

**“DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DEL RIEGO POR ASPERSION
EN SEMILLEROS DE TABACO EN LOS MUNICIPIOS DE RIVERA,
CAMPOALEGRE Y GARZON DPTO DEL HUILA”.**

ROGER RICARDO SALAS BARRAGAN

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



**“DISEÑO, CONSTRUCCION Y EVALUACION DEL RIEGO POR ASPERSION
EN SEMILLEROS DE TABACO EN LOS MUNICIPIOS DE RIVERA,
CAMPOALEGRE Y GARZON DPTO DEL HUILA”.**

ROGER RICARDO SALAS BARRAGAN

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

**Director
MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Ing. Agr. Especialista en Ingeniería de Irrigación**

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

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Neiva, Diciembre de 2008

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a DIOS por andar siempre conmigo, por protegerme en las locuras de mi diario vivir y por darme la oportunidad de formarme en la mejor universidad del sur Colombiano aunque para algunos envidiosos, vanidosos y "ciegos" no lo sea.

Dedico este trabajo a mi papá HERNANDO SALAS RAMOS, a mi mamá MAGDALENA BARRAGAN DE SALAS, a mis hermanos JOSE LENIN, ANDREA, MANUEL, y a mis SOBRINOS porque de ellos me siento orgulloso de tenerlos a mi lado y han sido un apoyo fundamental para mi formación universitaria.

A mi novia, JENNIFER ROJAS CORTES por su apoyo puntual, eficiente e incondicional brindado durante todos los años de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todo el personal DOCENTE, ADMINISTRATIVO y de SERVICIOS GENERALES de la Gloriosa UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA; a GLADIS ZUMO, nuestra secretaria del programa y al señor EFREN MOSQUERA por su colaboración prestada en todos estos años.

A la empresa INGENIERIA DE RIEGOS Y OBRAS CIVILES LTDA, por darme la oportunidad de trabajar y desarrollar el presente proyecto bajo su asesoría, al igual que lo ha hecho con muchos egresados hoy en día.

Agradezco a mis amigos ANDRES FELIPE, ANDRES LOZADA, MARLINO DARIO, CARLOS TAFUR y MELANIE FRAGUA porque con ellos compartí momentos muy gratos en la Universidad y en muchas practicas.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
2. FUNDAMENTACION TEORICA	18
2.1 EL RIEGO EN EL MUNDO	18
2.2 DEFINICION DE RIEGO	18
2.3 RIEGO POR ASPERSION	19
2.3.1 Definición	19
2.3.2 Caracterización y clasificación	19
2.3.3 Cuadro comparativo de ventajas y desventajas del riego por aspersión	20
2.3.4 Composición de un sistema de riego por aspersión	22
2.3.5 Grado y volumen de aplicación	23
2.3.6 Lamina de riego	23
2.3.7 Lamina neta de riego	23
2.3.8 Porcentaje de área humedecido	23
2.3.9 Frecuencia de riego	23
2.3.10 Periodo de riego	24
2.3.11 Evapotranspiración	24
2.3.12 Usoconsumo	24
2.3.13 Balance hídrico	24
2.3.14 Requerimiento hídrico de las plantas	25
2.3.15 Consumo de agua	25
2.3.16 La transpiración	25

2.3.17	Coeficiente de uniformidad	25
2.3.18	Eficiencia de aplicación	26
3.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	27
3.1	GENERALIDADES	27
3.2	UBICACIÓN GENERAL Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	27
3.2.1	Municipio de Rivera	28
3.2.2	Municipio de Campoalegre	29
3.2.3	Municipio de Garzón	30
4.	METODOLOGIA	31
4.1	SELECCIÓN DE USUARIOS	32
4.2	VISITAS A CAMPO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	32
4.3	ANALISIS DEL SUSTRATO	32
4.4	DISEÑO HIDRAULICO	33
4.5	CALCULO DEL REQUERIMIENTO HÍDRICO	33
4.6	TRAZADO Y REPLANTEO EN CAMPO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO	33
4.7	PRESUPUESTO	33
4.8	INSTALACION Y ENTREGA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	35
4.9	EVALUACION HIDRAULICA	35
5.	RESULTADOS	35
5.1	SELECCIÓN DE USUARIOS	36
5.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	37
5.3	ANALISIS DEL SUSTRATO	37

5.4 DISEÑO HIDRAULICO	39
5.5 MUESTRA DE CÁLCULO REQUERIMIENTOS HÍDRICOS	40
5.5.1 Cálculos	40
5.6 TRAZADO Y REPLANTEO EN CAMPO DEL DISEÑO TIPO DEL SISTEMA DE RIEGO	46
5.7 PRESUPUESTO	47
5.8 INSTALACION Y ENTREGA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	49
5.8.1 Unidad de riego	53
5.9 EVALUACION HIDRAULICA	54
6. CONCLUSIONES	58
7. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	63

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Información general de usuarios y lotes de Instalación de las parcelas demostrativas para el uso racional del agua en semilleros de Tabaco.	36
Cuadro 2. Propiedades físicas e hidrodinámicas del sustrato (TURBA Promix VFT), calculadas en laboratorio.	37
Cuadro 3. Perdidas de conducción en tuberías laterales.	39
Cuadro 4. Velocidades en tuberías	39
Cuadro 5. Generalidades y datos para las parcelas del municipio de Rivera..	40
Cuadro 6. Programación tentativa de riego, parcelas Rivera – Huila.	46
Cuadro 7. Presupuesto general del proyecto a todo costo.	47
Cuadro 8. Resultados general de las evaluaciones de CU.	56

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Caracterización y clasificación de los sistemas de riego por aspersión.	20
Figura 2. Localización general de municipios de instalación de las parcelas de Aspersión a nivel del departamento.	27
Figura 3. Localización general de predios para instalación de parcelas de aspersión municipio de Rivera –Huila.	28
Figura 4. Localización general de predios para instalación de parcelas de aspersión municipio de Campoalegre –Huila.	29
Figura 5. Localización general de predios para instalación de parcelas de aspersión municipio de Garzón –Huila.	30
Figura 6. Secuencia de trabajo y desarrollo del proyecto.	31
Figura 7. Parámetros de diseño en un sistema de riego. Determinación del requerimiento hídrico.	34
Figura 8. Reservorio, unidad de bombeo y disposición de tubería lateral tramo 1.	49
Figura 9. Componentes del lateral tramo 2, puesta en marcha y capacitación sobre usos y modos de trabajo del sistema de riego, parcela BILBAO, vereda Monserrate, GARZON – HUILA.	50
Figura 10. Espaciamiento entre unidades de riego, capacitación para operación del sistema y de la unidad de riego.	50
Figura 11. Instalación, Disposición de tuberías y de unidades de riego en la parcela Villa de Leiva, vereda El Guadual.	51
Figura 12. Unidad de bombeo, fuente de abastecimiento y accesorio para desarme parcial, parcela Villa de Leiva, Vereda El Guadual, RIVERA – HUILA.	52

Figura 13. Válvulas que componen el sistema de riego en la unidad de bombeo, Usuario Israel Cadena Quiroga.	52
Figura 14. Unidad de riego utilizada en el proyecto.	53
Figura 15. Ubicación de los pluviómetros para determinar el CU parcela El Recreo, Garzón.	54
Figura 16. Puesta en marcha e inicio de evaluación de C.U. del sistema de riego, parcela El Recreo, Garzón.	55
Figura 17. Verificación de la presión en el sistema, parcela El Recreo, Garzón.	55
Figura 18. Lectura de pluviómetros, parcela El Recreo, Garzón.	56
Figura 19. Evaluación representativa de las parcelas por municipio, A) El Recreo, B) Villa de Leiva, C) San Rafael.	57

LISTA DE GRAFICAS

	pág.
Grafico 1. Perfiles Topográficos parcelas Tipo.	38
Gráfica 1. Representación grafica en 3D del coeficiente de Uniformidad.	110



LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Carteras de Campo y Oficina del estudio topográfico	64
Anexo B. Ficha Técnica del sustrato	67
Anexo C. Cálculos Hidráulicos	70
Anexo D. Plano Tipo Sistema de Riego	91
Anexo E. Curva Característica de la Bomba	94
Anexo F. Información climatológica	95
Anexo G. Requerimientos Hídricos	101
Anexo H. Evaluación hidráulica	104
Anexo I. Representación grafica en 3D del coeficiente de uniformidad	110



RESUMEN

El uso racional de los recursos naturales en general y específicamente del recurso hídrico por su gran sensibilidad exige su control y optimización, y es hoy en día uno de los principales objetivos a nivel de todo el planeta. Los sistemas de riego por aspersión han tenido bastante acogida en la producción agrícola, pues bien dimensionados suministran eficiente y uniformemente el recurso agua, supliendo los requerimientos hídricos y de humedad en cualquier cultivo.

Las parcelas demostrativas para el uso racional del agua en los municipios de RIVERA, CAMPOALEGRE Y GARZON, que componen la primera fase del proyecto "APOYO INTEGRAL A PRODUCTORES DE TABACO DE COLOMBIA", se constituye en herramienta indispensable para la sensibilización de los productores de tabaco sobre el uso adecuado del recurso agua, demostrando la importancia del acompañamiento técnico y profesional para un ejercicio eficiente de la producción agrícola.

Con el establecimiento de las parcelas demostrativas, se pretende incentivar al agricultor en la producción eficiente de plántulas mediante la adopción de sistemas adecuados de riego por aspersión. El sistema de riego se evaluó hidráulicamente, teniendo en cuenta aspectos tales como propiedades hidrodinámicas y físicas del sustrato "TURBA ORGANICA PROMIX VFT", la presión requerida por las unidades de riego para garantizar una lámina uniforme de agua, además de las posibles causas que pueden afectar el normal funcionamiento de la unidad de riego o una distribución irregular del agua. Con el proyecto se busca mejorar la aplicación del agua de riego en cuanto a la uniformidad y su cuantía en volumen, de acuerdo al requerimiento hídrico de la planta de tabaco en la etapa de semillero, utilizando métodos relacionados con series históricas de datos climatológicos de las estaciones más cercanas a cada municipio.

Palabras Claves: Requerimiento hídrico, parcelas de riego, coeficiente de uniformidad.

ABSTRACT

The rational use of the natural resources generally and specifically of the hydric resource by its great sensitivity demands its control and optimization, and is nowadays, one of the main objectives concerning all the planet. The systems of irrigation by aspersion have had enough welcome in the agricultural production, because these good determine the proportions uniformly provides efficient and to the resource water replacing the hydric requirements and of humidity in any cultivation.

The demonstrative parcels for the rational use of the water in the municipalities of RIVERA, CAMPOALEGRE AND GARZÓN, that composes first stage of the project "INTEGRAL SUPPORT TO TOBACCO PRODUCERS OF COLOMBIA" constitutes in tool indispensable for the sensitization of the tobacco producers on the adapted use of the resource water and demonstrating the importance of the technical and professional support for an efficient exercise of the agricultural production.

With the establishment of the demonstrative parcels like incentive, it is tried to benefit to the agriculturist in the efficient production from small plants through the adoption of systems of irrigation by aspersion. The irrigation system was evaluated hydraulically, considering aspects such as properties physical hydrodynamics and of the substrate "ORGANIC CROWD PROMIX VFT", the pressure required by the units of irrigation installed to guarantee a uniform water lamina. In addition the possible causes that can prevent the good operation of the irrigation unit or an irregular distribution of the water. With the project one looks for to improve the application of the water of irrigation as far as the uniformity, and its quantity in volume, according to the hydric requirement of the tobacco plant in seed plot stage, using methods related to historical series of climatologic data of the stations nearest each municipality of installation.

Key words: hydric requirement, irrigation parcels, uniformity coefficient.

INTRODUCCION

Colombia fundamenta su economía en la actividad agropecuaria, la cual apunta a competitivos y exigentes mercados nacionales e internacionales, características principales de un país en vía de desarrollo. El tabaco se constituye en un producto de connotación económica y social de gran trascendencia para los Agricultores, los comerciantes, la industria y el mismo estado Colombiano. Este hecho obliga sin lugar a dudas a establecer conjuntamente estrategias de sostenibilidad y sustentabilidad de esta importante actividad económica del país.

La creciente demanda de los recursos hídricos aunada al crecimiento económico del país, plantea la necesidad urgente de racionalizar el aprovechamiento del agua y mejorar la eficiencia del uso, esta escasez del agua ha obligado a reorientar la investigación hacia el uso eficiente de sistemas de riego.

El Huila, es el segundo departamento productor nacional de tabaco, cultivo del cual subsiste una considerable población de productores agrícolas, y que día tras día se observa la reducción en la cantidad de hectáreas cultivadas. Esta actividad esta en constante amenaza debido a los altos costos de producción, a los altos costos de arrendamiento, y a las inclemencias del tiempo, entre otros factores.

El Gobierno Colombiano a través del ministerio de Agricultura y Fedetabaco, ha destinado incentivos para los productores de tabaco a nivel nacional, para el mejoramiento de la producción de plántulas, con fines de optimizar la aplicación del riego y la calidad de las mismas. Para contribuir con el uso racional y eficiente del agua se establecen parcelas demostrativas en los municipios de Rivera, Campoalegre y Garzón, que contarán con dotación de sistemas de riego por ASPERSION, instalados, para los semilleros de tabaco con distancia entre unidades de riego de nueve (9) metros con traslape adecuado. Se estiman los requerimientos hídricos y los tiempos de riego según información histórica de las estaciones climatológicas de las áreas en estudio, con aplicación del coeficiente de cultivo (Kc) determinado para el cultivo de tabaco en el departamento del Huila.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir y evaluar el riego por aspersión en semilleros de tabaco en los municipios de Rivera, Campoalegre y Garzón en el Dpto. del Huila.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Estimar el requerimiento hídrico para los semilleros de tabaco variedad Virginia, para la fase de germinación optima, utilizando un kc (coeficiente del cultivo) empírico, para 3 municipios del Huila.
- ❖ Realizar el levantamiento topográfico y digitalización del plano tipo para la construcción de las parcelas del uso racional del agua en semilleros de tabaco.
- ❖ Dimensionar, replantear, trazar e instalar el sistema de riego tipo por Aspersión en las parcelas demostrativas para el uso racional del agua.
- ❖ Realizar una evaluación hidráulica del sistema de riego por cada municipio y de manera general a las parcelas tipo con semilleros de tabaco.

2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.1 EL RIEGO EN EL MUNDO

El agua constituye uno de los factores imprescindibles para el desarrollo de la agricultura con un alto nivel técnico. En aquellas regiones donde el humedecimiento natural del suelo resulta irregular en el año, la aplicación artificial del agua a los cultivos contribuye a asegurar las cosechas e incrementar los rendimientos.

El manejo del agua en semilleros es un elemento determinado en la obtención de plantas de calidad, por lo que en áreas dedicadas a esta actividad, debe existir una adecuada armonía entre una correcta utilización del riego y una relación adecuada entre los diferentes factores ambientales.

Civilizaciones enteras han florecido y se han extinguido sobre tierras regadas. La mayor parte de los expertos en cuestiones de riego están convencidos de la duración indefinida de tales culturas, siempre y cuando el riego se practique racionalmente. Por el contrario, otros afirman que una civilización basada en una agricultura de riego está destinada a decaer más tarde o más temprano, debido a que así ha ocurrido a otras anteriores en el tiempo. La perpetuidad de los pueblos civilizados depende de muchos factores, entre los cuales reviste capital importancia la existencia de una agricultura de rentabilidad permanente.

2.2 DEFINICIÓN DE RIEGO

El riego se define como la aplicación artificial de agua al terreno con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo¹.

Según Gurovich², el riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en este el agua consumida por los cultivos entre dos riegos

¹ ORSON W., Israelsen. Principios y aplicaciones del riego. 1975. p. 10.

² LUIS A., Gurovich. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José, Costa Rica 1985. p. 14.

consecutivos; se advierte que no se riega la superficie del suelo, sino que se está regando el perfil en profundidad: es dentro del perfil del suelo donde se encuentran las raíces de la planta, órganos encargados de absorber el agua que necesitan estas para el desarrollo de sus funciones vitales, especialmente la transpiración.

2.3 RIEGO POR ASPERSIÓN

2.3.1 Definición.

Según Cifuentes (1998): Es un sistema de riego a presión por medio del cual se aplica el agua sobre una superficie del suelo con un cultivo, en una forma de lluvia artificial. Generalmente, la presión se obtiene por bombeo o por gravedad.

De acuerdo a Gurovich el riego por aspersión debido a su flexibilidad de uso y el eficiente control de la aplicación del agua, permite el riego de una amplia gama de suelos que no pueden ser regados adecuada y eficientemente con métodos de riegos superficiales. El sistema es utilizado como alternativa en zonas donde las condiciones topográficas y de suelo dificultan la aplicación de sistema de riego por superficie³.

2.3.2 Caracterización y clasificación.

La estipula Cifuentes⁴ (1998) así:

³ GUROVICH, Op. Cit., p. 15.

⁴ CIFUENTES, Op. Cit, p. 26.

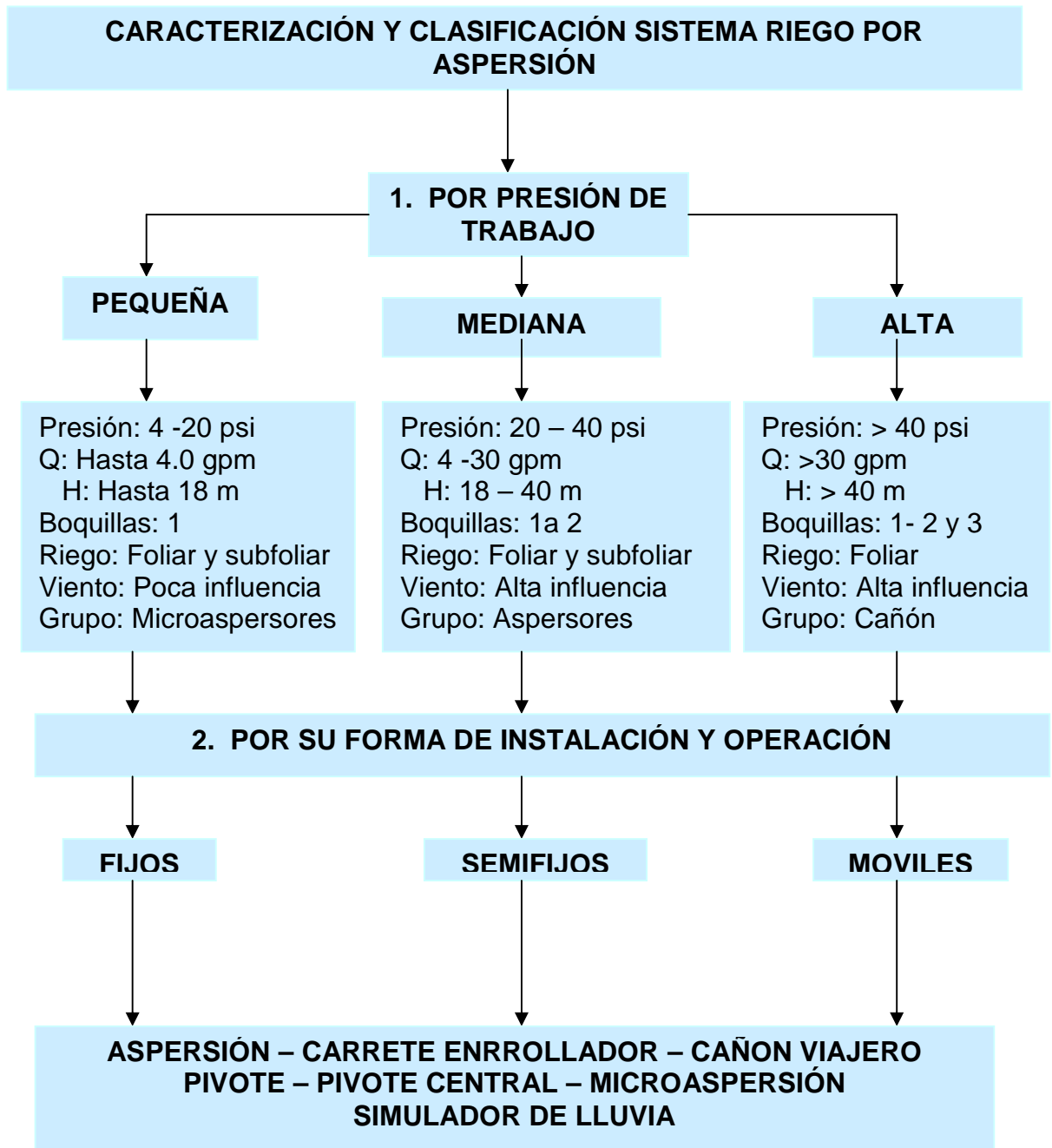


Figura 1. Caracterización y clasificación sistema de riego por aspersión

2.3.3 Cuadro comparativo del riego por aspersión.

VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none">• El adecuado diseño y uso de un sistema de riego por aspersión, disminuye la escorrentía superficial y con ello el peligro de erosión del suelo.• Puede usarse apropiadamente en suelos con cualquier textura (desde suelos arenosos hasta bastante arcillosos). Es necesario que el sistema de riego por aspersión utilizado, sea adecuado a las características y condiciones hidrodinámicas del suelo.• Se puede utilizar para lavar sales del suelo.• Suelos muy superficiales (capa arable de poco espesor) pueden ser regados óptimamente.• Pueden regarse suelos con fuertes pendientes (es necesario que el sistema funcione en óptimas condiciones, para evitar problemas de erosión).• Riego frecuentes y con poca cantidad de agua pueden ser aplicados eficientemente.• Se utiliza con gran éxito en la germinación de cultivos que posteriormente se riegan por superficie.• Se puede utilizar el sistema para aplicar fertilizantes (fertirrigación).• Permite obtener altas eficiencias en el uso del agua. Por ello es preciso evaluar periódicamente las condiciones de distribución y aplicación del sistema.• En algunos casos hay economía de mano de obra (equipos fijos de gran radio o área de acción).• Facilita el control de heladas.

DESVENTAJAS

- Generalmente debe realizarse con alta inversión inicial.
- El viento puede distorsionar por completo la distribución del agua en el suelo.
- Algunas veces se pueden crear condiciones favorables para el desarrollo de patógenos.
- El tamaño de las gotas puede causar pérdidas de semillas, si el sistema no es calibrado correctamente.

2.3.4 Composición de un sistema de riego por aspersión.

Fuente de energía. Es necesaria una fuente de energía que garantice la presión óptima para que los aspersores alcancen una normal movilidad y distribución del caudal; por otra parte debe cubrir las pérdidas de presión que se presentan por el paso del agua (pérdidas por fricción) y las pérdidas por presión que se presentan al paso del agua por los diferentes accesorios. Como fuentes de energía se utilizan las bombas movidas por un motor (motobombas); es posible aprovechar la diferencia de nivel entre la fuente de agua y el área a regar, con el fin de obtener la energía necesaria para operar el sistema.

Aspersores. Estos elementos entregan en forma de rocío el agua en el área a servir. Los aspersores en general se pueden clasificar de acuerdo con la presión de trabajo. En general las presiones bajas de 20 a 40 libras por pulgada cuadrada (**PSI**), están asociadas con diámetros pequeños de las boquillas del aspersor, con pequeñas superficies cubiertas en cada posición del dispositivo y con una baja descarga.

La red del sistema de riego por aspersión se compone de tuberías de conducción, principal, laterales, elevadores y accesorios para acoples, derivaciones, etc.

2.3.5 Grado y volumen de aplicación.

El grado de aplicación es la velocidad con que se aplica el agua por el aspersor; lo determinan, el tipo de suelo, la cubierta que forma el cultivo y la pendiente del terreno, debe ser tal que no produzca ni encharcamientos ni escurrimientos.

El volumen de aplicación del agua en cada riego está determinado por la capacidad de retención del suelo en las zonas ocupadas por las raíces efectivas del cultivo que se considera.

2.3.6 Lámina de riego.

Es el volumen de agua en mm a aplicar por ciclo de riego. La lámina de riego dependerá no solo de las características físicas del suelo y de la profundidad de las raíces, como en los sistemas tradicionales; sino también el porcentaje de suelo humedecido y del nivel de agotamiento (**NA**) permitido en el porcentaje del agua aprovechable para que la planta no se resista.

2.3.7 Lámina neta de riego.

Es la lámina de agua que se reemplaza cuando se llega a un nivel de agotamiento predeterminado.

2.3.8 Porcentaje de área humedecido.

Es el área humedecida por cada emisor, generalmente es una parte pequeña de la superficie del suelo.

2.3.9 Frecuencia de riego.

Significa el número de días que deben transcurrir entre cada aplicación. Dependiendo del grado de consumo del líquido en los cultivos y de la cantidad de humedad disponible en la zona de raíz, calculado entre la capacidad total del terreno y el nivel inicial de humedad adoptado.

2.3.10 Periodo de riego.

Es el número de días necesarios para la aplicación de un riego en un área determinada durante el periodo de máximo consumo.

2.3.11 Evapotranspiración.

La evapotranspiración potencial es definida como la máxima cantidad de agua evapotranspirada por un cultivo de referencia que por lo general ha sido seleccionada una oleaginosa (alfalfa) bajo condiciones estándar. Esta evapotranspiración se puede determinar directamente a través de mediciones en campo (disimetría) o indirectamente por las diferentes formulas empíricas para los periodos escogidos de la precipitación.

“El agua consumida, llamada a veces “agua de evapotranspiración” incluye el agua aprovechada por la transpiración de la planta y en su desarrollo, así como la que se evapora del suelo y la de precipitación interceptada por el follaje. La evapotranspiración es la cantidad de agua extraída en una determinada área, por los procesos combinados de evaporación del suelo y la transpiración de las plantas”.

2.3.12 Uso consumo.

El uso consuntivo o uso consumo es la cantidad de agua evapotranspirada por la planta, más la cantidad que se requiere para la formación de tejidos vegetales.

2.3.13 Balance hídrico.

Es la utilización de los datos reales de la precipitación y de información climatológica, para el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos. Estos dos tipos de datos se combinan para establecer el balance hídrico de una zona o de un cultivo. El balance hídrico consiste en realizar un balance de masa de agua, que permita estimar el transporte de vapor desde la superficie de agua. Para la obtención de los datos climáticos de evaporación y precipitación se tienen instrumentos de los cuales se obtiene un buen grado de confiabilidad.

2.3.14 Requerimiento hídrico de las plantas.

Por requerimiento hídrico en las plantas se entiende que es la cantidad de agua necesaria para producir una cosecha determinada. Dentro del concepto general así definido es necesario establecer una diferencia entre la capacidad de agua realmente consumida por las plantas, en su mayor parte fuera de control humano, y la cantidad total de agua usada en el terreno, que incluye la primera y que depende mucho de la eficiencia en los métodos de aplicación del agua en el terreno. La primera porción puede denominarse consumo de agua, en tanto que la segunda puede denominarse dotación de riego.

2.3.15 Consumo de agua.

El consumo de agua representa la cantidad mínima de agua necesaria para producir una cosecha. Es en realidad el agua que la planta usa en su proceso fisiológico de transpiración y de formación de tejidos. Dentro de este concepto se ha incluido también el agua que se evapora de la superficie del suelo cultivado, por el cual el consumo de agua ha venido a representar la evapotranspiración.

2.3.16 La transpiración.

Es el movimiento de agua, desde el suelo hasta el aire, a través del vegetal. Muchos experimentos se han realizado para obtener la relación que existe entre la cantidad de materia seca producida por las plantas y el agua transpirada por las mismas. Cuando estos valores se expresan en peso se obtiene el coeficiente de transpiración o “relación de transpiración”.

2.3.17 Coeficiente de uniformidad.

En todos los aparatos de chorro no se puede obtener un reparto uniforme a lo largo del mismo, el máximo de agua se encuentra junto al aparato para disminuir progresivamente a medida que nos apartamos de él. Este reparto puede calcularse, mediante un gran número de formulas (Bielaiev y Lebediev, Puppino, Valducci, Bournas, Servicio de Conservación de Suelos de USA.); no obstante, la mas utilizada es la de Christiansen.

El coeficiente de uniformidad es un término de eficiencia de funcionamiento del equipo de riego por aspersion e indica como se afecta la distribución del agua

sobre el suelo por efecto de factores climáticos como el viento, factores físicos como la presión de trabajo y factores mecánicos propios del modelo de construcción del aspersor⁵. El coeficiente de uniformidad está fijado por la medición de la cantidad de agua que se recoge en pluviómetros colocados a intervalos constantes dentro de una zona regada por aspersión.

Esta medición se toma para diferentes tipos de aspersores, de boquillas, de presión y en condiciones del espaciamiento⁶. La evaluación de un sistema de riego tiene el propósito de diagnosticar, en primer lugar cómo funciona y en segundo lugar las posibles causas que originan el problema, con el fin de dar algunas recomendaciones.

2.3.18 Eficiencia de aplicación.

Es la relación entre el agua que realmente queda almacenada en la zona de raíces del cultivo (y por lo tanto puede ser aprovechada por ellas) y el agua total aplicada con el riego (Aplicada).

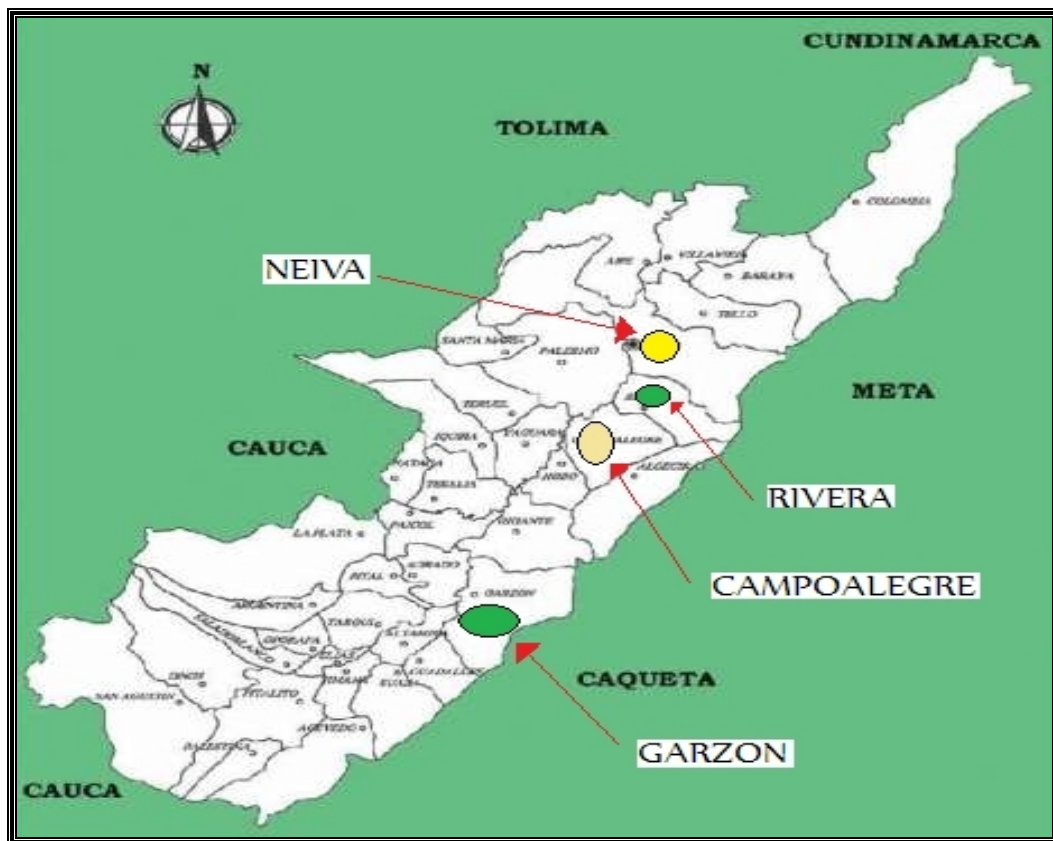
⁵ UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (AUGURA), Op. cit., p. 128.

⁶ ZIMMERMAN. D. Josef. El riego. Mexico: Continental. 1979. p. 199.

3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

3.1 UBICACIÓN GENERAL Y CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

Las áreas seleccionadas para la identificación y reconocimiento del proyecto corresponden a las veredas Majo, La Jagua, Monserrate, Sector Guacanas y Alto Sartenejo en el municipio de GARZON; Llano Grande (Llano sur), Río Neiva Bajo, La Vuelta y Piravante Bajo en el municipio de CAMPOALEGRE; Los Medios, El Guadual, Llanitos y La Medina en el municipio de RIVERA. Las parcelas demostrativas del riego por aspersión para los semilleros de tabaco se establecen en zonas estratégicas (Lote disponible por el agricultor) (figura 2).



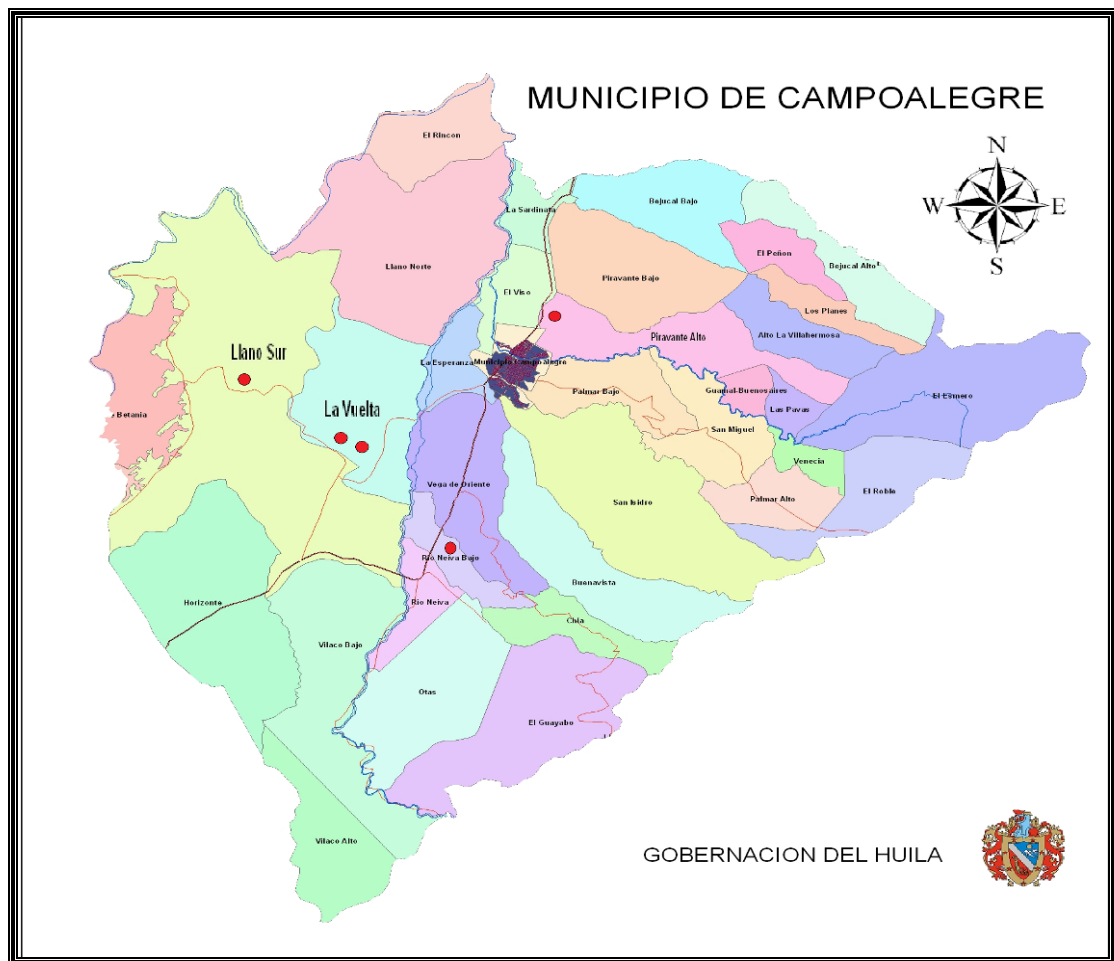
FUENTE:

www.fac.mil.co/recursos_user/imagenes/unidades/capitanpaz/Departamentos/huila_m.jpg?facmil_2008_2009=a76814e9ccb8c46b298b85ce0981ff46

Figura 2. Localización general de municipios con instalación de parcelas de tabaco con aspersión en el departamento del Huila.

3.2.2 Municipio de Campoalegre.

El municipio tiene una extensión de 661 km² y se encuentra entre el río Magdalena y el flanco oeste de la cordillera Oriental, a 28 Km al sur de Neiva, sobre el corredor vial que conduce al sur del departamento. Su posición geográfica se ubica entre las coordenadas 2°31' y 2°47', latitud norte, y 75°12' y 75°26' de longitud oeste. Limita al norte con el municipio de Rivera; al oriente y sur oriente con Algeciras; al sur con Hobo y al occidente con Yaguará y Palermo. Campoalegre está dividido en una inspección y 30 veredas en el sector rural (figura 4).



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

Figura 4. Localización general de predios para instalación de parcelas de tabaco con aspersión en el municipio de Campoalegre – Huila.

4. METODOLOGIA

El marco metodológico del proyecto siguió el ordenamiento que se muestra en la figura 6.

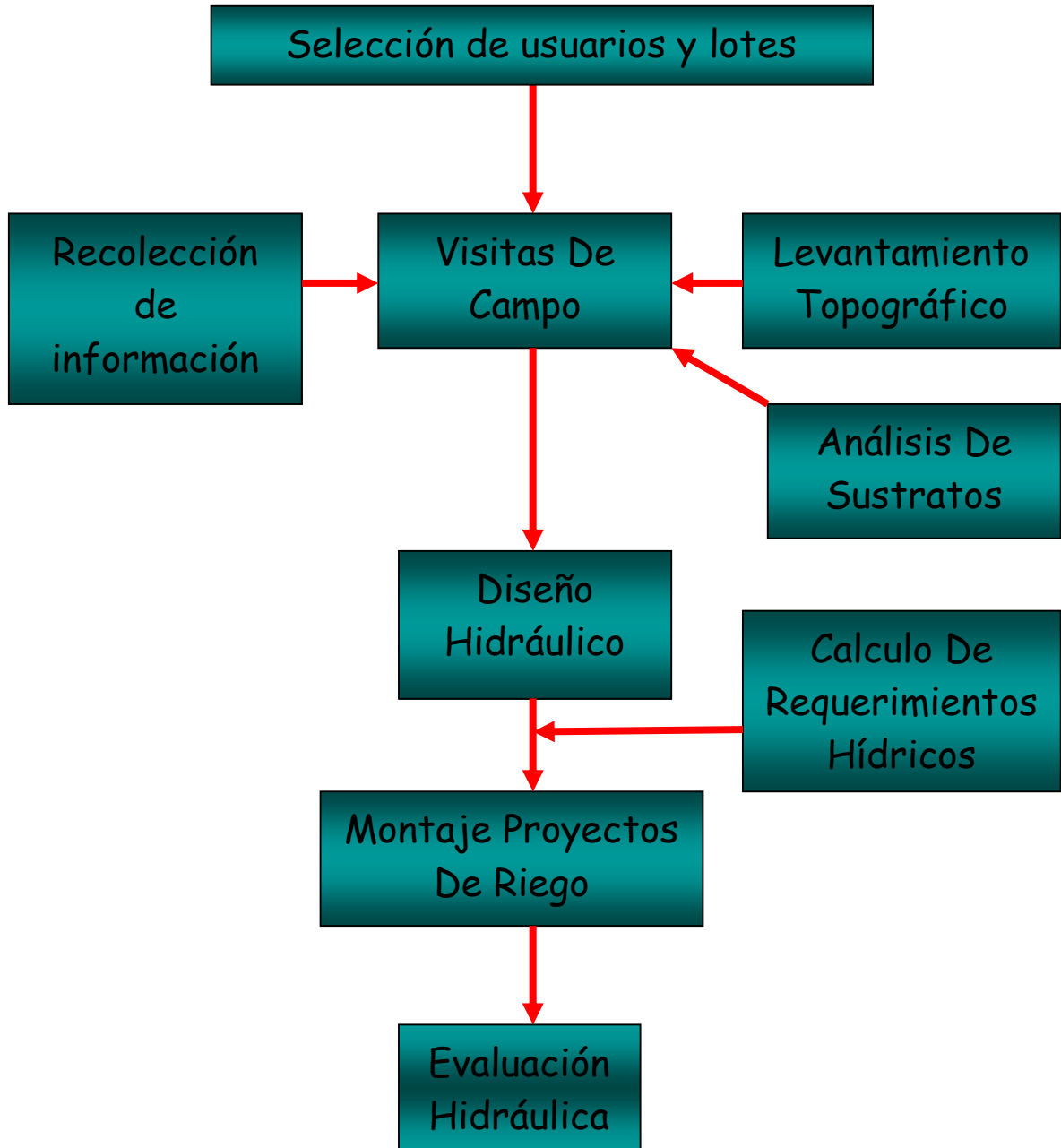


Figura 6. Secuencia de trabajo y desarrollo del proyecto.

4.1 SELECCIÓN DE USUARIOS.

Esta primera etapa del proyecto se realizó en coordinación con la mesa directiva de las respectivas asociaciones tabacaleras de cada municipio (RIVERA, CAMPOALEGRE Y GARZON), bajo la supervisión de un miembro de asistencia técnica de FEDETABACO a nivel nacional; como parámetros para la selección de cinco (5) usuarios por municipio, se utilizaron los siguientes criterios:

- ✓ Antigüedad de usuarios en la asociación
- ✓ Usuarios no morosos ante Fedetabaco y la Asociación
- ✓ Continuidad en la siembra
- ✓ Disponibilidad de terreno (medidas 30 x 30 m)
- ✓ Disponibilidad de fuente de abastecimiento de agua y energía eléctrica

4.2 VISITAS A CAMPO Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

En esta etapa se realizaron visitas a las UMATAS de cada municipio para recolectar información de los cultivos, información climatológica e información de los sistemas de riego. La determinación de las partes más bajas y más altas del lote, su grado de pendiente, la altura a la cual se encuentran son elementos que permiten estimar la distribución de las presiones en todo el sistema y calcular la carga (Rodrigo Barrera L. 1989)

El levantamiento topográfico se realiza para la toma de características del terreno desde la fuente de abastecimiento hasta el lote, obteniendo como resultado el perfil del terreno. Luego se realiza el replanteo del diseño Tipo del Sistema de Riego en campo, para obtener finalmente el trazo de las líneas de riego. De cada levantamiento también se toman las alturas sobre el nivel del mar A.S.N.M. para cálculos de unidad de bombeo.

4.3 ANALISIS DEL SUSTRATO

Las pruebas realizadas al sustrato PROMIX VFT fueron; densidad aparente (Da) por el método del anillo de volumen constante, capacidad de campo (CC) método de la olla a presión y punto de marchitez permanente (PMP) método de la membrana de presión, pruebas realizadas según IGAC,1990.

4.4 DISEÑO HIDRAULICO

La modalidad de riego a implementar es aspersión. Para su respectivo diseño se adopto la metodología propuesta por Cifuentes⁸ 2001, cuyo primer parámetro a tener en cuenta para el diseño es el inventario de recursos y estudios básicos, el cual se obtiene a través de la visita ocular de reconocimiento y labores teórico prácticas; de las alturas obtenidas de cada lote, se realiza el calculo de potencia de la unidad de bombeo incluida en la metodología ya mencionada, al igual que el calculo del espaciamiento máximo permisible para la unidad de riego, la selección y calculo de tuberías y la determinación de la Cabeza Dinámica Total (C.D.T.).

4.5 CALCULO DEL REQUERIMIENTO HÍDRICO

Para el cálculo del requerimiento hídrico se utilizo la metodología RASPLAS Relación Agua Suelo Planta para riego por aspersión, que tiene en cuenta parámetros como Evapotranspiración, Uso Consumo diario de la planta, Lámina Neta, entre otros parámetros (figura 7).

4.6 TRAZADO Y REPLANTEO EN CAMPO DEL SISTEMA DE RIEGO

El trazado y replanteo es una actividad importante para lograr un óptimo funcionamiento del sistema de riego y lograr con esto uniformidad de aplicación del agua de riego. Esta tarea se realizo con cintas métricas y cuerdas de longitudes conocidas unidas entre si para mediante ángulos formados con ella, ubicar con exactitud los puntos a replantar en el terreno.

El trazado y replanteo se efectuó bajo la supervisión de la Empresa Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda. Contratista del proyecto.

4.7 PRESUPUESTO

El calculo del valor total del proyecto (quince parcelas demostrativas del uso racional del agua en semilleros de tabaco) se realizo en base a listas de precios de proveedores.

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



Figura 7. PARAMETROS DE DISEÑO EN UN SISTEMA DE RIEGO, DETERMINACION DEL REQUERIMIENTO HIDRICO.

4.8 INSTALACION Y ENTREGA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Para esta fase del proyecto se acordaba con el beneficiario el día y la hora de entrega del sistema de riego. El sistema se entrega instalado y en funcionamiento en el sitio de origen del diseño, teniendo en cuenta la ubicación estratégica de las paseras. Se presto asesoría a los usuarios en lo concerniente a la elaboración de las excavaciones para la conducción del sistema de riego.

4.9 EVALUACION HIDRAULICA

Para la determinación del coeficiente de uniformidad se aplico la metodología propuesta por J.E. Christiansen para riego por aspersión (1942), que consiste en ubicar alrededor del aspersor y sobre el terreno una cuadrícula en cuyos vértices o puntos se distribuirán recipientes pluviométricos de igual área receptora, en los que se recoge el agua aplicada por el aspersor y durante un tiempo determinado. Según Christiansen, el coeficiente de uniformidad (CU), se determina así:

$$Cu = 100 \times \left[1 - \frac{\hat{\Delta}y}{m \times n} \right]$$

Donde:

Cu= Coeficiente de uniformidad.

$\hat{\Delta}y$ = Es la suma de las diferencias entre la cantidad de agua caída en el sitio de observación y el promedio de agua caída durante el tiempo de observación.

m= Promedio de la cantidad de agua caída en los sitios o puntos de observación.

n= Números de puntos de observación.

5. RESULTADOS

5.1 SELECCIÓN DE USUARIOS. Los usuarios del proyecto se seleccionaron según los criterios mencionados en 4.1 (cuadro 1).

Cuadro 1. Información general de usuarios y lotes de parcelas demostrativas en semilleros de tabaco.

MUNICIPIO	VEREDA	PREDIO	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	BENEFICIARIO
RIVERA	LLANITOS	La Polonia	ACEQUIA	REINEL GUTIERREZ ARIAS
	LOS MEDIOS	San mateo	ACEQUIA	JESUS ANTONIO CORTES
	EL GUADUAL	Lisboa	ACEQUIA	YESID PUENTES
	EL DINDE	Los Hornos	ACEQUIA	LELIS GARCIA
	EL GUADUAL	Villa de Leiva	ACEQUIA	EURIEL CORREA
CAMPOALEGRE	RIO NEIVA BAJO	Hornos los pachos	ACEQUIA	CESAR GUZMAN
	LLANO GRANDE, LLANO SUR	San Rafael	ACEQUIA	JOSE L. ROJAS CAMARGO
	LA VUELTA	Las mercedes	ACEQUIA	ALFONSO FIERRO
	LA VUELTA	Hda San Felipe	ACEQUIA	LUIS ESPER RIVERA
	PIRAVANTE ALTO	Villa Diego	ACEQUIA	ROBERTO GUTIERREZ
GARZON	MAJO	El peñón	ACEQUIA	JHON FREDY POLO SOTO
	MONSERRATE	Bilbao	RESERVORIO	ISRAEL CADENA QUIROGA
	SECTOR GUACANAS	Villa Cristina	RESERVORIO	ALCIBIADES CADENA
	LA JAGUA	La Virginia	RESERVORIO	JOSE ANTONIO ALVARADO
	ALTO SARTENEJO	El Recreo	ACEQUIA	CRISANTO CIERRA

5.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Por medio del estudio topográfico, se logro recolectar la información necesaria para acondicionar la disposición del sistema (Lateral tramo uno y lateral tramo dos); y controlar la descarga de las unidades de riego debido a los cambios de presión que se pueden presentar por las diferencias de altura y garantizar que estos operen eficientemente; además para determinar la Cabeza Dinámica Total (C.D.T.), dada por la diferencia de cota altimétrica entre la fuente de abastecimiento y el sitio mas critico del lote.

A continuación se presenta la topografía por parcela tipo: A) Villa de Leiva – Rivera, B) San Rafael – Campoalegre y C) El Recreo – Garzón, cuyas carteras de campo y oficina, se adjuntan en el anexo A (grafico 1).

5.3 ANALISIS DEL SUSTRATO

Según las características del sustrato PROMIX VFT (cuadro 2), este presenta muy alta retención de humedad, densidad aparente muy baja y altos niveles en cationes intercambiables, estas propiedades muestran su potencialidad para mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos relacionados con agua y nutrientes acumulables para las plantas. Se observa el importante contenido de potasio en este material. El sustrato orgánico evaluado constituye una cama excelente para procesos de germinación y cuidado de plantas en fase inicial. Ficha Técnica del sustrato (Ver anexo B).

Cuadro 2. Propiedades físicas de la TURBA “PROMIX VFT

Densidad Aparente Da (gr/cm ³)	Capacidad de campo (CC) (%)	Punto de Marchitez Permanente PMP (%)
0,193	644,2	116,08

Nota: El secado del sustrato se hizo a 70 °C durante 12 horas, según IGAC para análisis de sustratos orgánicos. Laboratorio de suelos Universidad Surcolombiana.

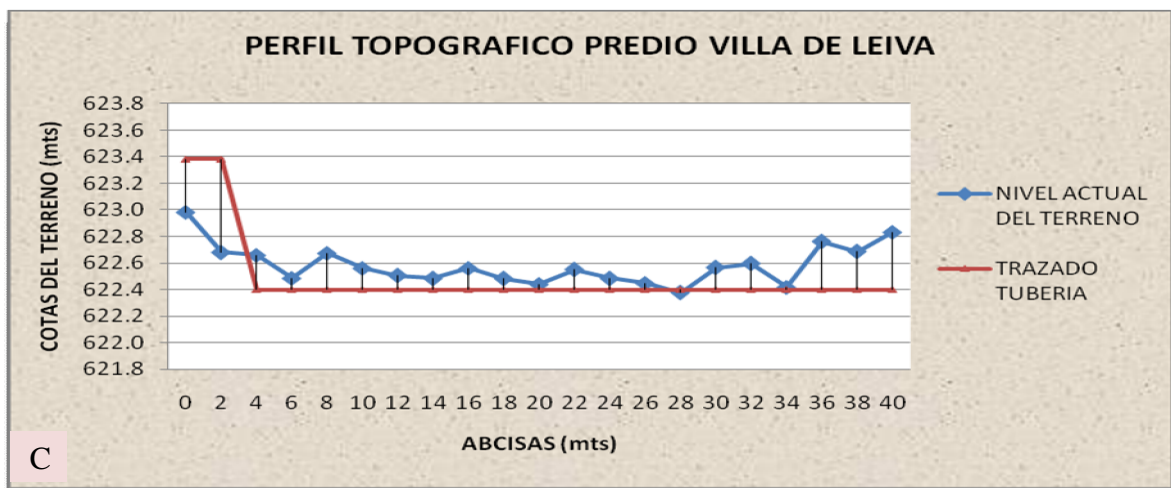
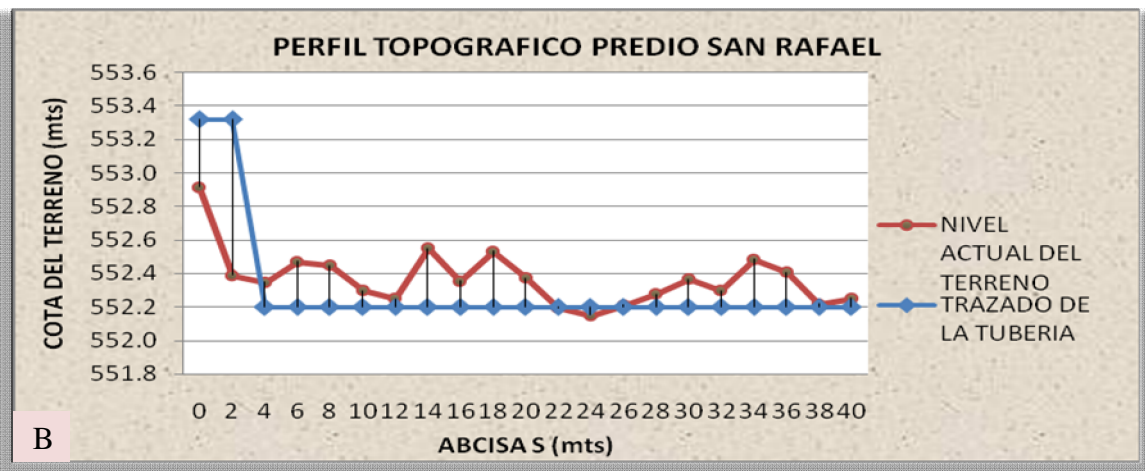
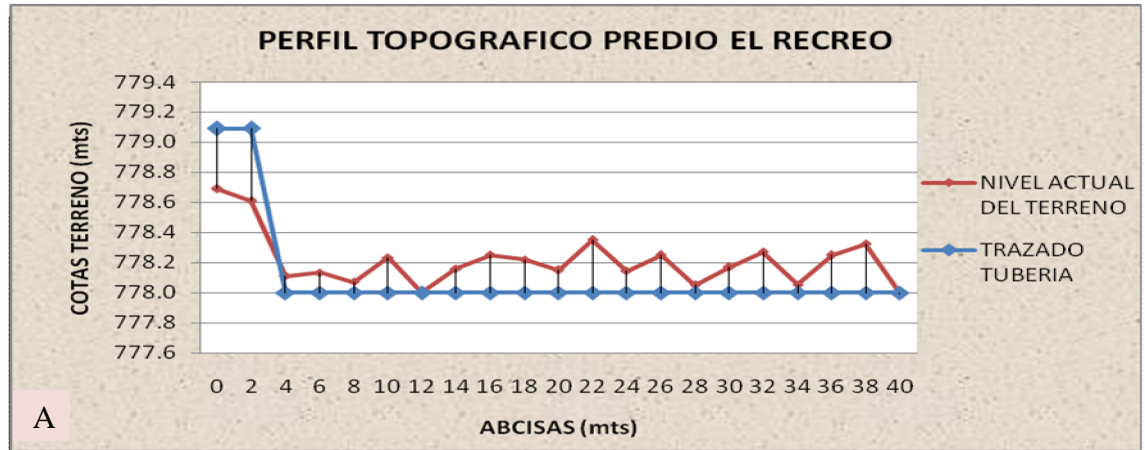


Grafico 1. Perfiles Topográficos parcelas Tipo.

5.4 DISEÑO HIDRAULICO

Los cálculos hidráulicos se encuentran en el Anexo C y el plano final del diseño tipo con su ubicación, distribución de los elementos de riego en el terreno se encuentran en el anexo D.

Las pérdidas de carga presentes en el siguiente cuadro corresponden a los tramos que componen el sistema de riego, las cuales están dentro de los rangos permisibles que garantizan un buen funcionamiento de todos los sistemas de riego.

Cuadro 3. Perdidas de conducción en tuberías laterales.

Municipio	Perdidas de carga unitarias en Lateral (J) en mts		Perdidas de carga (J) Lateral Total en mts
	Tramo 1	Tramo 2	
Rivera	0.333	1.69	2.023
Campoalegre			
Garzón			
* J = 2.023 (Perdidas permisibles, Máx. el 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.)			

Las velocidades en tuberías en el siguiente cuadro representan las condiciones reales de operación de los sistemas de riego y se encuentran dentro de los valores permisibles dados por el fabricante.

Cuadro 4. Velocidades en tuberías.

Municipio	Conducción	Clase	RDE y Diámetro	Longitud (m)	Caudal (GPM)	Velocidad (m/seg)
Rivera	Lateral 1	PVC	RDE 26 - 1"	12	9	0,78
Campoalegre						
Garzón	Lateral 2	PVC	RDE 21 - 1/2"	18	6	1,44
*La velocidad máxima permisible por el fabricante es 2,0 - 2,5 m/seg.						

Como resultado de la suma de perdidas por fricción, por accesorios, por la boquilla de la unidad de riego, por topografía, y con los parámetros como presión atmosférica por altura sobre el nivel del mar y temperatura, se selecciona como unidad de bombeo la Electrobomba Siemens Evans de ¾ de Hp, el cual puede funcionar a 110 o 220 voltios; diámetro de succión de 1 ¼” y diámetro de descarga de 1”. En el anexo E se encuentra la curva característica del motor y su referencia.

5.5 Muestra de calculo Requerimiento Hídrico.

Cuadro 5. Generalidades y datos para las parcelas del municipio de RIVERA.

LOCALIZACION			
Departamento:	HUILA		
Municipio:	RIVERA		
CULTIVO			
Etapas:	Semillero		
Profundidad Radical:	0,07 mts		
P. Radical Efectiva:	0,04 mts		
CLIMATOLOGIA			
Mes	Febrero	Septiembre	
Evapotranspiración:	89,23 mm	112,65 mm	
Uso consumo:	3,08 mm/día	3,75 mm/día	
SUSTRATO			
Tipo:	Turba		
Área:	324 mts ²		
CC:	644,20%	PMP:	116,08%
Da:	0,193 gr/cm ³		

5.5.1 Cálculos

Cálculos: parcelas – municipio de Rivera, Febrero:

- ❖ Calculo de la Lamina Neta (LN):

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

Donde:

Ln: Lamina neta (mm)

CC: Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (%)

PMP: Contenido de humedad del suelo en punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente del suelo (gr/cm³)

Dw: Densidad del agua (1.0 gr/cm³)

Pre: Profundidad radical efectiva (75% de la profundidad radical)

Na: Nivel de agotamiento (30%)

Luego:

$$Ln = \frac{(644.2 - 116.08)}{100} * \frac{0.193}{1.0} * 4 * 0.3 = 12.23 \text{ mm}$$

❖ Calculo de la Lamina Bruta (LB):

$$LB = \frac{LN}{Ea}$$

Donde:

LB: Lamina Bruta (mm)

Ln: Lamina neta (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación (95%)

Luego:

$$LB = \frac{12.23 \text{ mm}}{0.95} = 12.87 \text{ mm}$$

❖ Calculo de la Frecuencia de Riego (Fr):

$$Fr = \frac{Ln}{Uc}$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (Días)

Ln: Lamina neta (mm)

Uc: Uso consumo (mm/día)

Uc = (Etc mes critico)/N° días mes critico (Febrero)

Uc = (89.23/29) = 3.08 mm/día **para el mes de Febrero**

$$Fr = \frac{12.23 \text{ mm}}{3.08 \text{ mm/día}} = 3.97 \text{ días}$$

❖ Calculo de Tiempo de riego (Tr):

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. Aplicado}}$$

Luego:

Volumen Bruto: Lamina bruta * Área de la parcela

Volumen Bruto: 0.01287 m * 324 m² = 4.172 m³

Q. Aplicado: Q. Unidad de Riego * N° de unidades de riego

Q. Aplicado: 0.6813 m³/hr * 3 = 2.0439 m³/hr

Luego:

$$Tr = \frac{4.172 \text{ m}^3}{2.0439 \text{ m}^3/\text{hr}} = 2.04 \text{ hrs} = 2 \text{ horas } 2 \text{ min}$$

❖ Criterio de Riego:

El criterio de riego que mejor se adapta para las condiciones del cultivo y operación del sistema por parte del agricultor consiste en reponer diariamente la lámina evapotranspirada, para la cual se realizan los siguientes cálculos:

$$L_{\text{diaria}} = \frac{U_c}{E_a} = \frac{3.08 \text{ mm}}{0.95} = 3.24 \text{ mm}$$

Donde:

L_{diaria} : Lámina bruta que debe ser repuesta diariamente

U_c : Uso consumo

E_a : Eficiencia de aplicación (95%)

Luego:

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{Q. \text{ de aplicación}} = \frac{L_{\text{diaria}} * \text{Área}}{2,0439 \text{ m}^3/\text{hr}} = \frac{1,05 \text{ m}^3}{2,0439 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0,51 \text{ hrs} = 30 \text{ min } 36 \text{ seg}$$

Cálculos: parcelas – Rivera, Septiembre:

❖ Calculo de la Lámina Neta (LN):

$$LN = \frac{(CC - PMP)}{100} * \frac{D_a}{D_w} * Pre * Na$$

Donde:

LN : Lámina neta (mm)

CC : Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (%)

PMP : Contenido de humedad del suelo en punto de marchitez permanente (%)

D_a : Densidad aparente del suelo (gr/cm^3)

D_w : Densidad del agua ($1.0 \text{ gr}/\text{cm}^3$)

Pre : Profundidad radical efectiva (75% de la profundidad radical)

Na : Nivel de agotamiento (30%)

Luego:

$$LN = \frac{(644.2 - 116.08)}{100} * \frac{0.193}{1.0} * 4 * 0.3 = 12.23 \text{ mm}$$

❖ Calculo de la Lamina Bruta (LB):

$$LB = \frac{LN}{Ea}$$

Donde:

LB: Lamina Bruta (mm)

Ln: Lamina neta (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación (95%)

Luego:

$$LB = \frac{12.23 \text{ mm}}{0.95} = 12.87 \text{ mm}$$

❖ Calculo de la Frecuencia de Riego (Fr):

$$Fr = \frac{Ln}{Uc}$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (Días)

Ln: Lamina neta (mm)

Uc: Uso consumo (mm/día)

Uc = (Etc mes critico)/N° días mes critico (Septiembre)

Uc = (112,65/30) = 3,75 mm/día **para el mes de Septiembre.**

$$Fr = \frac{12.23 \text{ mm}}{3.75 \text{ mm/día}} = 3,26 \text{ días}$$

❖ Calculo de Tiempo de riego (Tr):

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. Aplicado}}$$

Luego:

Volumen Bruto: Lamina bruta * Área de la parcela

Volumen Bruto: $0.01287 \text{ m} * 324 \text{ m}^2 = 4.172 \text{ m}^3$

Q. Aplicado: Q. Unidad de Riego * N° de unidades de riego

Q. Aplicado: $0.6813 \text{ m}^3/\text{hr} * 3 = 2.0439 \text{ m}^3/\text{hr}$

Luego:

$$Tr = \frac{4.172 \text{ m}^3}{2.0439 \text{ m}^3/\text{hr}} = 2.04 \text{ hrs} = 2 \text{ horas } 2 \text{ min}$$

❖ Criterio de Riego:

El criterio de riego que mejor se adapta para las condiciones del cultivo y operación del sistema por parte del agricultor consiste en reponer diariamente la lámina de agotada, para la cual se realizaron los siguientes cálculos:

$$L_{\text{diaria}} = \frac{Uc}{Ea} = \frac{3.75 \text{ mm}}{0.95} = 3.95 \text{ mm}$$

Luego:

L_{diaria} : Lamina bruta que debe ser repuesta diariamente

Uc: Uso consumo

Ea: Eficiencia de aplicación (95%)

Entonces:

$$Tr = \frac{\text{Volumen bruto}}{\text{Q. de aplicación}} = \frac{L_{\text{diaria}} * \text{Área}}{2.0439 \text{ m}^3/\text{hr}} = \frac{1.28 \text{ m}^3}{2.0439 \text{ m}^3/\text{hr}} = 0.63 \text{ hrs} = 37 \text{ min } 48 \text{ seg}$$

❖ Programación tentativa de riego:

Cuadro 6. Programación tentativa de riego, parcelas RIVERA – HUILA

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA RIVERA (FEBRERO)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	31	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	7,35

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA RIVERA (SEPTIEMBRE)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	38	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	8,96

En los anteriores cuadros se observa la lámina diaria de riego a aplicar al semillero por el agricultor, el cual es de 3,24 mm en el mes de febrero y 3,95 mm en el mes de septiembre. Esta lámina es aplicada adecuadamente regando el tiempo calculado, el cual también se encuentra en los cuadros. La información climatológica para cada municipio se encuentra consignada en el anexo F.

Los cálculos de los requerimientos hídricos y programación de riego de las parcelas de los municipios de CAMPOALEGRE y GARZON se encuentran en el Anexo G.

5.6 TRAZADO Y REPLANTEO EN CAMPO DEL DISEÑO TIPO DEL SISTEMA DE RIEGO.

De acuerdo con el plano tipo para las parcelas y sus respectivos cálculos de diseño, se realizaron los correspondientes trazados de distribución, (Lateral tramo uno, y lateral tramo dos), en los predios de cada proyecto.

5.7 PRESUPUESTO

Cuadro 7. Presupuesto general del proyecto a todo costo.

PRESUPUESTO GENERAL PROYECTO CONSTRUCCION DE QUINCE (15) PARCELAS DEMOSTRATIVAS DEL RIEGO POR ASPERSION EN SEMILLEROS DE TABACO				
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	VALOR TOTAL (\$)
1. UNIDAD DE BOMBEO				
Electrobomba Evans - Siemens Modelo JX2ME075 Serie Jet; Línea alta presión; Motor 3/4 Hp - Monofásica a 3450 RPM; 1 1/4" x 1"; 220 Voltios ; o similar.	UN	1	400,000	400,000
Manguera de succión 1 1/4" x 3 mts con Válvula de Pie y accesorio.	UN	1	80,000	80,000
SUBTOTAL		7,200,000		
2. MATERIALES PARA RIEGO				
ASPERSOR NAAN 427 -5WP de 3 GPM, 20 mts, 25 PSI	UN	3	23,100	1039500
TUBERIA PVC PRESION DE 1" RDE 26	ML	15	2,107	474075
TUBERIA PVC PRESION DE 1/2" RDE 21	ML	30	1,047	471150
CODO PVC PRESION 90° * 1"	UN	2	933	27990
CODO PVC PRESION 90° * 1/2"	UN	1	298	4470
TEE PVC DE PRESION DE 1"	UN	3	1,298	58410
TEE PVC DE PRESION DE 1/2"	UN	1	394	5910
ADAPTADOR MACHO PVC DE PRESION DE 1"	UN	1	778	11670
ADAPTADOR HEMBRA PVC DE PRESION DE 1/2"	UN	3	232	10440
BUJE SOLDADO PVC PRESION DE 1" * 1/2"	UN	4	575	34500
VALVULA PVC PRESION SOLDADA DE 1"	UN	1	6,961	104415
VALVULA PVC PRESION SOLDADA DE 1/2"	UN	2	3,545	106350
UNION UNIVERSAL PVC PRESION DE 1"	UN	4	6,800	408000

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
UNION UNIVERSAL PVC PRESION DE 1/2"	UN	5	5,200	390000
LIMPIADOR PVC POR 1/8 gal.	UN	1	12,172	182580
SOLDADURA PVC POR 1/8 gal.	UN	1	24,002	360030
CINTA TEFLON	UN	6	400	36000
ACOPLE RAPIDO DE ALUMINIO 1 1/4"	UN	1	22,000	330000
MANOMETRO EN GLICERINA DE 0 A 60 PSI	UN	1	30,000	450000
SUBTOTAL	4,505,490			
3. MANO DE OBRA CALIFICADA Y NO CALIFICADA.				
TRANSPORTE DE MATERIALES	GL	1	100,000	1500000
CAPACITACION, MONTAJE HIDRAULICO Y ELECTRICO	GL	1	80,000	1200000
SUBTOTAL	2,700,000			
SUMATORIA DE SUBTOTALES				14,405,490
UTILIDAD (2%)				288,110
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)				46097.57
GRAN TOTAL				14,739,697

Como se observa en el cuadro 7, el costo total del proyecto es de catorce millones setecientos treinta y nueve mil seiscientos noventa y siete pesos.

5.8 INSTALACION Y ENTREGA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Para obtener un óptimo y eficiente funcionamiento de los sistemas de riego fue necesario seguir los siguientes pasos en la instalación.

Instalación de Tuberías. Para el lateral tramo 1 o conducción principal en los sistemas de riego se utilizó tubería PVC de presión de 1 pulgada de diámetro (RDE 26), como se muestra en la (Figura 8) unidas por unión universal de 1 pulgada en PVC.

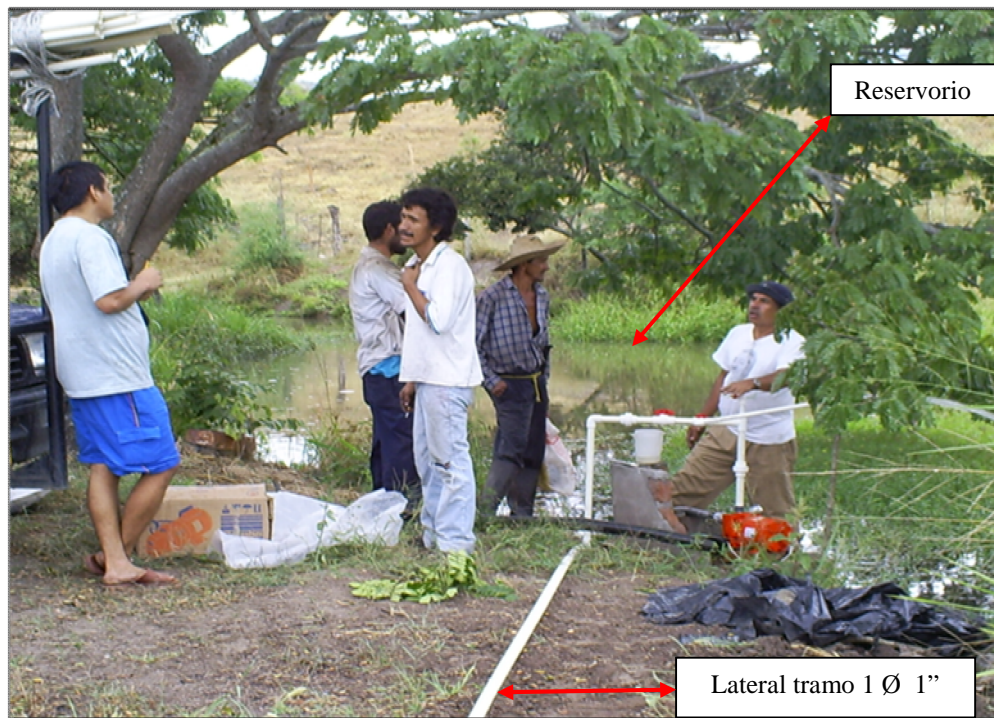


Figura 8. Reservorio, unidad de bombeo y disposición de tubería lateral tramo 1.

En el mismo sentido del lateral tramo 1, esta unido al sistema el lateral tramo 2, (Figura 9 y 10), de diez y ocho (18) mts de longitud en tubería PVC de presión de ½ pulgada (RDE 21), por tanto la primera unidad de riego esta ubicada en el punto final del lateral tramo 1, la segunda nueve (9) mts a partir del inicio del lateral tramo 2, y la tercera, diez y ocho (18) mts a partir del inicio del lateral tramo 2.

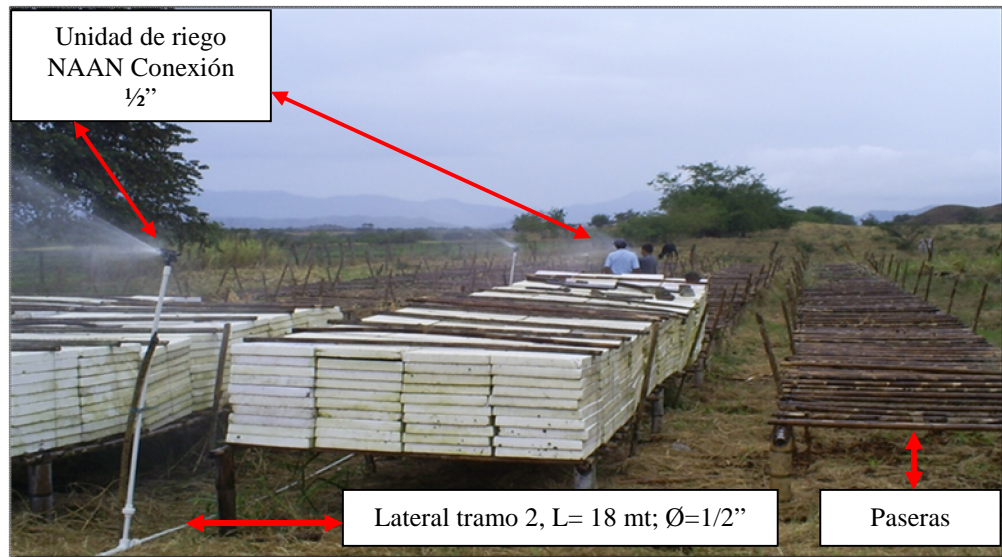


Figura 9. Componentes del lateral tramo 2, puesta en marcha y capacitación sobre usos y modos de trabajo del sistema de riego, parcela BILBAO, Vereda Monserrate, GARZON – HUILA.

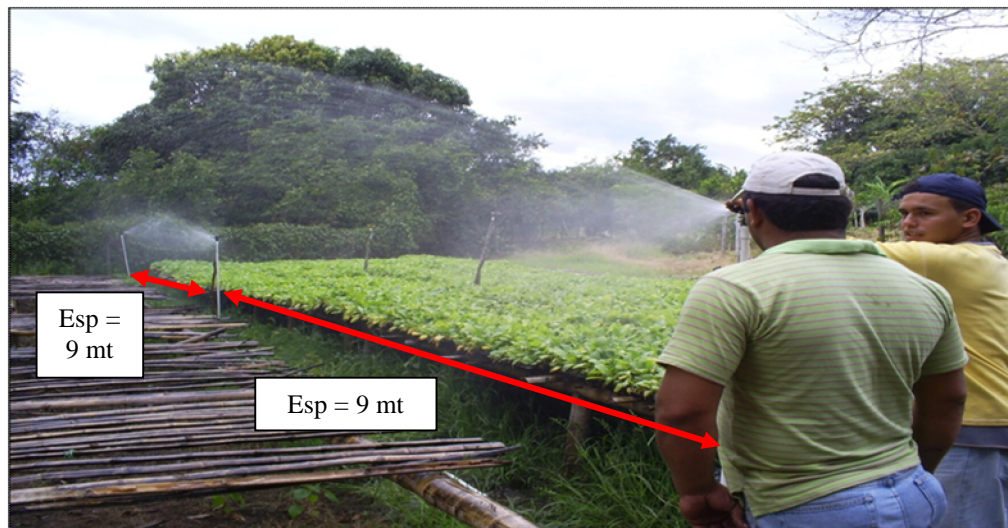


Figura 10. Espaciamiento entre unidades de riego, capacitación para operación del sistema y de la unidad de riego.

Las tuberías de elevación como se observa en la (Figura 11), son de igual diámetro y RDE del lateral tramo 2 y miden 1.5 mts de longitud.



Figura 11. Instalación Disposición de tuberías y de unidades de riego en la parcela Villa de Leiva, vereda El Guadual.

El sistema de riego se diseñó para ir enterrado, pero con la facilidad de desarme parcial o total para cuando termine la etapa de semillero o las labores diarias. Los accesorios utilizados para facilitar el desarme del sistema son uniones universales de 1 pulgada y de $\frac{1}{2}$ pulgada; estas permiten el desarme desde la unidad de bombeo dejándola libre, el desarme de los laterales en sus dos tramos, dejándola seccionada en tramos de seis (6) mts, y el desarme de los elevadores. Los detalles de la fuente de abastecimiento de agua, accesorios (universales) y válvulas con su respectivo funcionamiento se observan en las figuras 12 y 13.

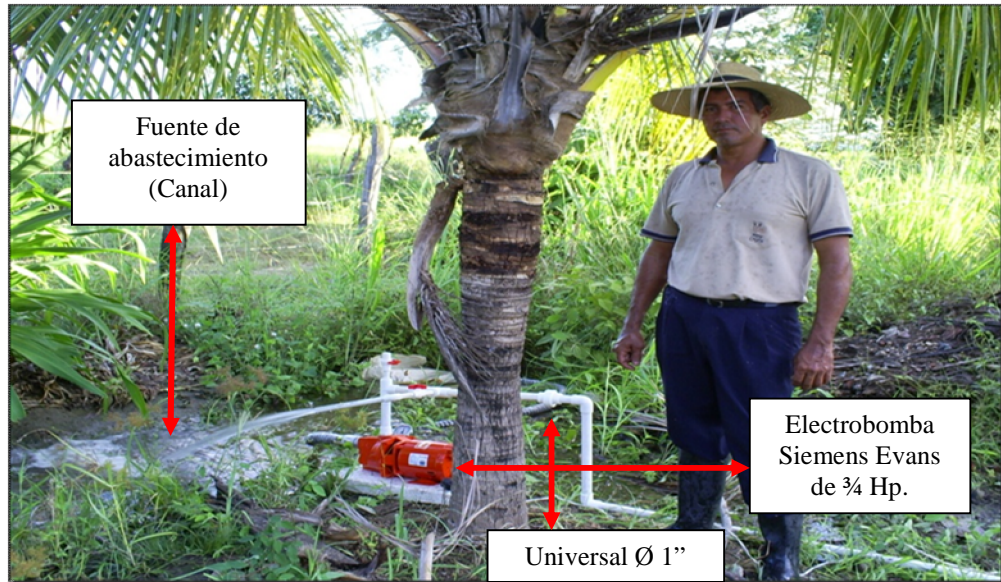


Figura 12. Unidad de bombeo, fuente de abastecimiento y accesorio para desarme parcial, parcela Villa de Leiva, Vereda El Guadual, RIVERA – HUILA.

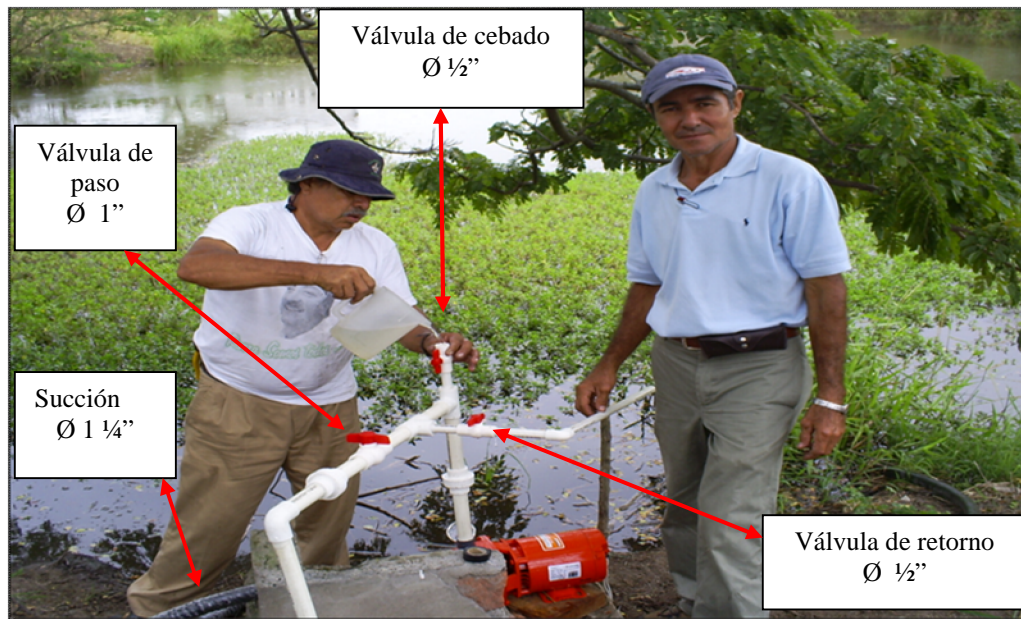


Figura 13. Válvulas que componen el sistema de riego en la unidad de bombeo, Usuario Israel Cadena Quiroga.

5.8.1 UNIDAD DE RIEGO

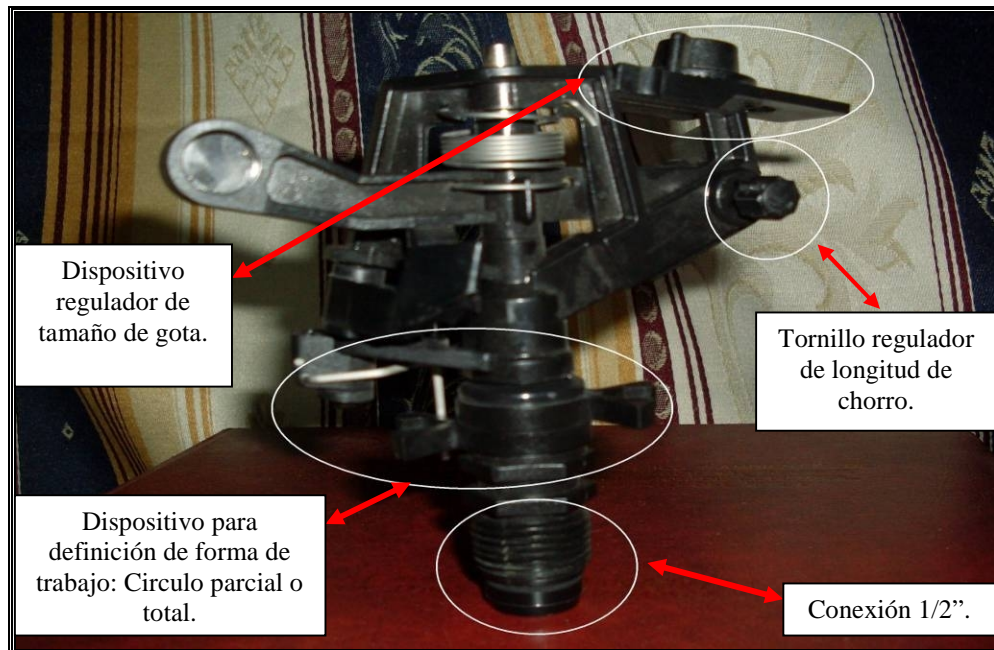


Figura 14. Unidad de riego utilizada en el proyecto.

En la (figura 14) se observa la unidad de riego utilizada en el proyecto, el modelo o referencia es: ASPERSOR NAAN 427-5WP, plástico, caudal de descarga: 3 GPM; esta unidad tiene la ventaja de regular por medio de un tornillo el alcance del chorro, posee en la parte superior un deflector o dispositivo, que por choque del chorro con este, hace que las gotas de agua sean mas finas o de mayor tamaño; también posee en su parte inferior un dispositivo que regula o cambia el funcionamiento de circulo parcial a circulo completo, el cual ayuda en el ahorro del agua, pues, se puede graduar para regar solo una determinada área.

5.9 EVALUACION HIDRAULICA

Para evaluar hidráulicamente los sistemas de riego fue necesario operar el sistema de riego hasta obtener el equilibrio hidráulico a través de la válvula de retorno, luego se instaló un manómetro en la tercera o última unidad de riego para verificar que las presiones de funcionamiento correspondan a las de diseño.

Para obtener la información pluviométrica se estableció una malla de vasos (ver figura 15) de diámetro $\varnothing = 8.5$ cm ó 0.085 mts, distanciados a 3 mts en sentido longitudinal y 3 mts en sentido transversal que nos permite referenciarlos en coordenadas N – E con el fin de graficar los datos con la ayuda del software SURFER.

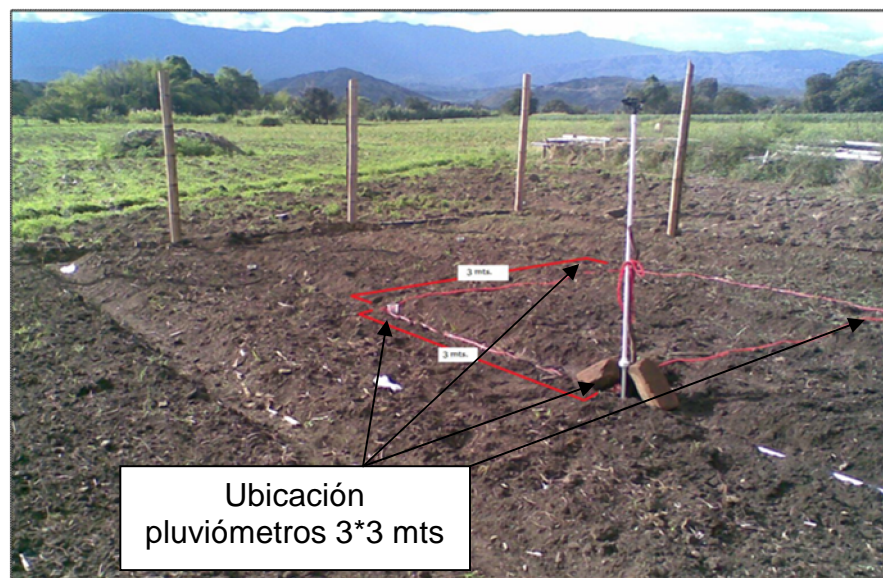


Figura 15. Ubicación de los pluviómetros para determinar el CU Parcela El Recreo, Garzón.

Luego de ubicados los pluviómetros se procedió a encender el sistema de riego como se muestra en la (figura 16) por espacio de cuarenta (40) minutos.

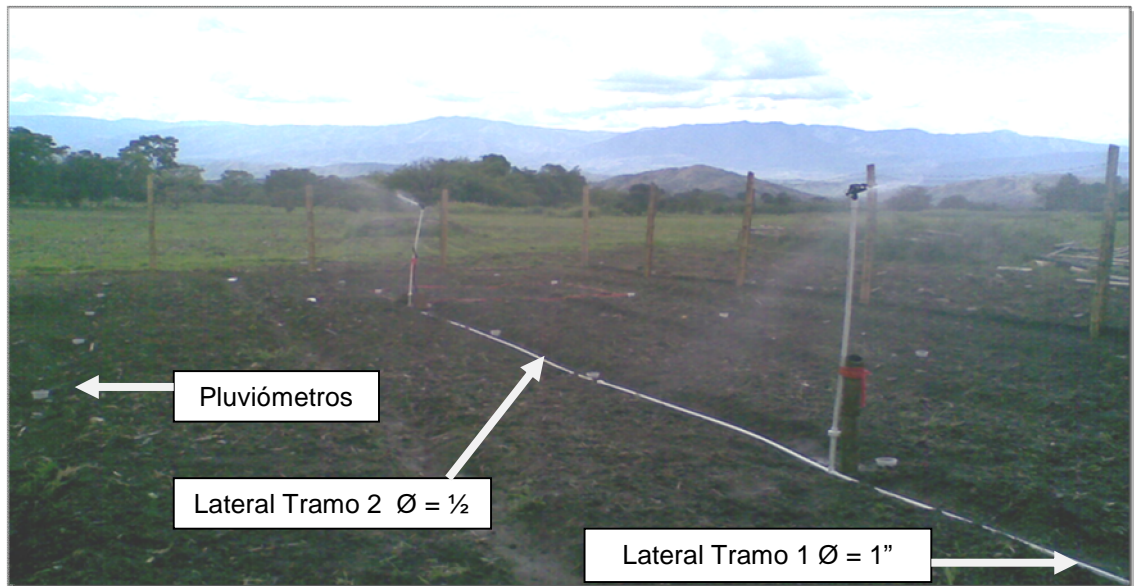


Figura 16. Puesta en marcha e inicio de evaluación de C.U. del sistema de riego, parcela El Recreo, Garzón.

Durante este tiempo se verifico ocularmente en el manómetro, la presión de trabajo cada cinco minutos (5 min), (figura 17).



Figura 17. Verificación de la presión en el sistema, parcela El Recreo, Garzón.

Transcurrido este tiempo se apago el sistema y se procedió a obtener la información pluviométrica con la ayuda de una probeta de 50 ml como se muestra en la (figura 18). En el Anexo H se encuentra la tabla de datos obtenidos en la lectura de pluviómetros.



Figura 18. Lectura de pluviómetros, parcela El Recreo, Garzón.

Como resultado de la evaluación hidráulica y de funcionamiento de los sistemas de riego se presenta el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultado general de las evaluaciones de CU.

MUNICIPIO	CU (%)	CU GENERAL (%)
RIVERA	94,46	91,75
CAMPOALEGRE	89,99	
GARZON	90,8	

Según Christiansen valores comprendidos entre 80 y 100 %, son buenos, y el espaciado seleccionado bajo esta circunstancia garantiza un buen humedecimiento del suelo bajo los traslapes de los chorros de los aspersores.

El coeficiente de uniformidad por parcela y general, se califica Alto, lo cual significa la adecuada distribución de la pluviometría del aspersor sobre el área beneficiada con riego.

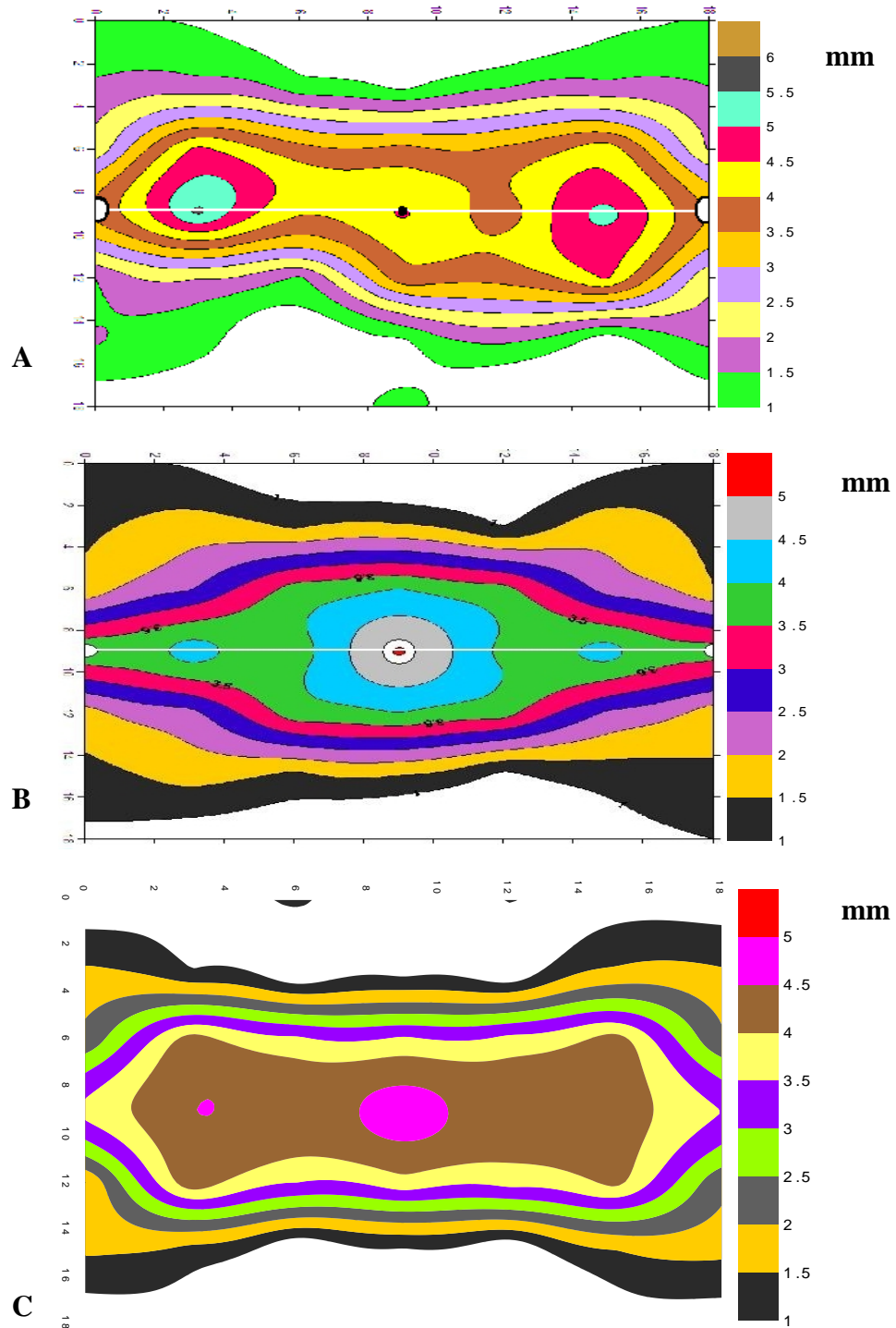


Figura 19. Evaluación representativa de las parcelas por municipio, A) El Recreo, B) Villa de Leiva, C) San Rafael.

En la figura 19 se observa la uniformidad de la distribución del agua en milímetros (mm) aplicada en las parcelas en forma de lluvia artificial, el cual es buena, de acuerdo a los porcentajes productos de la evaluación hidráulica comparados con los valores dados por Christiansen para la evaluación de sistemas de riego por aspersión, con coeficientes de 90.8 % para Garzón, 94.46 % para Campoalegre y 89.99 % para Rivera; sin embargo, hay un déficit de aplicación hacia los extremos laterales del lote y se observa un sobre humedecimiento en las zonas de traslape, el cual se puede contrarrestar minimizando el tiempo de riego de la unidad intermedia, aproximadamente en un 30 %, y aumentar el tiempo de riego en las unidades de los extremos en un 30%.

El caudal aplicado por cada una de las tres unidades de riego es de 3 GPM; Este caudal se aplica correctamente a veinticinco (25) PSI.

En el anexo I se presentan gráficos en modelo 3D, de la evaluación hidráulica de cada parcela Tipo, por municipio.

6. CONCLUSIONES

De forma general, el cultivo de tabaco en su etapa inicial no requiere de volúmenes importantes de agua, pero es muy sensible a la escasez o exceso de la misma, por lo que esta puede afectar el rendimiento, la calidad y el valor de la cosecha.

Los requerimientos hídricos para el semillero de tabaco, variedad Virginia, calculados para los meses de Febrero y Septiembre para aplicaciones diarias de riego son de: 3.24 mm y 3.95 mm para Rivera; 2.74 mm y 3.94 mm para Campoalegre; 2.01 mm y 2.17mm para Garzón.

Se diseñó un sistema de riego por aspersión mediana con las siguientes características: Captación por electrobomba de $\frac{3}{4}$ de HP, tubería principal o lateral tramo 1 en PVC de 1" de diámetro, un lateral tramo 2 en PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, elevador en PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, aspersor NAAN cuyas condiciones de trabajo son 25 PSI y caudal de descarga 3 GPM.

Los valores de velocidad en tuberías de succión, descarga y laterales en sus dos tramos, están por debajo de las velocidades permisibles dadas por el fabricante, lo cual indica un diseño, cálculo de tuberías y diámetros acertados.

Según la topografía de los terrenos y los diseños, producto del estudio, el motor Siemens Evans de $\frac{3}{4}$ de Hp es el seleccionado para la unidad de bombeo, ya que satisface los requerimientos de la Cabeza Dinámica Total (C.D.T.) y proporciona un caudal adicional al calculado, que puede ser utilizado en otras labores que se necesite, sin incrementar los costos del proyecto.

La evaluación hidráulica de los sistemas de riego por aspersión se califica alta o eficiente con un C.U. general de 91.75% siguiendo los valores establecidos en la metodología de Christiansen. Esta se alcanzó con espaciamientos entre unidades de riego de nueve metros, lo que indica un desempeño eficiente del sistema en las condiciones establecidas para su respectivo diseño.

7. RECOMENDACIONES

Para mayor confiabilidad en los datos climatológicos, y hacer un requerimiento hídrico mas exacto, se recomienda establecer tanques evaporímetros y pluviómetros por vereda, o por predio, que proporcionen datos confiables, para la cuantificación del riego.

Realizar jornadas de capacitación relacionadas con el sistema de riego, para que el agricultor haga un adecuado uso del sistema.

Por tratarse de un sistema móvil, se recomienda hacer un chequeo constante de las tuberías y de las uniones universales con el fin de evitar la despresurización del sistema por escapes; además, se debe evitar que la válvula de pie descansa sobre el fondo del canal o del reservorio para que la electrobomba no succione partículas de menor tamaño al de la rejilla y así no se obstruyan las boquillas de las unidades de riego.

Es importante continuar participando en la formulación y desarrollo de proyectos con entidades estatales o privadas que contribuyan al crecimiento académico del ingeniero y a la buena imagen de la Universidad Surcolombiana.

Es de vital importancia que el Gobierno Colombiano a traves del Ministerio de Agricultura continúe con los programas de ayudas e incentivos a los grupos asociativos de agricultores de cada región, para que obtengan beneficios que mejoren o contribuyan a la productividad de sus cultivos y por supuesto la calidad de vida de estos y de sus familias.

Se recomienda reducir el tiempo de riego en la unidad intermedia en un 30%, para evitar excesos de humedad por efecto de traslapes, e incrementar en 30% el tiempo de riego para las unidades de los extremos con el fin de suplir la lamina de agua requerida adecuada en todo el semillero.

BIBLIOGRAFIA

BARRERA, Lizarazu Rodrigo. Riegos y Drenajes. USTA. Universidad Santo tomas Bogotá, 1989.

CIFUENTES PERDOMO, Miguel G. Metodología para el diseño de sistemas de riego a presión. Neiva, 2001. 212 p. Tesis de grado (Especialista de Ingeniería de Irrigación) Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería de Irrigación.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA. POT y Agenda Ambiental del Municipio de Rivera, Campoalegre, Garzón, Huila. Neiva: CAM, 1998.

_____. POT y Agenda Ambiental del Municipio de Rivera, Huila. Neiva, CAM, 1998.

_____. POT y Agenda Ambiental del Municipio de Campoalegre, Huila. Neiva, CAM, 1998.

GUROVICH, Luis A. Fundamentos y diseño de Sistemas de Riego. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) San José, Costa Rica, 1985.

INSTITUO DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). Oferta y demanda del recurso hídrico en Colombia. Neiva, IDEAM 2002.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1979. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Cuarta edición. Bogotá Colombia.

ORSON, W. Israelsen. Principios y Aplicaciones del riego. 2ª Ed. En. S.n. 1975. 320 p.

PAVCO, Manual Técnico, Sistemas de tubería y accesorios uso Agrícola. Bogotá, 2005. 30 p.

TORRENTE TRUJILLO, Armando. Estimación de las demandas hídricas del cultivo de tabaco en el norte del departamento del Huila. Universidad Surcolombiana, Protabaco S.A., Sena, 2007.

GRUPO DE INVESTIGACION HIDROINGENIERIA Y DESARROLLO AGROPECUARIO (GHIDA). Agricultura y Cambio Climático en el Huila. Neiva, 2007.

INTERNET

www.fac.mil.co/recursos_user/imagenes//unidades/capitanpaz/Departamentos/huila_m.jpg?facmil_2008_2009=a76814e9ccb8c46b298b85ce0981ff46

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

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

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

www.faxsa.com.mx/mixes/c18prvft.htm



ANEXOS



ANEXO A. Carteras de Campo y Oficina del estudio Topográfico.

Cartera de campo y de oficina, parcela Tipo, El Recreo, Garzón.

CARTERA DE CAMPO			CARTERA DE OFICINA		COTA TUBERIA (mt)
0 (Punto)	V+ (vista atrás)	V- (vista intermedia)	h (Altura instrumental) (mt)	Cota (mt)	
BM	1.450		781.450	780.000	
0		2.759		778.691	779.091
2		2.840		778.610	779.091
4		3.340		778.110	778.000
6		3.317		778.133	778.000
8		3.378		778.072	778.000
10		3.216		778.234	778.000
12		3.450		778.000	778.000
14		3.289		778.161	778.000
16		3.198		778.252	778.000
18		3.229		778.221	778.000
20		3.300		778.150	778.000
22		3.101		778.349	778.000
24		3.305		778.145	778.000
26		3.200		778.250	778.000
28		3.400		778.050	778.000
30		3.280		778.170	778.000
32		3.178		778.272	778.000
34		3.395		778.055	778.000
36		3.200		778.250	778.000
38		3.125		778.325	778.000
40		3.456		777.994	778.000

Cartera de campo y de oficina, parcela Villa de Leiva, Rivera.

CARTERA DE CAMPO			CARTERA DE OFICINA		COTA TUBERIA (mt)
0 (Punto)	V+ (vista atrás)	V- (vista intermedia)	h (Altura instrumental) (mt)	Cota (mt)	
BM	2.673		625.673	623.000	
0		2.690		622.983	623.383
2		2.993		622.680	623.383
4		3.015		622.658	622.400
6		3.187		622.486	622.400
8		3.000		622.673	622.400
10		3.112		622.561	622.400
12		3.167		622.506	622.400
14		3.189		622.484	622.400
16		3.112		622.561	622.400
18		3.193		622.480	622.400
20		3.231		622.442	622.400
22		3.124		622.549	622.400
24		3.189		622.484	622.400
26		3.225		622.448	622.400
28		3.298		622.375	622.400
30		3.109		622.564	622.400
32		3.078		622.595	622.400
34		3.254		622.419	622.400
36		2.912		622.761	622.400
38		2.987		622.686	622.400
40		2.841		622.832	622.400

Cartera de campo y de oficina, parcela San Rafael, Campoalegre.

CARTERA DE CAMPO			CARTERA DE OFICINA		COTA TUBERIA (mt)
0 (Punto)	V+ (vista atrás)	V- (vista intermedia)	h (Altura instrumental) (mt)	Cota (mt)	
BM	1.252		554.752	553.500	
0		1.835		552.917	553.317
2		2.364		552.388	553.317
4		2.403		552.349	552.200
6		2.280		552.472	552.200
8		2.305		552.447	552.200
10		2.456		552.296	552.200
12		2.501		552.251	552.200
14		2.203		552.549	552.200
16		2.397		552.355	552.200
18		2.220		552.532	552.200
20		2.378		552.374	552.200
22		2.557		552.195	552.200
24		2.600		552.152	552.200
26		2.540		552.212	552.200
28		2.476		552.276	552.200
30		2.388		552.364	552.200
32		2.455		552.297	552.200
34		2.267		552.485	552.200
36		2.345		552.407	552.200
38		2.532		552.220	552.200
40		2.498		552.254	552.200

ANEXO B. Ficha Técnica del sustrato.



Presentación del sustrato para semilleros (TURBA)

PRO-MIX® VFT - SUSTRATO PARA HORTALIZAS, FLORES Y TABACO

PRO-MIX VFT [VEGETABLE, FRUIT AND TOBACCO GROWING MEDIUM] Sustrato de cultivo a base de musgo esfágico, con alto nivel de calcio y Magnesio - ideal para la producción de plántulas y trasplantes de semillas de hortalizas, flores y tabaco. Contiene una mezcla de musgo esfágico y vermiculita de granulación fina en una mezcla de alta uniformidad de partícula, lo que permite el libre movimiento de agua y Oxígeno para un mejor y más sano desarrollo radicular. **PRO-MIX VFT** muestra una muy buena retención de agua y se recomienda para germinación y desarrollo inicial de trasplantes en charolas de siembra incluyendo charolas flotantes.

Una vez lograda la germinación, cuando brota el segundo par de hojas verdaderas, debe instaurarse un programa de fertilización. La elección de este programa deberá hacerse tomando en consideración el contenido de elementos nutritivos del agua, la planta cultivada y su etapa de desarrollo. Se recomienda analizar periódicamente el contenido de elementos nutritivos del sustrato para asegurarse de que las plantas reciban la fertilización que responda a sus necesidades.

El ingrediente principal del **PRO-MIX VFT**, la turba de musgo del género Sphagnum, proporciona una mezcla ligera y fácil de manejar. Por lo tanto, **PRO-**

MIX VFT es muy usada también para trasplantes. La textura fibrosa de la turba favorece el crecimiento rápido de las raíces y permite mantener un óptimo equilibrio aire/agua. Además, la adición de un agente humectante favorece la absorción y la difusión del agua. Estos elementos contribuyen también a tener una excelente absorción por capilaridad adecuada para sistemas de sub-irrigación.

Propiedades fisicoquímicas e hidrodinámicas del sustrato.

PRO-MIX VFT – INGREDIENTES		
Turba de musgo esfágnico de granulación fina		65-75%
PRESENTACIÓN	Paca de 108 litros [3.8 cu ft] compactada	CLAVE 7573 711 S42
	Peso 27-32 kg	
	Pacas/pallet 30	
RINDE	216 litros [7.6 cu ft]	0428P
<i>Cada lote es cuidadosamente verificado para asegurar que contiene el porcentaje adecuado de ingredientes y sales solubles.</i>		

PRO-MIX VFT - ANÁLISIS QUÍMICO [SME]							
pH	C.E	N-NO3	P-PO4	K	Ca	Mg	Na
5.2-6.2	1.6-2.2	120-200	25-55	120-180	100-180	40-75	13
Fe	Cu	Mn	Zn	B			
1.8-3.0	< 0.5	0.1-3.0	0.3-3.0	< 0.6			
pH dilución 1:3 V/V en agua.							
Análisis Químico: Extracto del Medio Saturado [ppm]							

PRO-MIX VFT – GRANULOMETRÍA		
Criba No.	Apertura Criba [mm]	Peso Acumulado %
2	9.500	1 – 4
10	2.000	30-40
20	0.841	> 50
50	0.297	> 83
100	0.149	> 95
200	0.074	> 99
	CHAROLA	1
Malla US Standard Sieve		

PRO-MIX VFT - OTRAS CARACTERÍSTICAS					
Densidad en Seco	Contenido humedad	Porosidad % V/V	Retención de Agua W/W	Densidad húmedo	Humedad W/W peso fresco
0.06 g/cm ³	46-50 %	15-20 %	700-900 %	130-160 kg/m ³	30-50 %
V/V = Volumen/Volumen en maceta de 6" W/W = Peso/Peso					

Fuente: www.faxsa.com.com.mx/mixes/c18prvft.htm

ANEXO C. Cálculos hidráulicos.

❖ Cálculos hidráulicos para la parcela de Rivera – Vereda El guadual Villa de Leiva:

Inventario de recursos y estudios básicos.

ITEMS	VARIABLE	VALORES	ITEMS	VARIABLE	VALORES
LOCALIZACIÓN	Predio	Vill. De Le.	RIEGO	Sistema	PRESION
	Vereda	GUADUALES		Modalidad	ASPERSION
	Municipio	RIVERA		Forma operación	PARCIAL
	Departamento	HUILA		Q disp. (G.P.M) (SR)	9
	Lote			Abastecimiento	ACEQUIA
	Área (Has)				
SUELO	Textura	TURBA	UNIDAD DE RIEGO	Modelo	NAAN
	Densidad aparente (DA)	0,193		Referencia	427-5WP
	Serie			Presión (PSI)	25
	Ib (cm/Hr) (infiltración)			Q descarga (GPM)	3
	K (cm/Hr) (conductividad)			θ húmedo (m)	20
	C.C (%) (capacidad de campo)	644.2	CULTIVO	Variedad	TABACO VIRGINIA
	P.M.P (%) (punto marchites permanente)	116.08		Edad	SEMILLERO
CLIMATOLOGÍA	Velocidad viento (km/hr)	4.61 ; 7.45	CULTIVO	Prof. Radic. (m)	0.07
	Evpt. Crítica (mm/mes)	89.23 ; 112.65		Prof. Rad. Efectiva (m)	0.04
	Uso consumo (mm/día)	3.08 ; 3.75		Forma de siembra	Bandeja
	Precipitación (mm)	32.7 ; 27.3		Distancia siembra (m)	
SECTOR RIEGO	Número: 1		ÁREA (Has): 0.0324		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CÁLCULO DE PROMEDIOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO				
$\overline{C.C}$ y/o $\overline{P.M.P}$ y/o $\overline{D.A} = (C.C) (\text{área}) \text{ serie } 1 + (C.C) (\text{área}) \text{ serie } 2 + \dots / \sum \text{áreas}$				
VARIABLE	SERIE SUELO - 1	SERIE SUELO - 2	SERIE SUELO - 3	SERIE SUELO - 4
SÍMBOLO				
NOMBRE	TURBA			
ÁREA				
C.C	644.2			
P.M.P	116.08			
D.A	0.193			
lb				
K				
$\overline{C.C} = (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) \div (\quad) = (\quad 644.2 \quad) \%$				
$\overline{P.M.P} = (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) \div (\quad) = (\quad 116.08 \quad) \%$				
$\overline{D.A} = (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) \div (\quad) = (\quad 0.193 \quad) \text{ gr/cm}^3$				

FUENTE: JAIRO DE JESÚS PEREA RIVAS y MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión: Aspersión. “Cálculo del espaciamiento máximo permisible para la selección e instalación de la unidad de riego (EMP)”

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: ASPERSION	HUERTO: TABACO (SEMILLERO)	SECTOR RIEGO (S.R) No. 1	
Unidad de riego: (UR) Modelo 427-5WP	PSI:25	Q: 3 GPM	Ø Húmedo: 20 m
Forma principal sistema riego:			Vel. Viento: 4,61 ; 7,45 km/hr
1. MÉTODO DE LA DIAGONAL			
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CUADRO Y/O RECTÁNGULO	TRIÁNGULO	
	$EMP = \left[(E_L)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	$EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	
	E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)		
		$EMP = \left[(9)^2 + (0)^2 \right]^{1/2} \leq (20)$	
		$EMP = [9] \leq [13.33]$	

Fuente: S.C.S. Dpto. Agricultura EE.UU ; Adaptado Por: Miguel Germán Cifuentes Perdomo

2. MÉTODO DEL "CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO"							
$E_{MP} = (F_{v.v.})(\theta_H) \approx E_P$ E_{MP} = Espaciamiento máximo permisible $F_{v.v.}$ = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $E_{MP} = (\quad) (\quad)$ $E_{MP} = \frac{\quad}{\quad} (m) = E_P$	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO ($F_{v.v.}$)						
	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTANGULO		CUADRO		TRIANGULO	
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)
	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115.5% de E_P
	0 - 5	75		75			
5 - 8	50	50					
> 8	30	30					
$E_{MP} = (F_{v.v.})(E_P) = E_L$ $E_{MP} = (\quad) (\quad) = E_L (m)$ E_L = Espaciamiento entre unidades riego (m) NOTA: Tener en cuenta forma operación sistema de riego	OBSERVACION: E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P						
3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO "SENTIDO COMÚN"							
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslapes, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea							

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión: "Cálculo de un lateral en el sistema de riego por Aspersión. Método "Caudales Parciales".

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J_1)											
MODALIDAD: Aspersión			HUERTO: Tabaco				SECTOR RIEGO (SR) No. 1				
ITEMS	VARIABLES					TRAMO-1		TRAMO-2			
TRAMOS	F: No. Salidas (tabla No. 1)					1	0.639				
	Q: Caudal (GPM)					9	6				
	L_R : Longitud real (m)					12	18				
	L_e : Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)					1.7	1.85				
	L: Longitud total (m)					13.7	19.85				
	θ y RDE tubería					1" RDE 26	½" RDE 21				
	j: Pérdidas fricción tubería Tabla No. 2, 3, 8 (m/m)					0.02435	0.1336				
	$J_1 = (F)(L)(j)$					0.333	1.69				
ΣJ_1 (m)					2.02						
1.1 LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) (Tablas No. 5; Gráfica 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDA D	θ	Q (GPM)	L_e (m)
TRAMO-1	Tee activa	1	1"	9	1.7	TRAMO-2	Buje reductor	1	1"x1/2"	6	0.35
							Tee activa	1	½"	6	1
							Codo 90°	1	½"	6	0.5
	Sumatoria L_e				1.7		Sumatoria L_e				1.85

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	PVC 1"	PVC ½"				
RDE tubo	RDE 26	RDE 21				
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00152	0.00152				
θ_E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0334	0.02434				
θ_I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.03036	0.0183				
R = Radio interno (m)	0.01518	0.00915				
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.000724	0.000263				
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.000568	0.0003785				
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) / (\quad)$	0.78	1.44				
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante	2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$	(SI) (NO) SI	(SI) (NO) (SI)	(SI) (NO)	(SI) (NO)	(SI) (NO)	(SI) (NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería						

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m (Tabla 5; Gráfica 1)				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
F = No. Salidas (tabla No. 1)	1					
Q = Caudal (GPM)	3					
L_R = Longitud real (elevador) m	1.5					
L_e = Longitud equivalente (m)	0					
L = Longitud total						
$L = L_R + L_e$ (m)	1.5					
θ y RDE tubería	½" RDE 21					
j = Pérdidas fricción tubería (m) (Tablas No. 2, 3, 8)	0.04158					
$J_2 = (F)(L)(j)$						
$J_2 = (\quad)(\quad)(\quad)$	0.062	Sumatoria (L_e)				
3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)						
VARIABLES		VALORES				
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)		17.58				
Cg = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95					
	Nuevas: 0.99					
$J_3 = (P) - [(Cg)(P)]$ (m)		0.1758				
$J_3 = (17.58) - [(0.99) (17.58)]$						
4. PERDIDAS TOTALES EN LATERAL (J_T)						
VARIABLES		VALORES				
$J_T = \sum J_1 + J_2 + J_3 = (2.02) + (0.062) + (0.1758)$		2.26				
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego)						
$(2.26) \leq (3.5)$						
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos						

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)	17.58	P _{EL} = Presión entrada lateral (m)	
J _T = Pérdidas totales (m)	2.26	J _T = Pérdidas totales (m)	
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	
P _{EL} = P _{UR} + J _T ± ΔH (m)		P _{SL} = P _{EL} - J _T ± ΔH (m)	
P _{EL} = () + () ± ()		P _{SL} = () - () ± ()	
	19.84		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión. Aspersión: Calculo de la unidad de bombeo.

1. DATOS BASICOS					
Q diseño	9 GPM	Temperatura interior caseta	23 °C	Dpto.	HUILA
	623			Municipio	RIVERA
Localización geográfica	A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.41 m	Vereda	EL GUADUAL
Presión trabajo unidad riego	25 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.29 m		V. de
Fuente abastecimiento	ACEQUIA	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	Leiva.

2. CALCULO 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	1
H _d = Altura de descarga (Δ _H terreno) + Altura elevador unidad riego	1.5
H _{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión Y DESCARGA	0.411
H _{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	0
H _{fA} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
H _{fM} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0
H _{fL} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	2.26
H _{fF} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H _{fF} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	0
H _{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	17.58
SUMATORIA C.D.T.	22.751

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCION (H _{fs})	
H _{fs} = (L)(j)	
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	1 ¼" CORRU.
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = () + () (m)	10
L _R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	3
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m)	13
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.009
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	9
H _{fs} = (L)(j) = () () = m	0.117

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (L _e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
VALVULA DE PIE	1	1 ¼"	9	10
Sumatoria L_e (m)				10
2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN				
VARIABLES		VALORES		
Clase y diámetro de tubería		MANGUERA, CORRUGADA		
RDE tubo		RDE 26 ASUMIDO		
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.05		
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.03186		
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0.03175		
R = Radio interno (m)		0.015875		
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)		0.00079173		
Q = Caudal (m ³ /seg)		0.000568		
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$		0.72		
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante		1		
CHEQUEO: V ≤ V _P ; (0.72) ≤ (1)		✓ (SI) (NO)		
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería				

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE DESCARGA (H _{fs})				
H _{fs} = (L)(j)				
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	1" RDE26			
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = () + () (m)	11.8			
L _R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	2.5			
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m)	9.3			
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.02495			
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	9			
H _{fs} = (L)(j) = () () = m	0.294			
2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA DESCARGA (L _e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
CODO 90°	3	1"	9	3
TEE ACTIVA	1	1"	9	1.7
VALVULA	1	1"	9	4.6
				9.3
Sumatoria L_e (m)	18.6			

3. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"			
DATOS DE DISEÑO	Q:	9	UNIDAD DE BOMBEO
	GPM		
	CDT:	22.751	
	m		Referencia: Evans – Siemens
	Energía:	ELECTRICA 110	Modelo: JX2ME075
	HP:	3/4	Versión
MOTOR	RPM:	3450	θ_{Rotor} :
	Conexión:		θ_{max} partículas
	Operación:		Conexión: succ: desc:
		BOMBA	Eficiencia: %
3.2 MÉTODO: "POR FÓRMULA"			
POTENCIA REQUERIDA $HP = \frac{Q \times CDT}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		9 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		74.64 Pies	
3960 = Factor de conversión			
η = Eficiencia deseada para la bomba		0.5 Decimales	
HP = [() ()] / [(3960) ()]		0.34 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
NPSH _D = P _a - P _v - H _s - H _{fs} = m		Entregada por el fabricante de la bomba en función del Q _{diseño} y el θ_{rotor} NPSH _R = () m	
P _a = Presión atmosférica según localización	9.41		
P _v = Presión de vapor según temperatura	0.29		
H _s = Altura de succión bomba	1		
H _{fs} = Pérdidas fricción tubería de succión	0.117		
NPSH _D = () - () - () - ()		8.0 m	
4.3 CHEQUEO			
(NPSH) _R ≤ (NPSH) _D			
_____ ≤ _____			
Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear como mínimo H _s para ajustar el chequeo			
5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m		$HP_{\text{final}} = (HP_{\text{inicial}}) + (\Sigma\%)(HP_{\text{inicial}})$ $HP_{\text{final}} = () + () ()$ $HP_{\text{final}} = ()$	
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C			
Sumatorias porcentaje para corrección			
$HP_{\text{final}} = (HP_{\text{inicial}}) + (\Sigma\%)(HP_{\text{inicial}})$ $HP_{\text{final}} = () + ()$			0.39 HP

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

❖ **Cálculos hidráulicos para la parcela de Campoalegre – Vereda Llano Grande, San Rafael:**

Inventario de recursos y estudios básicos, parcela San Rafael, Campoalegre.

ITEMS	VARIABLE	VALORES	ITEMS	VARIABLE	VALORES
LOCALIZACIÓN	Predio	S. Rafael	RIEGO	Sistema	PRESION
	Vereda	LLANO GRANDE		Modalidad	ASPERSION
	Municipio	CAMPOALEGRE		Forma operación	TOTAL O PARCIAL
	Departamento	HUILA		Q disp. (G.P.M) (SR)	9
	Lote			Abastecimiento	CANAL
	Área (Has)			Modelo	NAAN
SUELO	Textura	TURBA	UNIDAD DE RIEGO	Referencia	427-5WP
	Densidad aparente (DA)	0,193		Presión (PSI)	25
	Serie			Q descarga (GPM)	3
	lb (cm/Hr) (infiltración)			θ húmedo (m)	20
	K (cm/Hr) (conductividad)			CULTIVO	Variedad
	C.C (%) (capacidad de campo)	644.2	Edad		SEMILLERO
	P.M.P (%) (punto marchites permanente)	116.08	Prof. Radic. (m)	0.07	
CLIMATOLOGÍA	Velocidad viento (km/hr)	2,63 ; 8,57	Prof. Rad. Efectiva (m)	0.04	
	Evpt. Crítica (mm/mes)	75,41 ; 112,46	Forma de siembra	Bandeja	
	Uso consumo (mm/día)	2,60 ; 3,74	Distancia siembra (m)		
	Precipitación (mm)	107,2 ; 50,1			
SECTOR RIEGO	Número: 1 ÁREA (Has): 0.0324				

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CÁLCULO DE PROMEDIOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO				
$\overline{C.C}$ y/o \overline{PMP} y/o $\overline{D.A} = (C.C) (\text{área}) \text{ serie 1} + (C.C) (\text{área}) \text{ serie 2} + \dots / \sum \text{áreas}$				
VARIABLE	SERIE SUELO - 1	SERIE SUELO - 2	SERIE SUELO - 3	SERIE SUELO - 4
SIMBOLO				
NOMBRE	TURBA			
ÁREA				
C.C	644.2			
P.M.P	116.08			
D.A	0.193			
lb				
K				
$\overline{C.C} = () () + () () + () () + () () \div () = (644.2) \%$				
$\overline{PMP} = () () + () () + () () + () () \div () = (116.08) \%$				
$\overline{D.A} = () () + () () + () () + () () \div () = (0.193) \text{ gr/cm}^3$				

FUENTE: JAIRO DE JESÚS PEREA RIVAS y MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión: Aspersión. “Cálculo del espaciamiento máximo permisible para la selección e instalación de la unidad de riego (EMP)”.

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: ASPERSION	HUERTO: TABACO (SEMILLERO)	SECTOR RIEGO (S.R) No. 1	
Unidad de riego: (UR) Modelo 427-5WP	PSI: 25	Q: 3 GPM	Ø Húmedo: 20 m
Forma principal sistema riego:			Vel. Viento: 2,63 ; 8,57 km/hr
1. MÉTODO DE LA DIAGONAL			
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CUADRO Y/O RECTÁNGULO	TRIÁNGULO	
	$EMP = [(E_L)^2 + (E_P)^2]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	$EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	
	E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)		
			$EMP = [(9)^2 + (0)^2]^{1/2} \leq ()$
		$EMP = [9] \leq [13]$	

Fuente: S.C.S. Dpto. Agricultura EE.UU ; Adaptado Por: Miguel Germán Cifuentes Perdomo

2. MÉTODO DEL "CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO"							
$E_{MP} = (F_{v.v.}) (\theta_H) \approx E_P$ E_{MP} = Espaciamiento máximo permisible $F_{v.v.}$ = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $E_{MP} = () ()$ $E_{MP} = () () (m) = E_P$	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO ($F_{v.v.}$)						
	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTÁNGULO		CUADRO		TRIANGULO	
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)
	0	85		85		85	
	0 – 5	75		75		75	
5 – 8	50		50	100%	50	115.5%	
> 8	30	50% de E_P	30	de E_P	30	de E_P	
$E_{MP} = (F_{v.v.})(E_P) = E_L$ $E_{MP} = () () = E_L (m)$ E_L = Espaciamiento entre unidades riego (m) NOTA: Tener en cuenta forma operación sistema de riego	OBSERVACION: E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P						
3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO "SENTIDO COMÚN"							
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslapes, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea							

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión: "Cálculo de un lateral en el sistema de riego por Aspersión. Método "Caudales Parciales".

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J_1)											
MODALIDAD: Aspersión			HUERTO:			SECTOR RIEGO (SR) No. 1					
ITEMS	VARIABLES			TRAMO-1	TRAMO-2						
TRAMOS	F: No. Salidas (tabla No. 1)			1	0.639						
	Q: Caudal (GPM)			9	6						
	L_R : Longitud real (m)			12	18						
	L_e : Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)			1.7	1.85						
	L: Longitud total (m)			13.7	19.85						
	θ y RDE tubería			1" RDE 26	½" RDE 21						
	j: Pérdidas fricción tubería Tabla No. 2, 3, 8 (m/m)			0.02435	0.1336						
	$J_1 = (F)(L)(j)$			0.333	1.69						
$\sum J_1 (m)$			2.02								
1.1 LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) (Tablas No. 5; Gráfica 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
TRAMO-1	Tee activa	1	1"	9	1.7	TRAMO-2	Buje reductor	1	1"x1/2"	6	0.35
							Tee activa	1	½"	6	1
							Codo 90°	1	½"	6	0.5
	Sumatoria L_e	1.7					Sumatoria L_e	1.85			

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	PVC 1"	PVC ½"				
RDE tubo	RDE 26	RDE 21				
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00152	0.00152				
θ_E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0334	0.02434				
θ_I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.03036	0.0183				
R = Radio interno (m)	0.01518	0.00915				
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.000724	0.000263				
Q = Caudal (m^3/seg)	0.000568	0.0003785				
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) / (\quad)$	0.78	1.44				
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$	(SI) (NO) SI	(SI) (NO) (SI)	(SI) (NO)	(SI) (NO)	(SI) (NO)	(SI) (NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería						

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m (Tabla 5; Gráfica 1)				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
F = No. Salidas (tabla No. 1)	1					
Q = Caudal (GPM)	3					
L_R = Longitud real (elevador) m	1.5					
L_e = Longitud equivalente (m)	0					
L = Longitud total	1.5					
$L = L_R + L_e$ (m)						
θ y RDE tubería	½" RDE 21					
j = Pérdidas fricción tubería (m) (Tablas No. 2, 3, 8)	0.04158					
$J_2 = (F)(L)(j)$		Sumatoria (L_e)				
$J_2 = (\quad)(\quad)(\quad)$	0.062					

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)	
VARIABLES	VALORES
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	17.58
Cg = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95 Nuevas: 0.99
$J_3 = (P) - [(Cg)(P)]$ (m)	0.1758
$J_3 = (\quad) - [(\quad)(\quad)]$	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN LATERAL (J_T)			
VARIABLES		VALORES	
$J_T = \sum J_1 + J_2 + J_3 = (2.02) + (0.062) + (0.1758)$		2.26	
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego) (2.26) \leq (3.5)			
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos			
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)	17.58	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	
J_T = Pérdidas totales (m)	2.26	J_T = Pérdidas totales (m)	
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m)	19.84	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m)	
$P_{EL} = () + () \pm ()$		$P_{SL} = () - () \pm ()$	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión. Aspersión: Calculo de la unidad de bombeo.

1. DATOS BÁSICOS					
$Q_{diseño}$	9 GPM	Temperatura interior caseta	30 °C	Dpto.	HUILA
Localización geográfica	553 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7 m	Municipio	CAMPOALEGRE
Presión trabajo unidad riego	25 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.57 m	Vereda	LLANO SUR
Fuente abastecimiento	ACEQUIA	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	
2. CALCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINAMICA TOTAL (C.D.T)					
VARIABLES					
$C.D.T = H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fR} + H_{UR}$					VALORES (m)
H_s	=	Altura de succión			0.8
H_d	=	Altura de descarga (ΔH terreno) + Altura elevador unidad riego			1.5
H_{fs}	=	Pérdidas por fricción tubería succión Y DESCARGA			0.411
H_{fp}	=	Pérdidas por fricción tubería principal			0
H_{fA}	=	Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación			0
H_{fM}	=	Pérdidas por fricción en la tubería múltiple			0
H_{fL}	=	Pérdidas por fricción en la tubería lateral			2.26
H_{fF}	=	Pérdidas por fricción unidad de fertilización			0
H_{fR}	=	Pérdidas por fricción unidad filtrado			0
H_{UR}	=	Presión de trabajo unidad de riego			17.58
SUMATORIA C.D.T.					22.551
2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (H_{fs})					
$H_{fs} = (L)(j)$					
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)					1 1/4" CORRU
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = () + ()$ (m)					10
L_R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)					3
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m)					13
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8					0.009
Q = Caudal a conducir = \sum caudales sectores de riego a beneficiar					9
$H_{fs} = (L)(j) = () () = m$					0.117

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (L _e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
VALVULA DE PIE	1	1 ¼"	9	10
				10
Sumatoria L_e (m)				
2.3 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERIA SUCCION				
VARIABLES		VALORES		
Clase y diámetro de tubería		MANGUERA, CORRUGADA		
RDE tubo		RDE 26 ASUMIDO		
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.05		
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.03186		
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0.03175		
R = Radio interno (m)		0.015875		
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)		0.00079173		
Q = Caudal (m ³ /seg)		0.000568		
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) / \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$		0.72		
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante		1		
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (0.72) ≤ (1)		✓ (SI)		
		(NO)		
OBSERVACION: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería				

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE DESCARGA (H _{fs})				
H _{fs} = (L)(j)				
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	1" RDE26			
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = () + () (m)	11.8			
L _R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	2.5			
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m)	9.3			
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.02495			
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	9			
H _{fs} = (L)(j) = () () = m	0.294			
2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA DESCARGA (L _e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
CODO 90°	3	1"	9	3
TEE ACTIVA	1	1"	9	1.7
VALVULA	1	1"	9	4.6
				9.3
Sumatoria L_e (m)				

4. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"			
DATOS DE DISEÑO	Q:	9 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	22.551 m	
	Energía:	ELECTRICA 110	
MOTOR	HP:		Referencia:
	RPM:		Modelo:
	Conexión:		Versión:
	Operación:	BOMBA	θ_{Rotor} :
			$\theta_{\text{max partículas}}$
			Conexión: succ: 1 1/4" desc: 1"
			Eficiencia: %
3.2 MÉTODO: "POR FÓRMULA"			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		9 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		74.13 Pies	
3960 = Factor de conversión			
η = Eficiencia deseada para la bomba		0.5 Decimales	
HP = [() ()] / [(3960) ()]			0.34 HP
4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCION (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el θ_{rotor} $\text{NPSH}_R = () m$	
P_a = Presión atmosférica según localización	9		
P_v = Presión de vapor según temperatura	0.43		
H_s = Altura de succión bomba	0.8		
H_{fs} = Pérdidas fricción tubería de succión	0.117		
$\text{NPSH}_D = () - () - () - ()$	7.65 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$			
Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear como mínimo H_s para ajustar el chequeo			
5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m		$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%) (\text{HP}_{\text{inicial}})$	
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C			
Sumatorias porcentaje para corrección			
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%) (\text{HP}_{\text{inicial}})$			
$\text{HP}_{\text{final}} = () + ()$		$\text{HP}_{\text{final}} = ()$	0.38 HP

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

❖ **Cálculos hidráulicos para la parcela El Recreo, Garzón.**

Inventario de recursos y estudios básicos, parcela El Recreo, Garzón.

ITEMS	VARIABLE	VALORES	ITEMS	VARIABLE	VALORES
LOCALIZACIÓN	Predio		RIEGO	Sistema	PRESION
	Vereda	ALTO SARTENEJO		Modalidad	ASPERSION
	Municipio	GARZON		Forma operación	TOTAL O PARCIAL
	Departamento	HUILA		Q disp. (G.P.M) (SR)	9
	Lote			Abastecimiento	CANAL
	Área (Has)				
SUELO	Textura	TURBA	UNIDAD DE RIEGO	Modelo	NAAN
	Densidad aparente (DA)	0,193		Referencia	427-5WP
	Serie			Presión (PSI)	25
	lb (cm/Hr) (infiltración)			Q descarga (GPM)	3
	K (cm/Hr) (conductividad)		θ húmedo (m)	20	
	C.C (%) (capacidad de campo)	644.2	CULTIVO	Variedad	TABACO
	P.M.P (%) (punto marchites permanente)	116.08		Edad	SEMILLERO
		Prof. Radic. (m)		0.07	
CLIMATOLOGÍA	Velocidad viento (km/hr)	5.87	Prof. Rad. Efectiva (m)	0.04	
	Evpt. Crítica (mm/mes)	89.23 ; 112.65	Forma de siembra	Bandeja	
	Uso consumo (mm/día)	3.08 ; 3.75	Distancia siembra (m)		
	Precipitación (mm)	32.7 ; 27.3			
SECTOR RIEGO	Número: 1 ÁREA (Has): 0.0324				

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CÁLCULO DE PROMEDIOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO				
$\overline{C.C}$ y/o \overline{PMP} y/o $\overline{D.A} = (C.C) (\text{área}) \text{ serie 1} + (C.C) (\text{área}) \text{ serie 2} + \dots / \Sigma \text{áreas}$				
VARIABLE	SERIE SUELO - 1	SERIE SUELO - 2	SERIE SUELO - 3	SERIE SUELO - 4
SÍMBOLO				
NOMBRE	TURBA			
ÁREA				
C.C	644.2			
P.M.P	116.08			
D.A	0.193			
lb				
K				
$\overline{C.C} = (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) \div (\quad) =$ (644.2) %				
$\overline{PMP} = (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) \div (\quad) =$ (116.08) %				
$\overline{D.A} = (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) + (\quad) (\quad) \div (\quad) =$ (0.193) gr/cm ³				

FUENTE: JAIRO DE JESÚS PEREA RIVAS y MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO MIGERCIPER

Riego a presión: Aspersión. “Cálculo del espaciamiento máximo permisible para la selección e instalación de la unidad de riego (EMP)”.

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: ASPERSION	HUERTO: TABACO (SEMILLERO)	SECTOR RIEGO (S.R) No. 1	
Unidad de riego: (UR) Modelo 427-5WP	PSI:25	Q: 3 GPM	Ø Húmedo: 20 mt
Forma principal sistema riego:			Vel. Viento: 5.87 km/hr

1. MÉTODO DE LA DIAGONAL		
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CUADRO Y/O RECTÁNGULO	TRIÁNGULO
	$EMP = \left[(E_L)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	$EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$
	E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)	$EMP = \left[(\quad)^2 + (\quad)^2 \right]^{1/2} \leq (\quad)$ $EMP = [9] \leq [13.33]$

Fuente: S.C.S. Dpto. Agricultura EE.UU ; Adaptado Por: Miguel Germán Cifuentes Perdomo

2. MÉTODO DEL "CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO"							
$E_{MP} = (F_{v.v.})(\theta_H) \approx E_P$ E_{MP} = Espaciamiento máximo permisible $F_{v.v.}$ = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $E_{MP} = () ()$ $E_{MP} = () () (m) = E_P$	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (F.v.v)						
	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTANGULO		CUADRO		TRIANGULO	
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)
	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115.5% de E_P
	0 – 5	75		75		75	
5 – 8	50	50		50			
> 8	30	30		30			
$E_{MP} = (F_{v.v.})(E_P) = E_L$ $E_{MP} = () () = E_L (m)$ E_L = Espaciamiento entre unidades riego (m) NOTA: Tener en cuenta forma operación sistema de riego			OBSERVACION: E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P				
3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO "SENTIDO COMÚN"							
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslapes, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea							

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión: "Cálculo de un lateral en el sistema de riego por Aspersión. Método "Caudales Parciales".

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J_1)											
MODALIDAD: Aspersión			HUERTO:			SECTOR RIEGO (SR) No. 1					
ITEMS	VARIABLES		TRAMO-1			TRAMO-2					
TRAMOS	F: No. Salidas (tabla No. 1)		1			0.639					
	Q: Caudal (GPM)		9			6					
	L_R : Longitud real (m)		12			18					
	L_e : Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)		1.7			1					
	L: Longitud total (m)		13.7			19.85					
	θ y RDE tubería		1" RDE 26			½" RDE 21					
	j: Pérdidas fricción tubería Tabla No. 2, 3, 8 (m/m)		0.02435			0.1336					
	$J_1 = (F)(L)(j)$		0.333			1.69					
	$\sum J_1$ (m)		2.02								
1.1 LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) (Tablas No. 5; Gráfica 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
TRAMO-1	Tee activa	1	1"	9	1.7	TRAMO-2	Buje reductor	1	1"x1/2"	6	0.35
							Tee activa	1	½"	6	1
							Codo 90°	1	½"	6	0.5
					1.7						
	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	PVC 1"	PVC ½"				
RDE tubo	RDE 26	RDE 21				
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00152	0.00152				
θ_E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0334	0.02434				
θ_I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.03036	0.0183				
R = Radio interno (m)	0.01518	0.00915				
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.000724	0.000263				
Q = Caudal (m^3/seg)	0.000568	0.0003785				
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) / (\quad)$	0.78	1.44				
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$	(SI) (NO) SI	(SI) (NO) (SI)	(SI) (NO)	(SI) (NO) (NO)	(SI) (NO) (NO)	(SI) (NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería						

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m (Tabla 5; Gráfica 1)				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
F = No. Salidas (tabla No. 1)	1					
Q = Caudal (GPM)	3					
L_R = Longitud real (elevador) m	1.5					
L_e = Longitud equivalente (m)	0					
L = Longitud total	1.5					
$L = L_R + L_e$ (m)						
θ y RDE tubería	½" RDE 21					
j = Pérdidas fricción tubería (m) (Tablas No. 2, 3, 8)	0.04158					
$J_2 = (F)(L)(j)$						
$J_2 = (\quad) (\quad) (\quad)$	0.062	Sumatoria (L_e)				

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	17.58	
Cg = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95	
	Nuevas: 0.99	
$J_3 = (P) - [(Cg)(P)]$ (m)		
$J_3 = (\quad) - [(\quad) (\quad)]$	0.1758	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN LATERAL (J_T)	
VARIABLES	VALORES
$J_T = \sum J_1 + J_2 + J_3 = (2.02) + (0.062) + (0.1758)$	2.26
CHEQUEO: $J_T \leq J_{\text{PERMISIBLE}}$ (20% presión de trabajo unidad riego) (2.26) \leq (3.5)	
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

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)	17.58	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	
J_T = Pérdidas totales (m)	2.26	J_T = Pérdidas totales (m)	
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m)	19.84	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m)	
$P_{EL} = () + () \pm ()$		$P_{SL} = () - () \pm ()$	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Riego a presión. Aspersión: Calculo de la unidad de bombeo.

1. DATOS BASICOS					
Q diseño	9 GPM	Temperatura interior caseta	22 °C	Dpto.	HUILA
Localización geográfica	780 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.41 m	Municipio	GARZON
Presión trabajo unidad riego	25 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.27 m	Vereda	ALTO SARTENEJO
Fuente abastecimiento	ACEQUIA	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	

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	0.6
H_d = Altura de descarga (ΔH terreno) + Altura elevador unidad riego	1.5
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión Y DESCARGA	0.411
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	0
H_{fa} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
H_{fm} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0
H_{fl} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	2.26
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
H_{if} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	0
H_{ur} = Presión de trabajo unidad de riego	17.58
SUMATORIA C.D.T.	22.351

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (H_{fs})				
$H_{fs} = (L)(j)$				
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)				1 ¼" CORRU
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = () + ()$ (m)				10
L_R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)				3
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m)				13
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8				0.009
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar				9
$H_{fs} = (L)(j) = () () = m$				0.117
2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (L_e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
VALVULA DE PIE	1	1 ¼"	9	10
Sumatoria L_e (m)				10
2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN				
VARIABLES		VALORES		
Clase y diámetro de tubería		MANGUERA, CORRUGADA		
RDE tubo		RDE 26 ASUMIDO		
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.05		
θ_E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.03186		
θ_I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0.03175		
R = Radio interno (m)		0.015875		
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$		0.00079173		
Q = Caudal (m^3/seg)		0.000568		
$V = \frac{Q}{A} = () / ()$		0.72		
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante		1		
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (0.72) \leq (1)		✓ (SI)		
		(NO)		
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería				

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE DESCARGA (H_{fs})				
$H_{fs} = (L)(j)$				
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)				1" RDE26
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = () + ()$ (m)				11.8
L_R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)				2.5
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m)				9.3
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8				0.02495
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar				9
$H_{fs} = (L)(j) = () () = m$				0.294

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA DESCARGA (L_e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
CODO 90°	3	1"	9	3
TEE ACTIVA	1	1"	9	1.7
VALVULA	1	1"	9	4.6
				9.3
Sumatoria L_e (m)				18.6

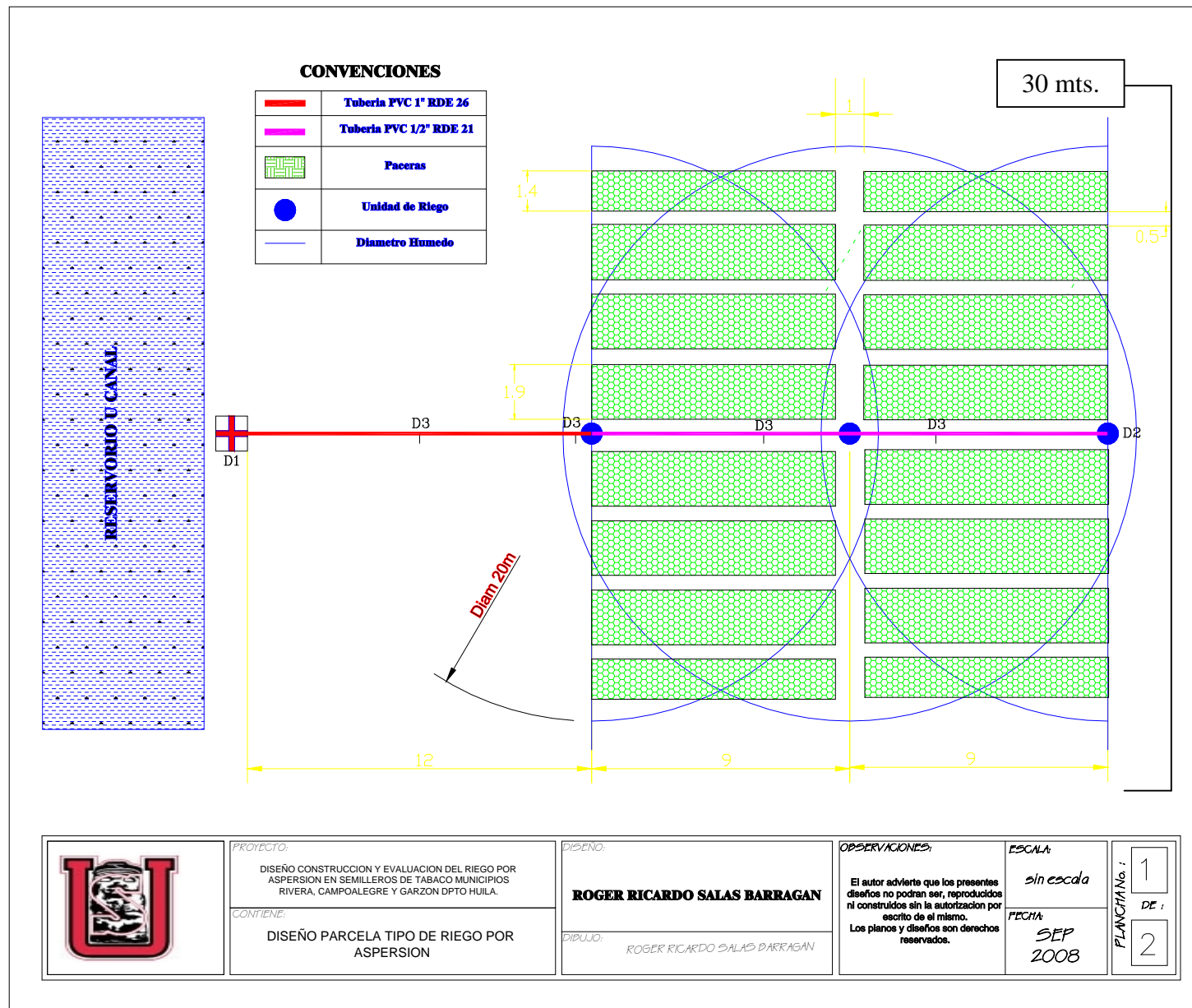
5. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO				
3.1 MÉTODO "POR CURVA SEGÚN FABRICANTE"				
DATOS DE DISEÑO	Q:	9	UNIDAD DE BOMBEO	
	GPM			
	CDT:	22.35		
	m		Referencia:	
	Energía:	ELECTRICA 110	Modelo:	JX2ME075
MOTOR	HP:	3/4	BOMBA	Versión
	RPM:	3450		θ_{Rotor} :
	Conexión:			θ_{max} partículas
	Operación:			Conexión: succ: desc:
			Eficiencia:	%
3.2 MÉTODO: "POR FÓRMULA"				
$\text{POTENCIA REQUERIDA } HP = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$				
Q = Caudal de diseño			9 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total			73.33 Pies	
3960 = Factor de conversión				
η = Eficiencia deseada para la bomba			0.5 Decimales	
HP = [(73.33) (9)] / [(3960) (0.5)]			0.33 HP	


4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el θ_{rotor} $\text{NPSH}_R = (\quad) m$	
P_a = Presión atmosférica según localización	9.41		
P_v = Presión de vapor según temperatura	0.27		
H_s = Altura de succión bomba	0.6		
H_{fs} = Pérdidas fricción tubería de succión	0.117		
$\text{NPSH}_D = (\quad) - (\quad) - (\quad) - (\quad)$		8.423 m	
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear como mínimo H_s para ajustar el chequeo			
5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m		$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\Sigma\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$ $\text{HP}_{\text{final}} = (\quad) + (\quad) (\quad)$ $\text{HP}_{\text{final}} = (\quad)$	
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C			
Sumatorias porcentaje para corrección			
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\Sigma\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$			
$\text{HP}_{\text{final}} = (\quad) + (\quad)$		0.38 HP	

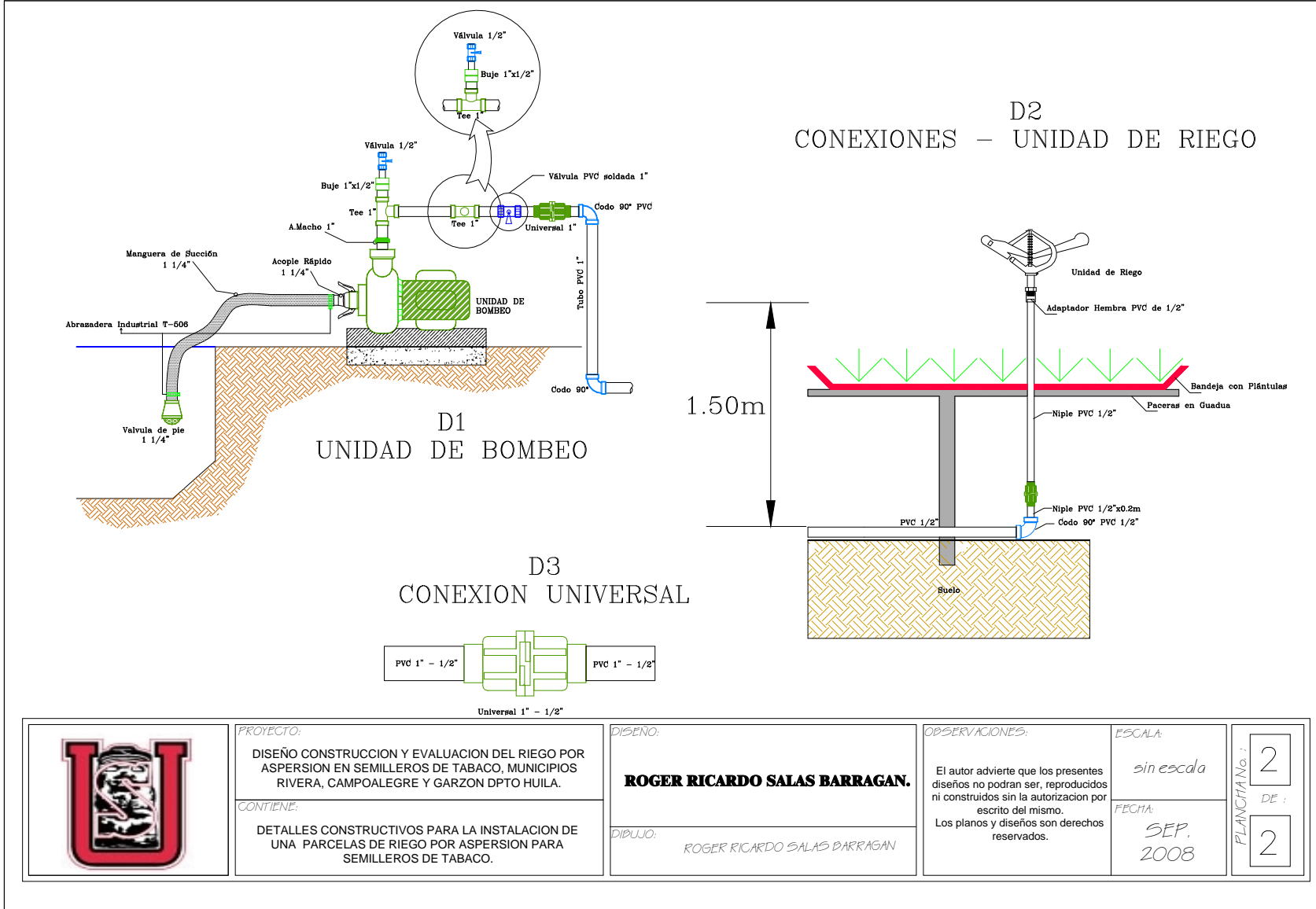
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

ANEXOS D. PLANO SISTEMA DE RIEGO TIPO

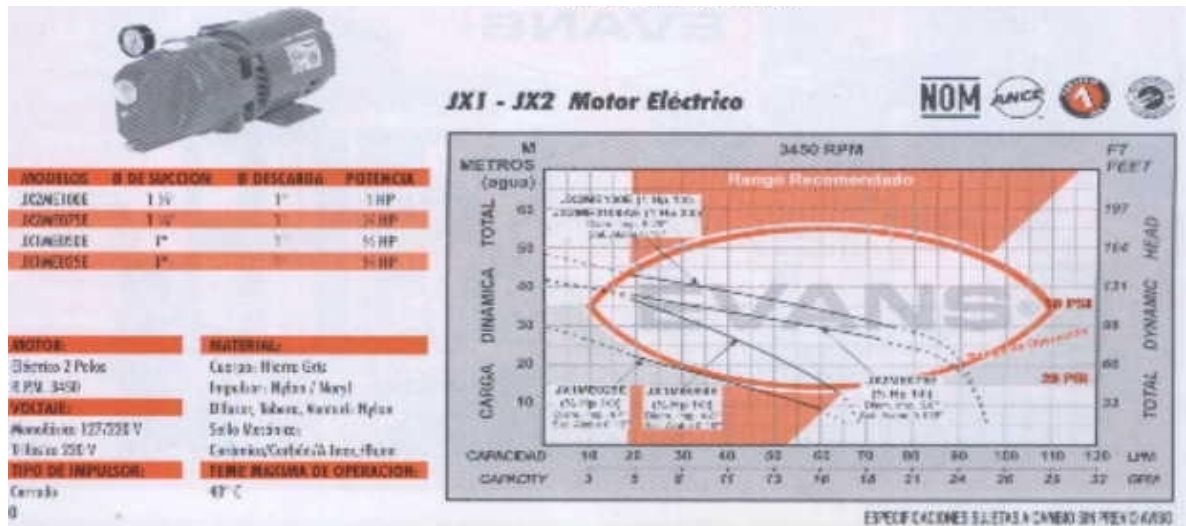




	PROYECTO: DISEÑO CONSTRUCCION Y EVALUACION DEL RIEGO POR ASPERSION EN SEMILLEROS DE TABACO MUNICIPIOS RIVERA, CAMPOALEGRE Y GARZON DPTO HUILA.	DISEÑO: ROGER RICARDO SALAS BARRAGAN	OBSERVACIONES: El autor advierte que los presentes diseños no podran ser, reproducidos ni construidos sin la autorizacion por escrito de el mismo. Los planos y diseños son derechos reservados.	ESCALA: sin escala	PLANCHAS No. : 1 DE : 2
	CONTIENE: DISEÑO PARCELA TIPO DE RIEGO POR ASPERSION	DIBUJO: ROGER RICARDO SALAS BARRAGAN	FECHA: SEP 2008		



ANEXO E. Curva característica de la Bomba.



Especificaciones Técnicas:

Modelo: JX2ME075E

Ø De Succión: 1 1/4"

Ø De Descarga 1"

Potencia: 3/4 Hp

Especificaciones del Motor:

Eléctrico 2 polos

R.P.M. 3450

Voltaje:

Monofásico 127/200 Volts.

Trifásico 220 Volts.

Tipo de Impulsor: Cerrado

ANEXO F. Información Climatológica.

Datos Climatológicos multianuales para el mes de febrero, de las estaciones El Guadual, Aeropuerto Benito Salas y El Juncal, para el municipio de Rivera - Huila.

Años	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (Km)	Brillo solar (Horas)	Evaporación (mm)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
1988	28.7	2.9	159.8	50.93	66.1	97.3
1989	26.67	1.2	151.4	51.13	71.43	146.2
1990	26.93	1.4	110.9	42.87	74.1	134.4
1991	28.07	1.5	150.3	48.84	68.4	29
1992	28.47	1.1	143.4	45.01	68.37	24.03
1993	27.44	1	163.8	45.43	75.47	308.6
1994	27.13	0.9	147.6		73.77	154.1
1995	28.77	1.2	175.7	56.93	62.33	36
1996	29.3	1.5	141.4	40.51	76.1	95
1997	28.03		182.6	49.41	66.77	112
1998	30.87	1	149.4	64.5	58.1	39
1999	26.33	0.7	145.4	38.67	76.43	419
2000	26.6		182.7	44.74	74.43	290.1
2001	28.83	1.6	171	59.03	62.07	127.4
2002	28.63	0.9	170.8	50.9	69.77	180.3
2003	29.23	1.5	144.6	60.4	65.77	211
2004	28.37	0.8	190.5	52.47	66.77	139.9
2005	28.27	1.3	158.3	49.23	70.77	178.1

* Los datos presentados corresponden al periodo: 1988 – 2005.

Las casillas sin valores representan días con ausencia de datos, sin embargo no entran en el cálculo de promedios.

Los datos de velocidad del viento corresponden a la estación del Aeropuerto Benito Salas; datos de precipitación corresponden a la estación El Guadual, y los restantes, de la Estación El Juncal.

Datos Climatológicos multianuales para el mes de septiembre, de las estaciones El Guadual, Aeropuerto Benito Salas y El Juncal, para el municipio de Rivera - Huila.

Años	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (Km)	Brillo solar (Horas)	Evaporación (mm)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
1988		1.9	157.8	71.23		113.8
1989	28.1		190.7	67.87	61.07	19.8
1990	29.93	2.4	191.4	83.03	50.77	2.7
1991	29.3	2.7	145.6	74.9	59.7	96.1
1992	29.33	2.2	114.8	60.53	56.07	50.9
1993	28.93	2.2	161.6	61.16	61.77	6
1994	29.03	3.2	144.3		52.43	94
1995	29.75	2.8	171.8	78.57	53.4	18
1996	32.5	2.3	166.1	81.03	55.7	12
1997	30.1	1.2	148.1	70.6	50.73	99
1998	29.3	1	167.7	68.3	59.1	41
1999	27.4	1.3	126.2	52.78	66.43	291
2000	27.77	1.1	151.7	59.7	64.43	198
2001	29.01	1.3	160.6	65.23	58.83	13.5
2002	29.53	2	182.5	76.7	58.1	49.7
2003	29.2	2.3	149.9	75.07	57.1	81.2
2004	29.23	2.6	155.9	76.07	58.43	34.3
2005	29.27	2.7	159.7	73.13	58.77	113.3

* Los datos presentados corresponden al periodo: 1988 – 2005.

Las casillas sin valores representan días con ausencia de datos, sin embargo no entran en el cálculo de promedios.

Los datos de velocidad del viento corresponden a la estación del Aeropuerto Benito Salas (Neiva – Huila); datos de precipitación corresponden a la estación El Guadual (Rivera – Huila), y los restantes, de la Estación El Juncal (Palermo – Huila).

**Datos Climatológicos multianuales para el mes de febrero, de la estación:
Los Rosales para el municipio de Campoalegre - Huila.**

Años	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (Km)	Brillo solar (Horas)	Evaporación (mm)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
1974	24.4	0.2	110.7	104.2	78	191.4
1975	26.1	0.4	113.8	128.6	68	103.7
1976	25.6	0.6	154.2	136.9	71	156.9
1977	27.4	3.5		147.6	60	42.9
1978	28.33	0.3	126.83	*	62.3	44.8
1979	27.43	0.5	139.53		59.3	61.5
1980	26.23		171.73		72.3	135.6
1981	26.8	0.9	144.03	*	66.3	98.1
1982	25.53	0.6	134.63	126.93	77.3	197.1
1983	*	1.3	161.93		*	69.5
1984	25.43		134.23	83.93		94.4
1985						89.98
1986	25.1		131.8	102.3	75	176
1987	27.8	2	124.13		62	30.6
1988	27.43	0.2	139.63		70.3	95.7
1989	25.33	0.2	125.83	115.03	76.3	113.7
1990	25.93	0.1	112	100.63	74.3	108.13
1991	26.53		127.5	100.83	71.3	142.23
1992	26.93		136.03	134.8	67.3	33.2
1993	25.73		151.2	130	79.3	185
1994	25.43		136.83	103.1	73.3	146.43
1995	27.9	0.2	180.93	*	58	45.9
1996	25.13	0.6	111.8	103.6	78.3	77.6
1997	26.2	1.1	156.9	137.5	68	42.7
1998	29.7	0.8	132.63	160.33	55	9.2
1999	24.9	0.1	133	*	78.3	277.7
2000	25	0.1	162	101.6	78.1	230.8
2001	27.7	0.8	140	177.4	55.1	74.6
2002	26.9	0.3	153	137	67.1	89
2003	27.3	1.9	128.3	132.2	64.3	25.4
2004	26.9	0.2	177.8	148.3	65.1	86.6
2005	26.3		142.7	112.3	76	155.5

Datos Climatológicos multianuales para el mes de septiembre, de la estación: Los Rosales para el municipio de Campoalegre - Huila.

Años	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (Km)	Brillo solar (Horas)	Evaporación (mm)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
1974			69.2 3			44.53
1975	27	1.7	155.4	220.4	57	18.8
1976	27.7		125.4	247	52	73.1
1977	4	3	121.7	185.9		95.9
1978	28.03	1.8	171.3		54.3	37.58
1979	26.93		156.0		63.3	30
1980	28.33		143.6	*	52.3	36.5
1981	27.9	4.1	133.0		51	32
1982	28.43		117.1 3		57.3	52.9
1983	28.2		131.0 3	224.63	56	16.4
1984	*				*	28.6
1985	27.4		148.0	167.43	56	27.5
1986	27.5	3.2	126.5	138.9	57	161.4
1987	28.5		*		54	13.7
1988	27.23	1.8	130.8 3	*	62.3	119.7
1989	26.43	2	136.1 3	122.23	71.3	50.33
1990	29.13	1.8	134.2 3	*	47.3	7.8
1991	27.93		116.8	*	57.3	47.7
1992	28.23		143.4 3	199.33	67.3	35.2
1993	27.63		*	211.33	55.3	69.6
1994	27.93		120.4 3	141.03	53.3	90
1995	28.4	2.8	144.1	217.8	50	23
1996	27.93	3.1	150.6	213.4	53.3	31.5
1997	29.43	1.8	135.2	201.13	49.3	2.6
1998	28.2	1.7	137.8	203.4	55.1	16.8
1999	26.1		119.5 3	158.3	65.1	147.5
2000	26.7	0.8	131.4	156.7	62.1	110.8
2001	28.03	1.7	114.5 3	198.6	54.3	33.7
2002	28.1	2.2	137.8	181.8	54.1	13.3
2003	27.9	4.6	121.8	190.8	56.1	54.2
2004	27.9		127.4	197.83	56.1	13.9
2005	28		105.3	184	53.3	66.6

* Los datos presentados corresponden al periodo: 1974 – 2005.

Las casillas sin valores representan días con ausencia de datos, y los que contienen un asterisco son datos insuficientes, sin embargo no entran en el cálculo de promedios.

Todos los datos corresponden a la estación Los Rosales (Hobo – Huila).

**Datos Climatológicos multianuales para el mes de febrero, de la estación:
Zuluaga y Parque Arqueológico para el municipio de Garzón - Huila.**

Años	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Brillo solar (Horas)	Evaporación (mm)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
1989	20.27	1.9	90.7	29.67	89.77	24.4
1990	20.09	2.1	72.4	22.12	88.9	78.57
1991	20.93	2	89.7	26.54	80.5	8.33
1992	20.77	2	112.3	21.15	82.1	27.43
1993	20.53	2.1	96	23.67	86.1	46.40
1994	20.23	1.8	103	24.5	83.3	30.67
1995	21.28	2	142.4	31.21	78.83	25.67
1996	22.37	2	73.8	21.88	86.57	65.03
1997	20.72	1.9	108.33	24.82	84.9	15.27
1998	22.57	2	105.3	30	73.43	22.40
1999	19.97	1.8	78.3	21.88	84.77	83.50
2000	20.1	2	106.3	24.43	81.43	33.70
2001	21.48	2	95.46	29.3	81.17	16.00
2002	21.86	2	113.33	34.95	86.3	14.53
2003	21.43	2	90.3	26.04	86.63	30.93
2004	21.1	2.1	141.1	35.53	76.77	26.60
2005	21.43	1.8	79.8	23.95	83.1	30.53
2006	21.07	1.9	89.1	30.21	83.57	22.13
2007	21.31	2.1	164.1	35.93	73.17	18.70

Datos Climatológicos multianuales para el mes de septiembre, de la estación: Zuluaga y Parque Arqueológico para el municipio de Garzón - Huila.

Años	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/s)	Brillo solar (Horas)	Evaporación (mm)	Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
1989	19.72	2	113.9	26.63	82.23	21.77
1990	20.56	2	133.33	23.28	74.97	18.68
1991	19.8	1.9	81.4	26.33	82.77	23
1992	20.23	1.8	87.7	27.63	76.67	24.97
1993	20.11	2.1	118.8	26.9	80.83	13.13
1994	20.2	2	68.34		83.63	33.73
1995	20.22	2	89.34	29.4	79.9	60.67
1996	22.66	1.9	99.39		84.3	20.57
1997	21.2	2	77.1	32.43	72.43	7.97
1998	20.42	2.1	102.81	29.54	77.9	18.4
1999	19.97		87.51	21.87	79.43	42
2000	19.97	2	92.4	25.75	80.1	50.43
2001	20.11	2	75.39	28.6	78.17	22.1
2002	20.48	2	116.31	28.37	84.5	19.23
2003	20.49	1.9	84.6	28.73	77.57	39.47
2004	19.85	2	87.9	24.55	80.9	26.83
2005	20.45	1.9	75.3	28.03	80.9	29.47
2006	20.61	1.9	122.85	28.3	83.63	19.53
2007		*	76.23			

* Los datos presentados corresponden al periodo: 1989 – 2007.

Las casillas sin valores representan días con ausencia de datos, y los que contienen un asterisco son datos insuficientes, sin embargo no entran en el cálculo de promedios.

Los datos correspondientes a la velocidad del viento son tomados de la estación: Parque Arqueológico (San Agustín – Huila); el resto de parámetros son de la estación: Zuluaga (Garzón – Huila).

ANEXO G. Requerimientos Hídricos.

- ❖ **Valores Climatológicos requeridos para el cálculo del Requerimiento Hídrico, Municipio de CAMPOALEGRE – HUILA.**

Horas de brillo solar y su coeficiente.

Mes	Duración (hrs)	Coeficiente (D)
Febrero	139,9	0,91
Septiembre	131,2	0,99

Evapotranspiración del cultivo a partir de datos climáticos (Método de Hargreaves).

Mes	T (°C)	HR (%)	Hn (%)	Etc (mm/mes)
Febrero	26,4	69,2	47,83	75,41
Septiembre	27,8	56,30	36,20	112,26

- ❖ **Valores Climatológicos requeridos para el cálculo del Requerimiento Hídrico, Municipio de GARZON – HUILA.**

Horas de brillo solar y su coeficiente.

Mes	Duración (hrs)	Coeficiente (D)
Febrero	96,8	0,91
Septiembre	94,2	0,98

Evapotranspiración del cultivo a partir de datos climáticos (Método de Hargreaves).

Mes	T (°C)	HR (%)	Hn (%)	Etc (mm/mes)
Febrero	21	82,7	61,44	45,42
Septiembre	20,4	80	58,65	50,59

Resumen requerimientos hídricos para los diferentes municipios y meses, en etapa de semillero, con replanteo para regar diariamente.

Requerimiento hídrico para Febrero:

Municipio	Etapa	Kc	CC (%)	PMP (%)	Da (gr/cm ³)	Pre (mm)	Na (%)	Qur (m ³ /hr)	LN	LB	FR (días)	Lbru (m ³)	L diaria (mm/día)	Tr (hr)
									mm	mm				
Rivera	Semillero	0.4	644.02	116.08	0.193	0.4	30	0.6813	12.23	12.87	3.97	1.05	3.24	0.51
Campoalegre											4.7	0.89	2.74	0.43
Garzón											6.41	0.65	2.01	0.32

Requerimiento hídrico para Septiembre:

Municipio	Etapa	Kc	CC (%)	PMP (%)	Da (gr/cm ³)	Pre (mm)	Na (%)	Qur (m ³ /hr)	LN	LB	FR (días)	Lbru (m ³)	L diaria (mm/día)	Tr (hr)
									mm	mm				
Rivera	Semillero	0.4	644.02	116.08	0.193	0.4	30	0.6813	12.23	12.87	3.26	1.28	3.95	0.63
Campoalegre											3.27	1.28	3.94	0.62
Garzón											5.95	0.7	2,17	0.34

Programación tentativa de riego:

Programación tentativa de riego parcelas Campoalegre – Huila.

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA CAMPOALEGRE (FEBRERO)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	26	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	6,23

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA CAMPOALEGRE SEPTIEMBRE)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	38	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	8,96

Programación tentativa de riego

Programación tentativa de riego parcelas Garzón – Huila.

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA GARZON (FEBRERO)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	20	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	4,55

PROGRAMACION TENTATIVA DE RIEGO PARA GARZON (SEPTIEMBRE)

Turno de Riego	Tiempo de Riego (min)	VOLUMEN DE AGUA APLICADO (m ³)							Total (m ³)
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	viernes	Sábado	Domingo	
1	21	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	4,9

ANEXO H. Evaluación hidráulica.

**Datos representativos para el cálculo del coeficiente de uniformidad parcela
Villa de Leiva, El Guadual, Rivera.**

Hileras	puntos de	pluviometría		diferencia
	Observación (n)	ml	mm	pluviométrica (y)
A	1	6	1.05	0.817
	2	5.5	0.96	0.905
	3	2.6	0.46	1.414
	4	2.1	0.37	1.502
	5	2.1	0.37	1.502
	6	5	0.88	0.993
	7	5.9	1.04	0.835
B	1	8.1	1.42	0.449
	2	10.2	1.79	0.081
	3	8.1	1.42	0.449
	4	9	1.58	0.291
	5	5.6	0.98	0.888
	6	10.8	1.89	0.025
	7	7.8	1.37	0.502
C	1	9	1.58	0.291
	2	13.9	2.44	0.569
	3	21.1	3.70	1.832
	4	22.9	4.02	2.148
	5	20.9	3.67	1.797
	6	12.9	2.26	0.393
	7	8.6	1.51	0.361
D	1	22.1	3.88	2.007
	2	24.3	4.26	2.393
	3	21.1	3.70	1.832
	4	28.9	5.07	3.200
	5	21.9	3.84	1.972
	6	24	4.21	2.341
	7	21.2	3.72	1.849
E	1	9.8	1.72	0.151
	2	13.1	2.30	0.428
	3	21.5	3.77	1.902
	4	22.7	3.98	2.112
	5	21.1	3.70	1.832
	6	13.6	2.39	0.516
	7	9.6	1.68	0.186

Hileras	puntos de	pluviometría		diferencia
	Observación (n)	ml	mm	pluviométrica (y)
F	1	7.8	1.37	0.502
	2	9.7	1.70	0.168
	3	7.5	1.32	0.554
	4	8.3	1.46	0.414
	5	4.5	0.79	1.081
	6	6.9	1.21	0.659
	7	8.3	1.46	0.414
G	1	4.9	0.86	1.010
	2	4.1	0.72	1.151
	3	3.4	0.60	1.274
	4	2	0.35	1.519
	5	2.2	0.39	1.484
	6	4.6	0.81	1.063
	7	5.7	1.00	0.870
$\hat{A}_n = 49$		$m = 1.98$		$\hat{A}_y = 5.370$

$$\hat{A}_p = 97.02$$

De la formula de Christiansen:

$$Cu = 100 \times \left[1 - \frac{5.370}{1.98 \times 49} \right]$$

$$Cu = 94.46 \%$$

**Datos representativos para el cálculo del coeficiente de uniformidad parcela
San Rafael, Llano Grande, Campoalegre.**

Hileras	puntos de	pluviometría		diferencia
	Observación (n)	MI	mm	pluviométrica (y)
A	1	4	0.70	1.168
	2	5.5	0.96	0.905
	3	6.3	1.11	0.765
	4	4.2	0.74	1.133
	5	5.9	1.04	0.835
	6	5	0.88	0.993
	7	4.3	0.75	1.116
B	1	9	1.58	0.291
	2	5.8	1.02	0.852
	3	2.1	0.37	1.502
	4	4.6	0.81	1.063
	5	2.3	0.40	1.466
	6	9	1.58	0.291
	7	8.8	1.54	0.326
C	1	12	2.11	0.235
	2	24.9	4.37	2.498
	3	21	3.68	1.814
	4	21	3.68	1.814
	5	21.3	3.74	1.867
	6	24.7	4.33	2.463
	7	11.6	2.04	0.165
D	1	21	3.68	1.814
	2	25.6	4.49	2.621
	3	23	4.04	2.165
	4	27.6	4.84	2.972
	5	22.8	4.00	2.130
	6	24.1	4.23	2.358
	7	20	3.51	1.639
E	1	8.5	1.49	0.379
	2	25.1	4.40	2.534
	3	20	3.51	1.639
	4	22	3.86	1.990
	5	21	3.68	1.814
	6	23.9	4.19	2.323
	7	11.9	2.09	0.218

Hileras	puntos de	pluviometría		diferencia
	Observación (n)	MI	mm	pluviométrica (y)
F	1	8.8	1.54	0.326
	2	7	1.23	0.642
	3	1.5	0.26	1.607
	4	4.9	0.86	1.010
	5	1.9	0.33	1.537
	6	8.1	1.42	0.449
	7	9.1	1.60	0.274
G	1	3.8	0.67	1.203
	2	5	0.88	0.993
	3	3.6	0.63	1.238
	4	4.3	0.75	1.116
	5	3.7	0.65	1.221
	6	4.8	0.84	1.028
	7	4.1	0.72	1.151
$\hat{A}_n = 49$		$m = 2.98$		$\hat{A}_n = 10.195$

$$\hat{A}_p = 101.92$$

De la formula de Christiansen:

$$Cu = 100 \times \left[1 - \frac{10.195}{2.98 \times 49} \right]$$

$$Cu = 89.99 \%$$

**Datos representativos para el cálculo del coeficiente de uniformidad parcela
El Recreo, Alto Sartenejo, Garzón.**

Hileras	puntos de	Pluviometría		diferencia
	Observación (n)	MI	Mm	pluviométrica (y)
A	1	6	1.05	0.82
	2	5.5	0.96	0.91
	3	4	0.70	1.17
	4	2	0.35	1.52
	5	2	0.35	1.52
	6	5	0.88	0.99
	7	5.9	1.04	0.83
B	1	9	1.58	0.29
	2	9.5	1.67	0.20
	3	6.5	1.14	0.73
	4	4.6	0.81	1.06
	5	8	1.40	0.47
	6	9	1.58	0.29
	7	8.5	1.49	0.38
C	1	12	2.11	0.24
	2	26.5	4.65	2.78
	3	21	3.68	1.81
	4	21	3.68	1.81
	5	20.5	3.60	1.73
	6	24.7	4.33	2.46
	7	11.1	1.95	0.08
D	1	21	3.68	1.81
	2	32	5.61	3.74
	3	23	4.04	2.17
	4	26	4.56	2.69
	5	21	3.68	1.81
	6	29.5	5.18	3.31
	7	20	3.51	1.64
E	1	8.5	1.49	0.38
	2	11.5	2.02	0.15
	3	8	1.40	0.47
	4	22	3.86	1.99
	5	21	3.68	1.81
	6	26.1	4.58	2.71
	7	11.9	2.09	0.22

Hileras	puntos de	Pluviometría		diferencia
	Observación (n)	MI	Mm	pluviométrica (y)
F	1	8.8	1.54	0.33
	2	7	1.23	0.64
	3	1.5	0.26	1.61
	4	4.9	0.86	1.01
	5	8.8	1.54	0.33
	6	3.1	0.54	1.33
	7	9.1	1.60	0.27
G	1	4	0.70	1.17
	2	3.5	0.61	1.26
	3	4	0.70	1.17
	4	7	1.23	0.64
	5	2.2	0.39	1.48
	6	3	0.53	1.34
	7	4.5	0.79	1.08
$\hat{A}_n = 49$		$m = 2.06$		$\hat{A}_n = 9.282$

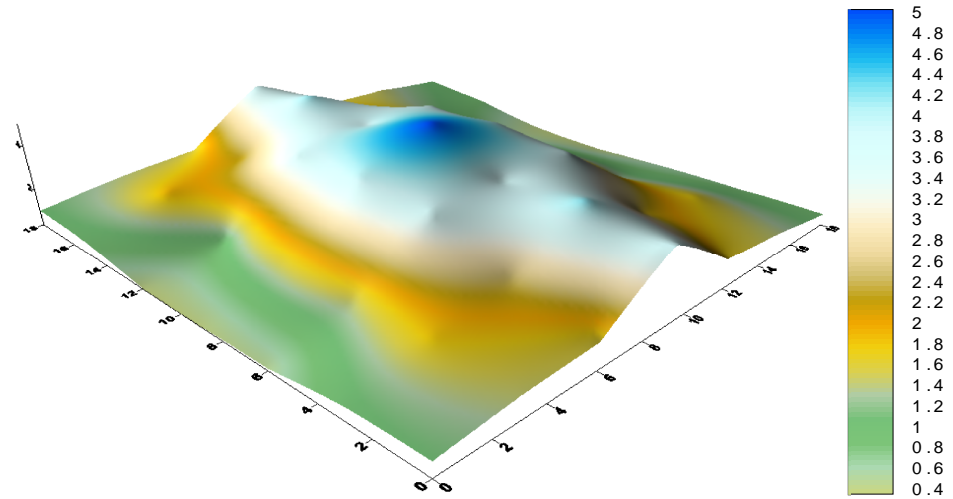
$$\hat{A}_p = 100.94$$

De la formula de Christiansen:

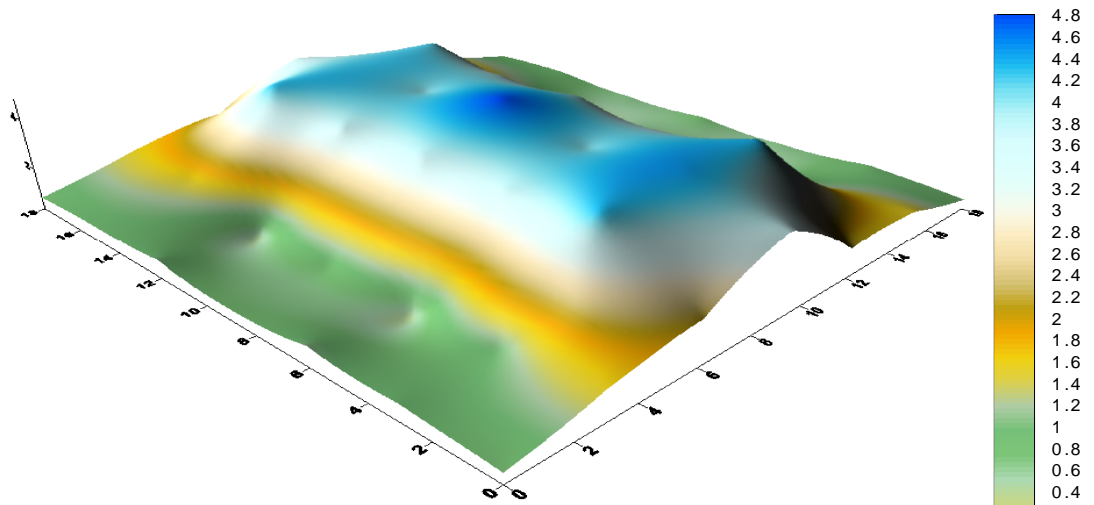
$$C_u = 100 \times \left[1 - \frac{9.82}{2.06 \times 49} \right]$$

$$C_u = 90.27\%$$

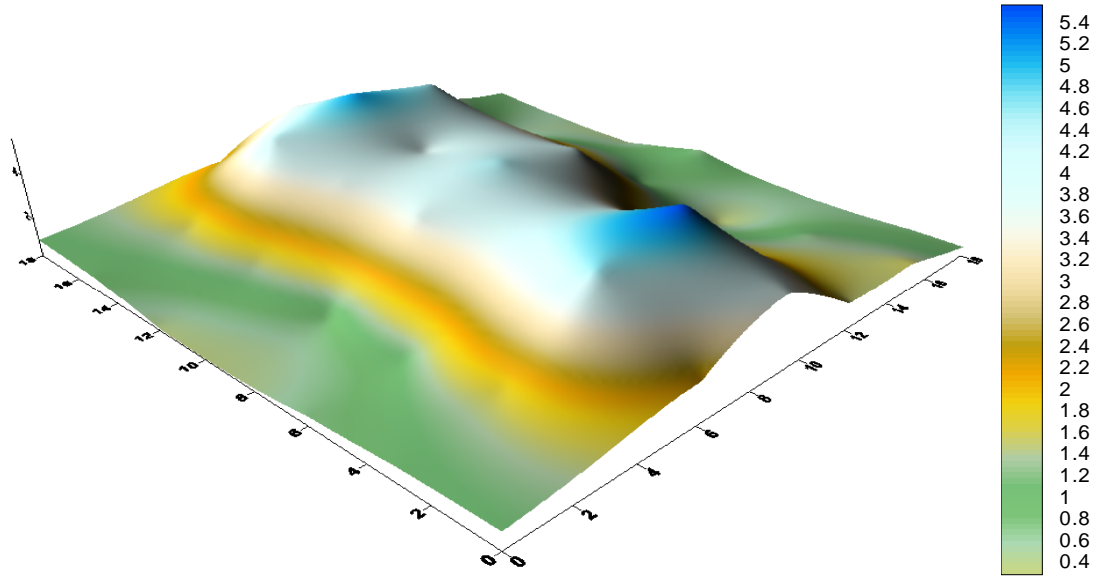
ANEXO I. Representación grafica en 3D del coeficiente de Uniformidad.



Modelo 3D. Evaluación de C.U. parcela Villa de Leiva, Rivera.



Modelo 3D. Evaluación de C.U. parcela San Rafael - Campoalegre.



Modelo 3D. Evaluación de C.U. parcela El Recreo - Garzón.