

ESTUDIOS, DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE  
RIEGO POR SURCOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE  
CACAO EN EL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE – DEPARTAMENTO DEL  
HUILA EN EL MARCO DEL CONVENIO ONG NANYANVA – USCO

JONNY ANDRES MENDEZ TOVAR

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA  
2007

ESTUDIOS, DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE  
RIEGO POR SURCOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE  
CACAO EN EL MUNICIPIO DE CAMPOALEGRE – DEPARTAMENTO DEL  
HUILA EN EL MARCO DEL CONVENIO ONG NANYANVA – USCO

JONNY ANDRES MENDEZ TOVAR COD 2002100806  
Pasantía presentada como Proyecto de Grado para optar por el título de  
Ingeniero Agrícola

DIRECTOR:

ARMANDO TORRENTE Dr.

ASESOR:

Ing. WILSON BARRIOS

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA AGRICOLA  
NEIVA  
2007

**NOTA DE ACEPTACION**

---

---

---

---

---

---

PRESIDENTE DE JURADO

---

JURADO

---

JURADO

Neiva, 1 de agosto de 2007

## DEDICATORIA

Con todo el cariño dedico todos mis esfuerzos, desvelos y sufrimiento a :

A Dios Todopoderoso, motor de mi vida y aunque estuve un poco lejos de el, no me abandonó en ningún momento.

Mis Padres Faustino Mendez y Matilde Tovar por toda la ayuda prestada durante el desarrollo de mi carrera, personas a las que quiero mucho y espero nunca defraudar.

A todos mis familiares por estar pendientes durante el avance de mi carrera y por poner toda su confianza en mí.

A mis amigos Javier, Leonardo, Jhimmy y demás compañeros por compartir tantos momentos y por estar siempre en las buenas y en las malas.

*Jonny Andrés Mendez Tovar.*

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor de este trabajo expresa sus agradecimientos a:

Corporación Solidaria NANYANVA, por brindarme la oportunidad de ser parte de esta gran familia: conocer, aprender, crecer como persona y profesional llevando a cabo este trabajo.

WILSON BARRIOS, Ingeniero Agrícola. Ficha Importante en el Área de Riegos de la corporación y Asesor de la Pasantía.

EDUARDO GOMEZ, por su apoyo, colaboración y conocimientos aportados en la realización de este trabajo.

MARTHA INES ALARCON, Directora de la Corporación, por brindarme su confianza en la realización de este trabajo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, por sus vitales orientaciones durante el desarrollo de la pasantía.

JAIRO DE JESÚS PEREA (Q. E. P. D), MIGUEL GERMAN CIFUENTES, HERNANDO DIAZ, JULIAN CESAR VELÁSQUEZ, EDUARDO VALENCIA, NESTOR CERQUERA, RODRIGO PACHON, GILBERTO ALVAREZ y demás PROFESORES del Programa de Ingeniería Agrícola, por su dedicación y esfuerzos que me formaron como persona y profesional en el transcurso de estos años.

GLADIS QUINO, Secretaria de la Jefatura del Programa de Ingeniería Agrícola, por todos los favores realizados en estos años.

# TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	1
1. Justificación	3
2. Resumen	4
3. Marco Conceptual	6
4. Metodología	10
4.1. Localización	10
4.2. Tratamiento	11
4.3. Época para las pruebas de campo	11
4.4. Metodología Empleada	12
4.4.1. Trabajo de Campo	12
4.4.2. Trabajo de oficina	14
4.5. Capacitación	17
5. Análisis de Resultados	20
5.1. Estudios Climatológicos	20
5.2. Estudios de suelos	21
5.3. Diseño de riego por surcos	23
5.4. Evaluación de capacitación y talleres	28
5.5. Muestra de Cálculo	30
6. Conclusiones	34

7. Recomendaciones	35
Bibliografía	36
Anexos	38

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Evapotranspiración del Cultivo de Cacao para la Zona de Campoalegre - Huila.	20
Tabla 2. Pruebas Físicas de Suelos	22
Tabla 3. Resultados del diseño de riego por surcos	24
Tabla 4. Datos para la gráfica general de avance en surcos	32



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del Municipio de Campoalegre	11
Figura 2. Canaleta WSC	12
Figura 3. Instalación de las canaletas	12
Figura 4. Canaleta Nivelada	13
Figura 5. Ubicación de estaciones cada 10 metros	13
Figura 6. Medición caudal entrada surco	14
Figura 7. Toma de datos de avance	14
Figura 8. Programa EXCEL. Análisis de Sensibilidad para el Diseño de Riego por Surcos	15
Figura 9. Programa DEMICH V 1.0. Como ayuda para el Cálculo de las unidades de Bombeo	16
Figura 10. Programa AUTOCAD 2008. Para planos finales de Diseño. (Ubicación acequias de riego, drenaje, cajillas de Distribución, sentido de surcos, detalles de la unidad de bombeo).	16
Figura 11 a) Instalación unidad de bombeo	17
11 b) Descarga unidad de bombeo	17
Figura 12. Indicaciones del sistema en campo	17
Figura 13. Ejercicio didáctico capacitación	18

Figura 14. Construcción de riego por surcos a escala	19
Figura 15. Terreno con limitaciones para la siembra	26
Figura 16. Construcción de las acequias principales de riego	27
Figura 17. Instalación unidad de bombeo	27
Figura 18. Tubería de conducción	27
Figura 19. Instalación de la tubería principal	28
Figura 20. Grafica de función de avance de uno de los surcos Evaluados.	31
Figura 21. Función general de avance para el diseño de riego por surcos.	32

## ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Formato de infiltración - método de entrada y salida	39
Anexo 2. Formato de la prueba avance en surcos.	40
Anexo 3. Carta de aviso de la prueba de avance e infiltración.	41
Anexo 4. Detalle cajilla de distribución de 4 compuertas. Despiece de los costos previstos.	42
Anexo 5. Detalle cajilla de distribución de 3 compuertas. Despiece de los costos previstos	43
Anexo 6. Detalle cajilla de distribución de 2 compuertas. Despiece de los costos previstos.	44
Anexo 7. Detalle general cajilla de distribución. Despiece de los elementos con sus respectivas medidas, Materiales de construcción	45
Anexo 8. Grafica perfil de humedecimiento.	46
Anexo 9. Detalle 1. Unidad de bombeo general.	47
Anexo 10. Detalle 2. Múltiple de descarga	48
Anexo 11. Formato de evaluación de la capacitación	49
Anexo 12. Tabulación de calificación de la capacitación	50
Anexo 13. Datos de valores totales de evaporación mensual	51
Anexo 14. Informe de la capacitación	52
Anexo 15. Tablas de análisis de sensibilidad para el diseño de riego por surcos.	58

Anexo 16. Graficas de avance e infiltración	61
Anexo 17. Plano diseño de riego por surcos. Ubicación de los Componentes del sistema	62

## INTRODUCCION

En la agricultura moderna se exige tener racionalidad en las funciones de producción con el objeto de obtener los mayores beneficios netos de la actividad agrícola productiva y bajo la consideración de la sostenibilidad de los recursos suelo-agua.

Colombia es un país de una amplia vocación cacaotera con aproximadamente 98.953 has en producción y unas 47.893 ton de cacao hasta el año 2002 de la cual dependen económicamente unas 30.000 familias y se generan aproximadamente unos 8.2 millones de jornales en forma directa e indirecta. Es por esta razón que el cultivo del cacao (*Teobroma cacao* L), tiene una connotación importante a nivel nacional tanto socioeconómica como ambiental.

El cultivo se desarrolla en 23 departamentos en zonas ubicadas entre los 0 y 1.200 m.s.n.m. con una temperatura media entre 22 y 28 grados Celsius y una precipitación por encima de 1500 mm; con pendientes entre el 3 y 40 % localizadas en los Valles Interandinos, zona andina y la subregión de la montaña santandereana.

En el departamento del Huila, el área del cultivo de cacao ha venido disminuyendo paulatinamente; Esta situación es insostenible desde el punto de vista ambiental puesto que se está acabando con las plantaciones y se están destruyendo gran cantidad de árboles forestales que son los que se convierten en carbono capturado, contribuyendo así a la contaminación de la atmósfera y el calentamiento global, como también a la pobreza de los cacaocultores de nuestro Departamento.

Por diversas razones entre ellas las oportunidades de mercado existentes en el concierto nacional e internacional se hace interesante ampliar las áreas de siembra, lo que generará buen posicionamiento del departamento con respecto al riego tecnificado, además del mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores de la zona.

Con la implementación del sistema de riego por surcos, se busca satisfacer los requerimientos hídricos de los cultivos de Cacao, además de hacer un mejor manejo del recurso hídrico, disminuyendo costos con respecto a bombeos y turnos de agua, elementos característicos en el municipio de Campoalegre.

El presente documento es producto de las experiencias y los resultados obtenidos mediante la actividad de pasantía, producto del Convenio firmado entre la Universidad Surcolombiana y la Corporación Solidaria NANYANVA.

El Propósito del trabajo es realizar estudios, diseños y transferencia de tecnología en riego por surcos en cultivo de Cacao en el municipio de Campoalegre, departamento del Huila.

## 1. JUSTIFICACION

A pesar de que el sistema de riego por surcos es uno de los sistemas de riego por gravedad más empleado por los campesinos en sus predios, no es aplicado de una manera técnica que signifique incrementos en la producción, en los ingresos, disminución en el gasto de agua, además de la conservación de la capa vegetal que es arrastrada por la erosión hídrica cuando no se manejan caudales ideales.

En el Departamento del Huila este sistema de riego es aplicado de forma artesanal sin tener en cuenta parámetros de diseño que ayuden a optimizar el sistema.

La Universidad Surcolombiana y específicamente el Programa de Ingeniería Agrícola aportarán mediante esta pasantía sus conocimientos en el diseño, instalación y la transferencia de tecnología para que este tipo de sistema sea operado técnicamente y con eficiencia por los agricultores.

El área beneficiada cubre un total de 169.5 hectáreas en el municipio de Campoalegre, sobre la cual se va a instalar el sistema de riego por surcos para el cultivo de cacao asociado a plátano.

Mediante esta labor, se pretende mejorar la calidad de vida de las familias del sector rural del municipio de Campoalegre, ya que con la implementación del TLC en el país, el sector debe implementar formas productivas sostenibles, como es la alternativa de la producción de cacao asociado con plátano.

La Corporación Solidaria NANYANVA tiene varios motivos para hacer parte de un programa de extensión de cacao en el departamento del Huila, como lo son las oportunidades de mercado existentes a nivel nacional e internacional, además de mejorar el posicionamiento del Departamento.

Dada la razón de oportunidades de mercado se hace interesante ampliar las áreas de cacao en el departamento, por lo tanto el objeto de la Corporación es aportar su experiencia en la implementación y organización comunitaria relacionadas con la labor de extensión del programa de cacao implantando riego tecnificado con el fin de aumentar la producción, disminuir costos, tanto del uso del recurso hídrico, como de fertilización y demás labores que van de la mano con el cultivo.

## 2. RESUMEN

El municipio de Campoalegre dista de Neiva 28 km y es conocida como la "Capital Arrocera del Huila", es un lugar de gran importancia para el desarrollo integral de la región. El cual cuenta con una temperatura de 27 °C.

La Corporación Solidaria NANYANVA tiene a cargo un proyecto agroforestal de plátano – cacao – maderable en 4 municipios del departamento del Huila, Tesalia, Rivera, Campoalegre y Palermo; de los cuales dos municipios están destinados para el diseño y la implementación del sistema de riego por surcos (Campoalegre y Palermo).

Para el diseño y la implementación de los sistemas de riego, se hicieron pruebas de avance e infiltración en surcos, además de la toma de muestras de suelo para caracterizar las propiedades físicas e hidrodinámicas; luego se analizaron los datos y se realizó el diseño del sistema de riego a implementar por parcela. Además se programó las actividades de capacitación en la construcción, operación y mantenimiento del sistema de riego.

Al final del proceso se observó que los suelos característicos de la zona de estudio oscilan entre arenosos y franco – arcillo – arenosos, en los cuales la longitud máxima de surcos está entre 120 y 250 metros; en los suelos arenosos se dio la recomendación de riego por estaciones o riego por pulsos. La frecuencia de riego es de 11 días, con caudales que oscilan entre 0.6 y 0.8 l/s, los cuales generan tiempos de riego promedio entre 5 y 10 horas.

Como resultado de estas actividades, se logró motivar un cambio en la mentalidad de los agricultores con respecto a las prácticas de manejo de los recursos suelo-agua y su acogida al desarrollo tecnológico mediante la implementación del nuevo sistema de riego. El cambio motivado dista de los procedimientos y prácticas tradicionales del sector con grandes pérdidas de la capa vegetal por erosión, además de altos costos por el consumo de agua utilizada y causal de problemas fitosanitarios en algunos de los cultivos.

Palabras Claves: Diseño y transferencia en riego por Surcos, riego en cultivos de cacao-plátano.



## SUMMARY

The municipality of Campoalegre to arrive of Neiva 28 km and it is known as the "Rice Capital of the Huila", it is a place of great importance for the integral development of the region. This has a temperature of 27 °C.

The Solidary Corporation NANYANVA is responsible for a project banana Agroforestal - cocoa - Maderable in 4 municipalities of the department of the Huila, Tesalia, Rivera, Campoalegre and Palermo; of which two municipalities are dedicated for the design and the implementation of the watering system by furrows (Campoalegre and Palermo).

For the design and the implementation of the watering systems, advance tests and infiltration were made in furrows, besides the taking of floor samples to characterize the physical and hydrodynamic properties; then the data were analyzed and one carries out the design of the watering system to implement for parcel. You also programs the training activities in the construction, operation and maintenance of the watering system.

At the end of the process one observes that the characteristic floors of the study area oscillate among Sandy and Franco - clay - Sandy, in those which the maximum longitude of furrows this between 90 and 110 meters; in the sandy floors the watering recommendation was given by stations or watering by pulses. The watering frequency is of 9 days, with Flows that oscillate between 0.8 and 1.0 l/s, which generate times of watering average between 3.5 and 5 hours.

As a result of these activities, you achievement to motivate a change in the mentality of the farmers with regard to the practices of handling of the resources floor-water and their welcome to the technological development by means of the implementation of the new watering system. The change motivated to arrive of the procedures and practical traditional of the sector with big losses of the vegetable layer for erosion, besides high costs for the consumption of used water and cause of problems fitosanitariums in some of the cultivations.

Key words: design and transfer in watering for Furrows, watering in cocoa-banana cultivations.

### 3. MARCO CONCEPTUAL

Hidráulicamente los surcos funcionan de la misma manera que los canales; la diferencia fundamental estriba en que, mientras en estos se intenta conducir el máximo caudal posible a distancias considerables con la mínima pérdida por infiltración, en los surcos, precisamente lo que se intenta es hacer que en cortos recorridos se infiltre el agua aplicada<sup>1</sup>.

El riego por surcos se adapta especialmente a los cultivos en línea, dado que dicha disposición permite humedecer el volumen de suelo explorado por las raíces y acercar o retirar la humedad, conforme al comportamiento y exigencias del cultivo.

La forma de los surcos es variable y depende del implemento utilizado para la construcción y del tipo de suelo. Puede aproximarse a la forma parabólica, segmento circular, triangular o trapezoidal. El primer riego en terreno suelto modifica la sección, ya que se produce movimiento de material, erosión y sedimentación hasta que alcanza un perfil de equilibrio.

El tamaño del surco depende del tipo de suelo, del cultivo y del implemento usado, oscila entre 10 cm y 40 cm el ancho superficial y entre 5 y 20 cm el tirante de la sección de escurrimiento.

En Colombia y en el mundo, el riego superficial es muy utilizado, en cultivos, generalmente por hileras, además de cultivos que requieren una lámina de agua grande, como el caso del arroz, que causan un gran deterioro de la capa vegetal y una destrucción de la estructura del suelo.

Algunos de los cultivos que utilizan riego por surcos son:

1. Fríjol
2. Tabaco.
3. Caña de Azúcar
4. Maíz
5. Cebolla
6. Sorgo
7. Pimentón y demás Hortalizas

Además se han hecho varios estudios para la evaluación del sistema y el incremento en la producción de los cultivos, además de la disminución del recurso

---

<sup>1</sup> Fuente: Torrente, Armando. Riego por surcos. Universidad Surcolombiana. Pág. 2

hídrico en el riego, la disminución de los costos y el impacto que genera el mal manejo del agua.

Aquí se nombrará algunos de esos estudios y los resultados obtenidos:

1. Meneses 2002, evaluó riego por surcos alternos en cultivo de caña de azúcar en dos tipos de suelos 1. Ferralítico cuarcítico amarillento rojizo lixiviado, ubicado en la Empresa cañera José Martí en la provincia de Pinar del Río 2. Vertisuelo amarillento gleyzado, ubicado en áreas del Instituto de Investigaciones del Arroz, en la provincia La Habana ubicadas en Cuba. Al final de la evaluación, obtuvo incrementos de eficiencia de riego entre 34 y 47% en comparación con el riego por surcos continuos, igualmente se incremento la productividad entre 35 y 47% y la productividad del riego entre 36 y 47 %, además de esto se logró un ahorro de agua entre 284 y 291 m<sup>3</sup>/ha.

2. Rista, Sillon y Herzog 1998, estudiaron la dispersión de *Phytophthora capsici*, en el riego por surcos en invernaderos demostrativos del Centro de Investigación, Desarrollo y Transferencia en Horticultura de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional del Litoral - Argentina, relacionándola con severidad en raíces y cantidad de inóculo en suelo, mediante dos tratamientos; surcos regados con *Phytophthora capsici* y un testigo donde los surcos fueron regados sin el inóculo. Al final del estudio se pudo evaluar que el riego por surcos incrementa la dispersión del *Phytophthora capsici* Leonian. Además se concluye que: si bien el riego por surco es una práctica desaconsejable debido a que favorece la dispersión de la enfermedad, su gravedad no estaría solamente determinada por el sistema de riego por surco, sino también por la cantidad de focos iniciales en el cultivo.

3. Meneses 2001, expone en el artículo, los resultados obtenidos en evaluaciones de riego por surcos realizadas en el cultivo de la caña de azúcar para diferentes condiciones de suelo y topografía del país, en el período comprendido entre 1989 y 1998. Como resultados se obtuvieron longitudes de surcos entre 120.00 y 250.00 m, para espaciamiento entre surcos de riego de 1.60 m, longitudes de surcos entre 250.00 y 333.00 m, para espaciamiento entre surcos de riego de 3.20 m, con gastos de entrega de 2.00 l / s, valores de eficiencia de aplicación (Ea) entre 61 y 87 %, de almacenamiento (Eal) entre 95.00 y 100.00 %, de uniformidad de distribución entre 69.00 y 81.00 % y valores de productividad del riego entre 4.50 y 8.10 ha / hombre / jornada.

4. Rodríguez, Díaz, Reyes y Pujols – 2001. Evaluaron riego por surcos con flujo continuo e intermitente en áreas de la empresa "Cítricos de Ciego de Ávila", ubicada en el municipio Ceballos de la provincia de Ciego de Ávila, Cuba. El

principal objetivo de las evaluaciones fue comparar el comportamiento hidráulico de diferentes estrategias de manejo del riego por surcos para el cultivo del tabaco negro tapado en un suelo Ferralsol. La aplicación intermitente del agua en el riego por surcos redujo considerablemente la capacidad de infiltración del suelo. Asimismo, se constató la influencia que ejerce el contenido de agua en el suelo y el perímetro mojado del surco sobre los parámetros de infiltración. El riego por pulsos con ciclos variables incrementó la eficiencia de aplicación en más de seis veces y redujo el volumen de agua aplicada en más del 80% respecto al riego con flujo continuo. Los mayores incrementos de la uniformidad de distribución y reducciones de las pérdidas por percolación se obtuvieron con una longitud de surcos de 200 m y un caudal de 1 l/s respectivamente.

5. Cabrera 1997. Se presenta un compendio de las investigaciones realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) en diferentes provincias del país (Cuba), que dan base a recomendaciones para aumentar la eficiencia de riego superficial. Tales recomendaciones entre otras, son las siguientes: Realizar una correcta preparación del suelo, en función de sus características físicas y de la región en particular. El riego en suelos arcillosos debe realizarse por surcos alternos, para aumentar la eficiencia y productividad.

6. Fernández 2005. Universidad Surcolombiana. Evaluó hidráulicamente el riego por surcos con caudales de 2, 4 y 6 l/s en las series de suelos más representativas del ingenio San Carlos S.A. Valle del Cauca. En promedio la mayor eficiencia de aplicación de agua fueron los tratamientos de 4 l/s con un porcentaje del 51%, 2 l/s con 50.3% y 6 l/s con 43%. El Ingenio SANCARLOS S.A pierde alrededor del 49.7% del volumen de agua aplicado al campo, representada principalmente por precolación profunda y en menor proporción por la escorrentía al final del surco.

7. Becerra y Tafúr 2006. En la idea de mejorar el manejo y dimensionamiento de la técnica de riego por surcos desarrolló un programa computacional (SRISOC) capaz de simular las diferentes fases del riego por surcos, utilizando el modelo de onda cinemática, permitiendo además interpretar problemas de contaminación por solutos. La estructura del programa está constituida por tres módulos básicos a saber - módulo de diseño – modulo de evaluación – modulo de ayuda.

Las variables más sensibles y por ende que cobran importancia en el diseño del riego por surcos, según el análisis hecho son: las componentes de la ecuación de infiltración, la longitud del surco, el caudal aplicado y el tiempo de aplicación. Los datos de entrada que presentaron mayor sensibilidad en la evaluación del riego por surcos fueron: longitud de surco, caudal y tiempo de aplicación. El desarrollo de SRISOC, generó una alternativa fácil, eficiente y confiable de simular (diseñar y evaluar) eventos de riego por surcos.

8. Solórzano y Grassi. Se evaluó el riego por surcos en San Juan de Lagunillas, estado Mérida – Venezuela, con el propósito de dar criterios de diseño de los surcos que permitan un adecuado manejo del agua a nivel de parcela y minimizar las pérdidas y el efecto erosivo, para así lograr eficiencia en la aplicación del agua de riego. Fueron estudiadas los patrones de avance e infiltración de surcos trazados en tres pendientes diferentes; las pruebas de avance se efectuaron en surcos de 40 m con caudales de 0,2; 0,33; 0,50; 1,0; 1,5 y 2,0 l / s. Las pruebas de infiltración se realizaron utilizando un caudal fijo de 1,5 l / s en surcos de 10, 20, 30 y 40 m. Se midió la eficiencia de aplicación de agua a nivel de parcela en varias fincas, a fin de establecer un diagnóstico de la situación actual del riego por surcos. Los datos mostraron una eficiencia promedio del 36,97%. Los resultados obtenidos señalan que es posible mejorar notablemente las eficiencias actuales en las parcelas, sin cambiar el método de riego por surco, el cual es tradicional en el área, mediante la aplicación de determinados criterios de diseño, manejo y control del agua, tales como el uso de caudales menores o iguales a 0,5 L / S durante todo el tiempo de riego y surcos de 30 m.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Localización.

Campoalegre limita al norte con el municipio de Rivera, al sur con los municipios de El Hobo y Algeciras, al oriente con el municipio de Algeciras y al occidente con los municipios de Yaguará y Palermo, además es conocido como la "Capital Arrocería del Huila", es un lugar de gran importancia para el desarrollo integral de la región, el cual cuenta con una temperatura promedio de 27°C.

El territorio está enmarcado al occidente por el río Magdalena y la represa de Betania, que lo separa con los municipios de Palermo y Yaguará, al oriente por el flanco oeste de un ramal de la cordillera oriental, que lo divide de Algeciras, al norte por la margen derecha de la quebrada Rivera, que lo delimita con Rivera y al sur con la quebrada Macosito y líneas imaginarias que lo delimitan con el Municipio del Hobo.

Según las coordenadas geográficas del IGAC el territorio del Municipio de Campoalegre se inicia al sur a los 2º 31' y termina a los 2º 47' de latitud norte y en el este comienza a los 75º 12' y termina a los 75º 26' de longitud oeste de Greenwich. La situación geográfica de su plaza principal corresponde a los 2º 41' 20" de latitud norte y a 75º 14' 33" de longitud al occidente del meridiano de Santa fe de Bogotá. El punto más bajo del Municipio se encuentra en la confluencia del Río Neiva con el Río Magdalena y su altura es de 456 msnm. La cota más alta corresponde al cerro Cresta de Gallo ubicado en el ecosistema estratégico de la Siberia, a 3250 msnm, que comparte con Rivera y Algeciras. La altura promedio de la ciudad es de 525 msnm, y debido a la orografía del terreno, cuenta con varios climas, que van desde el frío hasta el cálido. La temperatura media anual en el casco urbano de 27°C y su precipitación media anual es de 1254 milímetros<sup>2</sup>.

Con este proyecto se implementará el cultivo de Cacao como una opción para el reemplazo del arroz, ya que con el TLC este es uno de los primeros cultivos que se ven destinados a fracasar, por el contrario el cacao se ve como una opción de exportación.

---

<sup>2</sup> Fuente: Esquema de ordenamiento territorial municipio de Campoalegre.

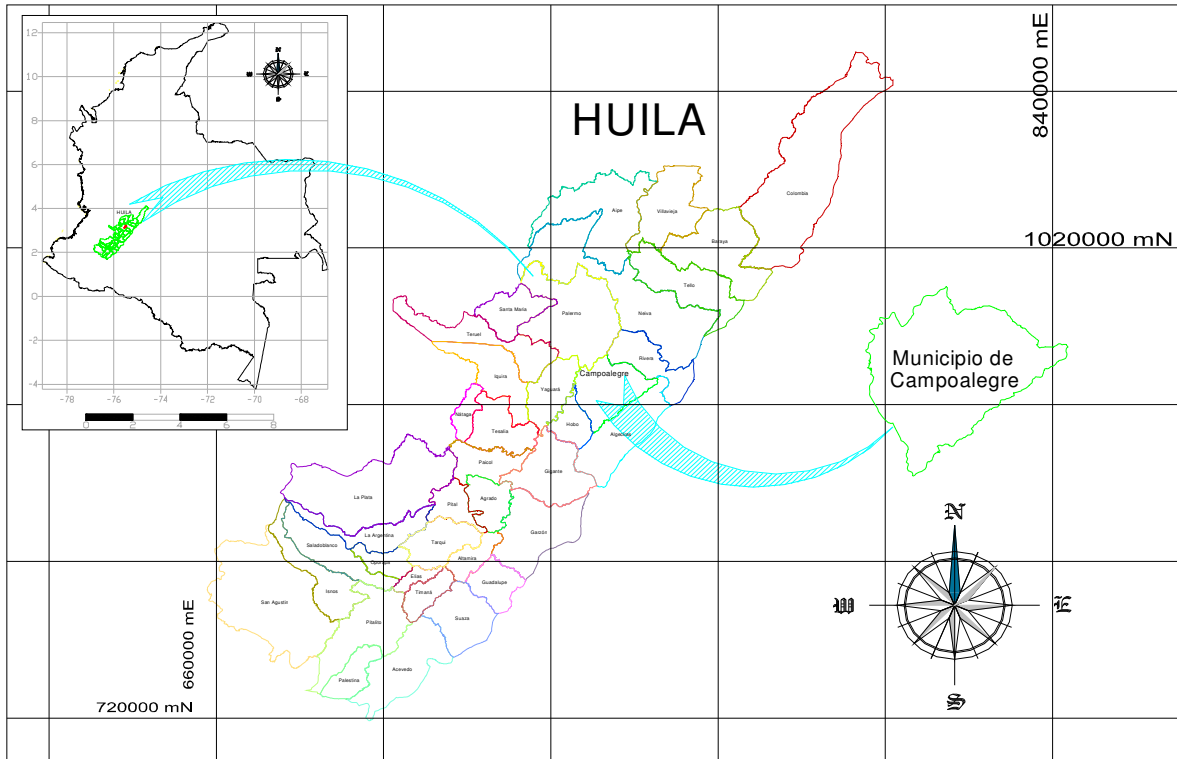


Figura 1. Ubicación del Municipio de Campoalegre.

#### 4.2. Tratamiento.

En cada uno de los predios se realizaron las pruebas de avance (método de entrada y Salida) e infiltración para el diseño de riego por surcos; además de la toma de muestras de suelo para los análisis en el laboratorio de las propiedades Hidrodinámicas (Anexo 16), tales como:

- Textura
- Capacidad de Campo (CC)
- Punto de Marchites permanente (PMP)
- Porcentaje de Humedad (%H)
- Densidad Aparente (Da)

#### 4.3. Época para las pruebas de campo.

En el momento de realizar la prueba de avance e infiltración era vital la condición del suelo en estado prácticamente seco, para lograr obtener el mayor rango de variabilidad de la tasa de infiltración con el tiempo hasta el punto de saturación cuando se alcanza la infiltración básica del suelo. Esta condición era necesaria

porque el riego se realiza precisamente cuando existe déficit de humedad del suelo.

#### 4.4. Metodología Empleada

##### 4.4.1. Trabajo de Campo.

- Principalmente se contactó a los agricultores seleccionados en el programa Cacao, dando las siguientes indicaciones :

Construir 5 surcos de 120 metros de longitud, 20 cm. de ancho y 10 cm. de profundidad, surcos necesarios para la prueba. En el caso de pendiente pronunciada, dichos surcos no se deben construir en el sentido de la pendiente sino sesgando la misma (Anexo 3).

- El equipo utilizado consto de los siguientes elementos: nivel de gota, reloj o cronómetro, cinta métrica, estacas y palas, canaletas WSC, nivel look, balanza, papel aluminio y bolsas herméticas.
- De los 5 surcos construidos se seleccionan los tres mejores para la instalación de las canaletas WSC y la realización de la prueba.
- Se instalan canaletas al inicio de los surcos para controlar el caudal de entrada y a los 30 metros de la primera se instala otra canaleta para medir el nivel y así tener la información para la prueba de infiltración.



Figura 2. Canaleta WSC



Figura 3. Instalación de las Canaletas

- Colocación de las estacas con un espaciamiento de 10 metros (estaciones) en toda la longitud de los surcos.



- Las canaletas se colocan niveladas en el sentido longitudinal y transversal; el fondo de la canaleta debe quedar al mismo nivel del terreno en el sitio de instalación.



Figura 4. Canaleta Nivelada



Figura 5. Ubicación de estacas cada 10 m

- Obtención de la pendiente promedio en toda la longitud del surco para el cálculo del caudal máximo no erosivo; el cual se pondrá a fluir en el surco central; en los otros dos surcos fluirán un caudal mayor y uno menor respectivamente.
- Estos caudales se utilizan, el mayor, para evaluar la erosión del surco y el menor, que en teoría satisfaga la capacidad de infiltración del terreno.
- Se registra el tiempo de avance en los tres surcos, desde el momento en que el agua toca la primera canaleta y de ahí en adelante en el momento en que el frente de avance haga el paso por cada estación (estaca).
- Se debe procurar que el caudal de cada surco sea el mismo durante toda la prueba, así que se debe estar controlando en todo el tiempo.



Figura 6. Medición Caudal entrada surco



Figura 7. Toma de datos de avance

- En el momento en que el frente húmedo hace su paso por la canaleta ubicada a los 30 metros, se empiezan a tomar registros de la lámina alcanzada al cabo de 1, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos. Dicho registro se debe llevar hasta el momento en que el caudal de entrada y salida se hagan constantes.
- Después de terminada la prueba de avance e infiltración, se extrae un kg de suelo para enviarlo al laboratorio para su posterior análisis; la muestra fue tomada aproximadamente a 40 cm de profundidad, profundidad de siembra.
- La toma de datos se realizó en formatos: prueba de avance y prueba de infiltración (anexos 1, 2).

#### 4.4.2. Trabajo de Oficina

- Organización de los datos obtenidos en campo. Consistió en la manipulación y homogenización de los datos de campo para entrar al diseño de los sistemas de riego. Para esto se utilizó el programa Microsoft Excel, del paquete Office 2003.
- Análisis de sensibilidad para el diseño de riego por surcos. Para este proceso se utilizó la programación "RIEGO POR SURCOS" - Análisis de Sensibilidad para el diseño de riego por surcos, Torrente (2003) (Figura 8).

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE IRRIGACION**

**- RIEGO POR SURCOS -**  
**ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, I. Agr. M.Sc.**

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD EN SELECCIÓN PARA EL DISEÑO DE RIEGO POR SURCOS

Prueba	u	z	Q(u)	p	r	L (m)	w (m)	A	B	de <sub>(u)</sub>	Ue <sub>(u)</sub>	Fr <sub>(u)</sub>	n	S <sub>(u)</sub>	P (m)
1	3.6388	0.2091	0.88	2.27	0.68	100.00	0.60	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.46
2	3.6388	0.2091	0.60	2.27	0.68	120.00	0.60	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.46
3	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
4	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	80.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
5	3.6388	0.2091	1.00	2.64	0.68	100.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.52
6	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.00	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
7	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
8	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
9	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	0.60	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
10	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	0.60	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
11	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
12	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.00	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
13	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.20	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
14	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.50	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
15	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.50	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
16	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.50	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
17	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	100.00	1.50	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49
18	3.6388	0.2091	0.80	2.47	0.68	120.00	0.80	3.35	0.28	6174	7.00	9	0.14	0.01	0.49

NOTA: Selecc

Figura 8. Programa EXCEL. Análisis de Sensibilidad para el diseño de Riego por Surcos

- Diseño de riego por surcos. Después del proceso de organización de datos y de análisis de sensibilidad, se entra al proceso de diseño (planos con ubicación de acequias de riego y drenaje, cajillas de distribución, sentido de surcos, detalles de unidades de bombeo etc). Se utilizó el Software de manipulación de datos bidimensionales a través de dibujos CAD (Figura 10). Además, para el cálculo de las unidades de bombeo se utilizó el programa DEHMIC V 1.0 (Bustos y Montiel, 2005), Software para diseño y evaluación hidráulica de sistemas de riego a presión modalidad Microaspersión (Figura 9) y memorias de clase de “Parámetros de Diseño, Riego y Drenaje” (Cifuentes, 2005)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Memorias técnicas de la materia parámetros de diseño riego y drenaje. Talleres Metodología MIGERCIPER \_ Semestre 2005A.

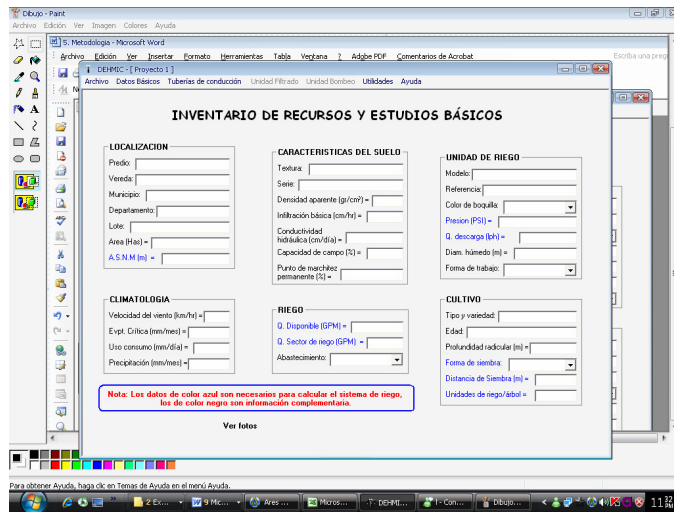


Figura 9. Programa DEMICH V 1.0. Como ayuda para el Cálculo de las unidades de Bombeo.

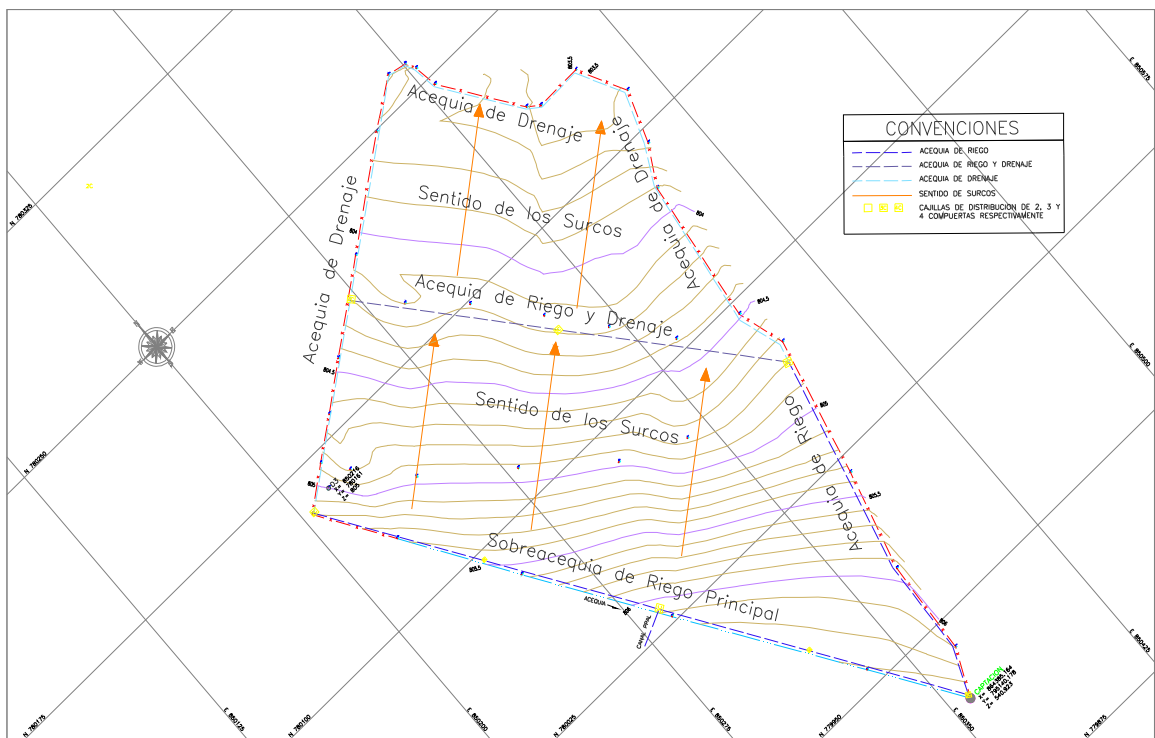


Figura 10. Programa CAD 2008. Para planos finales de Diseño. (Ubicación acequias de riego, drenaje, cajillas de distribución, sentido de surcos y detalles de la unidad de bombeo).

Replanteo en Campo. Se hace entrega de los resultados obtenidos en el diseño y las indicaciones en campo, de la ubicación de las cajillas de distribución, acequias de riego y drenaje, sentido de surcos. En esta visita se hace entrega de una carpeta con planos topográficos, detalles de construcción de las cajillas de



distribución, unidades de bombeo, múltiples de descarga y actas de liquidación (anexos 4 a 7,9, 10, 16).



Figura 11. a) Instalación unidad de bombeo



b) Descarga unidad de bombeo



Figura 12. Indicaciones del sistema en Campo

#### 4.5. Capacitación.

- Se utilizó la metodología ECAS exigida por la Corporación Solidaria Nanyanva. Esta metodología tiene como prioridad asesorar a los agricultores de manera didáctica e interactiva, buscando que la mayor parte de la capacitación sea dictada por ellos, de acuerdo con su experiencia en campo; el Ingeniero es solo un facilitador del proceso y quien despeja las dudas durante el ejercicio.

- Se realizaron dos capacitaciones con los siguientes temas (Anexo 14):
  1. Descripción del sistema de riego – cabezal de control – red de distribución – dispositivos de control de seguridad.
  2. Operación del sistema de riego – cabezal de control – red de distribución – dispositivos de control de seguridad.
- En la primera capacitación, mediante una manera didáctica se pretendía que los agricultores hicieran un paralelo entre el sistema de riego por surcos y el tradicional (inundación), nombrando ventajas y desventajas; después de esto se aclaraban las dudas hasta dejar claro las ventajas del nuevo sistema de riego.
- El propósito de la segunda capacitación fue mostrar en campo, el funcionamiento del sistema y las ventajas en relación al riego por inundación, además de despejar dudas con respecto a instalación y operación eficiente del sistema. En esta se explicó el manejo del riego en el sistema, la construcción, dimensiones de los elementos y dudas de la capacitación anterior.
- Al final de cada capacitación los agricultores daban una calificación de la misma, la cual era tabulada para enviarla a los directores del proyecto, como uno de los requisitos. El formato de evaluación y de tabulación se hizo utilizando símbolos (figura 11, 12).



Figura 13. Ejercicio didáctico Capacitación



Figura 14. Construcción del riego por surcos a escala

Al final del proceso de capacitación se hicieron visitas de seguimiento, para detallar el proceso de instalación del riego (Construcción de acequias de riego, drenaje, construcción de los surcos y cajillas de distribución); además con este tipo de visitas se despejaron las dudas resultantes de las capacitaciones, instalación de tuberías, accesorios, construcción de las cajillas de distribución, instalación y funcionamiento de los demás elementos correspondientes al sistema.

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Estudios climatológicos

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva. Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo que por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima.

La evaporación mensual en el municipio de Campoalegre según información suministrada por IDEAM (tabla 1), fue la variable fundamental para la estimación de la evapotranspiración y el uso consumo del cultivo, además de la frecuencia de riego. La estación está ubicada en la parcelación los Rosales (Estación los Rosales N° 2110505), en la vía que de Campoalegre conduce a Hobo, teniendo la estación influencia en el área de estudio.

Tabla 1. Evapotranspiración del cultivo de cacao para la zona de Campoalegre - Huila

Evaporación (mm)		Kc del cultivo			Evapotranspiración (mm)			No. días	Uso Consumo diario (mm)		
		Etapa			Etapa				Mes	Etapa	
		Inicial	Media	Final	Inicial	Media	Final	Inicial		Media	Final
Enero	169.8	1	1.05	1.05	169.8	178.29	178.29	31	5.48	5.75	5.75
Febrero	104.33	1	1.05	1.05	<b>104.33</b>	<b>109.546</b>	<b>109.546</b>	28	<b>3.73</b>	<b>3.91</b>	<b>3.91</b>
Marzo	80.9	1	1.05	1.05	<b>80.9</b>	<b>84.945</b>	<b>84.945</b>	31	<b>2.61</b>	<b>2.74</b>	<b>2.74</b>
Abril	116.5	1	1.05	1.05	116.5	122.325	122.325	30	3.88	4.08	4.08
Mayo	113.9	1	1.05	1.05	113.9	119.595	119.595	31	3.67	3.86	3.86
Junio	141.7	1	1.05	1.05	141.7	148.785	148.785	30	4.72	4.96	4.96
Julio	185.2	1	1.05	1.05	<b>185.2</b>	<b>194.46</b>	<b>194.46</b>	31	<b>5.97</b>	<b>6.27</b>	<b>6.27</b>
Agosto	202.1	1	1.05	1.05	<b>202.1</b>	<b>212.205</b>	<b>212.205</b>	31	<b>6.52</b>	<b>6.85</b>	<b>6.85</b>
Septiembre	159.7	1	1.05	1.05	159.7	167.685	167.685	30	5.32	5.59	5.59
Octubre	163.3	1	1.05	1.05	163.3	171.465	171.465	31	5.27	5.53	5.53
Noviembre	150.53	1	1.05	1.05	150.53	158.0565	158.0565	30	5.02	5.27	5.27
Diciembre	147.7	1	1.05	1.05	147.7	155.085	155.085	31	4.76	5.00	5.00

Fuente: Evaporación. Datos IDEAM. Kc. Datos tomados de investigaciones. (Internet).

Los valores resaltados en negrilla corresponden a los meses de menor y mayor evapotranspiración en la zona de estudio.



El uso consumo promedio diario del cultivo de Cacao oscila entre 4 y 6.5 mm. El programa utilizado para el diseño de riego por surcos (Torrente, 2002) requiere del UC máximo, por lo cual este valor se aproximó a 7 mm para el diseño del riego de todas las parcelas.

El  $K_c$  para el cultivo de cacao presenta ligera variación en las distintas etapas fenológicas del cultivo, siendo el  $K_c$  dominante de 1.05. Las demandas de agua por evapotranspiración y uso consumo del cultivo de cacao para la zona presenta sus mínimos en febrero y marzo y los valores máximos en julio y agosto, valores estrechamente relacionados con los procesos de evaporación y precipitación de la zona (Tabla 1).

El  $K_c$  para el cultivo de cacao se estimó teniendo en cuenta las investigaciones realizadas para varios cultivos perennes, y se obtuvo una media de ellos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo (Tabla 1).

## **5.2 Estudio de suelos**

Los datos solicitados en laboratorio para la determinación de las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo, fueron: Densidad aparente (terrón parafinado), capacidad de campo, punto de marchitez permanente (olla y plato de presión) y porcentaje de humedad (gravimetría), datos necesarios para la estimación de la lámina neta del cultivo en cada uno de los lotes estudiados (tabla 2), que variaban de uno a otro dependiendo de dichos resultados, además de los resultados de las pruebas de campo (avance e infiltración).

Los suelos característicos de la zona evaluada tienen dominancia de texturas Arenosas y Franco-Arcillo-Arenosas, ya que la mayoría de estos lotes pertenecen a Vegas y terrazas del río Neiva, quebrada La Ciénaga y del río Magdalena (Tabla 2).

Según Gasca y Trujillo 2007, el perfil del suelo de la zona, hasta una profundidad de 104 cm está constituido por cuatro horizontes genéticos, clasificado como Typic Troprothent, cuyas características físicas muestran un horizonte A sepultado de color pardo oscuro, texturas dominantes gruesas, alta densidad del suelo y baja retención de humedad.

Tabla 2. Pruebas Físicas de Suelos

Beneficiario	Textura	PMP	CC	Humedad	Da	Retención de Humedad
		% gravimétrico			g/cm <sup>3</sup>	%
Víctor Joven	FAr	11.93	18.13	12.32	1.55	6.2
Gil Trujillo	FA	12.01	20.77	9.14	1.47	8.76
José Farito Joven	FArA	17.69	26.82	14.55	1.40	9.13
Elías Trujillo	FA	17.24	23.21	20.61	1.42	5.97
Alcides Castro	AF	7.14	11.82	2.26	1.71	4.68
Alfonso González Barreiro	FArA	22.15	30.97	13.36	1.55	8.82
Alicia Cleves	FAr	11.76	17.74	9.23	1.48	5.98
Eliécer Salazar	AF	5.56	12.21	5.99	1.56	6.65
Gentil Zamora	FArA	17.71	25.41	5.66	1.47	7.7
Gilberto Saavedra	FA	13.64	20.34	13.06	1.42	6.7
Graciela Rodríguez Salazar	FArA	15.72	23.81	16.98	1.33	8.09
Luz Alba Bahamón	FAr	8.06	18.42	3.05	1.56	10.36
Héctor Plazas	AF	5.24	11.17	5.5	1.55	5.93
Luís Ernesto Vargas	FA	8.84	15.73	7.28	1.50	6.89
Grupo Asociativo Emprendedores	FArA	12.17	18.93	3.08	1.50	6.76

FAr Franco arcilloso, FA franco arenoso, FArA franco arcillo arenoso, AF arenoso franco.  
Fuente: Laboratorio de Suelos - Universidad Surcolombiana.

Los suelos de texturas arcillosas son pertenecientes a lotes ubicados a grandes distancia de las grandes fuentes hídricas ya nombradas (río Neiva, quebrada la Ciénaga y del río Magdalena), y pertenecientes al piedemonte cercano de la cordillera occidental.

Los suelos más apropiados para el cacao son los aluviales, los francos y los profundos con subsuelo permeable. Los suelos arenosos son poco recomendables porque no permite la retención de humedad mínima que satisfaga la necesidad de agua de la planta<sup>4</sup>.

Los beneficiarios que presentan texturas de suelo más adecuadas para la siembra del cultivo de cacao en la zona del municipio de Campoalegre son algunos de los ubicados en las zonas de las vegas cercanas a la quebrada la Ciénaga y al río Neiva, ya que cuentan con texturas francas combinadas (tabla 2).

Algunos de los suelos de las parcelas estudiadas, presentan texturas con alto porcentaje de arcilla con condiciones pobres de aireación, alta capacidad de retención de humedad y restricción de la permeabilidad, en algunos de estos

<sup>4</sup> Fuente: Manual del cultivo de cacao. Ministerio de agricultura. Perú 2004. pdf

suelos, las condiciones físicas son adecuadas tanto para el desarrollo de los cultivos como para su laboreo.

La densidad aparente es importante para calcular la lámina neta de riego, la porosidad y la estimación del grado de compactación del suelo.

Blair (1976), clasifica algunas densidades aparentes para los siguientes grupos texturales en condiciones normales:

- Arenoso ----- 1.9 – 1.7 g/cm<sup>3</sup>
- Franco arenoso ----- 1.7 – 1.5 “
- Franco limoso ----- 1.5 – 1.3 “
- Arcilloso ----- 1.3 – 1.1 “

En la tabla 2, se observa que la densidad aparente fluctúa entre 1.33 y 1.71 g/cm<sup>3</sup>, algunos de los predios estudiados presentan un grado de compactación alto, dicha compactación es debida al exceso de mecanización o al pastoreo de ganado vacuno<sup>5</sup>.

En los valores de la capacidad de campo y en consecuencia en la retención de humedad de los suelos, influye tanto las fracciones texturales como la materia orgánica. La retención de humedad se da entre la capacidad de campo (0.3 bar) y el punto de marchitez permanente (15 bar), el agua retenida entre estos valores de tensión determina el agua aprovechable o disponible para las plantas para su desarrollo.

En general, la retención de humedad de los suelos estudiados en el municipio de Campoalegre es baja (< 15 %). Esto es debido a que las texturas gruesas difícilmente almacenan humedad, por falta de suficientes coloides orgánicos y/o minerales que den una alta superficie específica, relacionada directamente con la alta capacidad de retención de humedad (Tabla 2).

En algunos de los terrenos estudiados, se observó una capa de suelo superficial con altos contenidos de materia orgánica. Su contenido en el suelo, influye en las condiciones físicas y biológicas de la plantación, lo cual es beneficioso para el buen desarrollo del cultivo.

### 5.3 Diseño de riego por surcos

---

<sup>5</sup> Dicha afirmación es debida a las observaciones hechas en campo.

A partir de la información recolectada, se estimaron los parámetros de diseño para el trazado y posterior aplicación del riego por surcos al cultivo, buscando alcanzar eficiencias adecuadas de riego y buen manejo de los recursos suelo-agua.

Con la información de suelos y climatología obtenida para la zona de estudio, se obtuvo como resultado una frecuencia de riego máxima de 11 días y una mínima de 6 días (Tabla 3).

El riego en todos los lotes se dispuso con manejo de caudales ideales (no erosivos), los cuales oscilaron entre 0.6 y 0.8 litros / segundo, los cuales generan tiempos de riego promedio entre 5 y 10 horas para toda el área de estudio, dependiendo del área de cada lote. Estos caudales representan mayor eficiencia en el uso del agua y en consecuencia economía respecto al consumo de combustible de las unidades de bombeo, turnos de riego etc. (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del diseño de riego por surcos

Beneficiario	Textura	Q (lps)	L (m)	LN (mm)	FR (días)	T <sub>1</sub> (min)	T <sub>2</sub> (min)	Ef %
Víctor Joven	FAr	0.6	100	46.13	6.59	134.19	33.83	61.01
Gil Trujillo	FA	0.7	150	61.81	8.83	15.43	593.75	54.36
José Farith Joven	FArA	0.6	270	61.35	8.76	11.95	840.25	32.40
Elías Trujillo	FA	0.7	260	40.69	5.81	14.19	780.94	47.72
Alcides Castro	AF	0.6	140	38.42	5.49	286.20	136.73	52.98
Alfonso González Barreiro	FArA	0.8	140	65.62	9.37	18.91	474.2	58.22
Alicia Cleves	FAr	0.8	150	42.48	6.07	81.94	300.71	52.04
Eliécer Salazar	AF	0.6	100	49.80	7.11	91.11	72.2	50.81
Gentil Zamora	FArA	0.6	200	54.33	7.76	7.32	514	61.94
Graciela Rodríguez Salazar	FArA	0.6	100	51.65	7.38	157.53	99.2	67.06
<b>Luz Alba Bahamón</b>	<b>FAr</b>	<b>0.8</b>	<b>250</b>	<b>77.58</b>	<b>11.08</b>	<b>1007.78</b>	<b>158.37</b>	<b>51.97</b>
Héctor Plazas	AF	0.7	120	44.12	6.30	7.62	320.29	57.65
<b>Grupo Asociativo Emprendedores</b>	<b>FArA</b>	<b>0.6</b>	<b>120</b>	<b>48.67</b>	<b>6.95</b>	<b>655.12</b>	<b>440.38</b>	<b>20.24</b>

T1 tiempo de avance, T2 tiempo de infiltración, FR frecuencia de riego, LN lamina neta, L longitud de surcos, Q caudal de aplicación.

Los beneficiarios resaltados en negrilla corresponden a aquellas áreas evaluadas que resultaron con parámetros de riego por surcos no adecuados para su implementación.

La lámina neta del cultivo, varió dependiendo de las fracciones texturales de los suelos en cada lote de estudio, teniendo un rango de oscilación entre 38 y 77 mm, lámina con la cual se pretende satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo.

Para los suelos arenosos se propuso el sistema de riego por surcos con la variante de pulsos, el cual hace más eficiente el riego, ya que por el hecho de hacer una pausa en el suministro de agua, se genera un reacomodamiento de las partículas del suelo; esto permite un mayor avance del agua a través del surco y por lo tanto disminuye el tiempo total de riego. Esta metodología fue impartida en las capacitaciones dadas a los agricultores con la recomendación de ser operadas con la técnica de pulsos (estaciones), ya que en algunos de los lotes se presentaron tiempos de riego muy elevados.

Por las características de los suelos, siendo dominantes los de textura gruesa, los resultados de las pruebas de campo determinaron tiempos de riego prolongados, significando diseños antieconómicos e injustificados desde el punto de vista de los parámetros de diseño, por lo tanto se hicieron los ajustes para la normalización de las características del diseño de riego, dichos ajustes determinaron la omisión de algunos de los datos tomados en campo además de recomendaciones como el riego por pulsos o por estaciones.

Con la metodología de manejo de riego propuesta para el cultivo de cacao, se impartió capacitación para el suministro de agua a los lotes mediante el manejo de los tubos rectos, útiles para el debido control de los caudales de entrada a los surcos. Estos utilizan el concepto de altura hidráulica para la variación de caudal tanto en el tiempo de avance como de infiltración, y evita el uso de las tradicionales bocananas, que causan la ruptura continua de la acequia principal, siendo más oneroso con respecto a jornales de riego.

Otro accesorio útil en el que se impartió capacitación, fue la utilización de las cajillas de distribución de caudales (anexo 4 a 7), que evita la utilización de los tradicionales trinchos o bultos, generalmente utilizados para levantar el nivel del agua. Estas cajillas son ubicadas en sitios estratégicos para alzar el nivel de agua y garantizar que el flujo de entrada sea constante y homogéneo en los tubos rectos; además sirven para el cambio de dirección al fluido en los cruces de acequias.

La longitud promedio de los surcos en los lotes de estudio, oscilaron entre 120 y 250 m, valor dependiente de la textura del suelo, además de los resultados de las pruebas de campo y de las características físicas e hidrodinámicas resultantes de las pruebas de laboratorio (Tabla 3).

Los tiempos de avance e infiltración de los beneficiarios Luz Alba Bahamón y Grupo Asociativo Emprendedores, tiene algunos problemas tanto con los tiempos de riego, como en la eficiencia teórica del sistema, ya que además de que el

tiempo es un poco elevado, la eficiencia esperada es muy baja (tabla 3), por esta razón se recomendó para estos usuarios el riego por estaciones o riego por pulsos, para hacer mas eficiente el uso del agua en la operación del sistema de riego.

Para las condiciones ideales de caudal, longitud de surcos, tiempos de riego y frecuencias para el área de estudio, se pretende obtener eficiencias en el campo de riego entre 50 y 70 %.

Después del diseño de los sistemas de riego, se realizó un seguimiento a los agricultores, para el montaje y la construcción de todos los elementos del sistema, como lo son las acequias de riego y drenaje, surcos, instalación de unidades de bombeo, cajillas de distribución y demás.

Algunos de los agricultores enfrentaron dificultades para la puesta en marcha del cultivo, ya que tenían que realizar procesos de adecuación que implicaron mayor inversión y capacitación (figura 15).



Figura 15. Terreno con limitaciones para la siembra.

Este terreno, al tener muchas piedras, ocasiona limitación para la siembra y riego del cultivo, al mismo tiempo se presenta pérdida del área útil. Esta pedregosidad obstaculiza el avance del frente húmedo en los surcos y por lo tanto dificulta el riego superficial.

En la figura 16, se puede observar la construcción de las acequias de riego (principales o de cabecera), por donde entra el agua al lote y además donde se ubican los tubos rectos para el suministro del agua a los surcos.



Figura 16. Construcción de las acequias principales de riego.

También se hizo la instalación, tanto de las unidades de bombeo, como de la tubería de conducción principal, la cual transporta el agua desde la fuente de extracción hasta la parte más alta del lote, para después ser vertida y conducida dentro del lote por gravedad (Figura 17 a 19).

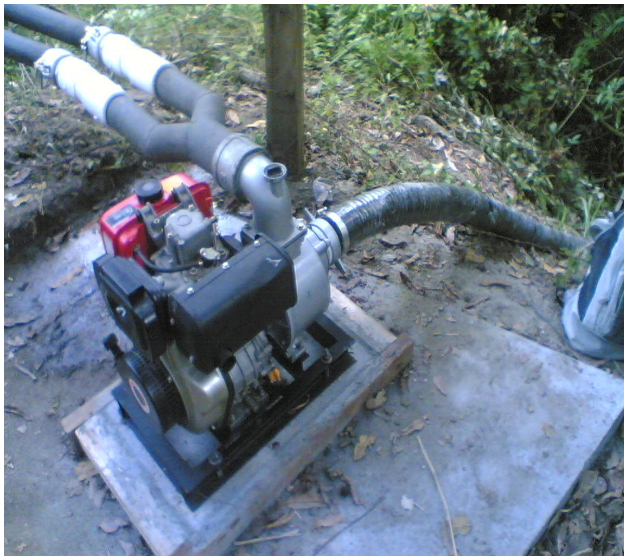


Figura 17. Instalación unidad de Bombeo.



Figura 18. Tubería de conducción





Figura 19. Instalación de la Tubería Principal.

En esta parte del proceso, se brindó capacitación a los agricultores, tanto de la operación como el mantenimiento de las unidades de bombeo. Dicha capacitación fue ofrecida por los proveedores de este tipo de equipos.

#### **5.4. Evaluación de capacitación y talleres**

El proyecto de extensión en el Cultivo de Cacao es un programa del Ministerio de Agricultura con beneficio del ICR (Incentivo de Capacitación Rural), por medio del cual se tiene el beneficio de descuento del 40% del crédito total del sistema de riego. Para hacer efectivo el sistema de crédito beneficiario, tanto el diseño como las obras a construir deben garantizar su efectividad y operación, que tendrán la verificación a través del Técnico supervisor del Banco Agrario.

En dicha visita se observaron todos los detalles del sistema; construcción de las acequias de riego, drenaje, surcos, cajillas de distribución de caudales (ubicación, construcción, dimensiones) y detalles de las unidades de bombeo (Potencia, marca, válvulas utilizadas, reducciones, expansiones), en aquellos agricultores que la necesiten, además de tuberías (RDE, diámetro), válvulas y demás accesorios detallados en el diseño del sistema de riego.

En la primera capacitación, se dio a conocer el sistema de riego por surcos mediante un ejercicio didáctico que explicara, las ventajas y desventajas del sistema, además se dejó en claro la definición del concepto “Perfil de humedecimiento” (anexo 8), el cual da una clara explicación de la ventaja del sistema de riego por surcos, y la necesidad de aplicar tecnología al sistema. En consecuencia se pretende mediante la implementación de este sistema de riego, generar alta producción de calidad y un eficiente manejo del recurso hídrico para



disminuir tanto los costos como las pérdidas de la capa vegetal, causadas por el uso de caudales excesivos.

Al término del ejercicio en campo, los agricultores calificaban la capacitación de acuerdo a diferentes ítems, materiales usados, grado de entendimiento etc. En el formato 1, se observa la calificación de los agricultores en la primera capacitación, lo que indica que más del 95 % de los asistentes entendió el tema, ya que adjudicaron una buena calificación al capacitador.




A continuación se muestran los resultados de las calificaciones de las dos capacitaciones dadas a los agricultores, tanto de la descripción del sistema de riego como de la operación del mismo. Estas calificaciones fueron dadas por los mismos agricultores mediante un formato de calificación entregada por el capacitador (anexo 11), para después ser tabulada y mostrada en los siguientes formatos.

### EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE TALLERES (Formato1)

Facilitador responsable: JONNY ANDRES MENDEZ

Lugar y fecha: FINCA VICTOR JOVEN PARCELACION LLANO SUR NOVIEMBRE 30 DE 2006

Temas: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

<b>EVALUACION FINAL CON "CARITA FELIZ"</b>				
<b>Categoría de evaluación</b>				<b>Total *</b>
				25
1. Los materiales que le entregaron para la capacitación eran los adecuados para el tema.	100%	-	-	100%
2. Qué bien entendió lo que le enseñaron	96%	4 %	-	100%
3. Como le parecía usted esta capacitación	87%	13 %	-	100%
4. Como le pareció a usted el trabajo de los instructores de esta capacitación	100%	-	-	100%
5. Como le pareció a usted el material que usaron los instructores de esta capacitación	96%	4%	-	100%




*\* Este valor es el número de agricultores que contestaron la evaluación.*

## EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DE TALLERES

Facilitador responsable:       JONNY ANDRES MENDEZ      

Lugar y fecha:       FINCA CAUCHOS Nº 25 PARCELACION LLANO SUR DICIEMBRE 14 DE 2006      

Temas:       OPERACIÓN DEL SISTEMA      

<b>EVALUACION FINAL CON "CARITA FELIZ"</b>				
<b>Categoría de evaluación</b>				<b>Total *</b>
				18
6. Los materiales que le entregaron para la capacitación eran los adecuados para el tema.	82 %	12%	6%	100%
7. Qué bien entendió lo que le enseñaron	94%	6%	-	100%
8. Como le parecía usted esta capacitación	100%		-	100%
9. Como le pareció a usted el trabajo de los instructores de esta capacitación	94%	6%-	-	100%
10. Como le pareció a usted el material que usaron los instructores de esta capacitación	84 %	6%	10%	100%

*\* Este valor es el número de agricultores que contestaron la evaluación.*

En la segunda capacitación se mostró el funcionamiento del sistema de riego en campo, ya que para esta época algunos de los agricultores llevaban adelantado el sistema de riego. Además se aclararon dudas con respecto a la construcción de todos los elementos del sistema (acequias de riego, drenaje, surcos, cajillas de distribución etc), además de observar y comparar en campo las ventajas y desventajas, con respecto al riego por inundación (tradicional de la zona). Además de esto se explicaron los problemas fitosanitarios que induce el contacto directo de grandes láminas de agua sobre el cultivo.

Al final del ejercicio se evaluó el capacitador, como se observa en el formato 2, la mayoría de las personas calificaron de manera satisfactoria los temas impartidos en la capacitación y evaluaron de forma positiva la interacción y participación del facilitador en el ejercicio. Con dichas calificaciones se deduce la bondad del proceso de inducción y capacitación hacia los agricultores, como del facilitador, además se logro un cambio de mentalidad y cultura de los agricultores de la zona con respecto al nuevo método de riego, como lo es el riego por surcos.

### 5.5. Muestra de Cálculo

En la realización de las pruebas de avance e infiltración de riego por surcos previos al diseño, se recolectó la información para tres (3) surcos, en los cuales se seleccionaron caudales diferentes de aplicación, teniendo para ello en cuenta el criterio de caudal máximo no erosivo ( $Q = 0.63/S$ ).

Los datos que arrojo el laboratorio de las muestras de suelo (DA, CC, PMP), son variables fundamentales, además de la profundidad efectiva radicular y el nivel de agotamiento, para el cálculo de la lámina neta del cultivo.

Después de recolectados los datos de campo y ajustados en oficina (Anexos 1 y 2), se procedió a graficar tanto los datos de avance como los de infiltración; en el caso de la función de avance, se generó una grafica por surco evaluado (3) como la mostrada a continuación:

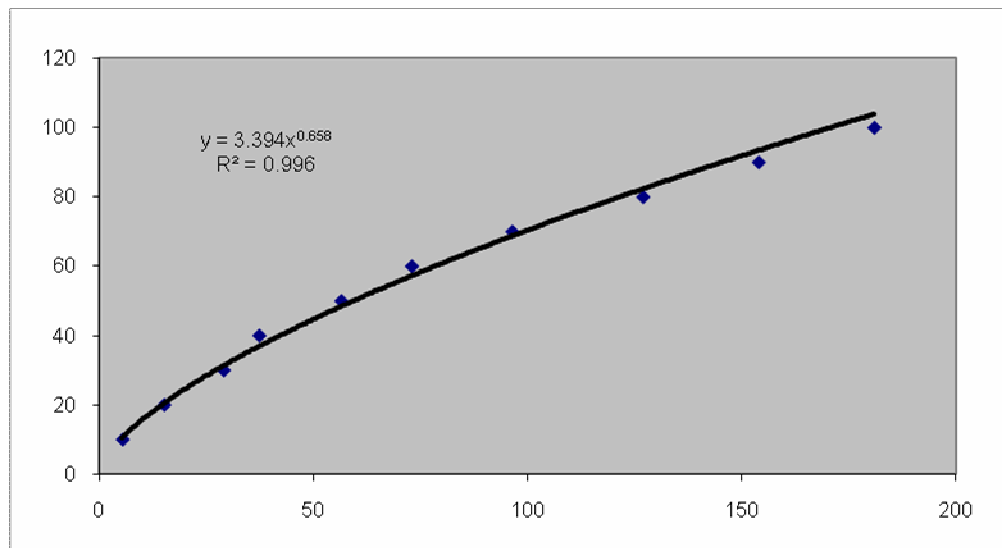


Figura 20. Gráfica de función de avance de uno de los surcos evaluados

El coeficiente de la ecuación se toma para hacer una tabla con los tres valores de las graficas de cada surco evaluado (tabla 4), y el caudal manejado en cada surco, la grafica mostrada es la generada por los datos tomados en el surco central ( $Q_{\max}$  no erosivo); el exponente de la ecuación mostrada es la variable (r), en el programa "RIEGO POR SURCOS", Torrente (2003).

Q (l/s)	p
0.3	2.7317
0.525	3.3948
1	3.53

Tabla 4. Datos para la gráfica general de avance en surcos

Con los datos de la tabla 4 se genera una grafica con la función general de avance en surcos (U), la cual es señalada a continuación:

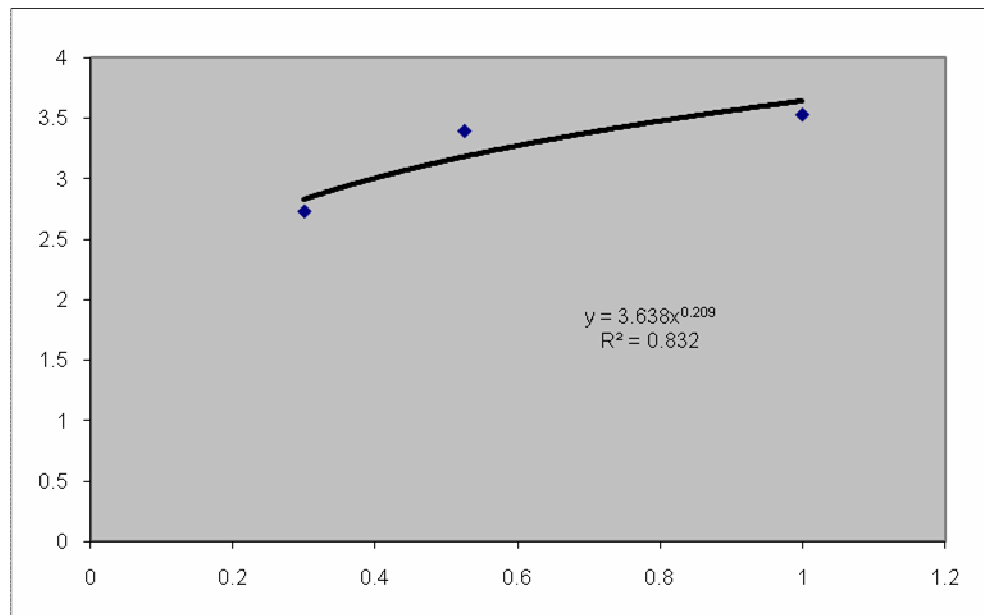


Figura 21. Función general de avance para el diseño de riego por surcos

El coeficiente de la ecuación, es la variable (u), y el exponente es la variable (z), datos necesarios para el diseño de riego por surcos en el programa “RIEGO POR SURCOS”, Torrente (2003).

Con los datos tomados en la prueba de infiltración se crea de la misma forma una gráfica, donde (A) es el coeficiente de la función de infiltración acumulada y B el exponente rango B (0 - 1);  $I_{cum} = A t^B$ .

Al tener estos datos se entra al programa "RIEGO POR SURCOS", Torrente (2003), (Anexo 15) se empieza a jugar con las variables de caudal, longitud de surcos, pendiente, espaciamiento entre surcos y la rugosidad de la superficie del surco (Manning), hasta obtener resultados satisfactorios en tiempos de riego, Eficiencia y otros importantes como el porcentaje de escorrentía y de percolación profunda.

Después de tener el diseño individual por lote se procede a sectorizar el lote en el plano con curvas a nivel, preferiblemente con rango mínimo de cada 20 cm; ubicación de las obras de arte (cajillas de distribución, pasos de vía, viaductos y demás), acequias de riego y drenaje y sentido de los surcos.

## 6. CONCLUSIONES

- Los agricultores de la zona cambiaron un poco la cultura de riego por inundación, ya que con las capacitaciones realizadas se aclararon todas las dudas que les generaba la implementación de un nuevo sistema, además de dejar bien claro los ventajas con respecto al manejo del recurso hídrico, la disminución de la pérdida de la capa vegetal y los problemas fitosanitarios que generaría el contacto del agua con el tallo del cultivo.
- De acuerdo con los datos de evaporación total mensual de la estación meteorológica los Rosales N° 2110505 con latitud 0237N – longitud 7525W – Elevación 553 m.s.n.m. dio como resultado una frecuencia de riego máxima para dichas zonas de 11 días.
- Los caudales promedio de aplicación para el riego por surcos en las áreas de estudio y diseño, oscilan entre 0.6 y 0.8 litros / segundo, los cuales generan tiempos entre 5 a 10 horas.
- En los lotes evaluados se pretende controlar la entrada de agua a los surcos, utilizando el concepto de altura hidráulica, mediante tubos rectos; evitando la ruptura continua de las acequias de riego con el uso de las tradicionales bocananas.
- La longitud de surcos máxima esta entre los valores de 120 y 250 metros, longitud con las cuales se puede ver una buena eficiencia del sistema con promedios entre 55 y 70 % con los caudales anteriormente nombrados.
- De acuerdo con los resultados de laboratorio se puede decir que suelos característicos de la zona evaluada tienen como prioridad suelos con texturas entre Arenosas y Franco – Arcillo – Arenosos; ya que la mayoría de estos lotes son Vegas cercanas al Río Neiva, Quebrada La Ciénaga y algunos cercanos al Río Magdalena.
- Durante el desarrollo de la pasantía se hizo una transferencia de tecnología a los agricultores de la zona sur del Departamento del Huila, específicamente en el municipio de Campoalegre, buscando mejorar su calidad de vida, además de disminuir los impactos ambientales, que causaba el riego tradicional (inundación).

## 7. RECOMENDACIONES

- Como proyecto controlado por el ministerio de agricultura, las indicaciones dadas por el área de riegos de la Corporación en cuanto al diseño de riego, la construcción de obras de arte y acequias de riego y drenaje deben ser cumplidas para que no tengan el problema de que el ICR (incentivo de Capacitación Rural) les sea eliminado de sus beneficios.
- Realizar revestimiento de canales principales para evitar las perdidas por infiltración presentadas en la conducción hasta el lote y el recorrido dentro de él mismo.
- Hacer el uso de los tubos rectos para la aplicación del agua a los surcos, esto para evitar el uso de las tradicionales bocanas que causan el rompimiento de los acequias de riego; además de no hacer controlable la aplicación del caudal apropiado.
- Hacer mantenimiento (limpieza, calibración y revisión) a todas las partes del sistema (acequias de riego y drenaje, surcos, unidades de bombeo) para no reducir su eficiencia, buscando siempre los mejores beneficios tanto económicos como ambientales.
- Manejar el sistema de riego por pulsos (por estaciones) en todo tipo de suelos, pero aún más en los de textura arenosa, con el fin de mejorar la eficiencia del sistema, disminuir tanto las pérdidas por escorrentía y por percolación profunda, además de mejorar el rendimiento del cultivo.

## BIBLIOGRAFIA

CIFUENTES, M. GERMÁN. Guías Prácticas de Parámetros de Diseño, Riego y Drenaje. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana, Neiva, 1998. Pg. 127.

LOZANO, ALVARO. Equipos de Bombeo. Cooperativa de Empleados USCO, Neiva, 1992. 117 Pg.

TORRENTE, ARMANDO. Riego por Surcos. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana. Neiva, 1999. 55 pg.

VERGEL, A. MARIA. Evaluación hidráulica del riego por surco con caudales de 2, 4 y 6 lps en las series de los suelos más representativas del Ingenio San Carlos S. A. Tesis Ingeniería Agrícola. Facultad de Ingeniería, Universidad Surcolombiana. 2005. 108 Pg.

Torrente, Pachón, Perdomo y otros. Estudio de suelos para los cultivos de cacao clonado y plátano en los municipios de tarqui y la plata. Fundación alto magdalena – Universidad Surcolombiana – facultad de ingeniería – IDEI – GHIDA. Neiva 2006. 114 pg.

Gasca y Trujillo. Estimación de las demandas hídricas del Cultivo de tabaco en el municipio de Campoalegre Departamento del huila. Tesis Ingeniería Agrícola. Facultad de Ingeniería. Universidad Surcolombiana. 2007. 60 pg.

Doorembos, J. A. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma. FAO. No 33, (24) .1976.

FAO. Las necesidades de agua de los cultivos. N° 24. Estudios del agua sobre riego y drenaje. Roma.194 p. 1976.

FAO. Riego por surcos alternos en el cultivo de la caña de azúcar. M. S c. Jesús M. Meneses Peralta. Cuba. 7 p. 2002.

CENICAÑA. Mapa de sitio. Documentación.2003.php



BUSCAGRO. Disciplinas básicas e Investigaciones. Riego y drenaje

BUSCAGRO. La cadena del cacao en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica. 1991-2005". Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 58 pg. 2003. Pdf.

PROAMAZONIA. Manual del cultivo de cacao. Ministerio de agricultura. Perú. 83 pág. 2004. Pdf.

# **ANEXOS**

ANEXO 1. Formato de Infiltración - Método de Entrada y Salida

**CORPORACION SOLIDARIA NANYANVA  
AREA DE RIEGOS  
RIEGOS POR SUPERFICIE "SURCOS"**

FORMATO PARA INFILTRACION DE SURCOS USANDO EL METODO DE ENTRADA Y SALIDA

Minutos	Tiempo de reloj	Diferencia en tiempo entre lecturas (Min)	Tiempo acumulado (Min)	Cabeza en el aforado (cm)	Caudal (L/seg)	Cabeza en el aforado (cm)	Caudal (L/seg)	Tasa de Infiltracion L/seg	Tasa de Infiltracion (cm / hr)
				ENTRADA		SALIDA			
0	0		0	6,3	0,522	1	0,005	0,517	10,340
1	1	1	1	6,3	0,522	4	0,17	0,352	7,040
5	5	4	5	6,3	0,522	6	0,462	0,06	1,200
10	10	5	10	6,3	0,522	5,8	0,426	0,096	1,920
15	15	5	15	6,3	0,522	5,6	0,391	0,131	2,620
20	20	5	20	6,3	0,522	5,7	0,409	0,113	2,260
30	30	10	30	6,3	0,522	6,1	0,48	0,042	0,840
40	40	10	40	6,3	0,522	6,3	0,52	0,002	0,040
50	50	10	50	6,3	0,522	6,3	0,52	0,002	0,040
60	60	10	60	6,3	0,522	6,3	0,52	0,002	0,040

Espaciamiento entre aforadores: 30 m \_\_\_\_\_ Ancho de Surcos(w) : 0.86 mt. \_\_\_\_\_ Long. de Surcos(L): 100 mt \_\_\_\_\_  
 Lugar : Gil Trujillo \_\_\_\_\_ Area de infiltración : \_\_\_\_\_ Fecha : 27-junio-2006 \_\_\_\_\_  
 Textura del suelo : \_\_\_\_\_ Contenido de Humedad: 20 - 30 %

Observaciones: \_\_\_\_\_ Presencia de turriones



ANEXO 3. Carta de aviso de la prueba de avance e infiltración.

Neiva, 8 de julio de 2006

Señor:

Ciudad

Cordial saludo.

La corporación solidaria Nanyanva informa que las visitas para la prueba preliminar en campo del diseño de riego por surco, se realizarán durante el transcurso del presente mes, cada usuario será notificado con anticipación de la fecha en la cual se realizara la prueba en su respectivo predio.

Para el día de la visita cada beneficiario deberá disponer para la comisión de riego lo siguiente:

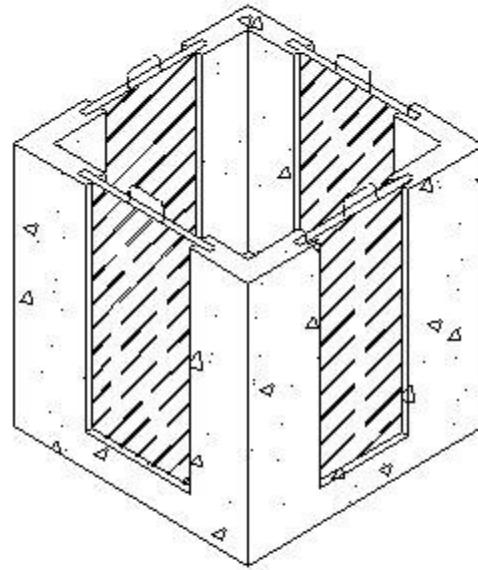
- 5 surcos de 150 metros de longitud cada uno, espaciados cada 90 cm. La profundidad del surco debe ser de 15 cm. y de ancho entre (20-25) cm. Ver grafica.
- La ubicación de los surcos deben realizarse buscando que este en la parte mas plana del terreno, o en su defecto que estén orientados lo menos posible en el sentido de la pendiente (siguiendo la curva a nivel). No se deben realizar los surcos en el sentido de la pendiente.
- El terreno donde se realicen los surcos no debe presentar humedad, debe estar seco.
- Tener 35 estacas de 50 cm. de longitud.
- Disponer de 2 obreros para la comisión del área de riego el día de la prueba.
- Disponer de agua en el lote para el día de la visita.

Nota:

Si el beneficiario no dispone de la totalidad de las recomendaciones ya mencionadas, deberá notificar con anticipación a la corporación el aplazamiento de la fecha del día prueba. De lo contrario asumirá el total de los gastos que requiere esta prueba de campo, lo cual es:

Transporte de la comisión del área de riego, viáticos y honorarios de los profesionales competentes, por un precio de cien mil pesos m/cte (\$100.000) día.

# 4 COMPUERTAS

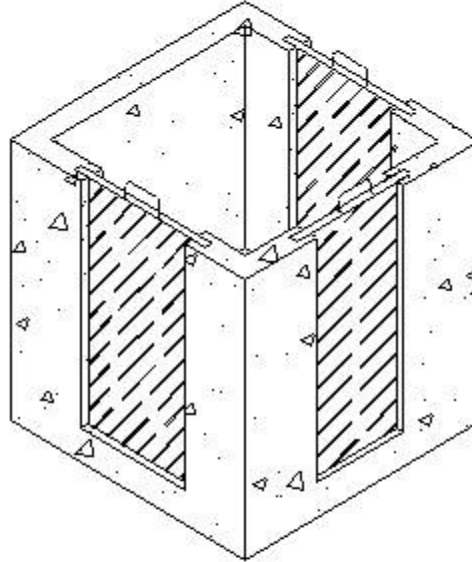


## CAJILLAS DE DISTRIBUCION

Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo Unidad
Formaleto	UN	1	\$ 26.519	
Riel Compuerto	UN	8	\$ 7.128	
Concreto 3000 PSI	M3	0.2956	\$ 69.005	\$ 186.348
Compuertas	UN	4	\$ 32.360	
Mano de Obra			\$ 51.336	

ANEXO 4. Detalle Cajilla de Distribución de 4 Compuertas. Despiece de los costos previstos.

# 3 COMPUERTAS

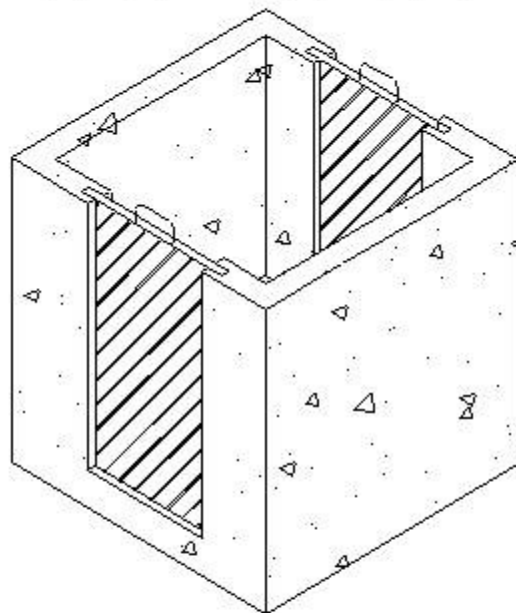


## CAJILLAS DE DISTRIBUCIÓN

Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo Unidad
Formaleto	UN	1	\$ 26,519	
Riel Compuerta	UN	6	\$ 5,346	
Concreto 3000 PSI	M3	0.3298	\$ 76,778	\$ 178,067
Compuertas	UN	3	\$ 24,270	
Mono de Ojro			\$ 45,154	

ANEXO 5. Detalle Cajilla de Distribución de 3 Compuertas. Despiece de los costos previstos.

# 2 COMPUERTAS

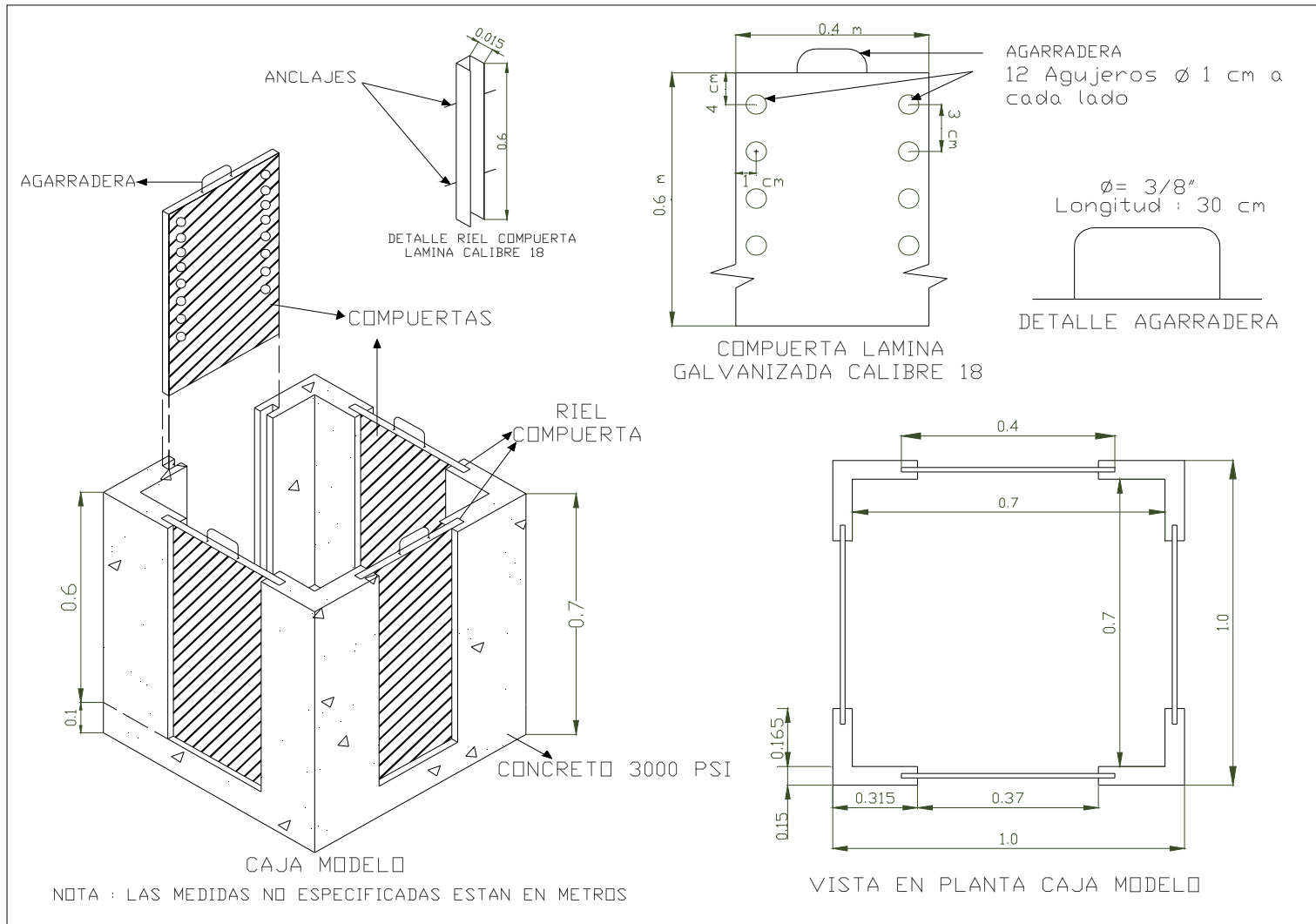


## CAJILLAS DE DISTRIBUCION

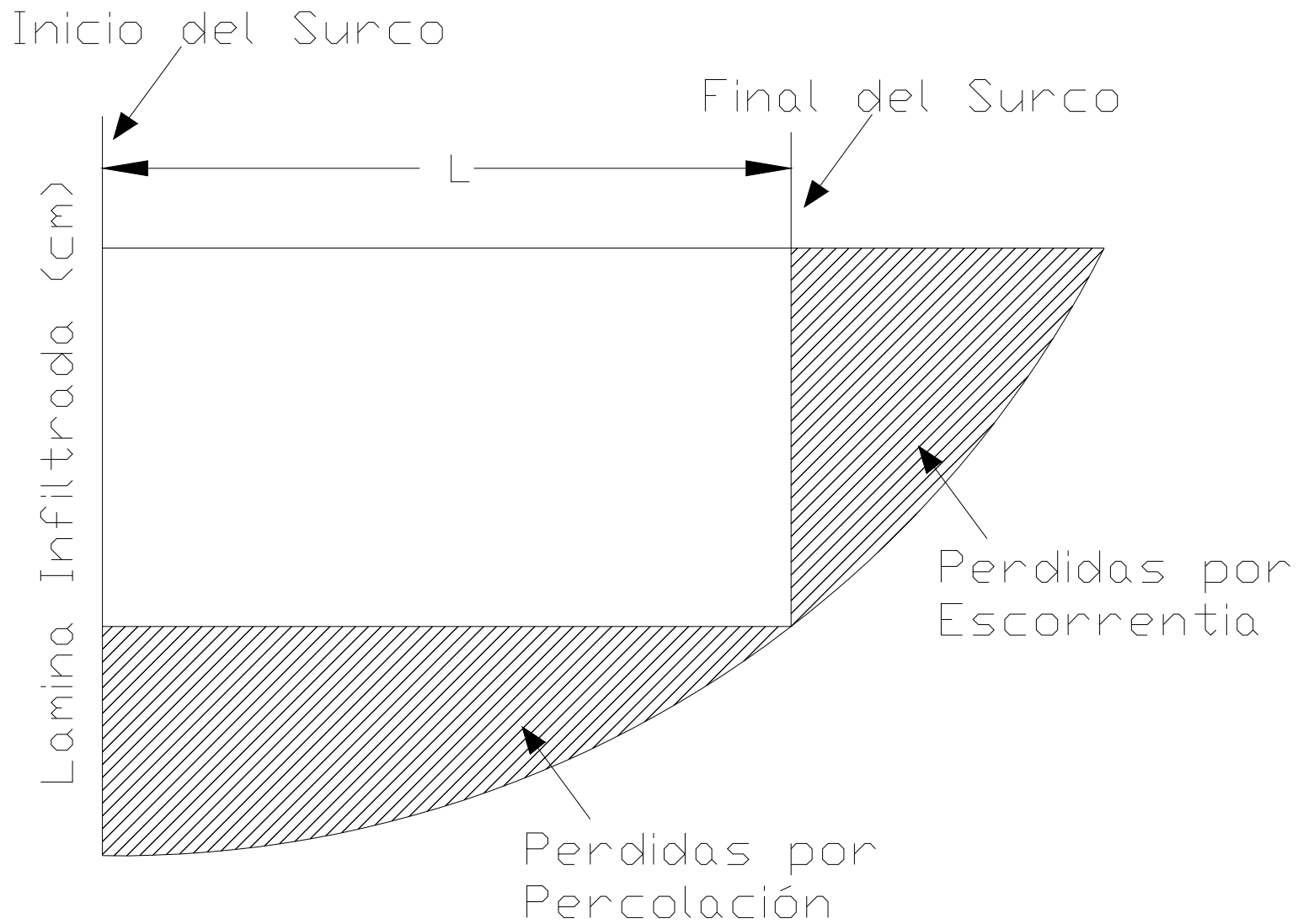
Material	Unidad	Cantidad	Costo	Costo Unidad
Formaleto	UN	1	\$ 26.519	
Riel Compuerta	UN	4	\$ 3.564	\$ 169.794
Concreto 3000 PSI	M3	0.3622	\$ 84.552	
Compuertas	UN	2	\$ 16.180	
Mono de Oloro			\$ 38.979	

ANEXO 6. Detalle Cajilla de Distribución de 2 Compuertas. Despiece de los costos previstos.



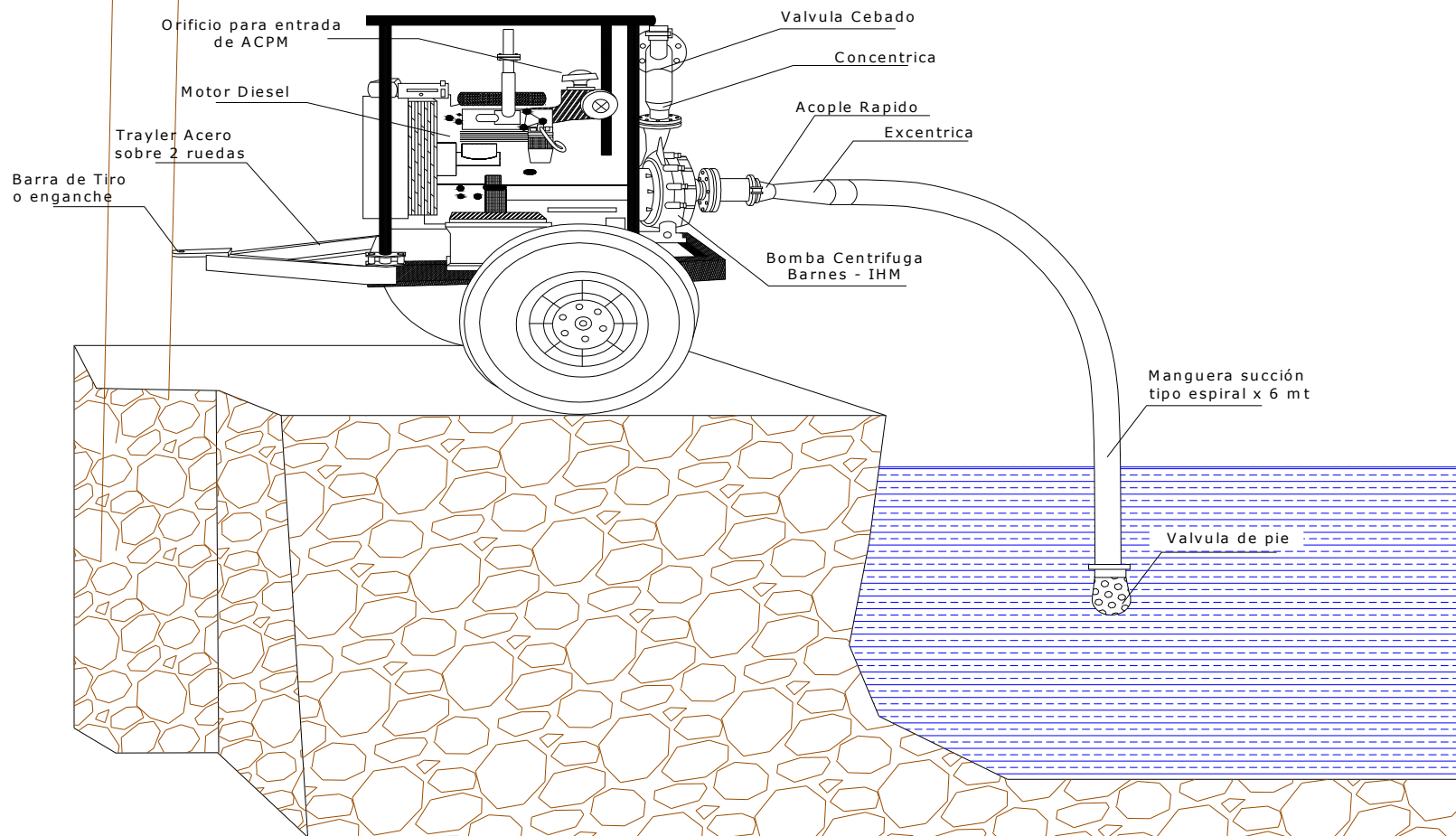


ANEXO 7. Detalle General Cajilla de Distribución. Despiece de los Elementos con sus respectivas medidas , Materiales de Construcción .



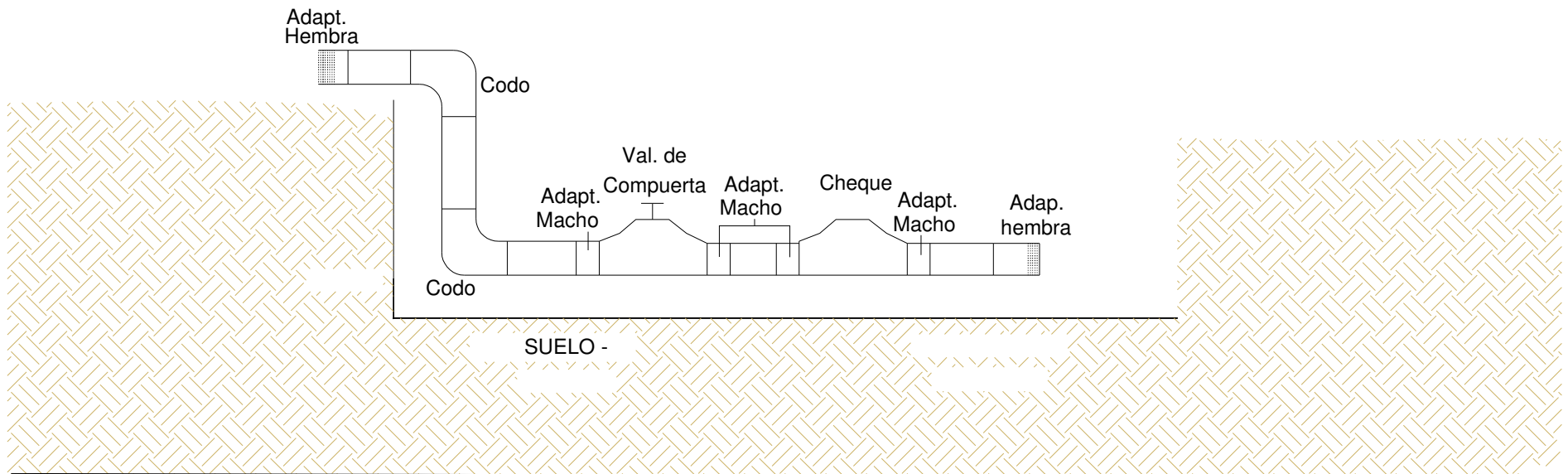
ANEXO 8. Grafica Perfil de Humedecimiento.

### DETALLE 1. UNIDAD DE BOMBEO



ANEXO 9. Detalle 1. Unidad de Bombeo General.

## DETALLE 2. MÚLTIPLE DE DESCARGA



ANEXO 10. Detalle 2. Múltiple de Descarga.

## ANEXO 11. Formato de Evaluación de la Capacitación






**CORPORACION SOLIDARIA NANYAWA**  
FORTALECIMIENTO DE LA CADENA DEL CACAO EN EL DPTO DEL HUILA

### FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN

CAPACTADOR: \_\_\_\_\_

FORMATO: EG-24

Tema de la capacitación:				
Sitio de la capacitación:			Municipio:	
Tipo de capacitación:		Duración:	Hbras	Días
Nombre del instructor:				
Asociación o asociaciones participantes:				

Para las siguientes preguntas, si la respuesta es que está satisfecho o le gusto marque bajo la carita feliz, si le pareció regular bajo la intermedia o sino le gusto o quedo insatisfecho en la carita de disgusto				
1	Entendió usted los objetivos o el propósito de esta capacitación antes de tomarla?			
2	Los materiales que le entregaron para la capacitación eran los adecuados para el tema?			
3	Qué tan bien entendió lo que le enseñaron?			
4	Cómo le pareció a usted esta capacitación?			
5	Cómo le pareció a usted el trabajo de los instructores de esta capacitación?			
6	Cómo le pareció a usted el material que usaron los instructores de esta capacitación, (Proyector, carteleros, películas, etc.?)			

7	Para asistir a esta capacitación le suministraron el transporte?	SI	NO
8	Para asistir a esta capacitación le suministraron el hospedaje?	SI	NO
9	Durante la capacitación le dieron algún refrigerio?	SI	NO
10	Durante la capacitación le dieron desayuno? Almuerzo? Comida? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		NO
11	Cree que requiere más tiempo de entrenamiento sobre el tema de esta capacitación?	SI	NO
12	Le gustaría seguir asistiendo a las otras capacitaciones?	SI	NO

13	Escriba a continuación los temas de esta capacitación que más le gustaron:
14	Si no entendió algún tema o temas de la capacitación, escribalos a continuación:
15	Qué cree que se podría mejorar en la capacitación?

**NOTA:** Este formato debe ser diligenciado por cada uno de los participantes en el evento de capacitación

ANEXO 12. Tabulación de Calificación de la Capacitación.




**Evaluación del desarrollo de talleres**

Facilitador responsable: JONNY ANDRES MENDEZ

Lugar y fecha: FINCA VICTOR JOVEN PARCELACION LLANO SUR NOVIEMBRE 30 DE 2006

Temas:

Técnico: DESCRIPCIÓN

<b>EVALUACION FINAL CON "CARITA FELIZ"</b>				
<b>Categoría de evaluación</b>				<b>Total *</b> 25
11. Los materiales que le entregaron para la capacitación eran los adecuados para el tema.	100%	-	-	100%
12. Qué bien entendió lo que le enseñaron	96%	4 %	-	100%
13. Como le parecida usted esta capacitación	96%	4%	-	100%
14. Como le pareció a usted el trabajo de los instructores de esta capacitación	100%	-	-	100%
15. Como le pareció a usted el material que usaron los instructores de esta capacitación	96%	4%	-	100%

*\* Este valor es el número de agricultores que contestaron la evaluación*

### ANEXO 13. DATOS DE VALORES TOTALES DE EVAPORACIÓN MENSUAL

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

SISTEMA DE INFORMACION  
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2006/08/14

ESTACION : 2110505 ROSALES LOS

LATITUD	0237 N	TIPO EST	CP	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1973-DIC
LONGITUD	7525 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	CAMPOALEGRE	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0553 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	NEIVA		

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1988 2 01                126.6 3 132.8 3 * * 107.7 3 94.3 108.3 3 569.7 3
1989 2 01 131.5 3 115.0 3 159.5 * * * * 122.2 3 182.8 3 96.9 * 807.9 3
1990 2 01 129.8 3 100.6 3 * 148.3 159.1 157.7 3 190.8 3 207.3 * 128.9 107.7 3 130.1 3 1460.3 3
1991 2 01 115.7 3 100.8 3 145.2 3 138.7 * 138.6 190.9 * 149.3 3 * 125.3 3 1104.5 3
1992 2 01 135.9 3 134.8 * 124.3 3 * 148.8 3 199.5 195.7 199.3 3 177.3 3 141.9 * 1457.5 3
1993 2 01 117.8 3 130.0 112.7 3 137.0 132.0 129.1 3 * 177.5 3 211.3 3 115.7 93.0 3 101.0 3 1457.1 3
1994 2 01 129.4 3 103.1 110.9 3 120.7 3 131.1 3 * 165.9 3 184.2 3 141.0 3 132.3 100.2 121.4 1440.2 3
1995 1 01 156.9 3 * 141.4 * 147.7 3 139.4 * * 217.8 156.4 * 118.2 1077.8 3
1996 1 01 133.6 103.6 118.7 3 126.4 3 139.2 3 132.2 3 171.6 3 212.9 3 213.4 144.6 3 139.3 1635.5 3
1997 1 01 94.4 3 137.5 173.3 133.5 3 184.3 3 154.6 194.8 3 231.1 3 201.1 3 175.2 3 151.3 159.6 3 1990.7 3
1998 1 01 192.9 160.3 3 157.6 109.1 146.7 154.5 179.1 187.9 3 203.4 76.1 105.3 1672.9 3
1999 1 01 100.3 3 * 114.6 3 128.0 128.4 3 135.6 204.3 251.8 158.3 148.0 3 115.0 3 96.7 3 1581.0 3
2000 1 01 125.5 101.6 92.1 107.6 125.0 153.6 203.3 211.4 156.7 173.0 131.9 138.8 1720.5
2001 1 01 181.7 177.4 149.4 149.6 144.2 200.5 3 213.5 258.6 198.6 203.3 108.1 105.7 2090.6 3
2002 1 01 158.2 137.0 148.2 125.9 106.0 142.0 167.0 195.0 181.8 169.6 130.8 148.2 1809.7
2003 1 01 159.3 132.2 139.9 106.9 143.7 154.2 225.0 241.4 190.8 139.8 114.4 98.4 1846.0
2004 1 01 137.7 148.3 161.3 108.9 139.3 175.4 173.3 223.4 197.8 3 148.6 102.7 99.9 1816.6 3
2005 1 01 135.3 112.3 104.6 124.6 130.9 162.1 220.2 193.7 184.0 125.6 114.2 102.1 1709.6
2006 1 01                91.1
MEDIOS 137.4 126.3 135.3 123.8 139.8 150.3 188.7 210.9 185.2 151.7 113.6 117.3 1780.1
MAXIMOS 192.9 177.4 173.3 149.6 184.3 200.5 225.0 258.6 217.8 203.3 151.3 159.6 258.6
MINIMOS 94.4 100.6 92.1 91.1 106.0 126.6 132.8 177.5 122.2 107.7 76.1 96.7 76.1

```

ANEXO 14. INFORME DE LA CAPACITACIÓN.

**ESCUELAS DE CAMPO PARA AGRICULTORES**

PROYECTO No.040

ARD-MIDAS

**DESCRIPCION DEL SISTEMA DE RIEGO – CABEZAL DE CONTROL –  
RED DE DISTRIBUCION – DISPOSITIVOS DE CONTROL DE  
SEGURIDAD**

**SESION No.**

**FECHA:** NOVIEMBRE 30 DE 2.006

**NOMBRE DE LA ASOCIACION:** I

**MUNICIPIO:**  
**Campoalegre**

**NOMBRE DE LA ECA:** EL PORVENIR.

**EJERCICIO:** DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

**NOMBRE DE LA ECA:** ESCUELA DE CAMPO PARA AGRICULTORES ACEC

**Descripción general**

Lugar: Finca Víctor Hernando Joven		VEREDA: Llano Sur
Tipo de convocatoria: Invitación personalizada		No. de personas participantes:
Tiempo estimado: (4) horas t XXXXXXXX		No. de sesiones: Una (1)
<b>Objetivo General:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	
<p>*Que los participantes tengan el conocimiento sobre los criterios para el buen uso del riego por surcos</p> <p>*Identificar los componentes principales del sistema de riego y su función en el riego.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Que los agricultores identifiquen las diferentes componentes del sistema de riego y su necesidad en el riego.</li> <li>- Que los agricultores tengan claro los criterios del riego para su mejor utilización</li> <li>- Indicar al agricultor de la necesidad de un sistema de riego tecnificado y sus implicaciones en el mejoramiento del cultivo.</li> <li>- Que el agricultor maneje didácticamente el riego por surcos y descubra como dar la mejor utilización a el.</li> </ul>	
<b>Metas:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cada participante debe tener claro el movimiento del agua en el suelo mediante el sistema de riego por surcos.</li> <li>- Mediante una forma didáctica los agricultores deben aclarar todas las dudas que tengan del sistema de riego por surcos.</li> <li>- Que los participantes produzcan plátano de excelente calidad para mejorar su nivel de vida.</li> </ul>		



<b>Materiales:</b>	<b>No.</b>	<b>Insumos:</b>	<b>No.</b>
Marcadores de colores		bolsas de plástico	
Papelógrafos		Plástico de rollo	
Cuadernos		Frascos	
Esferos		Tierra	X
Moldes	X	Algodón	
Lápices		Red para cazar insectos/ red de barrido	
Plastilina		Machete	
Cinta adhesiva		Fumigadoras	
Regla y cinta métrica		Cintas para marcar	
Tarjetas de cartulina		Serruchos para podar	
Computador		Varetas porta yemas	
Video beam		Agua	X
Proyector de acetatos		Abono	
Pitillos	X	Tijera podadora	
Papel Cartón	X	Bisturí	X
Etiquetas para árboles		Finca	X
Otros *		Otros *	

\* Frascos

## **PROCEDIMIENTO**

### **A. Procedimientos previos inicio de la ECA**

#### **1. Selección del escenario de capacitación**

Ubicar una finca de con riego instalado y en lo posible que tenga un área de la finca donde se desarrolle el cultivo con tecnología y que su propietario permita el ingreso de los participantes al cultivo.

La finca debe ser de fácil acceso y cerca de una vía principal.

---

#### **2. Preparación del escenario de capacitación**

En la finca se tomaran parte de los materiales necesarios para la construcción de la maqueta del sistema de riego para cada subgrupo de participantes. Son 5 subgrupos a los cuales se le entregaran los otros materiales necesarios para complementar la didáctica.

Alistar los elementos o herramientas indispensables para el ejercicio en campo.

---

#### **3. Organización del material pedagógico**

Para cada subgrupo se le debe preparar el material descrito.

Preparación de tres preguntas (3) de retroalimentación

Preparación de cinco (5) preguntas relacionadas con el ejercicio como inducción.

---

## **B. Procedimientos en el desarrollo de la ECA**

### **1. Retroalimentación Sección Anterior**

Dinámica mediante la cual se le entrega a cada participante señalado una pregunta acerca del tema de la capacitación anterior.

### **2. Conformación de subgrupos**

Mediante una dinámica lograr que todos los asistentes participen activamente en los ejercicios y se requiere mezclar al azar los participantes.

Cada subgrupo usando su creatividad buscará un nombre que los identifique como equipo (Por ejemplo: intensos, los gladiadores, micos, etc.) esto genera un ambiente de trabajo ameno.

#### **Preguntas de Inducción**

1. Cuales son los componentes de un cabezal de riego?
2. Para que son las acequias de riego y drenaje?
3. Que es una bocana?
4. De que forma avanza el agua en un terreno?
5. Que es una cajilla de distribución de caudales?
6. Que es el riego por surcos y para que se aplica?

Duración (45 minutos)

---

### **3. Desarrollo del ejercicio del MIPE en el campo**

El facilitador da las instrucciones del ejercicio a desarrollar y basados en la didáctica se le entrega a cada subgrupo unas preguntas para llegar al concepto del riego tecnificado.

Con los materiales entregados construya un sistema de riego tradicional?

Construya un sistema de riego tradicional por surcos?

Construya un sistema de riego tecnificado por surcos?

Con la plastilina y los cartones construya una cajilla de distribución de caudales?

El facilitador indica el orden de presentación de cada subgrupo. Al final de las presentaciones se sacan conclusiones sobre los diferentes métodos de riego se determinan de esta manera los pasos que hay que dar para el mejor manejo del riego para el aumento de la producción del cultivo.

### **4. Desarrollo del ejercicio del MIPE en el cultivo**

El facilitador da las instrucciones del ejercicio a realizar en campo entrega a cada subgrupo las herramientas y materiales y asigna a cada subgrupo los moldes y materiales cuyo objetivo es identificar la presencia los componentes del sistema de riego por surcos.

Una vez terminado el tiempo el facilitador indica a los participantes que en forma ordenada iniciar un recorrido por cada subgrupo donde cada subgrupo expone lo encontrado en las 10 plantas y en cada presentación si hay diferentes opiniones sobre un tema, el facilitador debe ayudar a explorar las causas de las diferencias para llegar a un consenso.

Duración (60minutos)

---

## **5. Reunión preparatoria para la plenaria**

El facilitador pide a los participantes que ilustren en papel las ventajas y desventajas generadas mediante la implementación de este sistema de riego.

En este ejercicio se sugiere que tenga en cuenta tanto la parte técnica, económica y ambiental para la presentación.

Cada subgrupo se dispone a preparar la exposición que presentará en la reunión plenaria, pueden seleccionar a un vocero o pueden presentar la exposición entre todos los integrantes del subgrupo.

El subgrupo interpreta la información recolectada en el lote y su entorno para entender ventajas, desventajas, implicaciones ambientales, implicaciones económicas encontrados en la realización de la didáctica. Una vez socializada la determinación y llegando a una conclusión, el grupo anota sus decisiones en el papelógrafo para ser presentado en la plenaria. De igual forma se procede para analizar los resultados encontrados.

El facilitador estará atento a inducir la participación, la creatividad, el análisis y las decisiones en cada subgrupo. Anunciará el inicio de la plenaria de manera oportuna.

Duración (30minutos)

---

## **6. Plenaria sobre los resultados grupales del ejercicio**

El facilitador indica el orden de presentación de cada subgrupo. Al final de las presentaciones se sacan conclusiones sobre el riego y se determinan los pasos que hay que dar para el buen manejo de la plantación.

Al terminar cada exposición el facilitador abrirá un pequeño espacio para preguntas puntuales de parte de los participantes (No más de 5 preguntas, tres minutos por pregunta y respuesta).

Cuando hay diferentes opiniones sobre un tema, el facilitador debe ayudar a explorar las causas de las diferencias para llegar a un consenso.

Terminada cada presentación el facilitador debe reconocer en público el trabajo presentado por el subgrupo pidiendo un aplauso a los asistentes. Debe proceder a ubicar el material de presentación en un lugar en el que permanezca visible durante el tiempo de la ECA.

Duración (30minutos)

---

### 7. Cierre del tema por parte del facilitador

Una vez culminada la sesión plenaria el facilitador hace un resumen de las conclusiones del ejercicio realizado, se profundizara acerca de temas del riego que no se hayan tocado mediante ayudas didácticas; agradece la participación y los invita a participar en el tema siguiente.

Duración (15 minutos)

## AGENDA

### TALLER - TECNICO / SOCIAL OCTUBRE 5 DE 2.006 CAMPOALEGRE

HORA	ACCION	METODOLOGIA	RESPONSABLE
8:30 a.m. (10min)	Bienvenida y presentación del taller	Comunicación verbal Introducción ECAS	SONIA DURAN
8:40 a.m. (30min)	Presentación de los participantes.	Dinámica: EL PLATANO	MARGARITA MARTINEZ
9:10 a.m.  10min  9:50 a.m.  1 hora	DESARROLLO DEL EJERCICIO DESCRIPCION DEL SISTEMA	-Instrucción del ejercicio.  -Desplazamiento al Lote.  - Trabajo en Campo	JONNY MENDEZ
10:15 a.m	<b>REFRIGERIO</b>		Facilitadores
10:30 a.m.	Reglas de juego y expectativas: Nombre de la ECA	-Comunicación verbal	Sonia Duran Margarita Martínez
11:00 a.m.	Registro de Agricultores	Encuesta	Facilitadores
12:00	Conformación e grupos	Dinámica de Conformación de Grupos: Identificación de los colores que predominan en el cultivo de plátano: verde, rojo, amarillo, negro,	ELVER RIVERA

		café; Y así quedan conformados los grupos de trabajo para el día de hoy.	
12:30 a.m.	<b>Almuerzo</b>		
1: 30 p.m. 15 min. 1:45 p.m. 5min	Desarrollo del Ejercicio Social:	<b>RESOLUCION DE CONFLICTO:</b>  -Dinámica de animación: Salir del Círculo.  -Conformación de grupos	MARGARITA MARTINEZ   SONIA DURAN
1:50 p.m		Ejecución del ejercicio por temas.	MARGARITA MARTINEZ
2:05 p.m.		Instrucción – Análisis de casos (lectura)- preparación de exposiciones.	MARGARITA MARTINEZ SONIA DURAN
3:05 p.m.	Plenaria		AREA SOCIO EMPRESARIAL
4:05 p.m.	Conclusiones	Compromisos generales: técnico Social	FACILITADORES
4:30 p.m.	Evaluación	Descriptiva y escrita	FACILITADORES

### **ESCUELAS DE CAMPO DE AGRICULTORES**

PROYECTO No.0000

ARD-CAPP

ANEXO 15. TABLAS DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD PARA EL DISEÑO DE RIEGO POR SURCOS.

Tabla 1. Estimación de la Lamina Neta del Suelo. Gil Trujillo.

<b>TEXTURA</b>	<b>Wcc (%)</b>	<b>Wpmp (%)</b>	<b>Da (g/cc)</b>	<b>Pr (cm)</b>	<b>Na (%)</b>	<b>dn (mm)</b>
FA	20.77	12.02	1.47	80	60	61.74

Wcc: Capacidad de campo - Wpmp: Punto de marchites permanente - Da: Densidad aparente - Pr: Profundidad efectiva radicular - Na: Nivel agotamiento – dn: lamina neta

Tabla 2. Análisis de Sensibilidad para el diseño de Riego por Surcos. Gil Trujillo.

<b>Prueba</b>	<b>u</b>	<b>z</b>	<b>Q(lps)</b>	<b>p</b>	<b>r</b>	<b>L (m)</b>	<b>w (m)</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>dn(mm)</b>	<b>Uc<sub>máx</sub></b>	<b>Fr(dias)</b>	<b>n</b>	<b>S<sub>o</sub>(m/m)</b>	<b>P (m)</b>
1	3.6388	0.2091	0.60	3.27	0.66	100.00	0.60	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.46
2	3.6388	0.2091	0.60	3.27	0.66	120.00	0.60	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.46
3	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	0.60	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
4	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	90.00	0.60	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
5	3.6388	0.2091	1.00	3.64	0.66	100.00	0.80	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.52
6	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.00	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
7	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	0.80	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
8	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	0.60	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
9	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	0.50	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
10	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	0.60	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
11	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	0.80	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
12	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.00	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
13	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.20	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
14	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.50	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
15	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.50	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
16	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.50	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
17	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	100.00	1.50	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49
18	3.6388	0.2091	0.80	3.47	0.66	120.00	0.80	3.35	0.28	61.74	7.00	9	0.14	0.01	0.49

- u: Coeficiente función general de Avance  $p = u Q z$
- Exponente ecuación general de avance  $p = u Q z$
- Q: Caudal seleccionado a aplicar en el surco en litros por segundo Rango (0.5 - 3 lps).
- p: Coeficiente de la función de avance  $x = p t r$
- r: Exponente de la función de avance  $X = p t r$  rango (0 - 1)
- L: Longitud total del surco en metros
- W: Espaciamiento entre surcos consecutivos en metros rango ( 50 - 1.50 m)
- A: Coeficiente de la función de infiltración acumulada  $I_{cum} = A t B$
- B: Exponente de la función de Infiltración acumulada  $I_{cum} = A t B$  Rango B (0 - 1)
- dn: Lámina neta aplicada al suelo en milímetros.  $dn=(wcc-wpm)/100$ . Da. Pr. Na
- UC máx: Uso Consumo máximo del cultivo en mm/día. Se determina utilizando la información del Tanque evaporímetro o fórmulas empíricas.  $Uc = Kc. Kt. Ev$
- Fr (días): Frecuencia de riego en días.  $Fr = dn / Ucmáx$
- n: Rugosidad de la superficie del surco según Manning.
- So(m/m): Pendiente longitudinal del surco. Rango (0.1 - 0.5%)  $Pmáx = 67 / P301.3$
- P (m): Perímetro húmedo ajustado del surco en metros.  $P=0.265(Q.n/So0.5)0.425+0.2$

Tabla 3. Tiempos de Riego y Eficiencia teórica del Riego en el Cultivo. Gil Trujillo.

$t_2$ (min)	$T_1$ (min)	$T_{ap}$ (min)	$t_a$ (min)	$t_c$ (min)	$dl$ (cm)	$db$ (cm)	$dp$ (cm)	$\%P_{er}$	$ds$ (cm)	$\%P_{es}$	$\%E_f_a$
21.84	180.64	202.48	71.70	130.78	10.23	12.15	4.06	33.39	1.92	15.78	50.82
22.38	238.29	260.67	94.59	166.08	10.82	13.03	4.65	35.67	2.21	16.96	47.37
17.79	164.86	182.65	65.44	117.21	10.47	14.61	4.29	29.39	4.14	28.36	42.25
17.79	140.47	158.26	55.76	102.50	10.08	14.07	3.91	27.78	3.99	28.33	43.89
41.21	153.58	194.79	60.96	133.82	8.59	14.61	2.41	16.51	6.02	41.23	42.26
110.25	164.86	275.11	65.44	209.67	7.39	13.21	1.22	9.22	5.81	44.03	46.75
49.69	164.86	214.55	65.44	149.11	8.40	12.87	2.22	17.28	4.47	34.76	47.96
17.79	164.86	182.65	65.44	117.21	10.47	14.61	4.29	29.39	4.14	28.36	42.25
9.27	164.86	174.13	65.44	108.70	12.30	16.72	6.12	36.64	4.42	26.43	36.93
17.79	164.86	182.65	65.44	117.21	10.47	14.61	4.29	29.39	4.14	28.36	42.25
49.69	164.86	214.55	65.44	149.11	8.40	12.87	2.22	17.28	4.47	34.76	47.96
110.25	164.86	275.11	65.44	209.67	7.39	13.21	1.22	9.22	5.81	44.03	46.75
211.43	164.86	376.29	65.44	310.85	6.88	15.05	0.70	4.67	8.17	54.31	41.02
469.12	164.86	633.98	65.44	568.54	6.52	20.29	0.34	1.68	13.77	67.88	30.43
469.12	164.86	633.98	65.44	568.54	6.52	20.29	0.34	1.68	13.77	67.88	30.43
469.12	164.86	633.98	65.44	568.54	6.52	20.29	0.34	1.68	13.77	67.88	30.43
469.12	164.86	633.98	65.44	568.54	6.52	20.29	0.34	1.68	13.77	67.88	30.43
49.69	217.48	267.17	86.32	180.84	8.86	13.36	2.69	20.14	4.49	33.64	46.22

$t_2$  (min) Tiempo de aplicación de la lámina neta al suelo dada en minutos  $t_2 = (dn.w / A.P)1/B$

$T_1$  (min): Tiempo de avance en la longitud total del surco dada en metros  $T_1 = (L/p)1/r$

$T_{ap}$ (min): Tiempo de aplicación de agua al surco o tiempo de riego en minutos  $T_{ap} = T_1 + t_2$

$t_a$  (min): Tiempo de avance promedio en el surco dada en minutos  $t_a = (1/p)1/r(X1/r/(1+r+1))$

$t_c$  (min): Tiempo de oportunidad de contacto promedia de la lámina de agua con la superficie del suelo, en minutos  $t_c = T_1 + t_2 - t_a$

$dl$  (cm): Lámina infiltrada promedia en milímetros  $dl = A t_c B P/W$  -  $db$  (cm): Lámina bruta aplicada en milímetros.  $db = (T_1 + t_2). Q / w. L$

$dp$ (cm): Lámina percolada por debajo de la zona de raíces en milímetros  $dp = dl - dn$  -  $\%P_{er}$  : Porcentaje de percolación profunda  $\%Per = dp/db. 100$

$ds$  (cm) : Lámina escurrida al final del surco en milímetros  $ds = db - dl$  -  $\%P_{es}$ : Porcentaje de escurrida  $\%Pes = ds/db. 100$

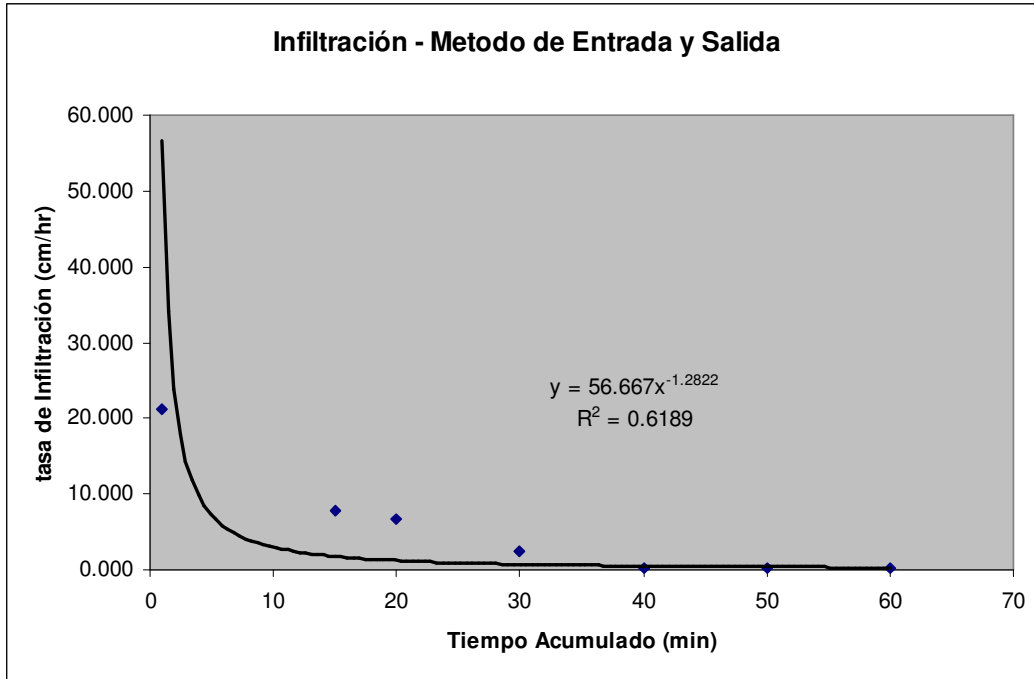
$\%E_f_a$  : Porcentaje de eficiencia de aplicación de agua al suelo.  $\%Efa = dn/db. 100$  Aceptable > 50%.



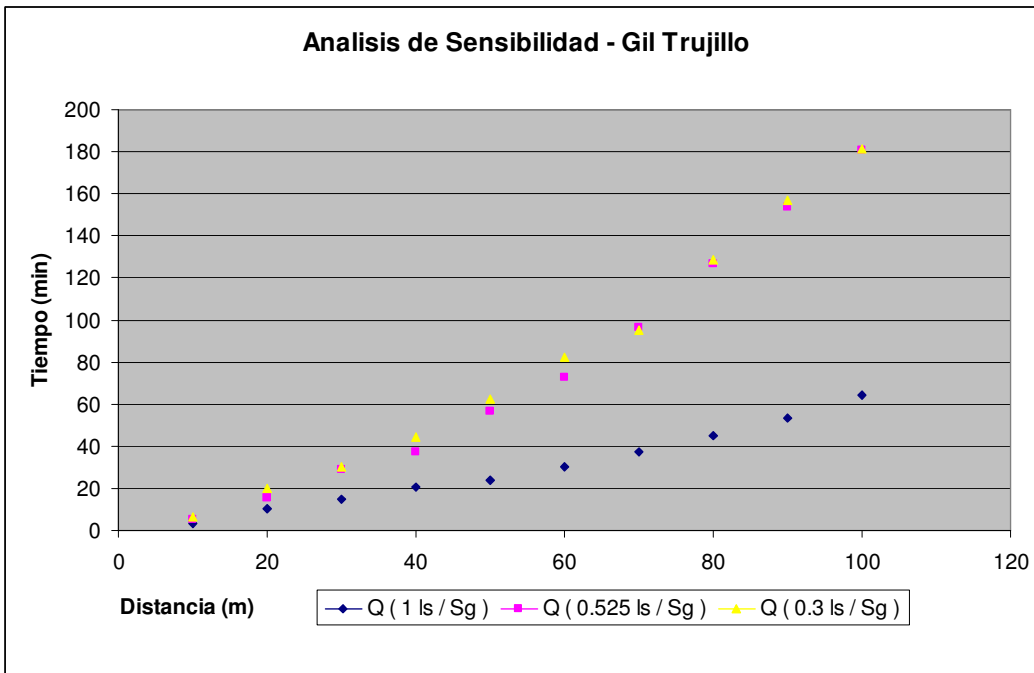
ANEXO 16. Graficas de Avance e Infiltración.

Gil Trujillo – Mpio de Campoalegre – Vereda los Rosales

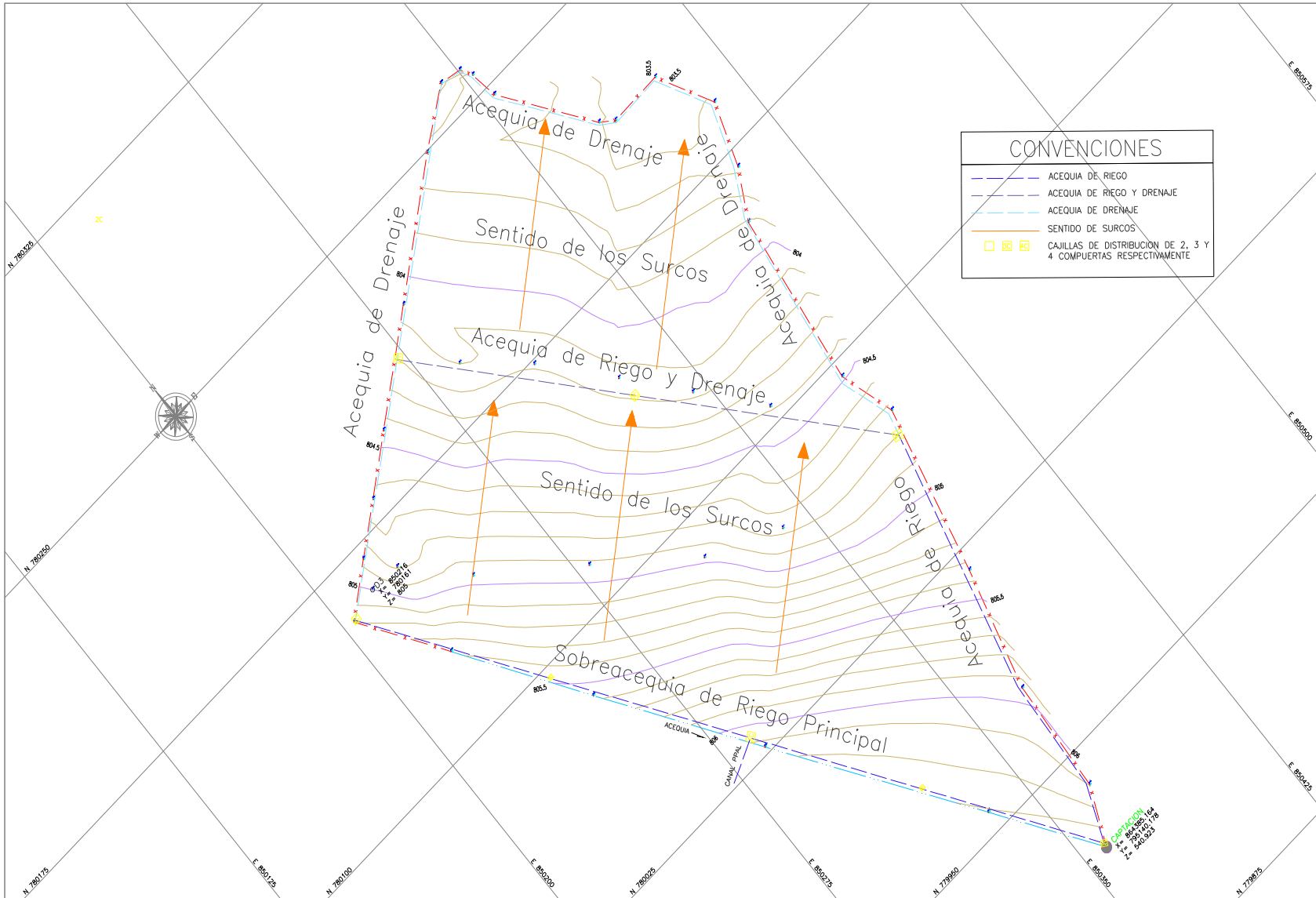
Grafica 1. Infiltración – Con Datos de Campo Ajustados.



Grafica 2. Ecuación General de Avance en Surcos – Con Datos de Campo Ajustados.



ANEXO 17. Plano diseño de riego por Surcos. Ubicación de los Componentes del Sistema.



CONVENCIONES	
	ACEQUIA DE RIEGO
	ACEQUIA DE RIEGO Y DRENAJE
	ACEQUIA DE DRENAJE
	SENTIDO DE SURCOS
	CAJILLAS DE DISTRIBUCIÓN DE 2, 3 Y 4 COMPUERTAS RESPECTIVAMENTE



