto, que consta del acomodamiento de una serie de rocas apiñadas en forma de gavión, unas sobre otras, impidiendo el paso normal del agua y por consiguiente represándola; en la parte inferior del arrume se sitúa una manguera de polietileno de 4" que realiza la función de captar el agua necesaria del afluente al desarenador, con una longitud de 12m.

DESARENADOR: Consta de una construcción en concreto, la cual tiene como función impedir el paso a las partículas de arena, mediante el paso del agua por dos albercas en serie, para luego salir hacia la conducción al lote en manguera de 3".

²² CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998



Fig. II. Toma de agua y desarenador construidos para el predio Barbillas.

2.2 CONDUCCIÓN DE ABASTECIMIENTO AL LOTE.

La línea de conducción de abastecimiento está compuesta por la instalación de manguera de polietileno de 3" mixta, que hace el recorrido de 650.9 mts, que conduce el agua captada hacia el filtro de arena con una diferencia de altura de 27m. Instalación realizada con uniones en aluminio, y abrazaderas tipo industrial.



Fig. III. Línea de abastecimiento al lote Barbillas, instalada en manguera de polietileno de 3".

2.3 UNIDAD DE FILTRADO.

La unidad de filtrado está compuesta por un filtro de arena de 150 GPM, ubicado, en la cabecera del lote que recibe el agua proveniente de la quebrada La Isla. Montaje realizado con accesorios en aluminio, PVC, tubería PVC presión de 3" RDE 26 y válvulas PVC Presión De 3", el cual cumple una de las funciones más importantes en un sistema de riego localizado, haciendo la labor de filtrado para todas las partículas extrañas, (arena, hojas, limos etc.), que lleguen a la unidad y mejorar la calidad del agua captada.

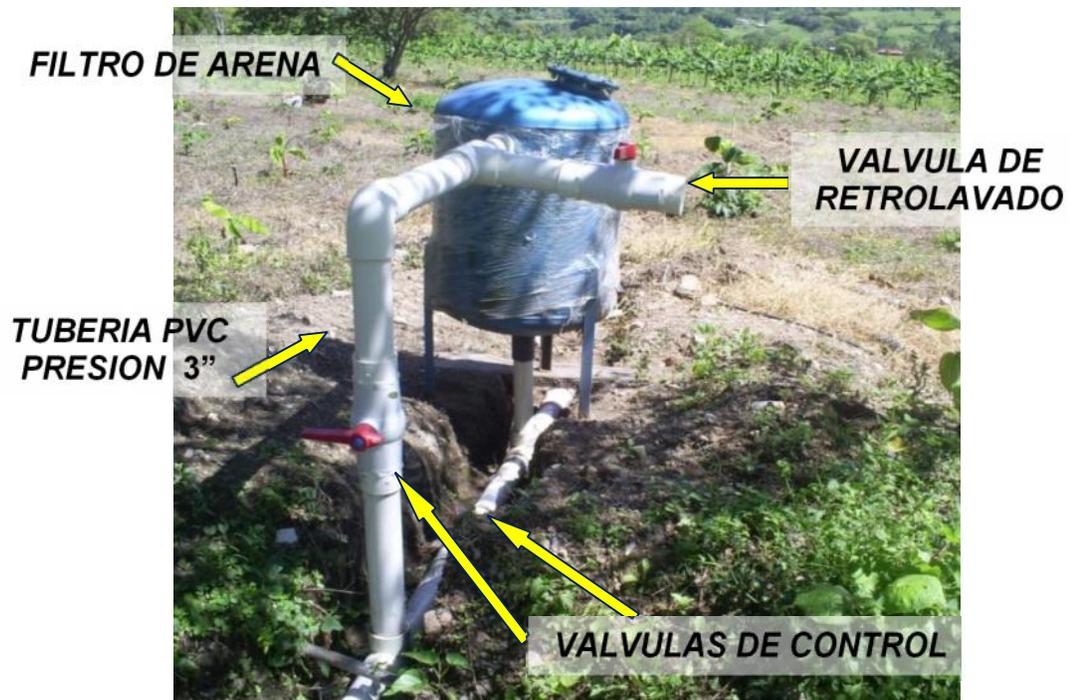


Fig. IV. Descripción del filtro de arena instalado en el lote Barbillas.

2.4 TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL

La distribución principal consta de la instalación de manguera de polietileno de 3", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 3" tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir el agua que sale de la unidad de filtrado hacia las distribuciones de alimentación.

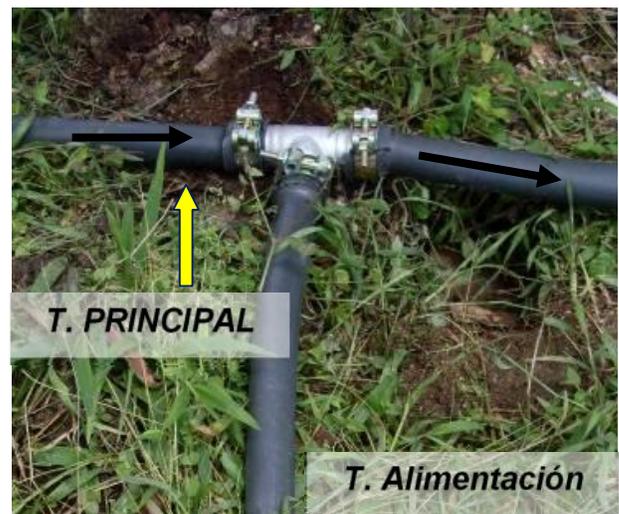


Fig. V. Distribución de la línea principal.

2.5 TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTACIÓN

La distribución de alimentación consta de la instalación de manguera de polietileno de 3", 2" y 1 ½", con accesorios en aluminio y abrazaderas de 3", 2" y 1 ½", tipo industrial, que cumple la función de recibir y conducir, en varios puntos, el agua que viene de la principal hacia cada uno de los sectores de riego.

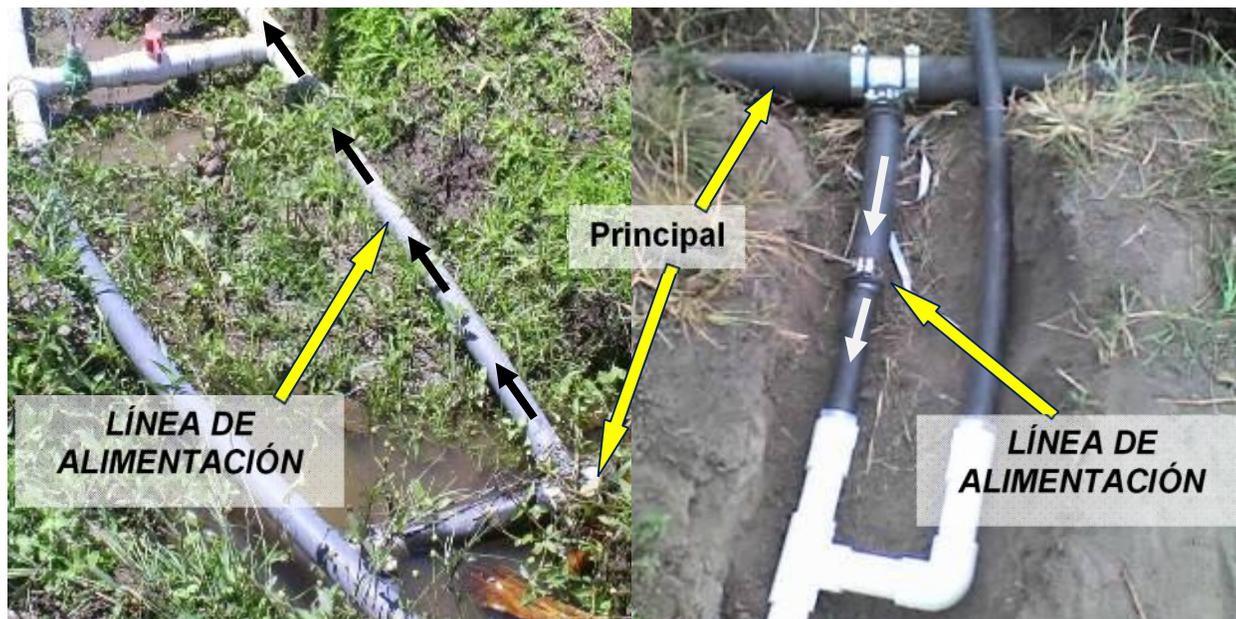


Fig. VI. Distribución de la línea de alimentación.

2.5 SECTOR DE RIEGO.

Los sectores de riego reciben el agua que viene por la distribución de alimentación y están compuestos por un montaje de reparto en tubería PVC de 1 ½" RDE 26, accesorios PVC y aluminio, que se acopla a la distribución del múltiple, del cual se desprenden cada 5.20 mts un lateral, que a su vez cada 4,5 mts llevan instalado un microaspersor, y en las terminaciones cuenta con tapones de lavado tanto en el lateral como en el múltiple. Cumple la función de conducir el agua hasta el sitio final de beneficio (plantas).

2.5.1 Montaje de reparto

El montaje de reparto o entrada, abastecimiento al sector de riego, está compuesto por una conexión en tubería de PVC presión de 1 ½" RDE 26, una válvula PVC de 1 ½", un galápago, (derivación), de 1 ½" con salida para la toma de presión; unidos con accesorios en PVC y con acoples de aluminio que cumple la función de resección de la manguera de alimentación y descarga al múltiple.

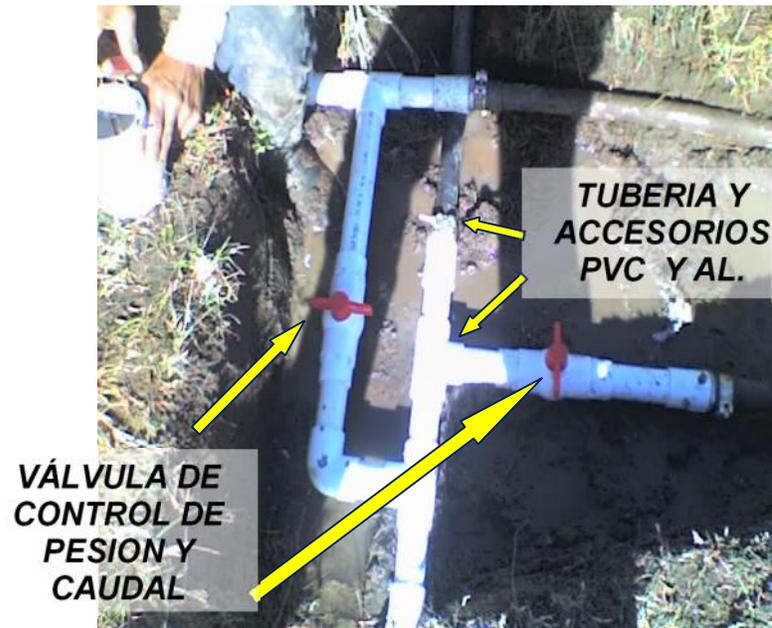


Fig. VII. Conexión de Montaje de reparto.

2.5.2 Tubería de distribución Múltiple.

La distribución del múltiple consta de la instalación de manguera de polietileno de 1 1/2" mixta (original y reciclado) con accesorios en aluminio y abrazaderas de 1 1/2" tipo industrial, con salidas laterales en silletas y conectores de 16mm distanciados cada 5.2 mts . Cumple la función de recibir el agua del montaje de reparto y conducirla a los laterales.

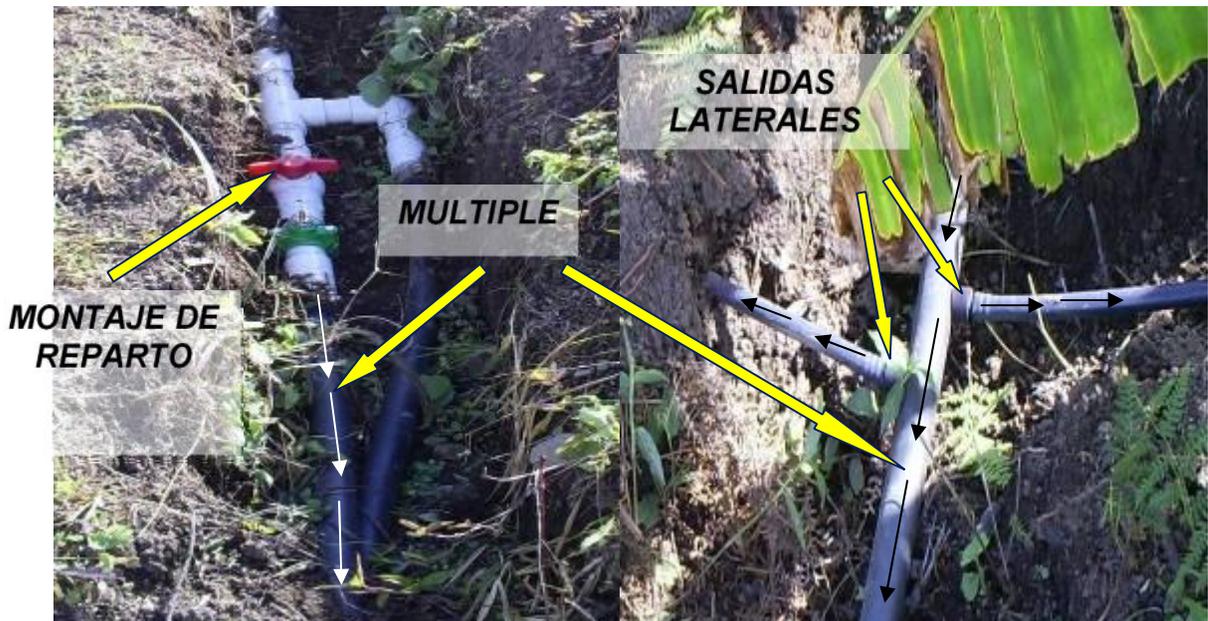


Fig. VIII. Conexión de Montaje de reparto y salida de la distribución de la manguera Lateral.

2.5.3 Laterales y unidad de riego.

Los laterales se componen de la instalación de la manguera de polietileno de 16 mm mixto, (original y reciclado), los cuales están unidos a las salidas del múltiple; cumplen la función de conducir el agua proveniente del múltiple hasta las unidades de riego, (microaspersor auto compensado de 40 Lts/h importado), que están distribuidas cada 4,5 mts en el lateral.

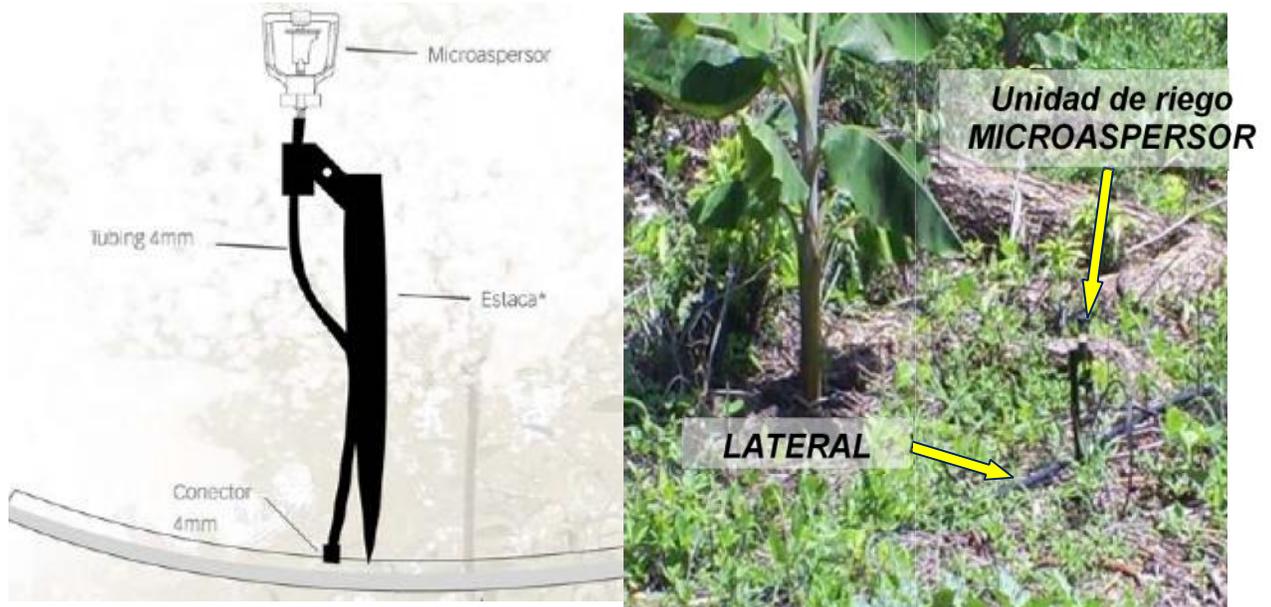


Fig. IX. Componentes e instalación del Microaspersor.

2.6 TAPONES DE LAVADO.

Los tapones de lavado están ubicados en todos los extremos de las distribuciones: principal, alimentación y múltiple, los cuales constan de un tapón roscado PVC presión que se ajusta al acople macho de aluminio, que a su vez se adapta a la manguera principal, alimentación o múltiple. Su función es la de facilitar el lavado de las tuberías en cada uno de los casos. En las terminaciones de los laterales también se presenta una forma de tapón de lavado, con la partición, (dobles), en la terminación de la manguera lateral que es sostenido por medio de un obturador PVC de $\frac{3}{4}$ " , que en conjunto realizan la acción de tapado.



Fig. X. Tapone de lavado.

3 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.1 PROGRAMACION DE RIEGO

TABLA N°1 Programación de Riego.

TURNO	N° SECTOR DE RIEGO	PRESION ENTRADA (P.S.I.)	UNIDADES DE RIEGO POR SECTOR	TOTAL UNIDADES DE RIEGO	CAUDAL TOTAL G.P.M.	TIEMPO DE RIEGO EN LAS ESTAPAS DE CULTIVO (Hr.)		
						INICIAL	MEDIA	ADULTA
1	S.1	35	245	245	37,8	4Hrs 10min	4Hrs 57min	5Hrs 39min
2	S.2	30	230	230	30,4			
3	S.3	25	240	240	26,5			
4	S.4	30	260	260	34,4			
5	S.5	32	266	266	37,5			
6	S.6	30	268	268	35,4			
7	S.7	24	270	270	28,6			
8	S.8	35	240	240	37,0			
9	S.9	35	255	255	39,4			
10	S.10	25	268	268	29,5			
11	S.11	35	255	255	39,4			
12	S.12	24	270	270	28,6			
13	S.13	26	255	255	29,2			
14	S.14	20	256	256	22,6			
15	S.15	22	245	245	23,8			
16	S.16	25	246	246	27,1			
17	S.17	25	234	234	25,8			

La tabla de programación de riego esta calcula bajo los parámetros establecidos en los requerimientos hídricos para el cultivo de cacao con sombrío en plátano y con una frecuencia de riego para cada 3 días.

3.2 PUESTA EN MARCHA.

El sistema de riego instalado en el lote BARBILLAS, con 10.2 has, está dividido en 20 sectores de riego, con un caudal de diseño de 3 L/seg. Para una buena puesta en funcionamiento y optimización de un sistema de riego hay que tener en cuenta que:

- ❖ La nomenclatura y distribución de las válvulas mencionadas en este manual corresponden y se complementa con el plano de instalaciones del lote. (Ver Anexo P. plano 1-7).
- ❖ La toma de agua permanecer en perfecto estado, libre de objetos extraños, un grado de turbidez bajo y cerciorarse de que el nivel de agua sea óptimo para su captación, como también la disposición de la manguera que hace la función de conducir el agua hasta la línea de abastecimiento.
- ❖ En la unidad de filtrado, (ver plano 1-7 detalle “D-1”), hay que tener en cuenta que las instalaciones estén en perfecto estado, secas, y presenten un aspecto funcional, además de revisar la presión que marca el manómetro en la entrada de unidad de filtrado que debe estar marcando una presión de 38.4 PSI, ya que este sirve de referencia para saber si la línea de conducción está en buenas condiciones; si se aprecia un valor anormal quiere decir que hay algún daño en la línea de conducción o taponamiento en el desarenador o bocatoma.
- ❖ Si la presión en la unidad de filtrado es la normal por debajo de los 38.4 PSI, se recomienda realizar el aforo del caudal de llegada y un lavado al filtro de arena antes de empezar a regar, realizando el procedimiento hidráulico correcto, que se representa en la Fig. N° XI. Como también en un tiempo recomendado de funcionamiento del riego, (1 a 2 horas), periodo corto debido a la baja calidad de agua con que se cuenta y a la falta de un desarenador.

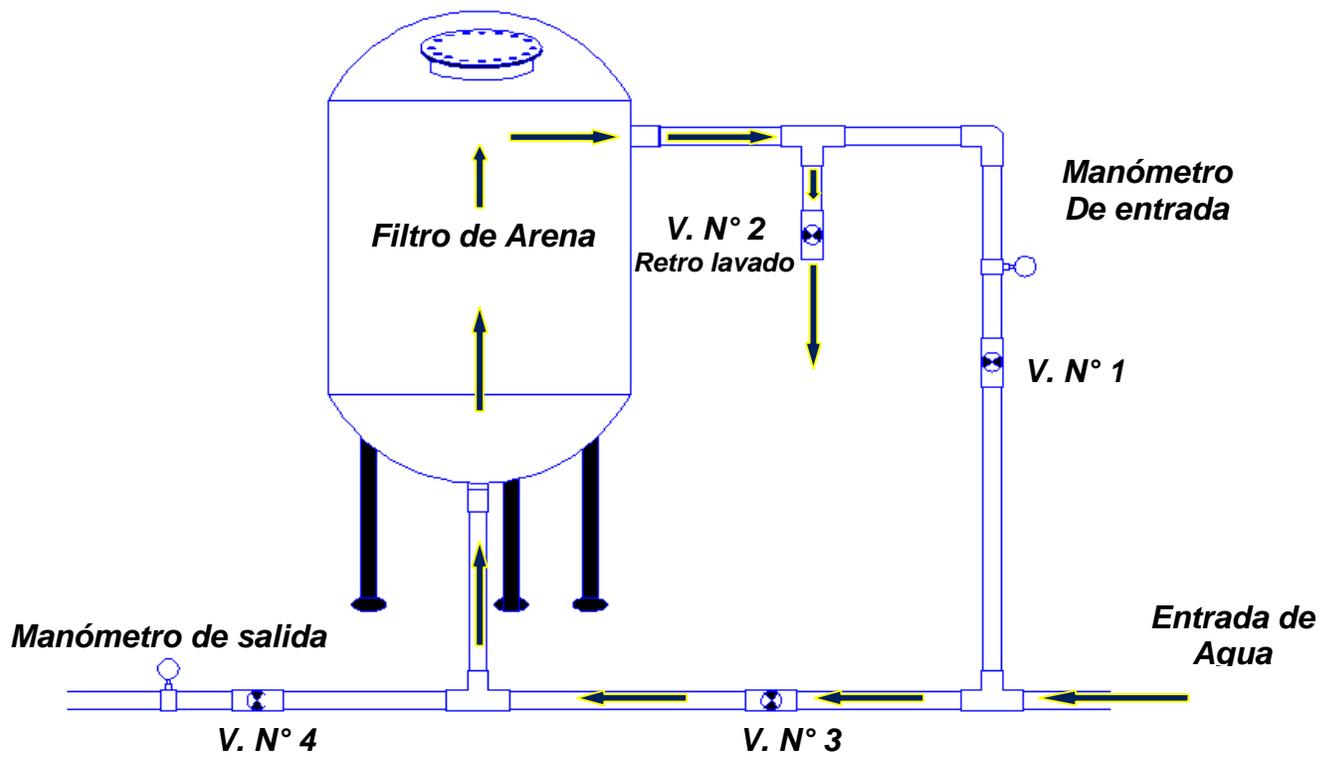


fig. N. XI Recorrido del agua de un retro lavado en la unidad de filtrado.

Para un retro lavado normal se deben operar todas las válvulas de forma cuidadosa, acompañado de movimientos suaves de forma lenta, debido a que se manejan presiones altas y un movimiento brusco puede ocasionar algún daño en la tubería. Para iniciar este procedimiento, teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, se abre las válvulas **V. N° 2** y **V. N° 3** mientras que las que las **V. N° 1** y **V. N° 4** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la fig. N. 1 Recorrido del agua de un retro lavado.

- ❖ Siempre hay que cerciorarse de que todas las válvulas de control de presión y de distribución de los sectores estén cerradas, como también hacer la revisión a todos los tapones de lavado.
- ❖ Abrir únicamente las válvulas necesarias, para el correcto funcionamiento del sector de riego a beneficiar, o el lavado de la tubería, (principal, alimentación, múltiple y lateral), para evitar la descompensación de caudal en el sistema por fugas de agua.
- ❖ En el uso de la unidad de filtrado (**U.F.**), (ver plano 1.7 detalle “D-1”), hay que tener en cuenta el manejo de las válvulas como se hizo hincapié en el retro lavado, para garantizar un éxito de esta labor. Se abre las válvulas **V. N° 4** y **V. N° 3**, mientras que las **V. N° 2** y **V. N° 3** permanecen cerradas para que el agua realice el recorrido representado en la Fig. N. XII Recorrido del agua por la unidad de filtrado. (filtro de Arena).

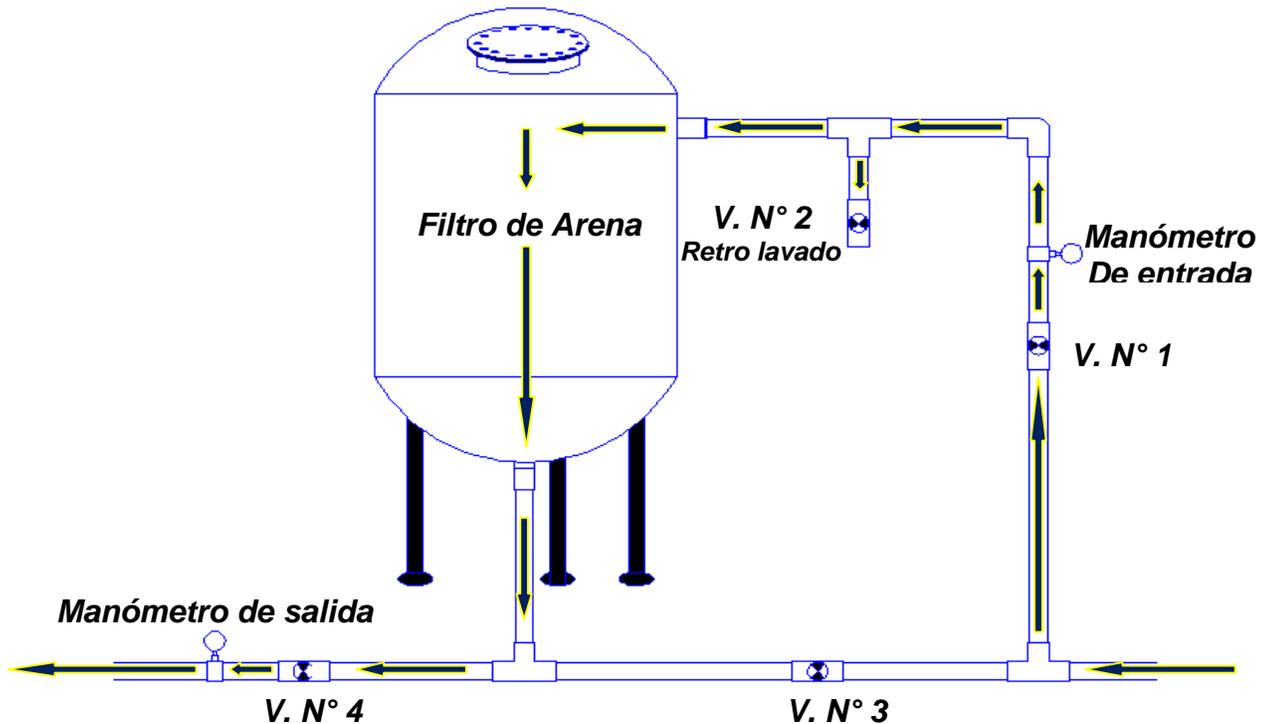


fig. N. XII Recorrido del agua por la unidad de filtrado.

Para comenzar una jornada de riego es importante realizar un lavado de las tuberías principal, alimentación, principal y laterales, debido a que en el periodo que no ha estado en uso pueden haber ingresado al sistema insectos y por ende partículas que pueden causar taponamientos en el sistema de tuberías.

El sistema de riego por microaspersión está diseñado para funcionar en un rango de presiones de (15 a 30) PSI. Por lo tanto en la puesta en funcionamiento de un sector de riego hay que calibrar la presión de entrada, con el manómetro portátil que tiene la función de cuantificar el valor de la presión, en ese sitio, ajustando la presión haciendo en ejercicio de abrir o cerrar la válvula de entrada en el sector a beneficiar dentro del rango permitido en el diseño. Una consideración adicional puede ser, si las presiones son muy elevadas debido a la ganancia de la misma por razones de topografía se puede abrir un sector adicional pero conservando las características para el buen funcionamiento del sistema.

3.3 OPERACIÓN DE VÁLVULAS.

En el funcionamiento de cualquiera de los sectores, **(S.1, S.2,..., S17)**, hay que tener en cuenta las recomendaciones antes mencionadas, acompañados de un buen manejo de la unidad de filtrado y de todos sus demás componentes.

Antes de poner en funcionamiento cualquiera de los sectores, se acopla el manómetro portátil en el sector a regar, que tiene la función de medir la presión en ese punto, luego pone en marcha la **(U.F.)** que demarca la entrada de agua al sistema, como se describe en la Fig. N. XII; dependiendo del valor que marque el manómetro estando marcha el sistema de riego, con la válvula de control de presión y caudal de este sector, se regula hasta el valor ideal que está entre los 20 a 30 PSI.

En la operación de las válvulas según el sector de riego a beneficiar hay que hacer una buena preparación del sistema; se debe abrir únicamente la válvula del sector a regar y cerciorarse de que las válvulas de los otros sectores estén cerradas como se describe a en la tabla N.2.

TABLA. N°2 Operación de Válvulas Según Turno y Sector de Riego a Beneficiar.

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
1	S.1	abierto	V-a	Sectores :(V-b, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p) Control: V-A
Cambio n.1				
2	S.2	abierto	V-b	Sectores :(V-a, V-c, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p) Control: V-A
Cambio n.2				

Turno de riego	Sector de riego a beneficiar	(U.F.) Detalle (D-1)	Válvulas abiertas	Válvulas cerradas
3	S.3	abierto	V-c	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p) Control: V-A
Cambio n.3				
4	S.4	abierto	V-d	Sectores :(V-a, V-b, V-c, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p) Control: V-A
Cambio n.4				
5	S.5	abierto	V-e Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p)
Cambio n.5				
6	S.6	abierto	V-f Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p)
Cambio n.6				
7	S.7	abierto	V-g Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p, V-p, V-q, V-r, V-s)
Cambio n.7				
8	S.8	abierto	V-h Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.8				
9	S.9	abierto	V-i Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.9				
10	S.10	abierto	V-j Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.10				
11	S.11	abierto	V-k Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.11				
12	S.12	abierto	V-l Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-m, V-n, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.12				
13	S.13	abierto	V-m Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-n, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.13				
14	S.14	abierto	V-n Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-ñ, V-o, V-p).
Cambio n.14				
15	S.15	abierto	V-ñ Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-p).
Cambio n.15				
16	S.16	abierto	V-o Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-p).
Cambio n.16				
17	S.17	abierto	V-p Control: V-A	Sectores :(V-a, V-b, V-d, V-d, V-e, V-f, V-g, V-h, V-i, V-j, V-k, V-l, V-m, V-n, V-ñ, V-o).
Culminación del riego				

- ❖ Al realizar cambios, (pasar a un nuevo sector), es necesario en primera instancia abrir el sector que quiere regar y después cerrar el que estaba regando y así sucesivamente hasta el final de la jornada.
- ❖ Para el lavado de la manguera múltiple de cada sector de riego, se efectúa el mismo procedimiento descrito en la tabla N.2, adicionando la apertura del lavado, desenroscando el tapón que se encuentra en todas las terminaciones del múltiple y se deja pasar libremente el agua por algunos minutos hasta que la misma presente una buena apariencia.
- ❖ Al terminar la jornada de riego; el operario debe cerrar las válvulas de la **(U.F.)** realizar un retro lavado y disponerse a cerrar el último sector que tenía funcionando.

4 MANTENIMIENTO DE OBRAS, EQUIPOS Y MATERIALES DE RIEGO.

En un proyecto de riego es de suma importancia el buen estado de todos sus componentes, para un éxito en todas sus labores y una alta eficiencia del sistema en el producto final, de garantizar al cultivo establecido el agua necesaria para su desarrollo y producción; por tanto es preciso un buen mantenimiento y la realización del mismo periódicamente.

- ❖ El sistema nunca de ser operado por una persona que no haya tenido una capacitación adecuada en el manejo del sistema de riego.
- ❖ Es importante el monitoreo constante de la bocatoma, para asegurar que el abastecimiento del agua sea uniforme, evitando flujos de agua interrumpidos a causa de taponamientos.
- ❖ Las líneas de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, tienen que estar debidamente enterradas para evitar daños provocados por la exposición de los materiales largo tiempo a la intemperie y asegurarse que no hayan escapes de agua en cada una de sus trayectorias.
- ❖ Las obras que componen el sistema de riego, bocatoma, unidad de filtrado, montajes de reparto, deben permanecer limpios, secos, sin invasiones de arvenses, (malezas) y con protección para que no estén expuestos a la intemperie.
- ❖ Al realizar las labores de cultivo como limpias, plateo, etc. Alrededor de las unidades de riego y demás componentes del sistema, es necesario que estas labores se realicen manualmente para evitar daños por la utilización de instrumentos agrícolas o ser realizadas con el mayor cuidado posible.

- ❖ Una vez al mes de no uso del sistema de riego, se recomienda realizar un lavado de todas las líneas, de abastecimiento, principal, alimentación, múltiple y laterales, para garantizar el libre recorrido del agua de riego e impedir los molestos taponamientos de las tuberías.
- ❖ Una vez por año de utilización del filtro, se recomienda hacer un lavado al material de filtrado, (arena y grava), contenidos dentro del filtro, ya que estos son susceptibles a colmatación por las impurezas que contiene el agua y que no son evacuadas al realizar el retro lavado. Este lavado consta de abrir la tapa del filtro y extraer los materiales que ayudan al filtrado, (arena y grava), separarlos con una zaranda y lavarlos con agua, para luego volverlos a introducir en el filtro en la misma disposición en que se encontraron. (en la parte inferior del filtro se ubica la grava y encima de esta el arena).
- ❖ Cuando ocurran taponamientos en las unidades de riego, (goteros), no hay que tratar de destaparlos introduciendo objetos extraños ya que la salida viene calibrada para una descarga determinada y al hacer fuerza con un objeto extraño puede causar una malformación y posterior daño del emisor. Para este tipo de casos la solución es la de hacer pasar por la conducción de agua un químico, especial, que tiene la propiedad de solubilizar los objetos causa del taponamiento y poder destaparlos. “Para la limpieza de incrustaciones de carbonatos se puede inyectar ácido nítrico, fosfórico, sulfúrico o clorhídrico. Alcanzando un pH de 2 al final de los laterales de riego. Para alcanzar este PH en el agua, pueden utilizarse 6 litros del ácido por cada metro cúbico de agua que entre en las tuberías mientras dura la limpieza.”²³

En caso de daños graves, hay que detener todas las labores de riego y por consiguiente comunicarse con el técnico instalador de la zona o directamente a empresa Ing. De Riegos y obras Civiles Ltda., para evaluar el daño, recibir accesoria y gestionar una pronta solución al problema.

²³ http://www.agrocabildo.com/publica/Publicaciones/otro_104_T_limpieza.pdf

Anexo P. Planos de instalación de los sistemas de riego instalados en cada uno de los predios del proyecto. Contienen (Perfil de la conducción de Abastecimiento, Planta de la conducción de Abastecimiento, predial del lote, curvas de nivel, distribución del sistema de riego instalad y detalles de instalación)