



**“REDISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR GOTEO PARA 63 Has. EN CULTIVO DE TABACO EN EL MUNICIPIO DE RIVERA – HUILA.”**

**OSCAR EDUARDO GUTIÉRREZ OLAYA**

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

**Universidad Surcolombiana  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Agrícola  
Neiva, 2011**

**“REDISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE  
RIEGO POR GOTEO PARA 63 Has. EN CULTIVO DE TABACO EN EL MUNICIPIO  
DE RIVERA – HUILA.”**

**Autor: OSCAR EDUARDO GUTIÉRREZ OLAYA**

**Director: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO**

**Ingeniero Agrícola.**

**Especialista en Ingeniería de Irrigación**

**Codirector: MICHEL ALEXANDER CIFUENTES GUIO**

**Ingeniero Civil**

**Gerente FUNDISPROS**

**Universidad Surcolombiana  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Agrícola  
Neiva, 2011**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Director Proyecto de Grado:

**MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO**

Ingeniero Agrícola  
Esp En Ingeniería De Irrigación  
Profesor Universidad Surcolombiana

---

Jurado:

**JAZMÍN RODRÍGUEZ CALDERÓN**

Ingeniera Agrícola  
Esp En Ingeniería Ambiental  
Jefe Departamento De Ingeniería Y Residente  
Empresa Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA.

---

Jurado:

**ALFREDO RAMOS MORENO**

Ingeniero Agrícola.  
MsC.Hidrología  
Profesor Universidad Surcolombiana.

*Dedico este trabajo*

*A Dios que nos ha proporcionados la ayuda y el bienestar de estar en su gracia en los diferentes momentos de la vida y nos ha permitido ser personas al servicio de quien lo necesite.*

*A mis Padres, María del rosario Olaya garcía y bertil gutierrez gutierrez; quienes con grandes sacrificios han logrado formarme primero como persona y luego como un buen profesional, razón por la que son el Motor que me mueve cada día para seguir adelante en las metas que me he trazado en la vida.*

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

## *AGRADECIMIENTOS*

*El autor expresa sus agradecimientos a:*

La **Universidad Surcolombiana, (Neiva)**, por su misión formadora y por brindarme todo el apoyo que necesite durante mi carrera.

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

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

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

**Jazmin Rodriguez Calderon**, Ingeniera Especialista en ingeniería ambiental, Ingeniera de la empresa Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA. Con gran carisma por su confianza y colaboración durante la ejecución de este proyecto.

**Alfredo Ramos Moreno**, Ingeniero Agrónomo, Profesor de la Universidad Surcolombiana. Por su apoyo, colaboración y comprensión durante todo el periodo de mi formación profesional.

**Jaime Izquierdo, Fabio Salinas, Duvan Henao** y demás cuerpo docente del programa de ingeniería agrícola de la Universidad Surcolombiana. Por su colaboración y asesoría en la carrera.

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

**Lucho, Ramón y Alirio**. Técnicos en instalación hidráulica de la empresa ingeniería de riegos y obras civiles Ltda., por compartir su amplia experiencia y conocimientos que contribuyen a una mejor formación.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS.....	1
1.1 Objetivos Generales.....	1
1.2 Objetivos Específicos.....	1
2. MARCO CONCEPTUAL.....	2
2.1 Generalidades del Cultivo de Tabaco.....	2
2.1.1 Marco Histórico del Cultivo.....	2
2.1.2 Características Genéticas y Botánicas.....	3
2.1.3 Variedades y Clases Cultivadas de Tabaco en Colombia.....	3
2.2 Importancia Económica y Distribución Geográfica de la Producción.....	6
2.3 Características Climáticas y Edafológicas.....	9
2.4 Riego.....	11
2.4.1 Tipos de Riego.....	11
2.4.2 Necesidades Hídricas y Componentes del Régimen de Riego.....	11
2.4.3 Riego en el Tabaco.....	13
2.4.4 Avances en Investigaciones de Riego en el Tabaco.....	14
3. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	17
3.1 Localización.....	17
3.2 Rediseño.....	18
3.2.1 Reconocimiento del Proyecto.....	18
3.2.2 Recopilación de Información y Procesamiento de Información.....	19
3.2.2.1 Captación.....	19
3.2.2.2 Topografía.....	19
3.2.2.3 Requerimientos Hídricos.....	19
3.2.3 Selección Unidad de Riego.....	20
3.2.4 Elaboración de Nuevos Diseños.....	20
3.2.4.1 Diseño Lateral.....	20
3.2.4.2 Diseño Múltiple, Principal, Filtrado, Bombeo.....	21
3.2.4.3 Planos de Diseños Definitivos y Cantidad de Materiales.....	21
3.3 Construcción.....	21

3.4 Puesta en Marcha.....	21
3.5 Seguimiento al Funcionamiento del Sistema.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 Rediseños.....	23
4.1.1 Visita de Reconocimiento del Proyecto.....	23
4.1.2 Topografía.....	26
4.1.3 Requerimientos Hídricos.....	27
4.1.4 Unidad de Riego.....	36
4.1.5 Elaboración de Nuevos Diseños.....	37
4.2 Construcción.....	45
4.2.1 Replanteo y Trazado de Excavaciones.....	45
4.2.2 Instalación.....	46
4.3 Puesta en Marcha.....	51
4.4 Seguimiento al Funcionamiento del Sistema.....	59
RECOMENDACIONES	
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS EN INTERNET	
ANEXOS	

## LISTA DE TABLAS

Tabla No 1. Principales Países Productores de Tabaco en el Mundo.....	6
Tabla No 2. Rendimientos de Tabaco en los principales Países del Mundo.....	7
Tabla No 3. Consolidado Departamental por Tipo de Tabaco, Área y Producción año 2004.....	8
Tabla No 4. Consolidado Municipal por Área y Producción.....	9
Tabla No 5. Localización Geográfica de los Predios.....	17
Tabla No 6. Características de la Visita Campo.....	23
Tabla No 7. Características Topográficas.....	26
Tabla No 8. Características Hidrofisicias.....	27
Tabla No 9. Características Químicas.....	27
Tabla No 10. Valores Medios Totales Decadales de Evaporación Estación Benito Salas.....	29
Tabla No 11. Valores Medios Totales Decadales de Evaporación Estación Los Rosales.....	30
Tabla No 12. Valores Medios Totales Decadales de Precipitación Estación El Guadual.....	30
Tabla No 13.A Requerimientos Hídricos en Fase de Crecimiento Lento.....	34
Tabla No 13.B Requerimientos Hídricos en Fase de Crecimiento Rápido.....	34
Tabla No. 13.C Requerimiento Hídrico en Fase de Floración.....	35
Tabla No 13.D Requerimiento Hídrico en Fase de Maduración.....	35
Tabla No 14. Longitud Máxima Recomendada para el Lateral.....	37
Tabla No 15. Resumen de cálculo Hidráulicos.....	39
Tabla No 16. Cantidad de Materiales a Utilizar.....	42
Tabla No 17-1 Condiciones Finales de Trabajo Predio LELYS GARCÍA.....	52



Tabla No 17-2 Condiciones Finales de Trabajo Predio JORGE GARCÍA.....	52
Tabla No 17-3 Condiciones Finales de Trabajo Predio RAFAEL COLLAZOS.....	53
Tabla No 17-4 Condiciones Finales de Trabajo Predio ARCADIO GARCÍA.....	54
Tabla No 17-5 Condiciones Finales de Trabajo Predio FANNY RAMÍREZ L1.....	54
Tabla 17-6 Condiciones Finales de Trabajo Predio FANNY RAMÍREZ L2.....	55
Tabla 17-7 Condiciones Finales de Trabajo Predio HERNÁN IÑIGUEZ.....	55
Tabla 17-8 Condiciones Finales de Trabajo Predio MARTHA RIVAS.....	56
Tabla 17-9 Condiciones Finales de Trabajo Predio LUIS SANDALIO LEÓN.....	56

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración No 1. Esquema de Desarrollo de la Etapa de Rediseño.....	18
Ilustración No 2. Esquema de Etapas de Construcción y Puesta en Marcha.....	22
Ilustración No 3. Balance Hídrico.....	31
Ilustración No 4. Curva de la motobomba Seleccionada. ....	40
Ilustración No 5. Comparación de presiones Calculadas VS Registradas.....	57

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía No 1. Panorámica Predio LELYS GARCÍA.....	24
Fotografía No 2. Panorámica Predio JORGE GARCÍA.....	24
Fotografía No 3. Panorámica Predio ARCADIO GARCÍA.....	24
Fotografía No 4. Panorámica Predio RAFAEL COLLAZOS.....	24
Fotografía No 5. Panorámica Predio HERNÁN IÑIGUEZ.....	25
Fotografía No 6. Panorámica Predio FANNY RAMÍREZ L1.....	25
Fotografía No 7. Panorámica Predio FANNY RAMÍREZ L2.....	25
Fotografía No 8. Panorámica Predio MARTHA RIVAS.....	25
Fotografía No 9. Panorámica Predio LUIS SANDALIO.....	25
Fotografía No 10. Realización de Nuevos Levantamientos.....	26
Fotografía No 11. Perfil de Suelo Lote LELYS GARCÍA.....	28
Fotografía No 12. Perfil de Suelo Lotes JORGE Y ARCADIO GARCÍA.....	28
Fotografía No 13. Perfil de Suelo Lote RAFAEL COLLAZOS.....	28
Fotografía No 14. Perfil de Suelo Lote FANNY RAMÍREZ L1.....	28
Fotografía No 15. Perfil de Suelo Lote FANNY RAMÍREZ L2.....	28
Fotografía No 16. Perfil de Suelo Lotes de MARTHA RIVAS Y LUIS SANDALIO...	29
Fotografía No 17. Proceso de Replanteo.....	45
Fotografía No 18. Estacado para Realización de Excavaciones.....	45
Fotografía No 19. Implementos Utilizados para realizar las Excavaciones.....	45
Fotografía No 20. Excavaciones e Inconvenientes por Roca.....	46
Fotografía No 21. Panorámica de Excavaciones en tuberías Múltiples.....	46
Fotografía No 22, 23, 24 Proceso de Transporte y Entrega de Materiales.....	46

Fotografía No 25, 26, 27 Instalación de Tubería Principal.....	47
Fotografía No 28. Válvulas Control de Presión, Caudal y Tapón de Lavado Tubería Principal.....	48
Fotografía No 29. Válvulas Control de Presión, Caudal para dos Sectores, Tapón Lavado Principal, Conexiones Múltiple Lateral.....	48
Fotografía No 30. Instalación Unidad de filtrado.....	48
Fotografía No 31. Instalación de Colectores en los Filtros de Arena.....	48
Fotografía No 32. Visita de Entes Coofinanciadores a los Proyectos.....	49
Fotografía No 33. Instalación Unidad de Bombeo.....	49
Fotografía No 34. Puesta en Marcha Unidades de Bombeo.....	49
Fotografía No 35. Instalación de Cinta de Goteo.....	50
Fotografía No 36. Cinta de Goteo Instalada en lote donde no se pudo realizar los surcos por lluvia.....	50
Fotografía No 37. Cinta de Goteo Instalada en lote donde se cultivaba Arroz por Rotación de Cultivos.....	50
Fotografía No 38. Proceso de Instalación de la unidad de Riego.....	50
Fotografía No 39. Lavado de la Tubería.....	51
Fotografía No 40. Calibración de los Sectores de Riego.....	51
Fotografía No 41. Cultivo Establecido con Riego por Goteo Modalidad Cinta.....	51
Fotografía No 42. Emisión del Agua de la Unidad de Riego.....	51
Fotografía No 43, 44 Puesta en Marcha y Capacitación a cada uno de los Proyectos.....	58
Fotografía No 45, 46 Conformación del Bulbo Húmedo después de una Jornada de Riego.....	58
Fotografía No 47. Jornada de Capacitación en conexiones de Tubería y Unidades de Riego.....	58

Fotografía No 48. Jornada de Capacitación en Unidades de Bombeo y Filtrado.....	59
Fotografía No 49. Fugas en Obturadoras por Deterioro de Ellos.....	59
Fotografía No 50. Deformación de Tubería por paso de Maquinaria sobre tubería Mal Tapada.....	59
Fotografía No 51. Válvulas sin cajillas de Protección.....	60
Fotografía No 52. Tubería Rota por Paso de Cultivadoras.....	60

## LISTA DE ANEXOS

Anexo A Información Climatológica Estación BENITO SALAS.

Anexo B Información Climatológica Estación LOS ROSALES.

Anexos C Información Climatológica Estación EL GUADUAL.

Anexo D Características de la Unidad de Riego.

Anexo E Cálculos Hidráulicos para Determinar la C.D.T. Teniendo en Cuenta las Pérdidas por Fricción en las Condiciones Laterales, Múltiples, Principal, Unidad de Filtrado y Unidad de Bombeo.

Anexo F Valores de F para la Determinación de Pérdidas por Múltiples Salidas Usa la Fórmula de Hazen Williams.

Anexos G Pérdidas de Presión (j) en Tubería PVC uso Agrícola, según la Fórmula De Williams – Hazen; en m/100m.

Anexo H Pérdida de Presión en Tubería Polietileno.

Anexo I Longitud Equivalente por Conexión de Accesorios.

Anexo J Parámetros de Selección Tipo de Filtrado.

Anexos K Planos de Instalación de los Sistemas de Riego para cada uno de los Proyectos.

## **RESUMEN**

**PALABRAS CLAVES:** Riego, Tabaco, Cinta de Goteo, Requerimientos Hídricos

El presente informe muestra la metodología y los resultados obtenidos en el rediseño, construcción y puesta en marcha de los sistemas de riego por goteo “modalidad cinta de goteo” para 63 Has de tabaco rubio. Este proyecto realizado en el Municipio de Rivera, encierra componente como la visita de reconocimiento de donde se define realizar nuevos diseños; Los cuales se hacen en base a requerimientos hídricos puntuales de la zona y del cultivo, para el cálculo hidráulico se utiliza parte de la metodología propuesta por Cifuentes. De esta etapa se obtienen planos y cantidades de materiales las cuales sirvieron como base para la etapa de construcción que posteriormente paso a la puesta en marcha; en donde se realizaron capacitaciones de cada uno de los componentes de los sistemas de riego, para que los operadores de los equipos diesen un buen manejo, ya que su nivel de educación no les permitía tener conocimientos básicos para operación de dichos equipos. Además se realizo los planos definitivos de instalación y posteriormente un seguimiento cualitativo para determinar problemas en la operación de los sistemas de riego así como un comparativo de los históricos de producción de los diferentes lotes.

## **ABSTRACT**

**KEY WORDS:** Irrigation, Snuff, Drip Tape, Water Requirements

This report presents the methodology and results of the redesign, construction and operation of drip irrigation "drip tape mode" for 63 You have to snuff blonde. This project in the municipality of Rivera, contains components such as the visit of recognition of where you set to make new designs, which are made based on the specific water requirements and crop area for the hydraulic calculation uses some of the methodology proposed by Cifuentes. In this stage we have plans and quantities of materials which served as the basis for the construction phase, which later became the launch, where they conduct training in each of the components of irrigation systems for operators equipment should give a good management, because their level of education is not allowed to have a basic knowledge for operation of such equipment. You realize the final plans for installation and then a qualitative monitoring to identify problems in the operation of irrigation systems and a comparative historical production of different batches.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años el uso razonable del recurso hídrico en la agricultura, ha tomado gran importancia, de ahí la base de las políticas desarrolladas por los diferentes estamentos relacionados con el sector agrícola, los cuales se han podido dar cuenta de la necesidad de desarrollar nuevas tecnologías para mejorar la producción. El uso racional de agua implica la aplicación del recurso a cualquier cultivo de forma justa y equitativa dependiendo de su requerimiento hídrico, evitando así los excesos y desperdicios de este preciado líquido. Aplicando este concepto en cualquier proyecto de adecuación de tierras, este se puede establecer como un proyecto racional, funcional, y eficiente, acorde a las necesidades para las cuales fue concebido.

Teniendo en cuenta lo anterior se debe señalar que el cultivo de tabaco *Nicotina tabacum* no es ajeno a la búsqueda de nuevas formas de producción. En el Municipio de Rivera se encuentra un importante porcentaje de productores de tabaco los cuales se han organizado y buscado modernizar su cultivo en el uso razonable del agua, por lo tanto se ha optado por establecer el sistema de riego por goteo para dicho propósito ya que actualmente la modalidad de riego más utilizada es el riego por surcos el cual debido a su limitada uniformidad y eficiencia provoca pérdidas de agua y suelo, ocasionadas por la escorrentía y percolación. Si se tiene en cuenta que el sistema de riego por goteo evita el deterioro del suelo por erosión y gracias a su alta uniformidad y eficiencia asegura la restitución del agua perdida en los procesos de respiración y desarrollo de la planta. Resulta adecuado formular este sistema como un aporte a la innovación tecnológica en el tabaco.



# 1. OBJETIVOS

## 1.1 Objetivo General

- Participar en el rediseño, construcción y puesta en marcha de 9 sistemas de riego por goteo (cinta) en beneficio de 63 has. cultivadas en tabaco en el Municipio de Rivera - Huila.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los diseños inicialmente propuestos y realizar ajustes a estos de ser necesario.
- Replantear los diseños definitivos en campo.
- Instalar todos los componentes de los sistemas de riego propuestos en base a los diseños definitivos.
- Calibrar y poner en marcha los sistemas de riego propuestos.
- Capacitar a los usuarios y operarios de los sistemas de riego.
- Elaborar planos de los sistemas finalmente instalados.
- Llevar a cabo un seguimiento cualitativo de los proyectos instalados.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL TABACO

#### 2.1.1 MARCO HISTÓRICO DEL CULTIVO<sup>1</sup>

El tabaco es un producto originario de América utilizado por los nativos de todo el continente muchos siglos antes de la llegada de los conquistadores. En América del Sur era considerado una medicina milagrosa y un complemento dietético, además de ser un elemento indispensable en las ceremonias religiosas y militares; se encontraba presente en todos los momentos del ciclo de la vida, en la estructura económica y social, en las funciones políticas del Estado o de la comunidad, en la guerra, en las ceremonias religiosas, en el pensamiento mitológico, en la magia, etc.<sup>2</sup>. Aunque el empleo del tabaco por parte de los nativos americanos, en general, estaba respaldado por un significado místico, su consumo se propagó a España y al resto del mundo como fuente de placer.

En Colombia la producción de tabaco con fines comerciales se remonta a la época de la Colonia. En 1776 el gobierno español estableció el monopolio del tabaco en el Virreinato y delimitó cuatro áreas de producción: Ambalema, Palmira, Zapatoca y Pore; en 1833, el monopolio republicano exportó los primeros cargamentos de 5.000 libras a Europa; en 1850 se reportaron 1'400.000 libras y en 1857 los holandeses compraron a Colombia 16'000.000 de libras.

Asimismo, el tabaco influyó notablemente en el poblamiento de algunas regiones en el siglo XIX, cuando centenares de trabajadores acudían a las zonas tabacaleras para labores de siembra, cuidado del cultivo, recolección y procesamiento. El beneficio del tabaco trajo consigo comerciantes que poblaron las ciudades donde se realizaba el acopio como es el caso de Ambalema, cuya población se triplicó entre 1830 y 1857.

En la costa atlántica sobresalió Carmen de Bolívar como centro de mercadeo y Ovejas por su producción y calidad. El monopolio, establecido en 1776 por la Corona, fue abolido en 1850 cuando el Estado permitió que los compradores privados adquirieran el producto; a partir de la abolición del estanco, el cultivo pasó a manos del capital privado, en su mayoría de origen extranjero, con producciones a gran escala principalmente para la exportación y se convirtió en base de la economía

---

<sup>1</sup> la cadena del tabaco en Colombia; una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. [http://www.agrocadenas.gov.co/tabaco/tabaco\\_descripcion.htm](http://www.agrocadenas.gov.co/tabaco/tabaco_descripcion.htm) [ref. 20 julio 2010]

<sup>2</sup> [www.infoaserca.gob.mx](http://www.infoaserca.gob.mx). Editorial Abriendo Surcos. [ref.20 julio2010]

del país. En 1875, hubo una brusca caída en las exportaciones debido al efecto de las plagas en los cultivos y a la competencia de nuevas plantaciones como las holandesas en Java. Por esta razón los grandes terratenientes abandonaron la producción y esas zonas pasaron a otros empresarios que las fueron arrendando a pequeños cultivadores, lo cual determinó la producción de tipo minifundista y de aparcería que impera, en general, en el país.

### 2.1.2 CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS Y BOTÁNICAS

El tabaco pertenece a la especie botánica *Nicotina tabacum*, perteneciente a la familia de las *Solanáceas*, siendo su dotación cromosómica de 24 pares de cromosomas. Se cree que esta especie es un anfidiplóide, es decir, un híbrido natural, originado entre otras dos especies del mismo género:

*Nicotina tomentosiformis* y *N silvestres*.

El híbrido entre ambas especies sería estéril y para reproducirse habría sido necesaria la duplicación de sus cromosomas. Esto pudo ocurrir de modo espontáneo en la naturaleza. (INFOAGRO 1997)

El tabaco es una planta dicotiledónea y vivaz, que rebrota al cortarse. Suele cultivarse como planta anual, aunque en los climas de origen puede durar varios años, pudiendo alcanzar el tallo hasta dos metros de altura.

**Hojas:** son lanceoladas, alternas, sentadas o pecioladas.

**Flores:** hermafroditas, frecuentemente regulares.

**Corola:** en forma de tubo más o menos hinchado, terminado por un limbo con 5 lóbulos.

**Raíces:** el sistema radicular es penetrante, aunque la mayoría de las raíces finas se encuentran en el horizonte más fértil.

**Fruto:** cápsula recubierta por un cáliz persistente, que se abre en su vértice por dos valvas bíficas.

**Semillas:** son numerosas, pequeñas y con tegumentos de relieves sinuosos más o menos acentuados. (El cultivo del tabaco; INFOAGRO1997).

### 2.1.3 VARIEDADES Y CLASES CULTIVADAS DE TABACO EN COLOMBIA

En el país se producen tanto el tabaco rubio como el tabaco negro. Del primero se obtienen tres tipos: el Virginia o “flue cured”, el Burley y el Virginia secado al aire (VICA) (Agrocadenas, 2005; CEGA, 2003).

### ➤ **Tabaco Rubio<sup>3</sup>**

#### **El tabaco rubio tipo Virginia**

Se ha implantado básicamente con variedades importadas y su cultivo es promovido por COLTABACO S.A. (Philip Morris Colombia S.A.) y PROTABACO S.A. Tiene características similares al tabaco negro, pero su nivel de nicotina es inferior y se cura de manera artificial con aire caliente proporcionado por hornos, éstos permiten controlar la temperatura y el nivel de humedad. Dicho proceso es más costoso pero se ejecuta en cerca de 100 horas (5 días), frente a 25 a 40 días que demora el curado en Caney de los demás tabacos. Algunas de las variedades son *Coker 371*, *Speight 70*, *Speight 28*, *K-399*, *TRC 1-96* entre otras.

#### **El tabaco rubio tipo Burley**

Presenta hojas grandes, de color canela y de textura semifina, que permiten el secado en caney. En general, éste tabaco es acopiado por COLTABACO S.A (Philip Morris Colombia S.A.), PROTABACO S.A. y Tabacos Rubios de Colombia S.A. a través de sus agencias locales según contratos de producción, está orientado principalmente a la fabricación de cigarrillos suaves. Entre las variedades se encuentran *Ky-9*, *TN-90* e *híbrido*.

### ➤ **Tabaco Negro<sup>4</sup>**

En cuanto al Tabaco Negro, se cultivan dos tipos, el García y el Cubita, cuyas variedades han venido siendo desarrolladas por el ICA, CORPOICA y COLTABACO S.A. (Philip Morris Colombia S.A.)

#### **El tabaco negro tipo García**

Tiene hojas grandes, anchas y gruesas y su producción es acopiada directamente por la industria de cigarrillos por medio de los contratos de siembra acordados

---

<sup>3</sup>Estudio prospectivo en la cadena productiva del tabaco Colombia.

[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2008221121153](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2008221121153) [ref. 20 julio 2010]

<sup>4</sup> [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2008221121153](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2008221121153) [ref. 20 julio 2010]

Previamente y el resto es adquirido de contado por las empresas de cigarros; entre las variedades se encuentran: *ICA Corpoica Enciso*, *ICA Guane*, *ICA Girón*, *23RM Colombiana 1ª*.

### **El tabaco negro, tipo cubita**

Se cultiva con fines de exportación. La presencia de nicotina y alquitrantes es baja comparada con los demás tabacos colombianos. Su cultivo es intensivo en mano de obra y utiliza en las labores, esencialmente, mano de obra familiar (70%). Entre las variedades están: *ICA caribeña*, *ICA maringa*, *Nuca Torcida* y *Tairona*. 1-99.

### **El tabaco negro de capa**

se cultivan en un ambiente protegido llamado "Tapado", en la cual se logran hojas de un buen tamaño, calibre fino, colores uniformes, nerviaciones imperceptibles, y luego de curados, color uniforme, excelente elasticidad, buena combustión; siendo empleados como envoltura para cigarrillo. Se produce en pequeñas regiones de Santander. Se encuentran las variedades: *Connecticut 204*, *Habana 2000* y *Criollo 98*.

De acuerdo con el tipo de curado o secado al que sean sometidas las hojas se distinguen cuatro tipos Principales de tabaco (Espinal, 2005):

#### **❖ *Curado por Hornos.***

También conocido como "flue-cured Virginia" o sólo Virginia. Debe su nombre al hecho de haber sido empleado por primera vez en este estado norteamericano. Como fuente de calor se emplea carbón mineral, gasolina o leña; el proceso consiste en hacer circular el aire caliente a través de las hojas de tabaco, por lo que se acostumbra el uso de ventiladores.

#### **❖ *Curado por Fuego (humo).***

El método de secado es similar al empleado en el tipo anterior, con la diferencia de que en este el calor es ofrecido abiertamente y de esta exposición directa al humo se obtiene su característico sabor y aroma.

#### **❖ *Curado por Aire.***

Es secado al medio ambiente con un mínimo control artificial de la humedad; en este tipo se incluyen el tabaco Burley y los tabacos rubios y negros.

#### **❖ *Curado al Sol.***

Los tabacos orientales pertenecen a este tipo y su fuerte sabor es obtenido por el

Secado directo al sol. Después del curado, el tabaco se clasifica por grados de calidad, es empacado y embalado en fardos de 20 a 50 Kg. para ser entregado a los productores nacionales o a los procesadores del exterior.

La etapa que sigue es semi-industrial donde se limpia la hoja, reclasifica y desnerva separando el palo o nervadura de la hoja y se vuelve a secar o curar, posteriormente, se empaca en fardos de 200 Kg.; el producto en esta etapa de la cadena, se identifica como hoja de tabaco desvenada, la cual tiene dos destinos: la exportación o el consumo de la industria nacional.

## 2.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN.

La producción y el comercio del tabaco a nivel mundial se basa fundamentalmente en que las labores comerciales son una mezcla de hojas de tabaco de diverso origen cuyas calidades vienen determinadas por numerosos factores naturales o tecnológicos, como:

- Calidad de la variedad.
- Clima, suelo y agua de riego.
- Técnicas de cultivo, abonado, etc.
- Tecnología de la transformación: curado, fermentación, almacenamiento, etc.).

El tabaco es un cultivo intensivo en mano de obra, ya que requiere por término medio unas 2.200 horas de trabajo por hectárea, más que cualquier otro tipo de cultivo.

En las siguientes tablas se muestra datos de producción a nivel mundial, nacional y regional.

Tabla 1 Principales Países Productores de Tabaco en el Mundo

POSICION	PAIS	PRODUCCION Ton. AÑO 2004	*PARTICIPACION (%)
1	CHINA	2.405.000	36.51
2	BRASIL	928.332	14.09
3	INDIA	595.000	9.03
4	ESTADOS UNIDOS	400.000	6.08
5	ZIMBABWE	180.000	2.73
6	TURQUIA	151.860	2.31
7	INDONESIA	135.000	2.05
8	GRECIA	121.000	1.84
9	ARGENTINA	118.000	1.79
10	ITALIA	102.765	1.56

Fuente: FAO  
Cálculos: Observatorio Cadenas Colombia  
\* Participación en el mundo – año 2004

Tabla 2 Rendimientos de Tabaco en los Principales Países del Mundo

POSICION	PAIS	RENDIMIENTOS (Ton/Ha.)
1	EMIRATOS ARABES UNIDOS	12.94
2	PERU	12.0
3	LAOS	4.99
4	OMAN	4.70
5	CHIPRE	4.50
6	HONDURAS	4.40
7	SAMOA	3.50
8	URUGUAY	3.33
9	BELGICA Y LUXEMBURGO	3.32
10	ARMENIA	3.00

Fuente: FAO

1. Se incluyen los diez países con los mayores rendimientos

2. Cálculos: Observatorio Cadenas. Período 1990 – 2003

Tabla 3 Consolidado Departamental por Tipo de Tabaco, Área y Producción -  
Año 2004

AÑO	2004		
DEPARTAMENTO	TIPO DE TABACO	AREA/Ha	PRODUCCION – (TON)
SANTANDER	Negro García	1,195	1,535
	VICA	139	237
	Burley	1,905	4,194
	Estufado	2,345	4,977
<b>TOTAL</b>		<b>5,584</b>	<b>10,943</b>
HUILA	Estufado	<b>3,408</b>	<b>7,929</b>
BOYACA	Negro García	377	645
	VICA	193	328
	Burley	6,5	11
	Estufado	193	355
<b>TOTAL</b>		<b>769,5</b>	<b>1,339</b>
NORTE DE SANTANDER	Burley	1,500	2,760
	Estufado	100	150
<b>TOTAL</b>		<b>1,600</b>	<b>2,910</b>
CESAR	Burley	188	332
	Estufado	560	1,288
<b>TOTAL</b>		<b>748</b>	<b>1,620</b>
TOLIMA	Burley	<b>488</b>	<b>843</b>
MAGADALENA	Negro García	180	480
	Negro Cubita	356	784
	Burley	320	576
<b>TOTAL</b>		<b>856</b>	<b>1840</b>
GUAJIRA	Burley	340	612
	Estufado	378	870
<b>TOTAL</b>		<b>718</b>	<b>1,482</b>
VALLE DELCAUCA	Burley	<b>652</b>	<b>1,174</b>
SUCRE	Negro Cubita	<b>1,299</b>	<b>2,857</b>
BOLIVAR	Negro Cubita	<b>440</b>	<b>967</b>

Nota: Superficie en hectáreas, Producción en Toneladas; Rendimiento en Kilogramos/Hectáreas.

Fuente: Evaluaciones Agropecuarias URPA's, UMATA's, Minagricultura y Desarrollo Rural,

Grupos Sistemas de Información

Cálculo: Observatorio Cadenas Colombia



Tabla 4 Consolidado Municipal por Área y Producción

ITEM	MUNICIPIO	AREA COSECHADA (ha)	PRODUCCION (Toneladas)	RENDIMIENTO (Ton/Ha)*
1	CAMPOALEGRE	875.5	2.120.636	2.422
2	GARZON	646.5	1.572.417	2.432
3	RIVERA	569.6	1.379.343	2.422
4	ALTAMIRA	213.7	403.080	1886
5	AGRADO	226.5	462.547	2042
6	ALGECIRAS	148	389.014	2627
7	PALERMO	142.7	215.334	1.509
8	YAGUARA	29.5	70.432	2388
9	GIGANTE	59.5	115.013	1933
10	HOBO	69.7	173.364	2487
11	VILLAVIEJA	4	6.011	1502
12	TESALIA	43	109.753	2558
13	NEIVA	67	111.047	1660
14	GUADALUPE	19	36.719	1933
15	SUAZA	4.5	6.583	1464
16	BARAYA	6	7.714	1286
<b>TOTAL</b>		<b>3.124,70</b>	<b>7.179,01</b>	<b>2.297</b>

\* Rendimiento expresado en hoja seca.

Fuente: Cadena Productiva de Tabaco 2005

### 2.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS.

Las condiciones climáticas y de suelo tienen un marcado efecto en el rendimiento y calidad del tabaco tal como lo señalan Shafer et al, (1961) y Matsujama et al, (1983). Estos autores coinciden en señalar que los rendimientos y la calidad de la hoja de tabaco se encuentran íntimamente relacionados con la variedad, las condiciones climáticas y de suelo, labores y atenciones culturales y técnicas empleadas para el curado y fermentación de la hoja. En algunos países las condiciones de clima y suelo son consideradas como factores limitantes del rendimiento del tabaco, así tenemos que Shesgairi, (1967) plantea que dichas condiciones limitan el cultivo del tabaco en la India, mientras que Román, (1978), las señala para las condiciones de Polonia.

Las condiciones de clima, suelo y variedad hacen que tengamos en Cuba diversas zonas tabacaleras con características específicas a nuestro mercado, tanto interno como externo. De lo anteriormente expuesto se deduce que en cada caso debemos observar políticas de riego diferentes con vistas a satisfacer las exigencias del cultivo y de la industria (Juan, 1982).

Llanos, (1969) demostró que las hojas se producen más finas y con menos nerviaciones cuanto mayor es la humedad relativa, en cuanto a la temperatura encontró que la óptima para el crecimiento del tabaco es entre 20 y 27 °C y por debajo de 15 °C el desarrollo es lento.

En general se recomienda tener en cuenta que la zona a producir debe poseer características similares como:

**Fotoperiodo:** es una planta de día corto aunque existen cultivares indiferentes a la duración del día (Doorembos1976).

**Altitud:** 0 a 1000 M.S.N.M. teniendo en cuenta que el espacio geográfico del cultivo se extiende desde los 45° de latitud Norte hasta los 30° de latitud Sur.

**Brillo solar:** alta intensidad de luz reduce el tamaño de las hojas y aumenta su espesor, debido a esta razón, los tabacos utilizados para la cobertura de cigarrillos se cultiva en climas cálidos, húmedos y bajo sombra. Los demás tipos de tabacos, sin embargo requieren de ambientes soleados. (FAO, 1999).

**Temperatura:** el periodo libre de heladas en combinación con las temperaturas medias, máximas y mínimas son los principales datos a tener en cuenta. La temperatura óptima del cultivo varía entre 18-28°C. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16°C, y desde el trasplante hasta la recolección se precisa un periodo libre de heladas de 90-100 días.

**Viento:** no es conveniente el cultivo en zonas con alta velocidad del viento, debido al daño que puede causar a las hojas y volcamiento de las plantas. (Llanos, 1969)

**Humedad relativa:** Para el cultivo de tabaco la humedad relativa debe ser moderada y oscilar entre el 60 y el 80%. No es conveniente cultivar tabaco en zonas semiáridas, aunque se disponga de riego (Benacchio, 1992)

**Precipitación:** se recomienda una zona cuya precipitación anual sea de 800 a 1500 milímetros. Bien distribuidos, en zonas cuya precipitación sea mayor o en épocas del año en que las precipitaciones son abundantes se presentan inconvenientes con el cultivo, ya que aumentan el volumen de las nervaduras en la hoja y además esta disminuye su % de materia seca.

En cuanto al suelo es importante que el suelo cuente con las siguientes características:

Según la (FAO, 1999) la calidad de la hoja depende de la textura en términos generales el tabaco se desarrolla adecuadamente en suelos de textura media a ligera. Este a su vez se desarrolla en suelos con pH entre 5.0 y 7.5, se prefieren suelos ligeramente ácidos, sin embargo el pH no debe estar por debajo de 4.5, en cuanto a la salinidad el tabaco puede crecer a niveles de C.E. mayores de 0.3 dS/m pero las hojas se producen sin calidad (Llanos, 1969).se requiere que los suelos

sean de mediana profundidad entre 50 y 70 cm. Normalmente el 75% de la absorción de agua se produce en la primera capa de 0.3 m (Doorembos, 1976).

## 2.4 RIEGO

### 2.4.1 TIPOS DE RIEGO

A nivel mundial se presentan dos divisiones grandes en cuanto a las diferentes formas de restituir el agua perdida por evapotranspiración. Los cuales son riego por superficie y riego mediante sistemas presurizados.

Dentro del riego por superficie se encuentra el riego por surcos, riego por melgas y el riego por inundación, así mismo estos tienen diferentes modalidades las cuales son utilizadas dependiendo del tipo de cultivo, topografía, disposición de agua, tipo de suelo, entre otras.

En el riego a presión se encuentran distintas modalidades, como lo son el riego por aspersión, goteo, microaspersión. En el primero se puede conocer los sistemas móviles y fijos, los primeros se caracterizan por la versatilidad de ya que las unidades de riego se pueden trasladar a cualquier punto o zonas a regar. Algunos equipos móviles son el carrete, pivote.

Para los sistemas de riego por goteo y microaspersión, los que se conocen como sistemas de riego localizados. Que según Cifuentes 1998 se definen como “aquellos en los que se realiza la Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular”. A su vez al combinar los principios básicos de cada uno de estos sistemas se obtienen modalidades como lo es el sistema de riego por pulsador y la cinta de goteo.

Dentro del riego localizado el cual ha sido uno de los más investigados a nivel mundial, se reconocen técnicas de riego como lo es **RLAF** (RIEGO LOCALIZADO DE ALTA FRECUENCIA) el que se conoce como:

La aplicación de las necesidades hídricas de la planta, en periodos de frecuencia pequeños, los cuales generalmente son de un día y en algunos casos el tiempo disminuye a horas (CIFUENTES 2000)

### 2.4.2 NECESIDADES HÍDRICAS Y COMPONENTES DEL RÉGIMEN DE RIEGO<sup>5</sup>

En la fase de plantación el tabaco no requiere mucha agua y cuando se le suministre se hará como una verdadera necesidad, pues la experiencia ha demostrado que es

---

<sup>5</sup> DOCUMENTO MULTIMEDIA CULTIVO DEL TABACO/ Modulo 2: “Mantenimiento Del Cultivo De Tabaco”/ Unidad 2: “Manejo Del Equilibrio Hídrico”/ SENA-PROTABACO/ Regional SANTANDER/ 2005.

preferible que las plantas estén un poco faltas de agua a pesar de que una deficiencia de agua en la plantación ocasiona bajo rendimiento de la cosecha y un producto de mala combustión y de poco valor para la industria. Mientras que cuando crecen con extremada lozanía por haber sido regadas excesivamente las hojas presentan un desarrollo excesivo de sus nervaduras y el fino tejido del paño no resiste el manipuleo del beneficio además de resaltar la baja combustión que también se presentaría y el poco peso después del secado. En esto se requiere una adecuada programación del riego, pues muy frecuentemente dañan el cultivo; también cuando ocurre un déficit de agua.

De ahí que se presenten necesidades hídricas dependiendo de un régimen de riego influenciado por factores como lo es clima, desarrollo vegetativo y estado del paño (hojas):

- Según etapa del desarrollo del cultivo:

*Etapa de trasplante o establecimiento:* Para realizar el trasplante el suelo debe estar húmedo, con su sistema de riego y drenaje en funcionamiento, este riego es considerado como el más importante en la etapa productiva del cultivo.

*Etapa de prendimiento:* Un riego a los 3 o 4 días después del trasplante ayuda para que la tierra se ubique mejor alrededor del cuello de la raíz, facilitando el prendimiento de la planta y las resiembras o replantes. Otro riego a los 6 u 8 días después del trasplante además de contribuir a la etapa de prendimiento facilita la primera fertilización del cultivo.

*Etapa de crecimiento lento:* Esta etapa comprende de los 8 a los 30 días después del trasplante, una ligera falta de humedad durante esta etapa no se considera perjudicial, ya que con esto se incentiva el crecimiento y profundización de las raíces, asegurando un buen anclaje de las plantas.

*Etapa de crecimiento rápido:* En esta etapa comprendida entre los 30 a 60 días después del trasplante es la fase de más rápido crecimiento de la planta de tabaco, por lo tanto los requerimientos de agua son mayores, llegando a necesitar como mínimo 30 mm por semana.

*Etapa de prefloración y floración:* Durante esta fase una humedad adecuada ayuda a uniformizar la producción de botones florales y facilita la remoción de flores y chupones, por cuanto los tejidos del tallo se encuentran hidratados.

*Etapa de recolección:* Durante la fase de recolección, el tabaco debe regarse con menor intensidad, ya que a medida que se acerca la madurez las necesidades de agua para la planta son menores, un riego dos (2) días antes de una recolección facilita el desprendimiento de la hoja o corte del tallo de la planta, permitiendo llevar a las instalaciones de beneficio una hoja bien hidratada que facilite una curación uniforme.

Según (Torrente, 2007). Quien realizo una investigación sobre el Kc para las diferentes etapas del desarrollo vegetativo del tabaco, en el centro agropecuario **LA ANGOSTURA, CAMPOALEGRE** plantea que se presentan 4 etapas de desarrollo las cuales tienen un uso consumo diferente siendo estas:

1. Crecimiento Lento: 0-30 días; Kc = 0.66.
2. Crecimiento Rápido: 30-60 días; Kc = 0.83.
3. Floración: 60-80 días; Kc = 0.92.
4. Maduración: 80 días - final del cultivo; Kc = 0.87.

- Según la época climática

Cuando el cultivo de tabaco es plantado en zonas de poca pluviosidad, con periodos de sequía prolongados, se debe regar para suplir la necesidad de agua, de manera que el crecimiento y desarrollo sea normal y la plantación no se estrese por falta de humedad.

Para sembrar un lote de tabaco se debe tener una capacidad de abastecimiento de agua de por lo menos 2 litros por segundo por hectárea, (2 lt /seg. /Ha), de lo contrario es un riesgo sembrar, ya que el agua es uno de los elementos esenciales en el crecimiento y desarrollo de las plantas, una falta de humedad en el suelo puede causar la pérdida del cultivo, reducir la producción y desmejorar la calidad de la hoja de tabaco.

Las plantas cumplen diariamente un ciclo hidrológico, al tomar agua en horas de la noche y perderla en menor cantidad en horas del día, por lo tanto es importante mantener el equilibrio hídrico en el suelo.

- Según estado de hojas y plantas

Cuando el agua es retenida por las partículas del suelo, las plantas no la pueden tomar, presentándose marchitamiento de las hojas por sequedad, es el síntoma más característico en el suministro de agua, en lo posible no debemos dejar que esto suceda ya que dañamos la calidad de la hoja de tabaco y favorecemos el ataque de plagas al cultivo.

Cuando NO llueve debemos suministrar agua, especialmente en las etapas críticas del periodo vegetativo del cultivo, que son: la etapa de prendimiento, rápido crecimiento y prefloración.

### 2.4.3 RIEGO EN EL TABACO

Según (Cifuentes, 2009) en reunión de capacitación “Un sistema de riego ideal para el cultivo de tabaco debe distribuir uniformemente el agua en toda la superficie regada, de manera que todas las plantas reciban la cantidad de agua necesaria para

satisfacer las necesidades hídricas y además el sistema de riego se debe considerar una inversión y no un gasto, puesto que este se considera una mejora al predio lo que hace que aumente el precio de la tierra.

<sup>6</sup>Para tabaco existen diferentes sistemas de riego, entre los más utilizados tenemos:

➤ *Riego por goteo:*

El goteo, es un sistema de riego de baja presión que funciona mediante gotas de agua que son transportadas directamente a las raíces de las plantas por medio de tubos plásticos, pasando por una serie de goteros calibrados.

Con el riego por goteo no hay pérdidas por evaporación y se utiliza menos agua porque está regando sólo la zona de las raíces de las plantas, sin desperdiciar agua, regando las malezas vecinas.

El riego por goteo ayuda a maximizar el uso del agua, logrando cubrir un mayor número de plantas con menos agua. Este sistema es poco utilizado en Colombia.

➤ *Riego por aspersión:*

Este sistema de riego entrega el agua a la planta en forma de llovizna o lluvia, utilizando aspersores movidos por agua a presión con la ayuda de motobombas o por la gravedad.

El riego por aspersión mejora el aprovechamiento del agua y forma unas hojas con tejido más fino y con menos proporción de nervaduras que las regadas por surcos.

➤ *Riego por canales o melgas:*

Este sistema es el más usado para tabaco, especialmente en la zona del Huila y la Costa Atlántica; consiste en suministrar el agua a las raíces de las plantas a través de canales construidos en el suelo que pueden funcionar en sola tierra o en algunos casos se revisten en concreto.

Clases de riego por canales:

- ✓ *Riego corrido:* Que es utilizado cuando el suelo y el tiempo no están muy secos, el agua se suministra por la cabecera del surco dejándola correr hasta que descole al otro extremo o pie de surco.

---

<sup>6</sup> DOCUMENTO MULTIMEDIA CULTIVO DEL TABACO/ Modulo 2: "Mantenimiento Del Cultivo De Tabaco"/ Unidad 2: "Manejo Del Equilibrio Hídrico"/ SENA-PROTABACO/ Regional SANTANDER/ 2005.

- ✓ *Riego tapizado o tranquilado*: Se utiliza cuando el suelo está muy seco y no es época de lluvias, consiste en tranquilar o tapar la salida del agua en el pie del surco para que suba de nivel y alcance el sistema radicular de la planta, este sistema permite distanciar la frecuencia de riego.
- ✓ *Natural*: Es el sistema de riego más efectivo y económico, porque es proporcionado por las lluvias

Tipos de Canales:

- ✓ *Principales*: Son aquellos que conducen el agua desde la fuente de abastecimiento hasta el sitio donde se encuentra la plantación.
- ✓ *Secundarios*: Son los que se utilizan dentro del lote para la distribución del agua por los surcos.

A nivel mundial el tabaco es un cultivo que tiene una importancia socioeconómica y a raíz de la influencia del riego en los rendimientos y producción a continuación se presenta los resultados de algunas de las investigaciones relacionadas:

#### 2.4.4 AVANCE EN INVESTIGACIONES DE RIEGO EN EL TABACO

- ❖ durante la mitad del ciclo vegetativo, se reduce el desarrollo vegetativo, las hojas son más pequeñas y disminuyen los requerimientos de agua del cultivo en su fase final (Todoroski, 1975).
- ❖ Trabajos realizados por Vodoloroski, Bikov y Sautich, (1957); Zlatev, (1970); Todoroski, (1975) y Kelly, (1977); Doorembos, (1978) y Kassan, (1979), plantean que con un buen manejo del agua de riego se obtienen altas y estables cosechas.
- ❖ Por otra parte Gerveb, (1972) expresa que mantener una humedad óptima en el suelo en estaciones en que hay sequía, incrementa los rendimientos del tabaco en un 50 - 60 % en comparación con plantas no irrigadas y que en estaciones húmedas el efecto del riego sobre las cosechas baja considerablemente.
- ❖ Cuando el nivel de humedad en el suelo es óptimo (100 - 50 % de la capacidad de campo) cerca del sistema radical, el crecimiento y desarrollo de la planta es óptimo. Pistarius, (1969) plantea que el regadío no es aconsejable en el periodo en que las plantas se están restableciendo y que siempre es necesario para el crecimiento y para lograr altos rendimientos y decide en la calidad. Concluye afirmando que la irrigación debe comenzarse cuando se haya consumido alrededor del 50 % de la humedad disponible.
- ❖ Según investigaciones realizadas por Mora, (1965) encontró que con excesivas aplicaciones de agua (13 riegos con un total de 585 mm) se obtiene un aumento de la materia verde pero no en el peso de tabaco seco, y con 6 riegos se han obtenido muy buenos resultados.
- ❖ Juan, (1976) elaboró recomendaciones para el riego del tabaco **Virginia**, señalando que la norma de riego para este tipo de tabaco oscilaba entre 110 hasta 254 metros cúbicos por hectárea y que el número de riegos oscilaba normalmente

de 6 a 8. Miles, (1965) señala que el tabaco tipo **Virginia**, respondió al riego con un aumento significativo del rendimiento y valor de la producción, en comparación con el tabaco no irrigado.

❖ Resultados de un experimento de riego por goteo llevado a cabo en la Estación Experimental del tabaco Negro (inédito) demostraron que se pueden obtener buenos rendimientos cuando se usa un lateral con goteros por dos hileras de plantas con un considerable ahorro de agua.

❖ En Francia, Rolland, (1974) en ensayos de riego por goteo señala que en un caso los rendimientos y calidad fueron equivalentes a los obtenidos con las técnicas de riego tradicionales, en otros, los rendimientos resultaron un 20 % superiores a los obtenidos con la técnica tradicional y la calidad mejoró considerablemente.

❖ Juan, (1985) indica que las normas parciales de las variedades **Hicks 187**, **Virginia 315** y **Speight G-28** oscilan desde 100 - 150 m<sup>3</sup>/ha; el número de riegos es normalmente de 6 a 8 y que para el **Pelo de Oro** de acuerdo a las exigencias de la industria y a las características de esta variedad, las normas totales y parciales son de 1460 y 140 – 320 m<sup>3</sup>/Ha y el número de riegos de 5 -6.



### 3 MATERIALES Y METODOLOGÍA

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

El área del proyecto está localizada en el municipio de Rivera departamento del Huila. Este municipio más conocido como el Municipio Verde de Colombia, es un lugar de gran importancia para el desarrollo integral de la región, el cual está localizado en la parte nororiental del territorio huilense y dista de Neiva 22 kilómetros, lo que permite a propios y extraños visitar esta agradable localidad.

**Superficie:** 37000 has

**Temperatura media:** 24°C

**Altitud:** 729 msnm

El municipio de Rivera se encuentra situado al nor.-oriente del Departamento del Huila, colinda al Norte con el municipio de Neiva, al Sur con el Municipio de Campoalegre, al Oriente con los Municipios de San Vicente del Caguán (Caquetá) y Algeciras, al Occidente con el Municipio de Palermo.

A continuación se muestra la ubicación geográfica de cada uno de los proyectos, en donde se referencia el lugar de bombeo, dicha ubicación se realizó mediante GPS “Garmin colorado 300” tomando como DATUM el observatorio astronómico de Bogotá.

Tabla 5 Localización Geográfica de los Predios

COORDENADAS GEOGRÁFICAS		NOMBRE DEL PROPIETARIO	EXTENSIÓN Ha	VEREDA
864997	800977	Fanny Ramírez de Díaz L1	4 Ha 8617 m <sup>2</sup>	Bajo Pedregal
871806	806092	Arcadio García Sánchez	7 Ha 1073 m <sup>2</sup>	Dinde
872140	806685	Lelys García Sánchez	4 Ha 9211 m <sup>2</sup>	Dinde
866576	804355	Martha Isabel Rivas Gutiérrez	7 Ha 1659 m <sup>2</sup>	Los Medios
866576	804355	Luís Sandalio León Duarte	3 Ha 9185 m <sup>2</sup>	Los Medios
866222	800657	Jesús Hernán Iñiguez Fierro	4 Ha 3601 m <sup>2</sup>	Bajo Pedregal
869092	804655	Fanny Ramírez de Díaz L2	7 Ha 8277 m <sup>2</sup>	Los Medios
871307	805288	Rafael Collazos Camargo	12 Ha 8691 m <sup>2</sup>	Dinde
871775	806455	Jorge Eliécer García Sánchez	10 Ha 2331 m <sup>2</sup>	Dinde

## 3.2 REDISEÑO

Para la etapa de rediseño se sigue el esquema que se muestra a continuación en donde se especifica las etapas de este:

Ilustración 1 Esquema de Desarrollo de la Etapa de Rediseño



### 3.2.1 RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO.

En el reconocimiento del proyecto se efectuó una visita a cada uno de los predios, en donde se mostro el diseño propuesto inicialmente por la empresa consultora, al cual los beneficiarios realizaron algunas observaciones. Manifestando; que al construir los sistemas de riego de esta manera se afectaría la realización de algunas labores primordiales para el buen desarrollo del cultivo.

Posteriormente se realizo la inspección al sitio de captación observando el estado actual del predio para establecer el momento en el cual se debía intervenir dichos lotes. En esta visita se tomo registro fotográfico de todos los predios y nota de las observaciones hechas por los usuarios, las cuales se convierten en limitaciones de

diseño. En esta etapa uno de los usuarios se retiro, lo que obligo a repartir el área entre los usuarios que poseían terreno para expandir ya que había unos que no tenían más terreno, por lo cual no se les dio más área a beneficiar.

### 3.2.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

#### 3.2.2.1 CAPTACIÓN

Para el sitio de captación se visito el lugar en donde se tomo atenta nota del afluente del cual se toma el recurso, así como características de la presencia de algún reservorio. Para la determinación del caudal nos remitimos al documento realizado por la empresa consultora, y en los casos en los cuales no se encontraba dicha información fue necesario realizar el aforo mediante el método del pin pon, así mismo algunos usuarios poseían copia de la concepción de aguas dada por la CAM. Esta información se presenta en tablas las cuales presentan toda esta información que es de suma importancia a la hora de realizar el rediseño.

#### 3.2.2.2 TOPOGRAFÍA

Se hizo necesario realizar un nuevo levantamiento para determinar el área a beneficiar, y tener una amplia visión del proyecto que permita obtener elementos necesarios para el rediseño. Se realizaron los levantamientos topográficos; (planimétrico) con GPS "Garmin colorado 300" tomando como DATUM el observatorio astronómico de Bogotá. Delimitando los límites prediales, limites de zonas no cultivadas, sitio de captación y característica importantes. (Altimétrico) se tomaron datos originales del los planos iniciales. En cada uno de los predios. De esta información recopilada se realizo plano de cada lote que se utilizo para la elaboración de los nuevos diseños.

#### 3.2.2.3 REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

- SUELOS

Para la recopilación de información edafológica fue necesario referirnos a estudios realizados por la empresa consultora, así mismo como a las bases de datos de la empresa protabaco. Luego de obtener esta información se procede a organizar en forma de tablas, para poder realizar un adecuado análisis teniendo en cuentas las propiedades físicas, químicas e hidrodinámicas.

- CLIMATOLÓGICA

Se consideraron parámetros climáticos básicos como la evaporación y precipitación, el primero para determinar el uso consumo diario y con la precipitación se identificó la tendencia de las lluvias en la zona. Estos parámetros se obtuvieron en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), correspondientes a la

estación LOS ROSALES de CAMPOALEGRE y BENITO SALAS DE NEIVA para el caso de la evaporación, mientras para el caso pluviométrico la estación EL GUADUAL ubicada en RIVERA fue la que se tuvo en cuenta.

Los datos de evaporación se tomaron de dos estaciones diferentes ya que cada una de estas influye sobre un grupo de proyectos en particular, para los predios de LELYS GARCÍA, JORGE GARCÍA, ARCADIO GARCÍA, RAFAEL COLLAZOS Y FANNY RAMÍREZ L2 se tomo como base la estación de Benito Salas De Neiva; para el otro grupo comprendido por FANNY RAMÍREZ L1, HERNÁN IÑIGUEZ, MARTHA RIVAS, LUIS SANDALIO se tomo como base la estación los Rosales De Campoalegre.

En el caso de la precipitación se tomo en cuenta la estación El Guadual De Rivera, esta estación se encuentra estratégicamente ubicada y nos provee datos significativos para todos los proyectos, esta estación por ser únicamente pluviométrica no ofrece datos de evaporación por lo que para estos datos nos referimos a otras estaciones.

Para la presentación de los datos se hará de forma decadal y estos se presentaran en los anexos. En el análisis se tomaran los medios decadales en estos no se tendrá en cuenta los datos que no aparezcan valores, ya que estos afectarían notablemente los valores finales.

De estos datos se realizo en análisis del balance hídrico, el cual nos proporciona los periodos críticos en el año.

Los datos de suelos y climáticos se utilizarón para realizar un análisis de requerimientos hídricos los cuales se consignan en tablas.

### 3.2.3 SELECCIÓN UNIDAD DE RIEGO

La determinación de la unidad de riego se realizo teniendo en cuenta el marco de siembra del cultivo, calidad del material, fácil manipulación, resistencia a obturaciones ofrecida por la unidad de riego, características que se consignan en un folleto dado por el fabricante así mismo como otras ventajas evidenciadas que son consignadas y tenidas en cuenta a la hora de elaborar los diseños respectivos.

### 3.2.4 ELABORACIÓN DE NUEVOS DISEÑOS

#### 3.2.4.1 DISEÑO LATERAL.

En el diseño de este componente del sistema, se tomo como base las tablas proporcionadas por el fabricante de la unidad de riego. Las cuales fueron verificadas y comprobadas por la metodología propuesta por el Ing. Esp. En riego MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO.

#### 3.2.4.2 DISEÑO MÚLTIPLE, PRINCIPAL, FILTRADO, BOMBEO.

En efectos del diseño ágil, rápido y confiable se tomo como base la única metodología practica para tal fin, como lo es los talleres propuestos por el Ing. Esp. En riego MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO.

#### 3.2.4.3 PLANOS DE DISEÑOS DEFINITIVOS Y CANTIDAD DE MATERIALES.

Los planos se realizan de acuerdo a los diseños propuestos. En este documento se presentan los planos definitivos incluyendo los cambios realizados en la construcción. En estos además del diseño, se consignan detalles constructivos, detalles de mantenimiento de la unidad de filtrado además del área a beneficiar así como su ubicación geográfica. Para efectos de la realización de los planos se utilizo el software de modelamiento autocad.

Las cantidades de materiales se obtienen de los planos iniciales, los cuales a pesar de haber cambiado en el momento de llevar a cabo el proceso de construcción. No afecto las cantidades de materiales inicialmente propuestas.

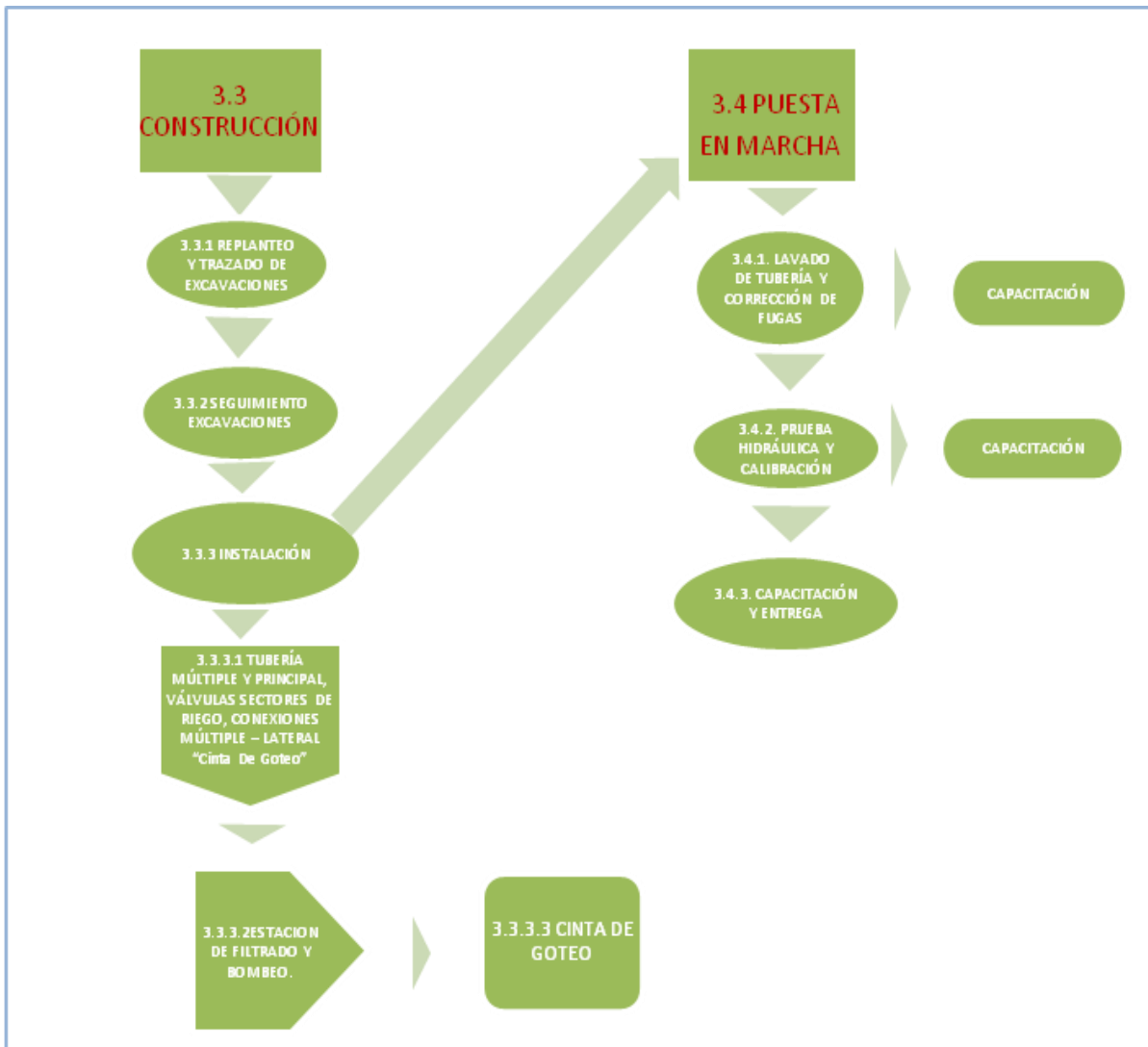
### 3.3 CONSTRUCCIÓN

Para esta etapa del proyecto la cual se basa en trabajo de campo en donde se plasma lo diseñado se trato de seguir un conducto de las labores a realizar, estas labores se presentan en un diagrama en donde se tiene en cuenta la etapa siguiente de puesta en marcha, lo que se hará es describir brevemente cada uno de estos pasos a los que se mostrara registros fotográficos.

### 3.4 PUESTA EN MARCHA

En la puesta en marcha del proyecto se realizaron labores en orden, al igual que en la construcción se presenta un grafico de estas labores las que están acompañadas de capacitación, también se hará una breve descripción y se acompañara de registros fotográficos. En esta etapa es definitiva ya que muestra los resultados de los diseños realizados y la comparación entre la hidráulica teórica con la hidráulica practica de campo en cuanto a sistemas de riego.

Ilustración 2 Esquema de Etapas de Construcción y Puesta en Marcha.



### 3.5 SEGUIMIENTO AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Con el ánimo de mostrar algunos resultados de la aplicación de riego por goteo en tabaco. Se tuvo en cuenta este ítem en el que a su vez se facilito porque algunos proyectos fueron entregados primero que otros los cuales comenzaron cultivando, a estos se realizo un seguimiento tratando de identificar problemas en la operación de los sistemas de riego, también se realizo un seguimiento cualitativo de el desarrollo del cultivo y en ultimas se compararon los históricos de producción de los lotes con las producciones obtenidas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. REDISEÑOS

#### 4.1.1 VISITA DE RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO.

En esta etapa se procedió a la realización de la visita a campo con el beneficiario. De la cual se produjo una tabla con las diferentes características de los proyectos.

Tabla 6 Características de la Visita Campo

USUARIO	NOMBRE PREDIO	OCUPACIÓN PREDIO	ABASTECIMIENTO	FUENTE
LELYS GARCÍA	EL DINDE	Libre	Lago	Q. Jagualito
JORGE GARCÍA	EL DINDE	Arroz	Lago	Caño El Chorro
ARCADIO GARCÍA	LAS PALMAS	Arroz	Canal	Caño El Chorro
RAFAEL COLLAZOS	LA VEGA	Libre	Lago	Q. La Medina
HERNÁN INIGUEZ	PALESTINO	Maíz	Canal	Río Frio
FANNY RAMÍREZ L1	EL PARAÍSO	Libre	Lago	Río Frio
FANNY RAMÍREZ L2	TATAMACAL	Tabaco	Canal	Q. L a Medina
MARTHA RIVAS	EL PROGRESO	Maíz	Reservorio	Nacimiento Propio
LUIS SANDALIO	EL PROGRESO	Maíz	Reservorio	Nacimiento Propio

En la visita efectuada se tomo nota del abastecimiento y de la fuente de la cual se proveen de agua. En el caso de los beneficiarios que poseen lagos, estos se abastecen de la fuente mencionada, se debe tener en cuenta que mediante valoración comparativa, adoptamos que el tamaño del lago provee las necesidades hídricas para el tabaco; ya que mediante este mismo se ha irrigado la misma área, estableciendo cultivos de mayores necesidades hídricas y utilizando riego por superficie, el cual tiene una menor eficiencia. Para los usuarios que poseen reservorios estos se abastecen de nacimientos propios y los validamos de la misma forma en que se validaron los anteriores. Los usuarios que se abastecen por canal se encuentran obligados a realizar una poseta de bombeo; Para la determinación del caudal de estos se realizó mediante aforo por el método del pin pone, encontrando caudales de 32 L/S, 22 L/S, 19L/S en el orden mencionado en la tabla 1.

Después de realizar el análisis de las fuentes de agua. Se procedió a presentar los diseños propuestos por la empresa consultora. A los cuales los usuarios manifiestan tener sectores de riego muy pequeños, lo que repercute en gran medida las labores de mecanización que son de suma importancia para el buen desarrollo del cultivo. Además de esto se encuentran inconsistencias en cuanto a las áreas a establecer lo que conlleva a realizar un nuevo levantamiento.

A los usuarios se les propone construir los surcos en dirección de las curvas de nivel a lo que la mayoría se oponen, declarando las dificultades en caso de tener daño en el sistema de riego o de tener problemas por sobre fertilización, ya que de ser así ellos utilizarían riego por superficie para mantener la condiciones adecuadas del cultivo. Sin embargo el usuario RAFAEL COLLAZOS declara querer realizar los surcos en el sentido de las curvas de nivel.



Al terminar la visita y evidenciar las limitaciones de diseño se propone suministrar unidades bombeo más grande para tener sectores más grandes, a lo cual la interventora se opone ya que los equipos principales propuestos inicialmente no pueden ser cambiados. A continuación se presentan fotografías del estado en que se encontraron los predios.



**Fotografía 1 Panorámica Predio Lelys García**



**Fotografía 2 Panorámica Predio Jorge García**



**Fotografía 3 Panorámica Predio Arcadio García**



**Fotografía 4 Panorámica Predio Rafael Collazos**





**Fotografía 5 Panorámica Predio Hernán Iñiguez**



**Fotografía 6 Panorámica Predio Fanny Ramírez L2**



**Fotografía 7 Panorámica Predio Fanny Ramírez L1**



**Fotografía 8 Panorámica Predio Martha Rivas**



**Fotografía 9 Panorámica Predio Luis Sandalio**

#### 4.1.2 TOPOGRAFÍA

Teniendo en cuenta los resultados de la vista de reconocimiento, se hizo necesario realizar nuevos levantamientos de los cuales se obtuvo planos con los que se realizaron los nuevos diseños, además se realizó un plano general en que se muestra la ubicación de los predios en el municipio. Enseguida se muestran características comparativas generales de los planos ya que estos se presentan en los anexos.

Tabla 7 Características Topográficas

USUARIO	Has. DISEÑOS INICIALES		Has. REDISEÑOS		REUBICACIÓN Has.	Has. TOTAL A INTERVENIR	% PENDIENTE PROMEDIO
	Has. Cultivadas	Has. Totales	Has. Cultivadas	Has. Totales			
LELYS GARCÍA	3.38	3.38	4.38	4.42	0.5	4.95	1.6
JORGE GARCÍA	9.8	9.8	10.17	10.23	0	10.23	2.8
ARCADIO GARCÍA	4.72	4.72	4.99	5.35	1.75	7.1	2.5
RAFAEL COLLAZOS	8.93	9.13	9.91	12.16	0.7	12.86	2.3
HERNÁN INIGUEZ	3.99	3.99	3.61	4.36	0	4.36	4
FANNY RAMÍREZ L1	4.8	4.8	4.82	4.82	0	4.82	2.6
FANNY RAMÍREZ L2	6.1	6.36	6.53	6.68	1	7.68	2.5
MARTHA RIVAS	6.31	6.38	6.43	7.16	0	7.16	3.5
LUIS SANDALIO	3.13	3.13	3.7	3.91	0	3.91	3
Usuario Retirado	5.99	6.29					
TOTALES	57.15	57.98	54.54	59.09	3.95	63.07	

Como se observa en la tabla 2 podemos encontrar que se presentan diferencias en las áreas consignadas en los diseños iniciales, se piensa que puede ser por el mal cálculo ya que al realizar el levantamiento por las mismas líneas prediales, se encontró que el área conserva la misma tendencia en algunos predios, mientras en otros estas áreas aumentan lo que ratifica la inconsistencia en las áreas a beneficiar.



Fotografía 10 Realización De Nuevos Levantamiento

Además algunos de los beneficiarios presentan gran cantidad de áreas que no pueden ser beneficiadas lo que se da por la acumulación de montones de piedras en los lotes y por zonas que se encuentran enmontadas, por esta razón a los usuarios que presentan este problema se aconseja habilitar estas áreas ya que esta habilitación presenta un beneficio para el productor al incrementar la área útil sin incrementar en gran medida el costo del proyecto.

En lo referente al usuario retirado se tenía el inconveniente de no poder repartir el área equitativamente, puesto que se presentaban usuarios que no podían hacerlo ya que no tenían más terreno contiguo de manera que por consenso general entre ellos se repartieron de la forma que se encuentra en la tabla.

Con respecto a los perfiles altimétricos del terreno encontramos predios semiplanos con poca pendiente las cuales son aceptables y facilitan el adecuado diseño de los sistemas de riego

#### 4.1.3. REQUERIMIENTOS HÍDRICOS

##### ➤ SUELO

Para las características edafológicas que se utilizarán en el análisis de requerimientos hídricos nos referimos a bases de datos de Protabaco y a estudios realizados por la empresa consultora.

Tabla 8 Características Hidrofísicas.

USUARIO	TEXTURA	CC (%)	PMP (%)	DA. (g/cc)
LELYS GARCÍA	FAr	26	12	1.3
JORGE GARCÍA	FA	17	5	1.32
ARCADIO GARCÍA	FAr	26	12	1.3
RAFAEL COLLAZOS	FA	14	5	1.32
HERNÁN IÑIGUEZ	FA	18	6	1.35
FANNY RAMÍREZ L1	FAr	16	5	1.3
FANNY RAMÍREZ L2	FA	17	5.3	1.31
MARTHA RIVAS	ArF	25	11	1.3
LUIS SANDALIO	ArF	26	12.5	1.26

FUENTE: Base De Datos PROTABACO

Tabla 9 Características Químicas

USUARIO	PH	MO	%CO	P PPM	ELEMENTOS MAYORES				CIC	ELEMENTOS MENORES				
					Ca	Mg	k	Na		S	Fe	B	Cu	Mn
LELYS GARCÍA	6.5	4.6	2.7	5	10.7	2.05	0.53	0.06	13.3	4	11	0.16	1	5.0
ARCADIO GARCÍA Y JORGE GARCÍA	6.3	2.8	1.6	5	7.6	1.64	0.43	0.09	9.7	3	64	0.16	0.4	12
RAFAEL COLLAZOS	6.4	2.8	1.6	5.2	10	1.8	0.5	0.09	13.2	4	15	0.20	1	5
HERNÁN IÑIGUEZ	6.5	2.3	1.3	52	4.3	1.3	0.15	0.13	5.8	2	28	0.2	0.7	20
FANNY RAMÍREZ L1	6.4	2.2	1.3	51	4.2	1.36	0.17	0.12	5.9	2	30	0.24	0.9	23
FANNY RAMÍREZ L2	6.7	5.1	3.0	86	8.5	2.12	0.41	0.08	11.1	5	8	0.42	0.4	32
MARTHA RIVAS	6.5	3.9	2.3	53	7	1.53	0.22	0.08	8.8	3	28	0.19	0.7	42
LUIS SANDALIO	6.6	3.5	1.9	60	8	1.7	0.2	0.0.8	10.8	4	20	0.23	0.8	38

FUENTE: Estudio realizado por la empresa consultora a la fundación GEA





**Fotografía 11 Perfil de Suelo Lote Lelys García**



**Fotografía 12 Perfil de Suelo Lotes de Jorge y Arcadio García**

**FUENTE:** Estudios realizados por la fundación GEA 2006

**Fotografía 13 Perfil de Suelo Lote Rafael Collazos**



La topografía de los suelos varía de plana a ondulada -convexa con pendientes del 0 a 4%, con nivel freático profundo en las partes altas y en pocos casos moderadamente profundo en las partes bajas. Sus texturas general medias finas a gruesas (F, FAr, FA,) influenciadas algunas de ellas contenidos de gravilla que la modificas (FAG). Esto además los clasifica dentro de las familias por tamaño de partículas fragmentaria o esquelética. En superficie sus colores varían de cafés claros a oscuros, hasta negros. La actividad de mesoorganismos como lombrices, termitas y hormigas es abundante, lo que provoca bioturbación en los horizontes del suelo. Los valores de densidad aparente, donde fue posible tomarla dado el alto contenido de gravillas, y/o gravas, varía entre 0,78 g/cc y 1,35 g/cc.



**Fotografía 14 Perfil de Suelo Lote Fanny Ramírez L1**



**Fotografía 15 Perfil de Suelo Lote Fanny Ramírez L2**

**FUENTE:** Estudio Realizados Fundación GEA 2006



**Fotografía 16 Perfil de Suelo Lotes de Martha Rivas y Luis Sandalio**

FUENTE: Estudio Realizados Fundación GEA 2006

orgánico es de tener en cuenta que la materia organica en algunos predios se encuentra un poco alto comparando las concentraciones recomendadas menor al 3%.

Teniendo encuentra las propiedades químicas se puede decir que son suelos de baja a moderada fertilidad, el pH ligeramente acido se encuentra en un rango aceptable en el cual la mayoría de los macro y micronutrientes pueden ser disponibles para la planta, sin embargo los bajo valores de C.I.C. evidencia la poca disponibilidad de nutrientes lo que puede ser por la explotación intensiva de

los lotes. Los contenidos de materia orgánica son muy variables pues fluctúan entre 1,3 %y 5.1%, al igual que el de carbón

## ➤ CLIMATOLOGÍA

Para el análisis mostraremos en una tabla el comportamiento de la precipitación y la evaporación teniendo como condición los grupos armados dependiendo de la inferencia de las estaciones.

**Tabla 10 Valores Medios Totales Decadales de Evaporación Estación Benito Salas**

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES  
SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS TOTALES DECADELES DE EVAPORACIÓN (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04 ESTACIÓN : 2111502 APTO BENITO SALA

LATITUD	0258 N	TIPO EST	SS	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACIÓN	1930-ENE
LONGITUD	7518 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	NEIVA	FECHA-SUSPENSIÓN	
ELEVACIÓN	0439 m.s.n.m	REGIONAL	04	HUILA-CAQUETÁ		CORRIENTE	LAS

CEIBAS

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIEMBR	OCTUBR	NOVIEMBR	DICIEMBR
MEDIOS	52	53	53	50	51	54	65	74	70	67	48	43
POR	56	55	56	51	54	62	70	77	73	58	48	46
DÉCADA	63	44	55	50	56	62	78	82	71	60	49	54

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

PROMEDIO	57.0	50.7	54.7	50.3	53.7	59.3	71.0	77.7	71.3	61.7	48.3	47.7
----------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Estos datos de evaporación serán utilizados como análisis de la primera zona la cual está cerca al corregimiento del Caguan y la comprenden los predios de Lelys García, Jorge García, Arcadio García, Rafael collazos, Fanny Ramírez L2 al observar los datos se puede inferir sobre el clima bimodal de la zona en donde se marca picos de

evaporación en los meses de julio, agosto y septiembre; esto ratificando las creencias populares las cuales afirma que en estos meses el riego es importante para el desarrollo del cultivo.

Tabla 11 Valores Medios Totales Decadales de Evaporación Estación los Rosales.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES  
SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS TOTALES DECADALES DE EVAPORACIÓN (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/02/26 ESTACIÓN : 2110505 LOS ROSALES

LATITUD 0237 N TIPO EST SS DEPTO HUILA FECHA-INSTALACIÓN 1973-DIC  
LONGITUD 7525 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO CAMPOALEGRE FECHA-SUSPENSIÓN  
ELEVACIÓN 0553 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUETÁ

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIEMBR	OCTUBR	NOVIEMBR	DICIEMBR
MEDIOS	44.5	48.7	39.8	37.1	41.5	52.0	59.4	65.4	61.2	47.4	37.2	33.9
POR	47.4	48.7	42.4	38.7	44.2	50.0	63.3	69.6	58.8	50.5	35.7	36.1
DÉCADA	51.7	38.9	46.3	40.2	48.2	54.1	69.0	75.9	63.7	55.0	38.7	39.4
PROMEDIO	47.9	45.4	42.8	38.7	44.6	52.0	63.9	70.3	61.2	51.0	37.2	36.5

Estos datos de evaporación serán utilizados como análisis de la segunda zona; la cual está cerca al peaje de los Cauchos ubicado en el Municipio De Rivera sobre la vía al sur y la comprende los predios de Fanny Ramírez L1, Martha Rivas, Luis Sandalio, Hernán Iñiguez, al observar los datos se puede inferir sobre el clima bimodal de la zona en donde se marca picos de evaporación en los meses de julio, agosto y septiembre; al igual que los datos de la estación Benito Salas, sin embargo los promedios de evaporación son menores de lo cual se puede inferir que el brillo solar es menor en la zona de influencia de la estación los rosales, probablemente los flujos de aire también lo sean. Debemos tener en cuenta que esta estación se encuentra ubicada en el pie de la montaña razón que ratifica las diferencias presentadas.

Tabla 12 Valores Medios Totales Decadales de Precipitación Estación el Guadual.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES  
SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACIÓN (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/02/26 ESTACIÓN : 2110505 EL GUADUAL

LATITUD 0237 N TIPO EST SS DEPTO HUILA FECHA-INSTALACIÓN 1973-DIC  
LONGITUD 7525 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO RIVERA FECHA-SUSPENSIÓN  
ELEVACIÓN 0553 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUETÁ

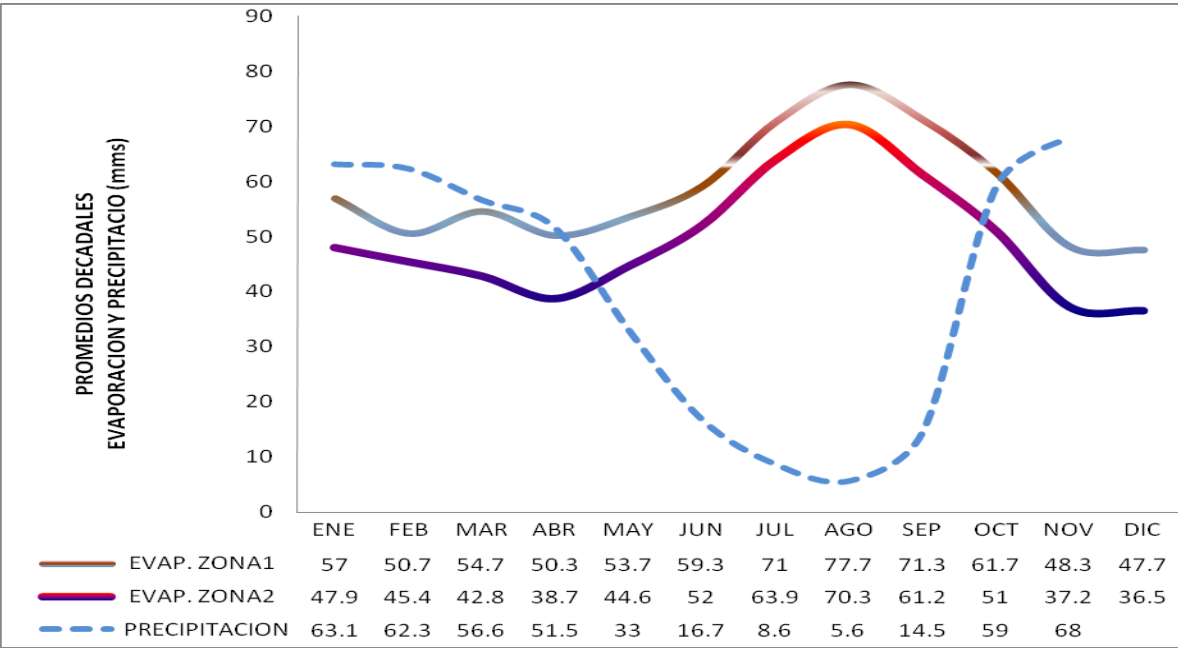
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

	ENERO	FEBRER	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTIEMBR	OCTUBR	NOVIEMBR	DICIEMBR
MEDIOS	58.7	66.7	52.6	49.4	30.7	16.7	8.0	5.2	14.5	54.9	68.0	
POR	62.5	66.7	56.0	51.5	32.7	16.0	8.5	5.6	13.9	58.5	65.3	
DÉCADA	68.2	53.4	61.1	53.6	35.6	17.4	9.3	6.1	15.0	63.8	70.7	
PROMEDIO	63.1	62.3	56.6	51.5	33.0	16.7	8.6	5.6	14.5	59.0	68.0	

Los datos de precipitación de la estación el gradual son bastante representativos ya que la estación se halla ubicada en el medio de la zona de influencia del proyecto, así como en los valores de evaporación los meses de julio, agosto y septiembre son los picos alto en la precipitación en estos meses se presentas picos bajos. Lo cual ratifica las creencias populares y evidencias el continuo avance intelectual de los pobladores a través de la observación continua de los fenómenos metereológicos. Para el análisis de la precipitación es de anotar la no existencia de datos en los meses de diciembre a lo que no se sabe la causa, sin embargo el análisis climático se realizo con los otros datos ya que en este mes generalmente los cultivadores se dedican al establecimiento de los semilleros.

A continuación presentamos el balance hídrico para cada una de las zonas y teniendo en cuenta las diferentes etapas de desarrollo vegetativo del cultivo.

Ilustración 3 Balance Hídrico



En la grafica de balance hídrico se puede observar la tendencia marcada de un clima bimodal, presentando lluvias que superan la evaporación en los últimos meses del año, y luego estas comienzan a descender teniendo meses críticos como lo es JUNIO, JULIO, AGOSTO y parte de SEPTIEMBRE. Si tenemos en cuenta las campañas de siembra en la zona del proyecto que generalmente se realizan en los meses de FEBRERO, MARZO y en JUNIO, JULIO tenemos una primera fase de siembra en la que el desarrollo del cultivo se dará con abundante agua; lo que repercute en los contenidos finales de materia seca, mientras en la segunda etapa se tiene meses de muy pocas precipitación lo que ayuda a tener un buen contenido final de materia seca siempre y cuando el cultivo no sufra de estrés hídrico.

Para el cálculo de los requerimientos hídricos nos basaremos en la segunda fase de siembra en la que la evaporación es más intensa; tomaremos como base los datos del mes de agosto en el cual el déficit hídrico es el mayor.

➤ **CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS HÍDRICOS**

Siendo el riego por goteo modalidad cinta un sistema localizado, el cálculo del requerimiento hídrico se debe hacer también forma localizada. Por esta razón los cálculos de lámina neta y uso-consumo se les realizó algunos cambios en la presentación de los datos que permitirán tener un mejor punto de comparación y nos permite mostrar las cantidades reales de agua a aplicar y que consume el cultivo.

**Cálculo de la lámina neta (LN) y Vol. Neto Aplicar.**

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

LN: Lámina Neta (mm = lts/m<sup>2</sup>)

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (gr/cm<sup>3</sup>)

Pre: Profundidad radicular efectiva del cultivo (mm), según **(Doorembos, 1976)** se adopta profundidades efectivas radiculares para el tabaco de 0.20 en la fase de crecimiento lento, 0.30 en la fase de crecimiento rápido y 0.35 en las fases de floración y maduración.

Na: Nivel de agotamiento, hasta donde el cultivador quiere estresar su cultivo; se recomienda que no sea superior al 50%, o sea 0,5.

En aras de poder calcular la frecuencia de riego de forma eficiente debemos proceder a llevar la lámina neta de riego a volumen de agua aplicado por metro de surco de tabaco;

$$\text{Vol. Neto Aplicar} = \text{ASH} * \text{LN}$$

Vol. Neto Aplicar: lts /ms “litros por metro de surco”

ASH: Área Suelo A Humedecer Por metro (m<sup>2</sup>), se adopta 1.5 veces, la profundidad efectiva radicular como ancho a mojar en el surco y este se multiplica por la unidad a estudiar (1 metro de surco de tabaco).

**Cálculo del Vol. Bruto Aplicar o cantidad de agua aplicar teniendo en cuenta el sistema de riego.**

$$\text{Vol. Bruto Aplicar} = \text{Vol. Neto Aplicar} / \text{Ea}$$

Ea: eficiencia de aplicación del sistema de riego = se adopta 98% teniendo en cuenta que este sistema de riego es localizado.



## Uso Consumo

Para el cálculo tomamos como base la fórmula propuesta por *LÓPEZ en 1992*. Y se realiza el cálculo para las dos zonas en que se dividió las características climáticas del proyecto. Se tomo la fórmula propuesta por López ya que intrínsecamente tiene en cuenta el área foliar del tabaco, de manera que si se quiere determinar el uso-consumo por metro de surco basta multiplicar por el factor para cambio de unidades que es la unidad a estudiar (1 metro de surco de tabaco) y así como se puede determinar, el valor del dato no cambia lo único que cambian son las unidades del dato.

$$UC = ETc = Kc \cdot A \cdot Ev$$

UC: Uso Consumo (mm/día = lts / m<sup>2</sup>día). Al multiplicar por 1m las unidades en que quedaría expresada sería en (lts por metro de surco al día)

ETc: evapotranspiración del cultivo

Kc: coeficiente de cultivo mm/día., se adopta los resultados encontrados por (Torrente 2007) que afirman Kc fase crecimiento lento 0.66, Kc fase de crecimiento rápido 0.83, Kc fase de floración 0.92 y Kc fase de maduración 0.87 “en la etapa inicial de esta fase el Kc es el indicado sin embargo a medida que avanza la fase de maduración las necesidades hídricas comienzan a disminuir hasta llegar a coeficientes de cultivos menores del inicial.

A: Área de sombra del cultivo o el área foliar de la planta (m<sup>2</sup>), se adoptan valores de diámetro foliares dependiendo del desarrollo del cultivo; para la fase inicial 40cms, para la fase de crecimiento rápido, el área foliar aumenta rápidamente para lo cual se toma el valor mayor de 1mts. Teniendo en cuenta que la planta ya está desarrollada, en las siguientes fases se adopta el diámetro foliar igual al de la etapa de crecimiento rápido.

Ev: evaporación en (mm/día = lts / m<sup>2</sup> día) obtenido del tanque evaporímetro tipo “A”, en efecto de obtener un dato representativo de evaporación, y teniendo en cuenta que para los meses críticos; (JULIO, AGOSTO, SEPTIEMBRE) la variación en la evaporación no es muy alta, tomamos el dato promedio de los promedios de los medios decadales correspondientes a los meses críticos y este valor lo dividimos por 10 días;

$$Ev = ((Ev. Julio + Ev. Agosto + Ev. Septiembre) / 3) / 10 \text{ días}$$

$$Ev \text{ zona 1} = 7.31$$

$$Ev \text{ zona 2} = 6.51$$

## Frecuencia de riego (FR).

$$FR = Vol. Neto Aplicar / Uc$$

FR = frecuencia de riego, días.

Vol. Neto Aplicar =: lts / ms “litros por metro de surco”

UC: uso consumo (lts por metro de surco al día)

## Tiempo de riego por unidad de riego o regadora (TRur):

$$TRur = LBur / Qur$$

TRur: tiempo de riego en horas.

Vol. Bruto Aplicar: “litros por metro de surco”

Qur: Caudal de descarga de la unidad de riego (LPH/ metro de cinta)

Tabla 13A Requerimientos Hídricos en Fase de Crecimiento Lento

PARÁMETROS	USUARIOS								
	PRIMERA ZONA HIDROCLIMATICA					SEGUNDA ZONA HIDROCLIMATICA			
	LELYS GARCÍA	JORGE GARCÍA	ARCADIO GARCÍA	RAFAEL COLLAZOS	FANNY RAMÍREZ L2	FANNY RAMÍREZ L1	HERNÁN IÑIGUEZ	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO
CC (%)	26	17	26	14	17	16	18	25	26
PMP (%)	12	5	12	5	5.3	5	6	11	12.5
Da (gr/cm2)	1.3	1.32	1.3	1.32	1.31	1.3	1.35	1.3	1.26
Pre (mm)	200								
Na	0.5								
LN (mm= lts/m2)	18.20	15.84	18.20	11.88	15.33	14.30	16.20	18.20	17.01
ASH (m2)	0.30								
Vol. Neto Aplicar(lts/ms)	5.46	4.75	5.46	3.56	4.60	4.29	4.86	5.46	5.10
Ea (%)	98.00								
Vol. Bruto Aplicar(lts/ms)	5.57	4.85	5.57	3.64	4.69	4.38	4.96	5.57	5.21
Kc	0.66								
Diam Foliar (mts)	0.40								
Ev (lts/m2.dia)	7.31					6.51			
UC (lts/ms.dia)	1.93					1.72			
FR (Días)	2.83	2.46	2.83	1.85	2.38	2.50	2.83	3.18	2.97
QUR (LPH/ mts cinta)	6.66								
TRUR (Horas)	0.84	0.73	0.84	0.55	0.70	0.66	0.74	0.84	0.78
TRUR AJUSTADO A RLAF (HORAS)	0.3 (18min)					0.25 (15 min)			

Tabla 13B Requerimientos Hídricos en Fase de Crecimiento Rápido

PARÁMETROS	USUARIOS								
	PRIMERA ZONA HIDROCLIMATICA					SEGUNDA ZONA HIDROCLIMATICA			
	LELYS GARCÍA	JORGE GARCÍA	ARCADIO GARCÍA	RAFAEL COLLAZOS	FANNY RAMÍREZ L2	FANNY RAMÍREZ L1	HERNÁN IÑIGUEZ	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO
CC (%)	26	17	26	14	17	16	18	25	26
PMP (%)	12	5	12	5	5.3	5	6	11	12.5
Da (gr/cm2)	1.3	1.32	1.3	1.32	1.31	1.3	1.35	1.3	1.26
Pre (mm)	300								
Na	0.5								
LN (mm= lts/m2)	27.30	23.76	27.30	17.82	22.99	21.45	24.30	27.30	25.52
ASH (m2)	0.45								
Vol. Neto Aplicar(lts/ms)	12.29	10.69	12.29	8.02	10.35	9.65	10.94	12.29	11.48
Ea (%)	98.00								
Vol. Bruto Aplicar(lts/ms)	12.54	10.91	12.54	8.18	10.56	9.85	11.16	12.54	11.72
Kc	0.83								
Diam Foliar (mts)	1.00								
Ev (lts/m2.dia)	7.31					6.51			
UC (lts/ms.dia)	6.07					5.40			
FR (Días)	2.02	1.76	2.02	1.32	1.71	1.79	2.02	2.27	2.12
QUR (LPH/ mts cinta)	6.66								
TRUR (Horas)	1.88	1.64	1.88	1.23	1.59	1.48	1.68	1.88	1.76
TRUR AJUSTADO A RLAF (HORAS)	0.91 (55 min)					0.81 (50 min)			

Tabla 13C Requerimientos Hídricos en Fase de Floración

PARÁMETROS	USUARIOS								
	PRIMERA ZONA HIDROCLIMATICA					SEGUNDA ZONA HIDROCLIMATICA			
	LELYS GARCÍA	JORGE GARCÍA	ARCADIO GARCÍA	RAFAEL COLLAZOS	FANNY RAMÍREZ L2	FANNY RAMÍREZ L1	HERNÁN IÑIGUEZ	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO
CC (%)	26	17	26	14	17	16	18	25	26
PMP (%)	12	5	12	5	5.3	5	6	11	12.5
Da (gr/cm2)	1.3	1.32	1.3	1.32	1.31	1.3	1.35	1.3	1.26
Pre (mm)	350								
Na	0.5								
LN (mm= lts/m2)	31.85	27.72	31.85	20.79	26.82	25.03	28.35	31.85	29.77
ASH (m2)	0.53								
Vol. Neto Aplicar(lts/ms)	16.72	14.55	16.72	10.91	14.08	13.14	14.88	16.72	15.63
Ea (%)	98.00								
Vol. Bruto Aplicar(lts/ms)	17.06	14.85	17.06	11.14	14.37	13.41	15.19	17.06	15.95
Kc	0.92								
Diam Foliar (mts)	1.00								
Ev (lts/m2.dia)	7.31					6.51			
UC (lts/ms.dia)	6.73					5.99			
FR (Días)	2.49	2.16	2.49	1.62	2.09	2.19	2.49	2.79	2.61
QUR (LPH/ mts cinta)	6.66								
TRUR (Horas)	2.56	2.23	2.56	1.67	2.16	2.01	2.28	2.56	2.39
TRUR AJUSTADO A RLAF (HORAS)	1 ( 60 min)					0.91 (55 min)			

Tabla 13D Requerimientos Hídricos en Fase de Maduración

PARÁMETROS	USUARIOS								
	PRIMERA ZONA HIDROCLIMATICA					SEGUNDA ZONA HIDROCLIMATICA			
	LELYS GARCÍA	JORGE GARCÍA	ARCADIO GARCÍA	RAFAEL COLLAZOS	FANNY RAMÍREZ L2	FANNY RAMÍREZ L1	HERNÁN IÑIGUEZ	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO
CC (%)	26	17	26	14	17	16	18	25	26
PMP (%)	12	5	12	5	5.3	5	6	11	12.5
Da (gr/cm2)	1.3	1.32	1.3	1.32	1.31	1.3	1.35	1.3	1.26
Pre (mm)	350								
Na	0.5								
LN (mm= lts/m2)	31.85	27.72	31.85	20.79	26.82	25.03	28.35	31.85	29.77
ASH (m2)	0.53								
Vol. Neto Aplicar(lts/ms)	16.72	14.55	16.72	10.91	14.08	13.14	14.88	16.72	15.63
Ea (%)	98.00								
Vol. Bruto Aplicar(lts/ms)	17.06	14.85	17.06	11.14	14.37	13.41	15.19	17.06	15.95
Kc	0.87								
Diam Foliar (mts)	1.00								
Ev (lts/m2.dia)	7.31					6.51			
UC (lts/ms.dia)	6.36					5.66			
FR (Días)	2.63	2.29	2.63	1.72	2.21	2.32	2.63	2.95	2.76
QUR (LPH/ mts cinta)	6.66								
TRUR (Horas)	2.56	2.23	2.56	1.67	2.16	2.01	2.28	2.56	2.39
TRUR AJUSTADO A RLAF (HORAS)	0.93 (58min)					0.85 (51 min)			

A medida que se realiza el análisis de requerimiento hídricos podemos ver como los tiempos de riego aumentan a medida que avanzan las fases del cultivo, mientras las frecuencias de riego son muy parecidas; esto se da ya que en el cálculo además del desarrollo vegetativo también se ha tenido en cuenta el desarrollo radicular de manera que las laminas de riego se aplican únicamente a zonas en donde se encuentran raíces capaces de absorber el agua, siendo este método efectivamente un riego localizado. También se debe tener en cuenta que en la fase de maduración el uso-consumo disminuye paulatinamente hasta llegar a un momento en el cual no es conveniente seguir regando ya que se afecta la combustión de la cosecha copera del tabaco.

Realizando un análisis más profundo y teniendo en cuenta los resultados obtenidos en diferentes proyectos por el Ing. Agrícola Esp. En Irrigación MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO en la aplicación de RLAF y además observando el uso-consumos se realizó recomendaciones de tiempos de riego en las diferentes fases del cultivo encontrando que en la primera fase de crecimiento lento basta con la aplicación de 20 min de riego al día. En la etapa de crecimiento rápido se debe comenzar a aumentar el tiempo de riego en 5 min cada día hasta llegar una hora de riego al día. Las dos fases siguientes se realizan riegos de una hora cada día.

#### 4.1.4. UNIDAD DE RIEGO

Teniendo en cuenta factores como

El uso-consumo que en la zona es alto llevándonos a formular cintas de goteo que tengan el máximo caudal posible para poder tener un menor tiempo de riego.

La gran cantidad de mano de obra que se ocupa en los lotes y no tienen cuidado con la cinta.

Resistencia a obturación

Las distancias de siembra de manera que los goteros estén ubicados mínimo uno en cada planta.

Se escogió la cinta HIDROLYTE de 16mm (diámetro interno), espesor de pared 10mil, 0.15 mts. De distancia entre goteros, presión de trabajo 1 Bar, y caudal de 1LPH cada gotero para un caudal por metro de 6.66 LPH. Con otras características como:

- La combinación de segmentos cuadrados en el laberinto, el paso turbulento del agua y los múltiples filtros de entrada, ofreciendo una gran protección frente a la obturación.
- Excelente uniformidad de caudal de los emisores teniendo variabilidad en las presiones.

- Diseño especial de las ranuras de salida, es una ranura única retráctil, la ranura se cierra justo cuando drena el agua, esto evita la succión de partículas de tierra y escombros previniendo el taponamiento.
- Cumple los requisitos de uniformidad de emisión.

Anexo encontramos los catálogos de la cinta.

#### 4.1.5. ELABORACIÓN DE NUEVOS DISEÑOS

- LATERAL

A continuación presentamos la tabla según la cual el fabricante recomienda longitudes del lateral teniendo en cuenta el espaciamiento entre goteros, la pendiente y la uniformidad que se quiere tener.

Tabla 14 Longitud Máxima Recomendada Por el Fabricante Para el Lateral

Slope (%) *	Max. Flow rate Difference (%) **	Spacing Between Emitters (cm)					
		15	30	45	60	75	90
-2	7.5	45	53	55	55	58	56
	10	57	71	75	79	80	78
-1	7.5	60	82	91	97	103	105
	10	72	100	118	127	137	141
0	7.5	78	125	163	196	227	254
	10	88	142	185	223	257	290
1	7.5	92	160	219	274	328	141
	10	102	173	237	298	354	407
2	7.5	103	74	64	61	62	60
	10	112	197	102	91	88	87

\* Slopes: - Flat Terrain (0) ; Downhill (1,2);Uphill(-1,-2)

\*\* Maximum Allowable Flow Rate Variation along the Same dripline.

Esta tabla la sometemos a valoración en donde valoraremos el lateral como si tuviéramos un terreno completamente plano.

TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: GOTEO CINTA		HUERTO: VARIOS		SECTOR RIEGO (SR) No. VARIOS	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	Varios
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	N/A
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	1	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
$N_A$ = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	164
$N_{UR}$ = Número de unidades de riego por lateral	493
$\theta$ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
<b>F</b> = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
<b>Q</b> = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)( $Q_{UNITARIO}$ ) = ( ) ( )	8.22LPM
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
$T_F$ = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
$N_S$ = Número de espacios entre unidades de riego	492
$E_L$ = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
$L_R$ = Longitud real (m) = ( $N_S$ )( $E_L$ ) + ( $T_I$ ) + ( $T_F$ ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	75
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
<b>L</b> = Longitud total (m) = ( $L_R$ ) + ( $L_e$ ) = ( ) + ( )	75.05
<b>j</b> = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0462
<b>J = (F)(L)(j) (m)</b> = ( ) ( ) ( )	1.1m
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	(SI)
( 1.1 ) $\leq$ ( 1.13 ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	(NO)
OBSERVACIÓN	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA ( $P_{EL}$ )		PRESIÓN A LA SALIDA ( $P_{SL}$ )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
$P_{UR}$ = Presión unidad riego (m)	10.33	$P_{EL}$ = Presión entrada lateral (m)	16.26
<b>J</b> = Pérdidas totales (m)	1.1	<b>J</b> = Pérdidas totales (m)	1.1
$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno(m)	0	$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno (m)	0
<b><math>P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H</math> (m)</b>	11.43m	<b><math>P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H</math> (m)</b>	10.33m
$P_{EL} = ( ) + ( ) \pm ( )$	16.26PSI	$P_{SL} = ( ) - ( ) \pm ( )$	14.7PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO ( $T_L$ )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE ( $T_{GL}$ )
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia \approx (\frac{1}{2})(E_L)$
$T_L = ( 492 )( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 75 ) m$	$T_{GL} = ( 492 )( 0.15 ) + ( 1 )( 2 ) = ( 150 ) m$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

Al comparar la longitud del lateral obtenida en el taller con las longitudes propuestas por el fabricante, nos damos cuenta de lo cerca que están estos datos. La poca diferencia que se da, probablemente sea por la variación que valida la metodología del Ing. CIFUENTES. Lo importante a tener en cuenta es la pendiente del terreno la cual al ser positiva compensa las pérdidas de presión lo que permite tener laterales más largos.

- DISEÑO MÚLTIPLE, PRINCIPAL, FILTRADO, BOMBEO.

Los diseños de las diferentes partes del sistema se realizan teniendo en cuenta la metodología de talleres propuesta por MIGUEL GERMÁN CIFUENTES para lo cual se presenta en tablas los resultados y los talleres se presentan en los anexos.

Tabla 15 Resumen de Cálculos Hidráulicos

COMPONENTES DEL SISTEMA	PARÁMETROS	USUARIOS								
		LELYS GARCÍA	JORGE GARCÍA	ARCADIO GARCÍA	RAFAEL COLLAZOS	FANNY RAMÍREZ L2	FANNY RAMÍREZ L1	HERNÁN IÑIGUEZ	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO
LATERAL	Pendiente Prom (%)	1.35	2.92	2.58	0.3	2	2.5	2.63	2.4	2.5
	long lateral	75	120	58	49	99	120	76	99	120
	Perdidas de Pr	1.1	4.15	0.57	0.34	2.4	4.15	0.89	2.4	4.15
	Pr. Ent. Lateral	10.43	10.98	10.33	10.74	10.73	11.48	10.33	10.33	11.48
MÚLTIPLE	Diferencia Top	2.5	0.5	-0.5	-1	1	0	0	0	0
	Perdidas de Pr	3.75	1.53	2.87	1.47	1.45	1.14	1.2	1.86	0.68
	Pr. Ent. Múltiple	11.68	12.01	13.7	12.21	12.18	12.62	11.53	12.19	12.16
PRINCIPAL	Diferencia Top	0	16.5	0	-2	9	1	0.5	0	-3
	long Principal	134	697	191	206	396	262	157	381	439
	Perdidas de Pr	5.22	22.34	9.75	5.43	15.67	12.69	8.05	13.43	14.91
	Pr. Ent. Principal	16.9	17.85	23.45	19.64	18.85	24.31	19.08	25.62	30.07
FILTRADO	Perdidas de Pr	2.91	3.48	3.82	2.3	3.28	3.65	3.39	2.92	2.92
BOMBEO	H Succión	1.5	1.5	1	2	1	1	1	2	2
	Perdidas de Pr. Succ	0.9	1	1.11	0.58	1.11	1	1	0.81	0.8
	CDT	22.21	23.83	29.38	24.52	24.24	29.96	24.47	31.35	35.79
	Q (GPM)	166	175	183	130	163	174	170	157	156
	HP	5.87	6.64	8.57	5.08	6.30	8.31	6.63	7.84	8.90
	NPSH Disponible.	6.55	6.45	6.84	6.37	6.84	6.95	6.95	6.14	6.15

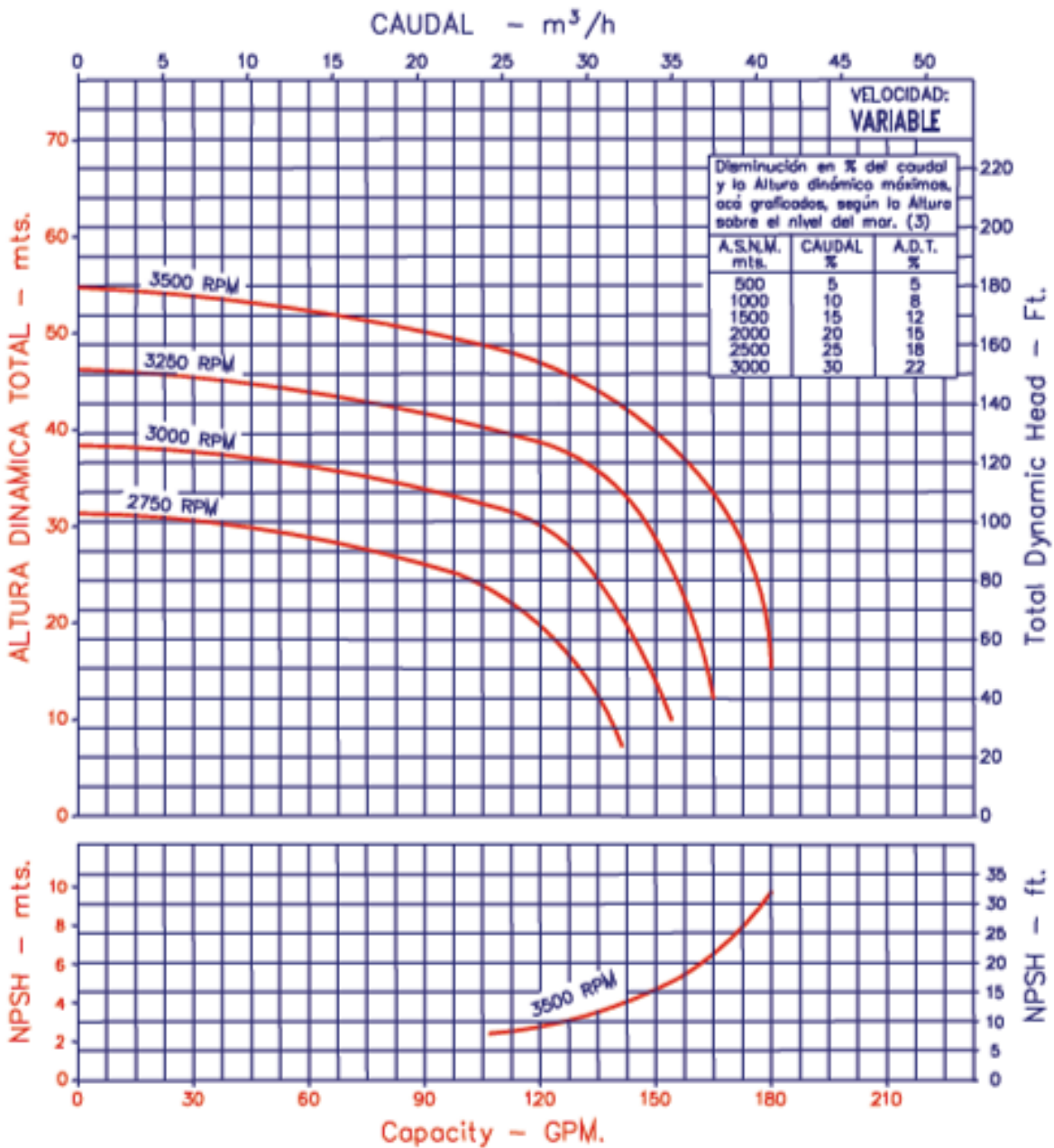
La curva de la unidad de de bombeo seleccionada se muestra a continuación:

Ilustración 4 Curva de la Motobomba Seleccionada



**MOTOBOMBA CENTRIFUGA USO GENERAL  
"HY-FLO"  
MONOBLOCK DIESEL**

Version: Sello Mecanico Ø Rotor: 170 mm. Ø Max. Partículas: 5 mm. Motor: Katsupower Diesel de 10 HP.	<b>MODELO:</b>  <b>30AG/F400</b>
<b>CONEXIONES:</b> Succion: 3" NPT Descarga: 3" NPT	





Es de tener en cuenta que el diseño de los sistemas de riego se realizó para los sectores críticos y en condiciones de funcionamiento máximo de la unidad de riego ya que esta comienza a funcionar desde 0.6 Bares a un caudal de 0.8LPH y el diseño se realizó en condiciones de trabajo de 1 Bar a un caudal de 1LPH. Tomando lo dicho se debe anotar que en algunos sectores que son bondadosos en presión se pueden colocar a funcionar 2 sectores por turno y en caso que la presión en el sector crítico disminuya se puede ver como la unidad de riego a pesar de no ser auto compensada a variaciones altas de presión presenta poca variación en el caudal.

Al observar el comportamiento de la unidad de bombeo, se puede ver como el punto de trabajo varía de un usuario a otro. Esto se debe a la conformación del lote que juega papel importante en la disposición de los sectores de riego; además un factor importante "el tiempo de funcionamiento promedio del motor" también se tuvo en cuenta, de manera tal que en lotes pequeños el tiempo de bombeo es mínimo y el motor se puede forzar un poco, lo que no se puede hacer en predios grandes ya que las jornadas de bombeo son extensas y generalmente se debe irrigar todos los días por lo cual las revoluciones del motor deben ser menores para evitar un desgaste excesivo.

- PLANOS DE DISEÑOS DEFINITIVOS Y CANTIDAD DE MATERIALES.

Para la presentación de los diseños definitivos, primero se muestra un plano global de la ubicación de los predios y luego se presentan los planos en un pliego en escalas 1:500, 1:750, 1:1000. También contienen detalles constructivos y detalles de la operación de lavado de la estación de filtrado.

A continuación se presenta la tabla en la cual se encuentran las cantidades de materiales a utilizar por usuario.

Tabla 16 Cantidad de Materiales a Utilizar

CANTIDAD DE MATERIALES										
MATERIALES	UND	USUARIOS								
		LELYS GARCÍA	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO	RAFAEL COLLAZOS	ARCADIO GARCÍA	FANNY RAMÍREZ	JORGE GARCÍA	JESÚS HERNÁN	GRAN TOTAL
<b>UNIDAD DE RIEGO</b>										
Cinta de goteo HIDROLYTTE 16mm espesor 10 mil descarga 0.65 lph cada 20 cms; presión de operación 15 psi; presión de rotura mayor a 22.5psi incluye 3% como stock e imprevistos topográficos.	MTS	44050	55950	32725	91347	55826	106689	88667	31579	506833
Tubería 16mm peletizada. Incluye 2mts por cada conexión múltiple-lateral y extensiones para conexiones especiales	MTS	610	800	450	3005	1160	1040	1040	500	8605
Conector manguera - cinta 16mm	UND	565	794	415	3003	1080	1030	1040	500	8427
Conector cinta - cinta 16mm	UND	200	200	200	200	200	200	200	200	1600
Silleta 16mm, material original	UND	565	794	415	3003	1080	1030	1040	500	8427
Conector de 16 mm, material original	UND	565	794	415	3003	1080	1030	1040	500	8427
obturador 16 mm, pvc 3/4" (sencillo)	UND	565	794	415	3003	1152	1030	1040	500	8499
<b>CONDUCCIÓN</b>										
Tubería pvc 3" RDE 26 UM (PLATINO)	TUBO	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Tubería pvc 3" RDE 41 UM (PLATINO)	TUBO	34	37	34	62	41	71	53	18	350
Tubería pvc 3" RDE 51 UM (PLATINO)	TUBO	76	83	75	145	92	166	123	41	801
Tubería pvc 2" RDE 41 UM (PLATINO)	TUBO	130	199	54	430	288	240	273	130	1744
<b>ACCESORIOS</b>										
Válvula aire doble propósito ø 1" incluye accesorios de conexión	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Adaptador macho pvc presión 2"	UND	16	22	10	35	20	28	30	12	173
Tapón roscado pvc presión 2"	UND	16	22	10	35	20	28	30	12	173
Codo 45° pvc presión pvc 2"	UND	24	41	11	51	34	33	56	21	271
Codo 45° pvc presión pvc 3"	UND	17	5	7	2	8	2	12	2	55
Codo 90° pvc presión pvc 2"	UND	5	5	0	5	7	7	8	2	39
Codo 90° pvc presión pvc 3"	UND	9	8	7	6	13	18	10	4	75
Tee pvc presión pvc 2"	UND	4	4	0	13	2	2	4	3	32
Tee pvc presión pvc 3"	UND	12	14	9	24	18	27	22	8	134
Toma presión 2" (collarín, adapt, racor, micromang y obturador)	UND	4	7	1	12	1	1	5	2	31
Toma presión 3" (collarín, adapt, racor, micromang y obturador)	UND	5	6	5	9	9	13	9	4	60
Manómetro glicerina (0-150psi), con accesorios de conexión	UND	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Llave de bola PVC de 2" Extremo liso	UND	6	14	2	24	2	2	10	4	60
Llave de bola PVC de 3" Extremo liso	UND	10	12	10	12	18	26	18	8	114

CANTIDAD DE MATERIALES										
MATERIALES	UND	USUARIOS								
		LELYS GARCÍA	MARTHA RIVAS	LUIS SANDALIO	RAFAEL COLLAZOS	ARCADIO GARCÍA	FANNY RAMÍREZ	JORGE GARCÍA	JESÚS HERNÁN	GRAN TOTAL
Buje pvc presión 3" x 2"	UND	14	21	10	28	19	36	25	12	165
Soldadura pvc	1/4 GALÓN	4	4	4	4	4	4	4	4	32
Limpiador pvc	1/4 GALÓN	4	4	4	4	4	4	4	4	32
Lubricante	1/4 GALÓN	4	4	4	4	4	4	4	4	32
cinta teflón	ROLLO	60	60	60	60	60	60	60	60	480
<b>CONEXIONES DE BOMBEO</b>										
Motobomba centrifuga uso general "Hy-flo" monoblock diesel, modelo 30AG/F400, succión 3" descarga 3", versión sello mecánico, 175 mm diámetro de rotor, 5mm diámetro máximo de partículas, motor katsupower de 10Hp y bomba IHM.	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Encendido eléctrico incluye motor de arranque, batería, cableado, base y montaje	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Tráiler con 2 llantas y punto de enganche; parales y Techo en lamina	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Válvula pie 3" AL tipo j unión hembra. Con abrazadera industrial	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Manguera succión tipo espiral 3"x6mts con acople macho AL.	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Mango 3" lamina con brida y acople rápido parte bola	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Mango 3"lamina con conexión espigo y acople rápido campana	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Codo 90° 3" gran radio lamina con salida para cebado válvula 2", conexiones: universal brida y espigo macho.	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
válvula 3" conexión hembra	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
codo 3" en lamina macho x conexión manguera, abrazaderas	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Manguera 150 psi 3" x 3mts.	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
mango lamina 3" conexión manguera x acople rápido	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
mango 3" en lamina conexión acople rápido macho	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
válvula cheque horizontal 3" conexión hembra-hembra	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Adaptador macho pvc 3"	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Tornillería y empaque neolite	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
<b>CONEXIONES DE FILTRADO</b>										
Filtro de arena 85 GPM múltiple conexión pvc 3" RDE 26, incluye colector importado, arena y montaje.	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8

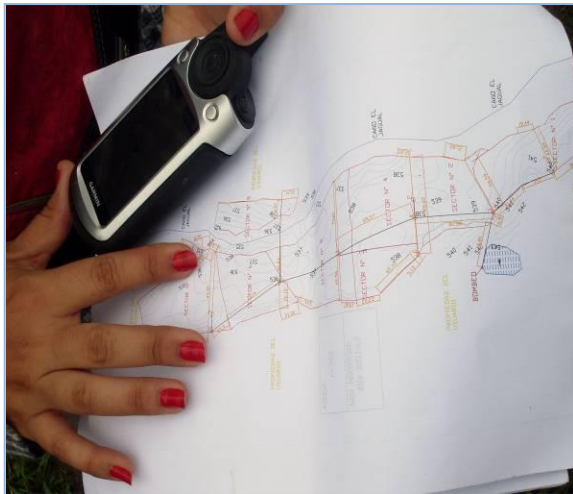
<b>CANTIDAD DE MATERIALES</b>										
<b>MATERIALES</b>	<b>UND</b>	<b>USUARIOS</b>								
		<b>LELYS GARCÍA</b>	<b>MARTHA RIVAS</b>	<b>LUIS SANDALIO</b>	<b>RAFAEL COLLAZOS</b>	<b>ARCADIO GARCÍA</b>	<b>FANNY RAMÍREZ</b>	<b>JORGE GARCÍA</b>	<b>JESÚS HERNÁN</b>	<b>GRAN TOTAL</b>
Filtro discos- malla, 210 GPM, múltiple conexión pvc 3" RDE 26 incluye montaje	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Válvula aire doble propósito conexión 1"	UND	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Tee pvc presión 3"	UND	5	5	5	5	5	5	5	5	40
Codo 90°pvc presión 3"	UND	8	8	8	8	8	8	8	8	64
Codo 45°pvc presión 3"	UND	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Llave de bola pvc de 3" Extremo liso	UND	4	4	4	4	4	4	4	4	32
Adaptador macho pvc presión de 3"	UND	4	4	4	4	4	4	4	4	32
Adaptador Hembra Pvc presión de 3"	UND	4	4	4	4	4	4	4	4	32
Toma presión 3" (collarín, adapt, racor, micromang y obturador)	UND	2	2	2	2	2	2	2	2	16
Manómetro glicerina (0-150psi), con accesorios de conexión	UND	2	2	2	2	2	2	2	2	16

## 4.2 CONSTRUCCIÓN

### 4.2.1 REPLANTEO Y TRAZADO DE EXCAVACIONES.

En esta etapa se tuvo en cuenta el cultivo establecido actualmente en el lote. Razón por la cual se priorizaron algunos lotes a sembrar y otros los cuales a pesar del cultivo establecido se definió instalar parte de la tuberías principal y múltiples.

En el replanteo se utilizó GPS "Garmin colorado 300", con el cual se ubicaron los puntos de conducción principal y múltiple, puntos que fueron verificados mediante la medición de distancias a puntos conocidos y establecidos en los planos. Los sitios de captación y filtrado se ubicaron de forma perceptiva buscando que el lugar quedase en un sitio firme, bien drenado y de forma accesible al agricultor. Todos los puntos mencionados se señalan mediante estacas para luego con el agricultor explicarle el sentido y dimensión de las excavaciones.



**Fotografía 17** Proceso de Replanteo



**Fotografía 18** Estacado Para Realización de Excavaciones

A las excavaciones se les realizó visitas de seguimiento, de manera que se hicieran según lo acordado. En el momento en el cual fueron explicadas al agricultor. Para esta labor la cual dependía directamente del agricultor se utilizaron métodos como el manual y con maquinaria utilizando retrocargadoras y tractores con gancho-sajadoras.



**Fotografía 19** Implementos Utilizados Para Realizar las Excavaciones





Fotografía 20 Excavaciones e Inconvenientes Por Rocas



Fotografía 21 Panorámica de Excavación en Tuberías Múltiples.

#### 4.2.2 INSTALACIÓN

Para esta etapa se comenzó con el suministro del material, el cual fue realizado a cada proyecto en donde el agricultor considero pertinente de manera que el pudiese cuidarlo y a la vez quedase cerca al predio a intervenir.



Fotografía 22; 23; 24 Proceso de Transporte y Entrega de Materiales.

A continuación se muestra el orden en el cual se instalaron los diferentes componentes de los sistemas de riego.

- TUBERÍA MÚLTIPLE Y PRINCIPAL, VÁLVULAS SECTORES DE RIEGO, CONEXIONES MÚLTIPLE – LATERAL “Cinta De Goteo”

En cada lote después de tener las excavaciones hechas, se procedió a la instalación de la tubería múltiple de 2”, principal de 3” y válvulas de los sectores de riego de 2” y 3”. Así mismo se realizaron las conexiones múltiple – lateral en 16mm para que el propietario pudiese tapar la tubería, de esta forma la protege contra el sol y principalmente contra el vandalismo de la zona, Los lugares en los cuales se ubicaron las válvulas de los diferentes sectores se dejaron sin tapar para que se hicieran cajillas de protección.

De esta etapa se muestra fotos de los diferentes predios y componentes instalados en cada uno.



En este grupo de fotografías se muestra como se reparten e instalan las líneas de tubería correspondientes a tubería principal y múltiples, además de un viaducto sobre un caño que lleva agua a uno de los sectores de riego





**Fotografía 28 Válvulas Control de Presión, Caudal y Tapón de Lavado Tubería Principal**



**Fotografía 29 Válvulas Control de Presión, Caudal Para Dos Sectores, Tapón Lavado Principal, Conexiones Múltiple Lateral**

En estas dos fotos se muestra como quedan instaladas las conexiones a los sectores de riego, las conexiones de las válvulas y las conexiones múltiple lateral.

➤ **ESTACIÓN DE FILTRADO Y BOMBEO.**

Posterior a lo antes mencionado se procede a la instalación de las unidades de filtrado la cual está compuesta de dos filtros de arena de 85 GPM y un filtro de discos de 200 GPM, para su instalación se construye una base en concreto de 3000 psi. De medidas 3 X 2 X 0.2 m. la unidad de filtrado se instala con el retrolavado de los filtros de arena, mientras para los filtros de discos se realiza de forma manual. Además se sitúan manómetros a la entrada y a la salida de la estación de filtrado, para estar monitoreando las caídas de presión y de esta forma establecer el momento en el cual se deben de lavar los filtros.



**Fotografía 30 instalación unidad de filtrado**



**Fotografía 31 instalación de colectores en los filtro de arena**





**Fotografía 32 Visita de Entes Coofinanciadores a los Proyectos**

En la estación de bombeo está compuesta por la motobomba como tal, succión compuesta por manguera tipo espiral y válvula de pie de 3", mientras la descarga por manguera lisa y sus accesorios para cebado, todo esto con sus respectivos acoples rápido en un diámetro de 3". La estación quedara sobre una explanación ya que la motobomba se montara sobre un tráiler con punto de tiro, todo para la mejor movilidad.



**Fotografía 33 Instalación Unidades de Bombeo**



**Fotografía 34 Puesta en Marcha Unidades de Bombeo**

Teniendo ya conectada la red con las estaciones de bombeo y filtrado se procede a realizar un lavado a la red para observar el funcionamiento de las estaciones de filtrado y bombeo. De esta manera se aprovecha y se realiza un lavado a la red con el fin de eliminar sedimento y que estos no quedaren obturando la cinta en el peor de los casos

➤ CINTA DE GOTEO

Este componente se instaló en el momento en el cual se establece el cultivo ya que para dicha labor se necesita que los surcos estén trazados según lo preestablecido con el agricultor, sin embargo en cuyos lotes por la rotación de cultivo no sembraban tabaco se procedió a instalar la cinta de goteo la cual fue probada y luego recogida por el agricultor para luego utilizarla en el momento en el cual cultive el tabaco.



**Fotografía 35 Instalación de Cinta de Goteo**



**Fotografía 36 Cinta de goteo Instalada en Lote donde no se pudo Realizar los Surcos Por Lluvia**



**Fotografía 37 Cinta de Goteo Instalada en Lote Donde se Cultivaba Arroz Por Rotación de Cultivo**



**Fotografía 38 Proceso de Instalación de la Unidad de Riego.**



### 4.3 PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha de los sistemas de riego comenzó por:

El lavado de tubería, corrección de fugas y el desarrollo de la prueba hidráulica.

**Fotografía 39 Lavado de la Tubería**



**Fotografía 40 Calibración de los Sectores de Riego**



Posteriormente y asegurándonos de la hermeticidad de la red, procedemos al proceso de calibración el cual se realiza a cada turno de riego en donde, teniendo en cuenta que en algunos casos podían funcionar más de un sector de riego, en el proceso de calibración se realiza una tabla de operación la cual se denotan las presiones de entrada a cada sector y las presiones de funcionamiento de las unidades de filtrado y bombeo.



**Fotografía 41 Cultivo Establecido con Riego por Goteo Modalidad Cinta.**



**Fotografía 42 Emisión del Agua de la Unidad de Riego.**

Tabla 17-1 Condiciones Finales de Trabajo Predio LELYS GARCÍA

PROYECTO =	LELYS GARCÍA		
Nº SECTORES =	8		
Nº TURNOS =	6		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PR. ENTRADA (PSI)	MAX.	32
		MIN.	29
	PR. SALIDA (PSI)	MAX.	29
		MIN.	24
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	20		1
2	20		2
3	18		3
4	18		3
5	20		4
6	19		5
7	18		6
8	17		2

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.  
**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-2 Condiciones Finales de Trabajo Predio JORGE GARCÍA

PROYECTO =	JORGE GARCÍA		
Nº SECTORES =	13		
Nº TURNOS =	13		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	31
		MIN.	28
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	25
		MIN.	22
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	22		1
2	20		2
3	23		3
4	20		4
5	18		5
6	23		6
7	23		7
8	21		8
9	24		9
10	22		10
11	20		11
12	20		12
13	19		13

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.  
**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-3 Condiciones Finales de Trabajo Predio RAFAEL COLLAZOS

PROYECTO =	RAFAEL COLLAZOS		
Nº SECTORES =	18		
Nº TURNOS =	18		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	34
		MIN.	28
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	27
		MIN.	23
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNOS
1	20		1
2	20		2
3	21		3
4	21		4
5	20		5
6	19		6
7	20		7
8	20		8
9	20		9
10	19		10
11	20		11
12	21		12
13	20		13
14	21		14
15	20		15
16	21		16
17	20		17
18	21		18

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-4 Condiciones Finales de Trabajo Predio ARCADIO GARCÍA

PROYECTO =	ARCADIO GARCÍA		
Nº SECTORES =	9		
Nº TURNOS =	9		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	38
		MIN.	29
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	31
		MIN.	25
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	17		1
2	22		2
3	21		3
4	23		4
5	21		5
6	21		6
7	22		7
8	20		8
9	19		9

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-5 Condiciones Finales de Trabajo Predio FANNY RAMÍREZ L1

PROYECTO =	FANNY RAMÍREZ DE DÍAZ LOTE 1		
Nº SECTORES =	6		
Nº TURNOS =	6		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	37
		MIN.	29
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	29
		MIN.	23
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	20		1
2	20		2
3	22		3
4	24		4
5	22		5
6	23		6

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-6 Condiciones Finales de Trabajo Predio FANNY RAMÍREZ L2

PROYECTO =	FANNY RAMÍREZ DE DÍAZ LOTE 2		
Nº SECTORES =	14		
Nº TURNOS =	14		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	32
		MIN.	25
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	26
		MIN.	20
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	18		1
2	20		2
3	20		3
4	22		4
5	21		5
6	20		6
7	21		7
8	20		8
9	20		9
10	20		10
11	21		11
12	20		12
13	20		13
14	19		14

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-7 Condiciones Finales de Trabajo Predio HERNÁN IÑIGUEZ

PROYECTO =	JESÚS HERNÁN		
Nº SECTORES =	6		
Nº TURNOS =	5		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	31
		MIN.	29
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	25
		MIN.	24
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	16		1
2	20		2
3	20		3
4	20		3
5	20		4
6	19		5

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-8 Condiciones Finales de Trabajo Predio MARTHA RIVAS

PROYECTO =	<i>MARTHA ISABEL RIVAS</i>		
Nº SECTORES =	<i>11</i>		
Nº TURNOS =	<i>10</i>		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	40
		MIN.	32
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	28
		MIN.	25
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	17		1
2	17		2
3	19		3
4	21		4
5	21		5
6	20		6
7	20		7
8	21		8
9	22		9
10	20		10
11	20		8

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.

Tabla 17-9 Condiciones Finales de Trabajo Predio LUIS SANDALIO

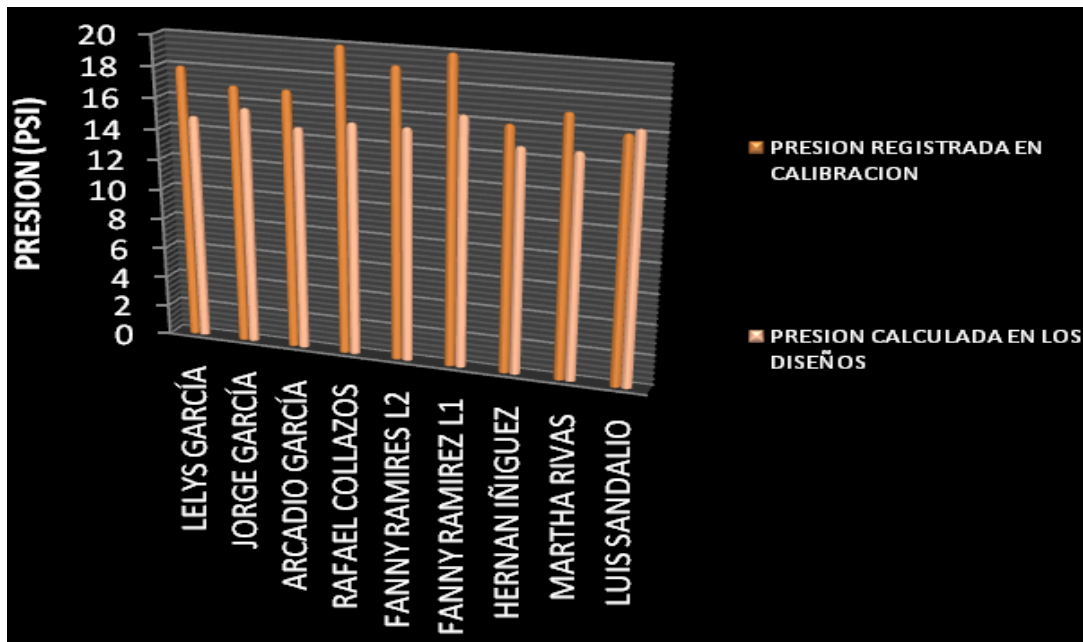
PROYECTO =	<i>LUIS SANDALIO LEÓN</i>		
Nº SECTORES =	<i>5</i>		
Nº TURNOS =	<i>5</i>		
TABLA OPERACIÓN DE SECTORES DE RIEGO			
UNIDAD FILTRADO	PRS. ENTRADA (PSI)	MAX.	41
		MIN.	32
	PRS. SALIDA (PSI)	MAX.	28
		MIN.	24
SECTOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN (PSI).		TURNO
1	20		1
2	19		2
3	18		3
4	16		4
5	16		5

**NOTA:** Cualquier cambio de características no debe superar 20 PSI por sector en el múltiple, pues la sobrepresión ocasionaría daño en la cinta de goteo.

**¡Atención!** Nunca se debe cerrar todos los sectores mientras se tenga encendido el sistema de bombeo, pues se provocaría una sobrepresión que ocasionaría ruptura de la tubería.



Ilustración 5 Comparación de presiones Calculadas VS Registradas



Al observar las barras se puede ver como en la mayoría de los proyectos excepto con Luis Sandalio la presión registrada supera la calculada lo cual puede suceder por mayores rendimientos en la unidad de bombeo debido a las condiciones de temperatura o altura de la bomba, cambios de altura en el microrelieve del predio debido a movimientos de tierra realizados para adecuar el lote, las características de trabajo de la unidad de riego debido a su gran variabilidad, también puede ser por los adelantos en la construcción de la tubería que permiten tener terminados con menor rugosidad por ultimo no se puede descartar perdidas menores en la unidad de filtrado o una mala toma de niveles a la hora de realizar la topografía.

Como se puede percibir las presiones a las cuales quedaron algunos sectores de riego son superiores a la presión de rotura de la cinta de goteo (19 PSI), esto se debe a la conexión ya que la ubicación de las válvulas se hace para un fácil manejo de ellas y que los recorridos del operario no sean grandes, además en ensayos realizados la presión de operación se trabajo con 20 Psi la cual se utilizo en casi todos los sectores de riego que hacían parte de zonas críticas.

**Fotografía 43; 44 Puesta en Marcha y Capacitación a Cada uno de los Proyectos**



**Fotografía 45; 46 Conformación del Bulbo Húmedo Después de una Jornada de Riego**

Luego de la calibración se realiza la capacitación cada usuario en particular, sin embargo también se realizó jornadas de capacitación en donde se llevaron los usuarios a diferentes lugares en donde se había implementado la



**Fotografía 47 Jornada de Capacitación en Conexiones de Tuberías y Unidades de Riego**





**Fotografía 48 Jornada de Capacitación en Unidades de Bombeo y Filtrado**

tecnología. Luego de la capacitación dada a los usuarios se les realiza la entrega del sistema en la cual se entrega el plano del sistema de riego, la tabla de operación del sistema y folletos en los cuales se consignan las características técnicas y de mantenimiento de los equipos que funcionan en el sistema.

#### 4.4 SEGUIMIENTO AL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.



En cuanto a la operación de los sistemas de riego se observó principalmente el daño ocasionado a los obturadores de la cinta de goteo en los límites de las vías de acceso al lote, este daño se ocasionó por el paso de maquinaria sobre la cinta.

**Fotografía 49 Fugas en Obturadores por Deterioro de Ellos**

Otros daños ocasionados por la maquinaria sucedió en el momento de realizar el paso de la cultivadora ya que los operarios de maquinaria no tuvieron cuidado de levantar el implemento por el lugar en donde se encontraba tubería ocasionando rotura de esta. Además del no cuidado por parte de los operarios de maquinaria también se contribuyó al daño de tuberías el deficiente tapado de estas que lo debía realizar el beneficiario, así como también la construcción de cajillas para protección de

**Fotografía 50 Deformación de Tubería por Paso de Maquinaria Sobre Tubería Mal Tapada**



las válvulas que algunos no construyeron.



**Fotografía 51 Válvulas Sin Cajillas de Protección**



**Fotografía 52 Tubería Rota por Paso de Cultivadora**

Dentro de los beneficios marcados en la utilización de esta tecnología se encuentra la disminución en el arrastre de suelo conllevando a la protección de los fertilizantes aplicados.

La aplicación de fertilizante a través del sistema de riego es otra importante practica que ahorra fertilizantes y algunos usuarios lo realizaron.

En el medio de los caballones se disminuyo en gran medida las malezas lo cual permitió disminuir el gasto en herbicidas y los jornales de su aplicación.

Comparando los históricos de producción de 7 lotes de los 9 proyectos encontramos que:

ARCADIO GARCÍA: El seguimiento se realizo en la etapa de cultivo encontrando un aumento en los pares de hojas teniendo plantas con mínimo 22 pares y llegando a plantas hasta con 29 pares.

JORGE GARCÍA: El seguimiento se pudo hacer completo encontrando que cantidad final de materia seca no aumento siendo esta un promedio de 2723 Kg/Ha pero si

aumento considerablemente la calidad de la hoja lo que repercutió en aumento de las ganancias.

RAFAEL COLLAZOS: Teniendo en cuenta la poca fertilidad de los suelos de este lote y problemas de nivel freático en algunas partes se tuvo un aumento en la producción llegando a un promedio de 2234 Kg/Ha Comparado con promedios anteriores de 1600 Kg/Ha Se evidencia un aumento cercano al 40% con respecto a los históricos de producción sin implementar el riego por goteo, también se debe de tener en cuenta que anteriormente nunca se había sembrado la totalidad del Has y que la calidad del tabaco de este lote es calificada como una de las mejores de la región.

HERNÁN IÑIGUEZ: Tuvo un aumento en la cantidad de tabaco recolectada en el lote pero se presentaron problemas en el horno lo que ocasiono problemas en la producción.

FANNY RAMÍREZ L1: En este predio se logro los mejores resultados en donde se encontró plantas con 32 pares de hojas su producción total en materia seca fue de 3645 Kg/Ha Obteniendo un aumento del 25% en producción Y su calidad aunque no fue la mejor aumento un poco con respecto a datos anteriores.

MARTHA RIVAS: Se mantuvo la producción de 2885 Kg/Ha Mejoro la calidad del material. Es de tener en cuenta que el manejo del riego en este proyecto no fue el adecuado ya que hubo un poco de descuido por parte del agricultor.

LUIS SANDALIO: En este predio se mantuvo la producción 2756 Kg/Ha y la calidad aumento un poco.

## **RECOMENDACIONES**

Los propietarios deben seguir en el proceso de la capacitación a los usuarios sobre conceptos básicos de irrigación.

Los propietarios deben realizar obras de protección para válvulas de sectores de riego y la estación de filtrado.

En el momentos de realizar las labores de mecanización los usuarios deben tener cuidado de no dañar la tubería con los implementos.

Los usuarios deben asegurarse de realizar el mantenimiento adecuado al sistema y garantizar de un conocimiento adecuado del sistema de riego por parte de las personas a operarlo.

## CONCLUSIONES

Al realizar los nuevos diseños de los sistemas de riego teniendo en cuenta reparos de los usuarios se satisfacen las necesidades de los dueños en la adecuación de tierras.

Teniendo en cuenta los datos climatológicos se puede observar un claro comportamiento Bimodal con un déficit hídrico marcado en los meses de julio y agosto siendo mayor en la primera zona climática.

Las presiones calculadas en los diseños fueron levemente inferiores a las registradas en la etapa de calibración.

Haciendo un seguimiento a la utilización del riego por goteo se puede afirmar la disminución de malas hierbas que compiten con el cultivo, ocasionando menos gastos para el agricultor.

La utilización del riego localizado en el tabaco permitió la disminución en la erosión y por consiguiente el menor el arrastre de fertilizantes permitiendo una mejor utilización de estos.

La determinación y aplicación de requerimientos hídricos de forma puntual en el tabaco para sus cuatro fases fue el adecuado ya que en casi todos los casos, aumento ya sea la calidad o la cantidad del producto.

Se dio cumplimiento a las labores de construcción y puesta en marcha.

## BIBLIOGRAFÍA

Carotenudo R, 1981, la Exigencia hídrica del tabaco, *anali tabaco* 8:101-108.

Dooronbos S y W. O. Pruitt, 1977 *Crop Water Requirements, Irrigation and Drainage*, Roma, Italia paper No 24.

Documento Multimedia Cultivo Del Tabaco/ Modulo 2: "Mantenimiento Del Cultivo De Tabaco"/ Unidad 2: "Manejo Del Equilibrio Hídrico"/ SENA-PROTABACO/ Regional SANTANDER/ 2005.

Gobernación del Huila, Secretaria de Agricultura y Minería, (Cadena Productiva del Tabaco; Acuerdo Regional de Competitividad Para la Cadena de Tabaco en el Departamento del Huila; Neiva, Enero 2007.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Observatorio Agrocadenas Colombia); Documento de trabajo N° 55 "La Cadena Global del Tabaco en Colombia: Una Mirada Global de su Estructura Y dinámica"; Bogotá, Marzo de 2005.

MsC. Ing. Ricardo Cruz Lazo, MsC. Luis E. León Sánchez; propuesta de Regionalización del Régimen de Riego del Tabaco Negro de Sol en la Provincia de Pinar del Río; Universidad de Pinar del Río, 2008.

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

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

SENA-PROTABACO, 2005 Documento Multimedia Cultivo Del Tabaco, Modulo 2: "Mantenimiento Del Cultivo De Tabaco"/ Unidad 2: "Manejo Del Equilibrio Hídrico", Regional SANTANDER.

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

Tijerina Chavez L., y A Quevedo N., 1997 Estimación de la Evaporación por Métodos Micrometeorológicos. Memorias del VII Congreso Nacional de Irrigación. ANEI (ed.). Hermosillo, Sonora, Mexico.



Tijerina Chavez L., 1999, Requerimientos Hidricos de Cultivos Bajo Sistema de Fertirrigacion, Terra Latinoamerica Universidad de Chapingo Mexico, vol 17, 237-245 pp.

Torrente Trujillo A, 2007 Estimación de las Demandas del Cultivo de Tabaco en el Norte del Departamento del Huila, USCO-PROTABACO S.A.-SENA., Neiva: Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Primera Edicion, 44P.

Universidad Nacional de Colombia (Grupo de Investigación y Desarrollo Biogestion); Estudio Prospectivo en la Cadena Productiva del Tabaco Colombia; Bogotá D. C., Noviembre 2006.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS EN INTERNET

- [www.monografias.com/trabajos18/riego-tabaco/riego-tabaco](http://www.monografias.com/trabajos18/riego-tabaco/riego-tabaco).
- [www.agrocadenas.gov.co/tabaco/tabaco\\_descripcion](http://www.agrocadenas.gov.co/tabaco/tabaco_descripcion).
- [www.infoserca.gob.mx](http://www.infoserca.gob.mx). Editorial Abriendo Surcos.
- [www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/2008221121153](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2008221121153).
- [www.infoagro.com/el\\_cultivo\\_del\\_tabaco](http://www.infoagro.com/el_cultivo_del_tabaco).

# **ANEXOS**

## ANEXO A Información Climatológica Estación BENITO SALAS

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACIÓN  
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE EVAPORACIÓN (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACIÓN : 2111502 APTO BENITO SALA

LATITUD	0258 N	TIPO EST	SS	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACIÓN	1930-ENE
LONGITUD	7518 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	NEIVA	FECHA-SUSPENSIÓN	
ELEVACIÓN	0439 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	LAS CEIBAS		

AÑO	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1998	01	47.9 3	70.1	48.4 3	52.1	40.4 3	69.9	56.8	52.7	70.3		55.4	40.8	604.8 3
		57.3	62.9	55.3	44.5 3	70.1	58.1	59.9	64.0	61.2		52.0	44.2	629.5 3
		70.3	60.5	48.0 3	42.5	56.1	71.5	68.3	77.1	73.4		47.1	58.8	673.6 3
-----														
1999	01	39.9 3	51.3	59.7	50.3	42.9 3	52.5	59.7	61.9 3	70.0	67.8	*	40.8 3	596.8 3
		40.5 3	26.0 3	52.2	47.3	43.1 3	57.6	71.7	67.0 3	41.4	53.2	47.5	42.2 3	589.7 3
		52.7	*	56.5	55.5	65.6	44.8	77.3	103.8	46.9 3	*	43.4	59.5	606.0 3
-----														
2000	01	64.8	35.7 3	43.7	52.0	40.1	52.5	71.9	63.6	56.2	64.6	51.5	46.0	642.6 3
		51.2	52.8	53.9	39.5	47.1	51.3	65.7	81.3	70.8	68.3	56.4	47.5	685.8
		61.9	45.7	41.3	36.7	55.9	61.8	79.5	79.9	52.1	58.8	46.3	50.3	670.2
-----														
2001	01	57.0	58.3	53.4	54.4	45.2	56.8	70.2	81.3	63.9	75.9	44.9 3	43.8	705.1 3
		53.1	73.9	63.3	50.1	59.4	56.5	51.8	89.9	62.2	77.4	51.8	40.8	730.2
		58.7	44.9	52.2	60.4	56.9	83.6	83.1	88.3	69.6	65.7	46.0	41.3 3	750.7 3
-----														
2002	01	57.2	50.1	63.4	54.8	51.0	39.0	59.6	71.7	77.5	80.4	46.6	54.0	705.3
		50.3	58.2	60.4	61.6	54.9	57.0	59.5	79.6	75.4	72.8	55.1	38.3 3	723.1 3
		62.3	44.4	50.6 3	44.1	38.5	72.5	67.3	77.6	77.2	65.0	63.0	55.4 3	717.9 3
-----														
2003	01	52.0	60.7	65.5	42.1	54.0	56.7	65.4	55.4 3	80.9	54.6	46.2	43.5	677.0 3
		57.5	67.3	62.2	50.1	56.0	45.2	77.6	101.8	89.1	66.0	50.0	48.8	771.6
		63.4	53.2	45.6 3	51.2	73.3	59.4	91.9	103.8	55.2	65.9	52.4	56.4	771.7 3
-----														
2004	01	56.8	63.5	57.9	56.9	54.7	63.6	65.7	92.0	67.8	74.4	50.6	55.3	759.2
		52.2	60.2	70.7	52.6	52.3	86.0	67.2	84.4	81.5	70.1	50.2	44.6	772.0
		65.4	33.7	61.9	42.4	49.5	67.4	74.9	98.9	78.9	47.0	59.9	61.1	741.0
-----														
2005	01	48.8	46.5	49.3	52.1	49.9	55.5	75.5	84.5	73.1	63.0	49.2 3	43.6 3	691.0 3

		49.7 3	54.1	54.4	63.3	41.8	60.9	62.4	80.4	85.5	59.2	41.7	49.0	702.4 3
		59.9	47.1	60.4	48.6	49.0	60.0	92.7	72.0 3	60.8	41.5	54.0	53.2 3	699.2 3
2006	01	53.6	46.2	37.9 3	43.5	49.1	44.3	78.3	77.2	77.3	76.8	51.3	39.8	675.3 3
		53.8	56.7	40.8	49.3	69.1	59.7	79.5	89.4	64.2	54.6	38.4	41.8	697.3
		57.0	39.5	46.2	49.2	75.8	72.8	62.8	88.5	83.8	46.8 3	48.0 3	55.3	725.7 3
2007	01	56.3	62.7	60.1	47.2	45.1	45.2	75.1	70.4	76.8	67.3	48.0	46.8	701.0
		57.8	73.2	56.3	47.5	52.4	53.5	71.2	72.2	77.7	34.2 3	46.8	45.2	688.0 3
		65.8	54.5	48.1	39.0	38.5	54.1 3	87.1	73.2	86.1	58.7	49.1	46.4	700.6 3
MEDIOS		52	53	53	50	51	54	65	74	70	67	48	43	680.1
		56	55	56	51	54	62	70	77	73	58	48	46	705.1
		63	44	55	50	56	62	78	82	71	60	49	54	724.3
MÁXIMOS		99	70	66	57	61	70	79	92	82	80	60	58	98.9
		127	74	71	64	70	86	92	102	90	77	71	61	126.6
		104	61	70	67	76	84	95	104	90	81	63	72	103.8
MÍNIMOS		35	36	32	39	40	39	41	53	48	39	35	27	26.6
		39	26	40	36	40	45	52	59	41	34	34	34	26.0
		51	31	41	37	39	38	63	60	47	42	27	38	27.2

\*\* AUSENCIAS DE DATO \*\*

\*\* ORÍGENES DE DATO \*\*

\* : DATOS INSUFICIENTES    3 : INCOMPLETOS

## ANEXO B Información Climatológica Estación LOS ROSALES

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACIÓN  
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE EVAPORACIÓN (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/02/26

ESTACIÓN : 2110505 LOS ROSALES

LATITUD	0237 N	TIPO EST	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACIÓN	1973-DIC
LONGITUD	7525 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	CAMPOALEGRE	FECHA-SUSPENSIÓN
ELEVACIÓN	0553 m.s.n.m	REGIONAL	04	HUILA-CAQUET		

A#O	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1998	01	59.8	57.3	48.9	34.9	45.5	51.5	55.5	58.2	67.8	0.0	25.4	32.6	537.4
		63.7	57.3	52.0	36.4	48.4	49.4	59.1	62.0	65.1	0.0	24.4	34.7	552.4
		69.4	45.8	56.7	37.8	52.8	53.6	64.5	67.6	70.5	0.0	26.4	37.9	583.1
-----														
1999	01	31.1	0.0	35.5	41.0	39.8	45.2	63.3	78.1	52.8	45.9	38.3	30.0	500.9
		33.1	0.0	37.8	42.7	42.4	43.4	67.4	83.1	50.7	48.8	36.8	31.9	518.1
		36.1	0.0	41.3	44.4	46.2	47.0	73.5	90.6	54.9	53.3	39.9	34.8	562.0
-----														
2000	01	38.9	36.3	28.6	34.4	38.8	51.2	63.0	65.5	52.2	53.6	44.0	43.0	549.5
		41.4	36.3	30.4	35.9	41.3	49.2	67.1	69.8	50.1	57.1	42.2	45.8	566.5
		45.2	29.0	33.2	37.3	45.0	53.2	73.2	76.1	54.3	62.3	45.7	50.0	604.5
-----														
2001	01	56.3	63.4	46.3	47.9	44.7	66.8	66.2	80.2	66.2	63.0	36.0	32.8	669.8
		60.0	63.4	49.3	49.9	47.6	64.2	70.5	85.3	63.6	67.1	34.6	34.9	690.1
		65.4	50.7	53.8	51.9	51.9	69.5	76.9	93.1	68.8	73.2	37.5	38.1	730.7
-----														
2002	01	49.0	48.9	45.9	40.3	32.9	47.3	51.8	60.5	60.6	52.6	43.6	45.9	579.3
		52.2	48.9	48.9	42.0	35.0	45.4	55.1	64.4	58.2	56.0	41.9	48.9	596.8
		57.0	39.1	53.4	43.6	38.2	49.2	60.1	70.2	63.0	61.1	45.3	53.4	633.6
-----														
2003	01	49.4	47.2	43.4	34.2	44.5	51.4	69.8	74.8	63.6	43.3	38.1	30.5	590.3
		52.6	47.2	46.2	35.6	47.4	49.3	74.3	79.7	61.1	46.1	36.6	32.5	608.5
		57.3	37.8	50.4	37.1	51.7	53.5	81.0	86.9	66.1	50.3	39.7	35.4	647.2

2004	01	42.7	53.0	50.0	34.8	43.2	58.5	53.7	69.3	65.9	46.1	34.2	31.0	582.3
		45.4	53.0	53.2	36.3	46.0	56.1	57.2	73.7	63.3	49.0	32.9	33.0	599.1
		49.6	42.4	58.1	37.8	50.1	60.8	62.4	80.4	68.6	53.5	35.6	36.0	635.2
2005	01	41.9	40.1	32.4	39.9	40.6	54.0	68.3	60.0	61.3	38.9	38.1	31.7	547.3
		44.6	40.1	34.5	41.5	43.2	51.9	72.7	63.9	58.9	41.4	36.5	33.7	563.0
		48.7	32.1	37.7	43.2	47.1	56.2	79.3	69.7	63.8	45.2	39.6	36.8	599.3
2006	01	31.7	38.9	29.7	29.2	48.7	52.4	49.7	60.0	63.4	42.9	0.0	27.9	474.4
		33.7	38.9	31.6	30.4	51.9	50.3	52.9	63.9	60.9	45.7	0.0	29.7	489.7
		36.8	31.1	34.5	31.6	56.6	54.5	57.7	69.7	66.0	49.8	0.0	32.4	520.6
2007	01	44.2	52.9	37.7	34.9	36.3	42.0	53.1	47.1	58.4	40.2			446.8
		47.1	52.9	40.1	36.4	38.6	40.3	56.5	50.1	56.1	42.8			460.9
		51.3	42.3	43.8	37.9	42.2	43.6	61.6	54.7	60.8	46.7			484.9
MEDIOS		44.5	48.7	39.8	37.1	41.5	52.0	59.4	65.4	61.2	47.4	37.2	33.9	568.2
		47.4	48.7	42.4	38.7	44.2	50.0	63.3	69.6	58.8	50.5	35.7	36.1	585.2
		51.7	38.9	46.3	40.2	48.2	54.1	69.0	75.9	63.7	55.0	38.7	39.4	621.2
MÁXIMOS		56.3	63.4	50.0	47.9	48.7	66.8	69.8	80.2	66.2	63.0	44.0	45.9	702.2
		60.0	63.4	53.2	49.9	51.9	64.2	74.3	85.3	63.6	67.1	42.2	48.9	723.8
		65.4	50.7	58.1	51.9	56.6	69.5	81.0	93.1	68.8	73.2	45.7	53.4	767.3
MÍNIMOS		31.1	36.3	28.6	29.2	32.9	42.0	49.7	47.1	52.2	38.9	25.4	27.9	441.1
		33.1	36.3	30.4	30.4	35.0	40.3	52.9	50.1	50.1	41.4	24.4	29.7	454.0
		36.1	29.0	33.2	31.6	38.2	43.6	57.7	54.7	54.3	45.2	26.4	32.4	482.3

\*\* AUSENCIAS DE DATO \*\*

\*\* ORÍGENES DE DATO \*\*

\* : DATOS INSUFICIENTES    3 : INCOMPLETOS

## ANEXO C Información Climatológica Estación EL GUADUAL

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACIÓN  
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACIÓN (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/02/26

ESTACIÓN : 2110505 EL GUADUAL

LATITUD	0247 N	TIPO EST		DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACIÓN	1991-ENE
LONGITUD	7514 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	RIVERA	FECHA-SUSPENSIÓN	
ELEVACIÓN	0735 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET				

A#O	ENT	ENERO	* FEBRE *	MARZO	ABRIL	MAYO	* JUNIO *	JULIO	* AGOST *	SEPTI	* OCTUB *	NOVIE	* DICIE *	VR ANUAL *
1996	01	85.0	111.8	81.1	61.7	33.1	15.5	5.0	8.4	5.6	135.1	42.5		584.7
		90.5	111.8	86.4	64.3	35.3	14.9	5.3	8.9	5.3	143.8	40.8		607.2
		98.7	89.5	94.2	66.8	38.5	16.1	5.8	9.7	5.8	156.9	44.2		626.1
-----														
1997	01	93.9	25.9	50.6	29.0	18.9	18.9	6.0	1.2	0.0	69.3	57.7		371.4
		99.9	25.9	53.9	30.2	20.2	18.2	6.4	1.3	0.0	73.7	55.4		385.0
		109.0	20.7	58.8	31.4	22.0	19.7	7.0	1.4	0.0	80.4	60.0		410.4
-----														
1998	01	21.2	26.6	41.4	74.8	53.4	11.7	7.9	8.7	12.4	43.0	150.0		451.1
		22.6	26.6	44.1	77.9	56.9	11.3	8.4	9.3	11.9	45.7	144.0		458.6
		24.7	21.3	48.1	81.0	62.1	12.2	9.1	10.2	12.9	49.9	156.0		487.3
-----														
1999	01	85.7	115.2	58.9	19.1	43.3	30.6	4.9	4.4	43.2	15.2	69.0		489.5
		91.2	115.2	62.7	19.9	46.1	29.4	5.2	4.7	41.5	16.2	66.2		498.3
		99.5	92.2	68.4	20.7	50.3	31.9	5.7	5.1	44.9	17.6	71.8		508.1
-----														
2000	01	75.9	111.0	66.6	20.0	41.0	24.2	3.8	12.6	28.7	35.8	42.0		461.6
		80.8	111.0	70.9	20.8	43.7	23.2	4.1	13.4	27.5	38.1	40.3		473.8
		88.1	88.8	77.4	21.7	47.6	25.1	4.5	14.7	29.8	41.6	43.6		482.9
-----														
2001	01	39.5	54.3	45.3	42.9	44.1	15.4	7.5	2.6	12.7	75.8	72.3		412.4
		42.0	54.3	48.2	44.7	47.0	14.8	8.0	2.7	12.2	80.7	69.4		424.0
		45.8	43.4	52.6	46.5	51.2	16.1	8.7	3.0	13.2	88.0	75.2		443.7
-----														
2002	01	59.0	27.4	39.4	87.1	43.1	14.8	16.2	8.0	6.0	42.5	49.9		393.5
		62.8	27.4	41.9	90.8	45.9	14.2	17.3	8.5	5.8	45.2	47.9		407.7
		68.5	21.9	45.7	94.4	50.0	15.4	18.9	9.3	6.3	49.3	51.9		431.7
-----														
2003	01	24.6	59.0	62.2	39.0	5.2	21.6	4.1	0.4	17.0	56.8	60.9		350.7



		26.1	59.0	66.2	40.6	5.5	20.7	4.4	0.4	16.4	60.5	58.4	358.3	
		28.5	47.2	72.3	42.3	6.0	22.4	4.8	0.5	17.7	66.0	63.3	370.9	
2004	01	72.9	40.0	18.2	60.9	12.9	7.8	17.2	0.9	4.6	101.0	94.3	430.7	
		77.6	40.0	19.4	63.5	13.7	7.5	18.3	1.0	4.4	107.5	90.5	443.4	
		84.7	32.0	21.1	66.0	15.0	8.1	20.0	1.0	4.8	117.3	98.0	468.1	
2005	01	29.5	55.1	62.6	59.9	11.8	6.3	7.2					232.3	
		31.4	55.1	66.6	62.4	12.6	6.0	7.7					241.8	
		34.3	44.1	72.6	64.9	13.7	6.5	8.4					244.5	
MEDIOS		58.7	66.7	52.6	49.4	30.7	16.7	8.0	5.2	14.5	54.9	68.0	425.5	
		62.5	66.7	56.0	51.5	32.7	16.0	8.5	5.6	13.9	58.5	65.3	437.2	
		68.2	53.4	61.1	53.6	35.6	17.4	9.3	6.1	15.0	63.8	70.7	454.2	
MÁXIMOS		93.9	115.2	66.6	87.1	53.4	30.6	17.2	12.6	43.2	101.0	150.0	0.0	770.9
		99.9	115.2	70.9	90.8	56.9	29.4	18.3	13.4	41.5	107.5	144.0	0.0	787.9
		109.0	92.2	77.4	94.4	62.1	31.9	20.0	14.7	44.9	117.3	156.0	0.0	819.7
MÍNIMOS		21.2	26.6	18.2	19.1	5.2	6.3	3.8	0.4	0.0	15.2	42.0	0.0	158.0
		22.6	26.6	19.4	19.9	5.5	6.0	4.1	0.4	0.0	16.2	40.3	0.0	161.0
		24.7	21.3	21.1	20.7	6.0	6.5	4.5	0.5	0.0	17.6	43.6	0.0	166.5

\*\* AUSENCIAS DE DATO \*\*

\*\* ORÍGENES DE DATO \*\*

\* : DATOS INSUFICIENTES 3 : INCOMPLETOS

## ANEXO D Características de la Unidad de Riego

**PLASTRO**

LATERALES DE GOTEO INTEGRALES



### Hydrolite

#### Lateral de pared fina sin costuras

##### Características Principales:

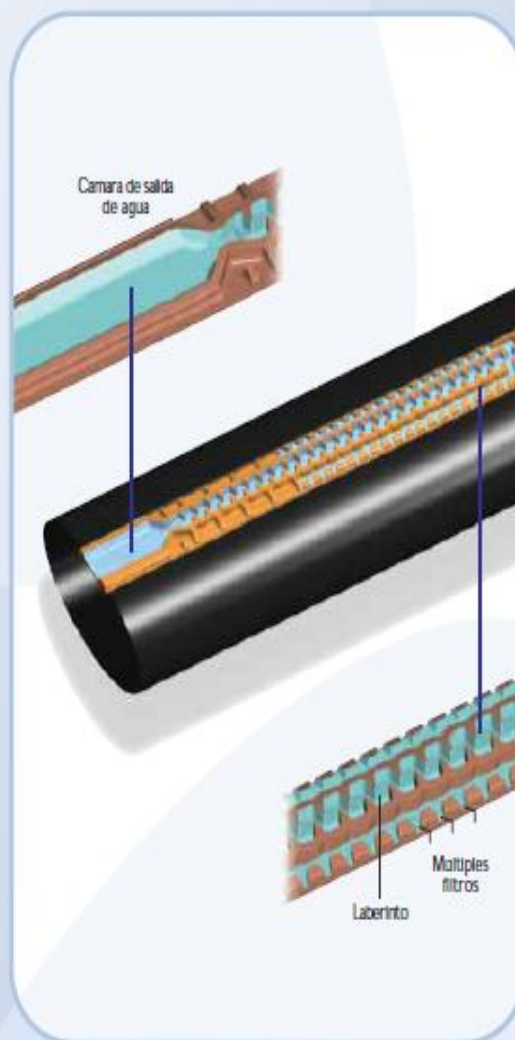
- Alta resistencia a la obturación debido al diseño único del laberinto
- La combinación de segmentos cuadrados del laberinto, el paso turbulento del agua y los múltiples filtros de entrada, ofrecen una gran protección frente a la obturación.
- Excelente uniformidad de caudal
- La cercanía de los emisores y los caudales bajos aseguran una franja húmeda continua incluso cuando se aplican pequeños caudales de agua.
- Ranura de salida: Su diseño especial provee una ranura única retráctil. La ranura se cierra justo cuando dreña el agua, esto evita la succión de partículas de tierra y escombros y previene el taponamiento.
- Cumple con los requisitos de la norma de uniformidad de emisión

##### Especificaciones:

- Diámetro interior: 16, 22,2 mm
- Espesores de pared: 6, 8, 10, 12, 15 mil (0.15, 0.2, 0.25, 0.30, 0.375 mm)
- Opción entre 2 caudales:
  - Bajo caudal:
    - 0.51 l/h a 0.6 bar,
    - 0.65 l/h a 1.0 bar
  - Alto caudal:
    - 0.79 l/h a 0.6 bar,
    - 1.00 l/h a 1.0 bar
- Máx. presión de operación 16 mm:
  - 6mil - 1.0 bar; 8mil - 1.2 bar
  - 10mil, 12mil - 1.3 bar; 15 mil - 1.5 bar
- Máx. presión de operación 22.2 mm:
  - 8mil - 0.9 bar; 10mil - 1.0 bar
  - 12 mil - 1.0 bar; 15mil - 1.2 bar
- Espacios entre emisores en intervalos de 15 cm o múltiplo de 15

##### Aplicaciones:

Para todos los cultivos anuales



## Continuación ANEXO D

# Hydrolite

LATERALES DE GOTEO INTEGRALES



### Máx. Longitud de Lateral de Goteo sobre Terreno Plano Variación de descarga: ±5%

#### Hydrolite 16 mm

Espacio entre emisores (cm)	Longitud (m)	Caudal (l/h) por 100m	
		a 0.6 bar	a 1.0 bar
15	117	340	433
30	188	170	217
45	246	113	144
60	295	85	108
75	343	68	87
15	88	527	667
30	142	263	333
45	185	160	222
60	223	132	167
75	257	165	133

Caudales a 1.0 bar: 0.65 l/h

Caudales a 1.0 bar: 1.00 l/h

#### Hydrolite 22 mm

Espacio entre emisores (cm)	Longitud (m)	Caudal (l/h) por 100m	
		a 0.6 bar	a 1.0 bar
15	201	340	433
30	326	170	217
45	428	113	144
60	520	85	108
75	602	68	87
15	151	527	667
30	247	263	333
45	323	160	222
60	391	132	167
75	455	165	133

#### Caudal vs. Presión

Presión (bar)	Caudal (l/h)	
	Bajo Caudal	Alto Caudal
0.6	0.51	0.79
0.8	0.59	0.92
1.0	0.65	1.00
1.2	0.72	1.09



### Máx. Longitud de Lateral de Goteo sobre Terreno Plano Variación de descarga: EU 90%

#### Hydrolite 16 mm

Espacio entre Emisores (cm)	Longitud (m)	Caudal (l/h) por 100m	
		a 0.6 bar	a 1.0 bar
15	188	340	433
30	301	170	217
45	395	113	144
60	475	85	108
75	549	68	87
15	141	527	667
30	227	263	333
45	298	160	222
60	358	132	167
75	414	165	133

Caudales a 1.0 bar: 0.65 l/h

Caudales a 1.0 bar: 1.00 l/h

#### Hydrolite 22 mm

Espacio entre Emisores (cm)	Longitud (m)	Caudal (l/h) por 100m	
		a 0.6 bar	a 1.0 bar
15	322	340	433
30	524	170	217
45	689	113	144
60	835	85	108
75	965	68	87
15	242	527	667
30	395	263	333
45	518	160	222
60	628	132	167
75	729	165	133

#### Dimensiones Rollo 16 mm

Espesor de Pared	Longitud (m)	Peso (kg)
6 mil	2700	31.0
8 mil	2200	29.9
10 mil	1750	28.5
12 mil	1500	28.2
15 mil	1200	28.3

#### Dimensiones Rollo 22 mm

Espesor de Pared	Longitud (m)	Peso (kg)
8 mil	1600	29.6
10 mil	1340	29.0
12 mil	1200	30.0
15 mil	1000	29.0

#### Cantidad de Rollos

Contenedor	20'	40'	40' (Alto)
Cantidad de Rollos	334	704	792



Conector doble Hydrolite  
16 x 16 mm - T2  
22 x 22 mm - M11



Adaptador dentado  
Conecta Hydrolite 16 mm  
a tubo PE 16 mm - L5



Conector inicial Hydrolite  
16x16 mm - A8  
22x22 mm - A8



Adaptador dentado  
Conecta Hydrolite 22 mm  
a PE 20 mm

## ANEXO E Cálculos Hidráulicos Para Determinar la C.D.T. Teniendo en Cuenta las Perdidas por Fricción en las Conducciones Lateral, Múltiple, Principal, Unidad de Filtrado y Unidad de Bombeo)

### CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO LELYS GARCÍA

TALLER No. 1      RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	E Jagual
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>166</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>166</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b><math>J = (F)(L)(j)</math></b>	
$N_A$ = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	164
$N_{UR}$ = Número de unidades de riego por lateral	493
$\theta$ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
<b>F</b> = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
<b>Q</b> = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)( $Q_{UNITARIO}$ ) = (    )(    )	8.22LPM
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
$T_F$ = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
$N_S$ = Número de espacios entre unidades de riego	492
$E_L$ = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
$L_R$ = Longitud real (m) = ( $N_S$ )( $E_L$ ) + ( $T_I$ ) + ( $T_F$ ) = (    )(    ) + (    ) + (    )	75
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
<b>L</b> = Longitud total (m) = ( $L_R$ ) + ( $L_e$ ) = (    ) + (    )	75.05
<b>j</b> = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0462
<b>J = (F)(L)(j) (m)</b> = (    )(    )(    )	1.1m
CHEQUEO: <b><math>J \leq J_{Permisible}</math></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	(SI)
( 1.1 ) $\leq$ ( 1.13 ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	(NO)
OBSERVACIÓN	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA ( $P_{EL}$ )		PRESIÓN A LA SALIDA ( $P_{SL}$ )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
$P_{UR}$ = Presión unidad riego (m)	10.33	$P_{EL}$ = Presión entrada lateral (m)	14.82
<b>J</b> = Pérdidas totales (m)	1.1	<b>J</b> = Pérdidas totales (m)	1.1
$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno(m)	-1	$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno (m)	-1
<b><math>P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H</math> (m)</b>	10.43m	<b><math>P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H</math> (m)</b>	10.33m
$P_{EL} = (    ) + (    ) \pm (    )$	14.82PSI	$P_{SL} = (    ) - (    ) \pm (    )$	14.7PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO ( $T_L$ )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE ( $T_{GL}$ )
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)]$ ; longitud de influencia $\approx (\frac{1}{2})(E_L)$
$T_L = ( 492 )( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 75 ) m$	$T_{GL} = ( 492 )( 0.15 ) + ( 1 )( 2 ) = ( 150 ) m$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEOCINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	El Jagual
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>166</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>166</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		<b>100 %</b>
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		<b>37720</b>
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		<b>74</b>
$F$ = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		<b>0.3577</b>
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		<b>36</b>
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		<b>1</b>
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		<b>0</b>
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		<b>1.2</b>
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		<b>44.2</b>
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		<b>0.5</b>
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		<b>2" RDE 41</b>
$Q$ = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		<b>166</b>
$L$ = Longitud total (m) = $L_R + L_e = ( ) + ( )$		<b>44.7</b>
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		<b>0.24</b>
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		<b>3.75</b>
CHEQUEO:		
$J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 2.5 esta compensa las pérdidas de presión, de ahí que las perdidas finales serian de 1.25 m.c.a. las cuales estarían dentro de los rangos permisibles.		$( ) \leq ( )$
		$( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$
$P_{REM} = ( 3.75 ) + ( 10.43 ) \pm ( -2.5 ) = \underline{11.68} \text{ m } \underline{16,62} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 10 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
 “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
MODALIDAD GOTEIO CINTA	HUERTO: TABACO
SECTOR DE RIEGO (SR) No. 1	
$J = (F)(L)(j)$	
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación) (Tabla No. 1)	1
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	149.2
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
Q = Caudal a conducir = $\Sigma$ caudales sectores de riego a beneficiar GPM	166
$L_R$ = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)	134
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5; Gráfica No. 1)	9.9
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.035
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$	5.22

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE ( $L_e$ ) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
TEE BIFURCADA	1	3"	166	5.2
CODO 45°	1	3"	166	1.2
CODO 90°	1	3"	166	2.5
VÁLVULA BOLA ABIERTA	2	3"	166	1
CHEQUE	1	3"	166	6.3
Sumatoria $L_e$ (m)	16.2			

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.08542
R = Radio interno (m)	42.71
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0104
$V = \frac{Q}{A} = ( ) / ( )$	1.83
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
<b>OBSERVACIÓN:</b> Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL ( $P_{REP}$ )
$P_{REP} = J_{tubería\ principal} + P_{REA}$ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ( $P_{REA}$ ) $\pm \Delta H$ terreno
$P_{REP} = ( 5.22 ) + ( 11.68 ) \pm ( 0 ) = \underline{\underline{16.9}} \text{ m}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>1</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	166	83	166	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.042	0.0116	0.042	
	J <sub>1</sub> = (L)(j)	0.57	0.06	0.31	
Σ J <sub>1</sub> (m)	0.94				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	166	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	83	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	166	5.2		TEE Pasiva	1	3"	83	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	166	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	166	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	166	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0105	0.0105	0.0105	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	1.98	0.99	1.98	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>2</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>2</sub> (m)
ARENA	83	0.7
MALLA	166	1.27
J <sub>2</sub> = Σ J <sub>2</sub>		1.97

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>1</sub> + J <sub>2</sub>	
J = ( 0.94 ) + ( 1.97 ) = ( 2.91 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	166 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	EL DINDE
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	EL DINDE

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	1.5
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	-3.5
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	0.9
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	5.22
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	3.75
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.1
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	2.9
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	22.1

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.035
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	166
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	0.91

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	166	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				<b>20</b>

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
R = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
Q = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.0104
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.83
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER



CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

3. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	166 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	22.1 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3” desc: 3”	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		166 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		74.47 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [ (3960) ( ) ]		4.8 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = \text{m}$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 6.3 ) \text{ m}$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	1.5		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	0.9		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.55 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $6.3 \leq 6.55$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	5.52
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	6		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO JORGE GARCÍA

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>14</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	El Chorro
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>175</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx$ Q <sub>SR</sub> (GPM)	<b>175</b>
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
N <sub>A</sub> = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	266
N <sub>UR</sub> = Número de unidades de riego por lateral	800
θ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q <sub>UNITARIO</sub> ) = ( ) ( )	13.33LPM
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
T <sub>F</sub> = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre unidades de riego	799
E <sub>L</sub> = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
L <sub>R</sub> = Longitud real (m) = (N <sub>S</sub> )(E <sub>L</sub> ) + (T <sub>I</sub> ) + (T <sub>F</sub> ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	121
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L <sub>R</sub> ) + (L <sub>e</sub> ) = ( ) + ( )	121.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.1081
<b>J = (F)(L)(j) (m) = ( ) ( ) ( )</b>	4.15m
CHEQUEO: <b>J ≤ J<sub>Permisible</sub></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) ≤ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 3.5 esta compensa las pérdidas de presión, de ahí que las pérdidas finales serian de 0.65 m.c.a. las cuales estarían dentro de los rangos permisibles.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	10.33	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	10.98
J = Pérdidas totales (m)	4.15	J = Pérdidas totales (m)	4.15
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-3.5	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-3.5
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J ± ΔH (m)</b>	10.98m	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J ± ΔH (m)</b>	10.33m
P <sub>EL</sub> = ( ) + ( ) ± ( )	15.62PSI	P <sub>SL</sub> = ( ) - ( ) ± ( )	14.7PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T <sub>L</sub> )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T <sub>GL</sub> )
T <sub>L</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)	T <sub>GL</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia $\approx$ (1/2) (E <sub>L</sub> )
T <sub>L</sub> = ( 799 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 121 ) m	T <sub>GL</sub> = ( 799 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 242 ) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEOCINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: GOTEO CINTA		HUERTO: VARIOS		SECTOR RIEGO (SR) No. 14	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	El Chorro
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	175
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	175
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	1	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		59 %
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		42865
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		31
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		0.3672
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		30
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		0.6
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		0
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		1.2
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		36.6
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		103
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e = ( ) + ( )$		37.1
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		0.114
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		1.53
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 0.5 m a favor, esta compensa las pérdidas de presión, de ahí que las perdidas finales serian de 1.03 m.c.a. las cuales estarían dentro de los rangos permisibles.		$( ) \leq ( )$ $( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$ $P_{REM} = (1.53) + (10.98) \pm (-0.5) = \underline{12} \text{ m } \underline{17.1} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 10 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
“MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD GOTEIO CINTA	HUERTO: TABACO	SECTOR DE RIEGO (SR) No. 14
$J = (F)(L)(j)$		
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación) (Tabla No. 1)		1
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)		729.8
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)		3" RDE 51
Q = Caudal a conducir = $\Sigma$ caudales sectores de riego a beneficiar GPM		175
$L_R$ = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)		697
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5; Gráfica No. 1)		32.8
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8		0.0306
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		22.34

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE ( $L_e$ ) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
TEE BIFURCADA	1	3"	175	5.2
TEE PASIVA	9	3"	175	14.4
CODO 45°	6	3"	175	7.2
CODO 90°	2	3"	175	5
VÁLVULA BOLA ABIERTA	2	3"	175	1
CHEQUE	1	3"	175	6.3
Sumatoria $L_e$ (m)	32.8			

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.08542
R = Radio interno (m)	42.71
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.011
$V = \frac{Q}{A} = ( ) / ( )$	1.92
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
<b>OBSERVACIÓN:</b> Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL ( $P_{REP}$ )
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA}$ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ( $P_{REA}$ ) $\pm \Delta H$ terreno
$P_{REP} = ( 22.34 ) + ( 12 ) \pm ( -16.5 ) = 17.84 \text{ m}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	175	87.5	175	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.044	0.0146	0.044	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.59	0.075	0.32	
Σ J <sub>f</sub> (m)	0.98				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	175	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	87.5	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	175	5.2		TEE Pasiva	1	3"	87.5	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	175	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	175	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	175	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.011	0.055	0.011	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	2.07	1.03	2.07	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>2</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>2</sub> (m)
ARENA	87.5	0.87
MALLA	175	1.63
J <sub>2</sub> = Σ J <sub>2</sub>		2.5

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>1</sub> + J <sub>2</sub>	
J = ( 0.98 ) + ( 2.5 ) = ( 3.48 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	175 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	EL DINDE
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	EL DINDE

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	1.5
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	-20.5
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	0.99
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	22.34
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.53
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	4.15
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.48
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	23.82

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0306
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	175
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	0.99

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	175	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				20

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
R = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
Q = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.011
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.92
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

4. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	175 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	23.82 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3" desc: 3"	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		175 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		79 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [(3960) ( ) ]		5.38 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 6.4 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	1.5		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	0.99		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.46 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $6.4 \leq 6.46$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	6.18
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$			
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	6.7	$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO ARCADIO GARCÍA

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	El Chorro
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>183</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>183</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b><math>J = (F)(L)(j)</math></b>	
$N_A$ = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	130
$N_{UR}$ = Número de unidades de riego por lateral	390
$\theta$ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
<b>F</b> = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
<b>Q</b> = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)( $Q_{UNITARIO}$ ) = ( ) ( )	6.5LPM
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
$T_F$ = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
$N_S$ = Número de espacios entre unidades de riego	389
$E_L$ = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
$L_R$ = Longitud real (m) = ( $N_S$ )( $E_L$ ) + ( $T_I$ ) + ( $T_F$ ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	59.4
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
<b>L</b> = Longitud total (m) = ( $L_R$ ) + ( $L_e$ ) = ( ) + ( )	59.45
<b>j</b> = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0307
<b>J = (F)(L)(j) (m)</b> = ( ) ( ) ( )	0.57m
CHEQUEO: <b><math>J \leq J_{Permisible}</math></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) $\leq$ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN Este usuario planteo la posibilidad de tener sectores de riego grandes en múltiple y no en laterales para lo cual las perdidas permisibles en el lateral se pasaron al múltiple. Teniendo en cuenta que las pérdidas son superadas ampliamente por la pendiente se toma como presión de entrada al lateral la presión de trabajo de la unidad de riego 10.33 m.c.a.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA ( $P_{EL}$ )		PRESIÓN A LA SALIDA ( $P_{SL}$ )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
$P_{UR}$ = Presión unidad riego (m)	10.33	$P_{EL}$ = Presión entrada lateral (m)	10.33
<b>J</b> = Pérdidas totales (m)	0.57	<b>J</b> = Pérdidas totales (m)	0.57
$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno(m)	-1.5	$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno (m)	-1.5
<b><math>P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H</math> (m)</b>	10.33m	<b><math>P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H</math> (m)</b>	11.26m
$P_{EL} = ( ) + ( ) \pm ( )$	14.7	$P_{SL} = ( ) - ( ) \pm ( )$	16.0PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO ( $T_L$ )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE ( $T_{GL}$ )
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia \approx (\frac{1}{2})(E_L)$
$T_L = ( 389 )( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 59.35 ) m$	$T_{GL} = ( 389 )( 0.15 ) + ( 1 )( 2 ) = ( 118.7 ) m$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER



## RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEOCINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	El Chorro
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>183</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>183</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Arboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		<b>51 %</b>
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		<b>21167</b>
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		<b>61</b>
<b>F</b> = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		<b>0.3591</b>
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		<b>60</b>
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		<b>0.75</b>
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		<b>0</b>
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		<b>1.5</b>
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		<b>90.75</b>
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		<b>0.5</b>
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		<b>2" RDE 41</b>
$Q$ = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		<b>93</b>
$L$ = Longitud total (m) = $L_R + L_e = ( ) + ( )$		<b>91.25</b>
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		<b>0.0876</b>
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		<b>2.87</b>
CHEQUEO:		$( ) \leq ( )$
$J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		$( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$
$P_{REM} = (2.87) + (10.33) \pm (+0.5) = \underline{13.7} \text{ m } \underline{19.49} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
 “MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: EL DINDE			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	183	183				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	94.22	97.2				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	13.6	11				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	115.12	108.2				
	θ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0448	0.0427				
	J = (F)(L)(j)	5.15	4.6				
$\Sigma J$ (m)		9.75					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	2	3"	183	4.8	TRAMO-2						
	CODO 90°	1	3"	183	2.5							
	CHEQUE	1	3"	183	6.3							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	13.6						Sumatoria L <sub>e</sub>				
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	183	5.2	TRAMO-4						
	TEE Pasiva	3	3"	183	4.8							
	VÁLVULA	2	3"	183	1							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	11						Sumatoria L <sub>e</sub>				
TRAMO-5						TRAMO-6						
	Sumatoria L <sub>e</sub>							Sumatoria L <sub>e</sub>				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)							
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería		PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo		RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)		0.00217	0.00174				
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)		0.0889	0.0889				
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)		0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)		0.04271	0.04271				
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )		0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)		0.0115	0.0115				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$		2.05	2.01				
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante		2.5	2.5				
CHEQUEO: V ≤ V <sub>P</sub>		(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería							

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
P <sub>REP</sub> = J tubería principal + P <sub>REA</sub> (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ± ΔH terreno
P <sub>REP</sub> = ( 9.75 ) + ( 13.7 ) ± ( +2 ) = 25.45 m
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	183	91.5	183	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.054	0.0137	0.054	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.73	0.07	0.4	
Σ J <sub>f</sub> (m)	1.19				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	183	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	91.5	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	183	5.2		TEE Pasiva	1	3"	91.5	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	183	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	183	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	183	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0115	0.0055	0.0115	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	2.16	1.04	2.16	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>2</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>2</sub> (m)
ARENA	91.5	0.93
MALLA	183	1.7
J <sub>2</sub> = Σ J <sub>2</sub>		2.63

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>1</sub> + J <sub>2</sub>	
J = ( 1.19 ) + ( 2.63 ) = ( 3.82 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	183 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	EL DINDE
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	LAS PALMAS

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fIF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	1
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	Se desprecia
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	1.11
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	9.75
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	2.87
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	Se desprecian
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fIF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.82
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	29.38

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0427
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	183
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	1.11

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	183	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				20

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
$R$ = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
$Q$ = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.0115
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.98
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

5. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	183 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	29.38 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3” desc: 3”	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		183 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		96.39 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [ (3960) ( ) ]		6.59 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 6.8 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	1		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	1.11		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.84 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $6.8 \leq 6.84$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	7.59
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	8.23		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO RAFAEL COLLAZOS

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	La Medina
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>130</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx$ Q <sub>SR</sub> (GPM)	<b>130</b>
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
N <sub>A</sub> = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	106
N <sub>UR</sub> = Número de unidades de riego por lateral	320
θ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q <sub>UNITARIO</sub> ) = ( ) ( )	5.33LPM
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
T <sub>F</sub> = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre unidades de riego	319
E <sub>L</sub> = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
L <sub>R</sub> = Longitud real (m) = (N <sub>S</sub> )(E <sub>L</sub> ) + (T <sub>I</sub> ) + (T <sub>F</sub> ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	49
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L <sub>R</sub> ) + (L <sub>e</sub> ) = ( ) + ( )	49.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0217
<b>J = (F)(L)(j) (m) = ( ) ( ) ( )</b>	<b>0.343</b>
CHEQUEO: <b>J ≤ J<sub>Permisible</sub></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) ≤ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN Este usuario se le planteo la posibilidad de tener surcos en el sentido de las curvas de nivel para de esta forma tener franjas mas grandes a la hora de realizar la mecanización, las pérdidas permisibles en el lateral se pasaron al múltiple. Teniendo en cuenta que las pérdidas son superadas ampliamente por la pendiente se toma como presión de entrada al lateral la presión de trabajo de la unidad de riego 10.33 m.c.a.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	10.33	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	10.33
J = Pérdidas totales (m)	0.34	J = Pérdidas totales (m)	0.34
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-0.5	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-0.5
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J ± ΔH (m)</b>	<b>10.33m</b>	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J ± ΔH (m)</b>	<b>10.49m</b>
P <sub>EL</sub> = ( ) + ( ) ± ( )	14.7	P <sub>SL</sub> = ( ) - ( ) ± ( )	14.92PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T <sub>L</sub> )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T <sub>GL</sub> )
T <sub>L</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)	T <sub>GL</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia $\approx$ (1/2) (E <sub>L</sub> )
T <sub>L</sub> = ( 320 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 48 ) m	T <sub>GL</sub> = ( 320 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 96 ) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 9

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	La Medina
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>130</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>130</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		<b>71 %</b>
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		<b>20760</b>
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		<b>43</b>
$F$ = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		<b>0.3626</b>
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		<b>42</b>
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		<b>0.6</b>
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		<b>0</b>
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		<b>1.2</b>
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		<b>51</b>
$L_c$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		<b>0.5</b>
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		<b>2"RDE 41</b>
$Q$ = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		<b>91</b>
$L$ = Longitud total (m) = $L_R + L_c = ( ) + ( )$		<b>51.5</b>
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		<b>0.0792</b>
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		<b>1.47</b>
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego tener en cuenta que las pérdidas permisibles en el lateral no se tuvieron en cuenta por lo que las pérdidas en el múltiple superan las permisibles.		$( ) \leq ( )$ $( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} =$ Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral ( $P_{EL}$ ) $\pm \Delta H$ terreno; $\Delta H = ( )$ $P_{REM} = ( 1.47 ) + ( 10.33 ) \pm ( +1 ) = \underline{12.8} \text{ m } \underline{18.21} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
 “MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: LA ULLOA			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	130	130				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	180	26				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	16.1	10.3				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	196.1	36.3				
	θ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0236	0.0225				
	J = (F)(L)(j)	4.62	0.81				
$\Sigma J$ (m)		5.43					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)
TRAMO-1	CODO 45°	2	3"	130	4.8	TRAMO-2					
	CODO 90°	2	3"	130	5						
	CHEQUE	1	3"	130	6.3						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	16.1									
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	130	5.2	TRAMO-4					
	TEE Pasiva	1	3"	130	1.6						
	CODO 90°	1	3"	130	2.5						
	VÁLVULA	2	3"	130	1						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	10.3									
TRAMO-5						TRAMO-6					
		Sumatoria L <sub>e</sub>									

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)							
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería		PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo		RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)		0.00217	0.00174				
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)		0.0889	0.0889				
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)		0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)		0.04271	0.04271				
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )		0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)		0.0082	0.082				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$		1.54	1.52				
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante		2.5	2.5				
CHEQUEO: V ≤ V <sub>P</sub>		(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería							

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA} \text{ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica)} \pm \Delta H \text{ terreno}$
$P_{REP} = ( 5.43 ) + ( 12.8 ) \pm ( +2 ) = 20.23 \text{ m}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER



TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	130	65	130	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0274	0.0075	0.0274	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.37	0.038	0.2	
Σ J <sub>f</sub> (m)			0.6		

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	130	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	65	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	130	5.2		TEE Pasiva	1	3"	65	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>			7.6			Sumatoria L <sub>e</sub>			4.1		
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	130	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	130	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	130	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>			5.4			Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0082	0.0082	0.0082	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	1.54	0.77	1.54	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>2</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>2</sub> (m)
ARENA	65	0.5
MALLA	130	1.2
J <sub>2</sub> = Σ J <sub>2</sub>		1.7

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>1</sub> + J <sub>2</sub>	
J = ( 0.6 ) + ( 1.7 ) = ( 2.3 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	130 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	LA ULLOA
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	LA VEGA

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	2
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	3
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	0.58
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	5.43
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.47
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	Se desprecian
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	2.3
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	25.11

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0225
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	130
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	0.58

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	130	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				<b>20</b>

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
$R$ = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
$Q$ = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.0082
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.54
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

6. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	130 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	25.11 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión:	SELLO MECÁNICO
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas:	5mm
		Conexión:	succ: 3” desc: 3”
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		130 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		82.38 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [ (3960) ( ) ]		4.16 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( \quad ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	2		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	0.58		
$\text{NPSH}_D = ( \quad ) - ( \quad ) - ( \quad ) - ( \quad )$	6.37 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $\underline{4} \leq \underline{6.37}$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	4.78
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( \quad ) + ( \quad ) ( \quad )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( \quad )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( \quad ) + ( \quad )$	5.23		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO FANNY RAMÍREZ L2

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>14</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	La Medina
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>163</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx$ Q <sub>SR</sub> (GPM)	<b>163</b>
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
N <sub>A</sub> = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	217
N <sub>UR</sub> = Número de unidades de riego por lateral	653
θ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q <sub>UNITARIO</sub> ) = ( ) ( )	10.88LPM
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
T <sub>F</sub> = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre unidades de riego	652
E <sub>L</sub> = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
L <sub>R</sub> = Longitud real (m) = (N <sub>S</sub> )(E <sub>L</sub> ) + (T <sub>I</sub> ) + (T <sub>F</sub> ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	99
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L <sub>R</sub> ) + (L <sub>e</sub> ) = ( ) + ( )	99.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0758
<b>J = (F)(L)(j) (m) = ( ) ( ) ( )</b>	<b>2.4</b>
CHEQUEO: <b>J ≤ J<sub>Permisible</sub></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) ≤ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 2 mts esta compensa las pérdidas de presión, de ahí que las perdidas finales serian de 0.4 m.c.a. las cuales estarían dentro de los rangos permisibles.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	10.33	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	10.73
J = Pérdidas totales (m)	2.4	J = Pérdidas totales (m)	2.4
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J ± ΔH (m)</b>	<b>10.73m</b>	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J ± ΔH (m)</b>	<b>10.33m</b>
P <sub>EL</sub> = ( ) + ( ) ± ( )	15.26	P <sub>SL</sub> = ( ) - ( ) ± ( )	14.7PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T <sub>L</sub> )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T <sub>GL</sub> )
T <sub>L</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)	T <sub>GL</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia $\approx$ (1/2) (E <sub>L</sub> )
T <sub>L</sub> = ( 653 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 99 ) m	T <sub>GL</sub> = ( 653 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 198 ) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	La Medina
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>163</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>163</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		<b>51 %</b>
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		<b>19432</b>
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		<b>47</b>
<b>F</b> = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		<b>0.3616</b>
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		<b>46</b>
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		<b>0.6</b>
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		<b>0</b>
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		<b>1.2</b>
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		<b>55.8</b>
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		<b>0.5</b>
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		<b>2" RDE 41</b>
$Q$ = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		<b>85.7</b>
$L$ = Longitud total (m) = $L_R + L_e = ( ) + ( )$		<b>56.3</b>
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		<b>0.0715</b>
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		<b>1.45</b>
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego Tener en cuenta que las pérdidas en el lateral no superaron las permisibles lo que permite trasladarlas al múltiple.		$( ) \leq ( )$ $( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$ $P_{REM} = ( 1.45 ) + ( 10.73 ) \pm ( +1 ) = \underline{13.18} \text{ m } \underline{18.75} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
 “MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: LA MEDINA			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	163	163				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	194.3	202				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	20.9	12.6				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	215.2	238.3				
	$\theta$ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0354	0.0338				
	J = (F)(L)(j)	7.62	8.05				
$\Sigma J$ (m)		15.67					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)
TRAMO-1	CODO 45°	2	3"	163	4.8	TRAMO-2					
	CODO 90°	2	3"	163	5						
	CHEQUE	1	3"	163	6.3						
	TEE Pasiva	3	3"	163	4.8						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	20.9						Sumatoria L <sub>e</sub>			
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	163	5.2	TRAMO-4					
	TEE Pasiva	4	3"	163	6.4						
	VÁLVULA	2	3"	163	1						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	12.6					Sumatoria L <sub>e</sub>				
TRAMO-5						TRAMO-6					
		Sumatoria L <sub>e</sub>						Sumatoria L <sub>e</sub>			

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)							
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería		PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo		RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)		0.00217	0.00174				
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)		0.0889	0.0889				
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)		0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)		0.04271	0.04271				
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$		0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)		0.0102	0.0102				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$		1.82	1.8				
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante		2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$		(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería							

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
$P_{REP} = J$ tubería principal + P <sub>REA</sub> (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ± $\Delta H$ terreno
$P_{REP} = ( 15.67 ) + ( 13.18 ) \pm ( -9 ) = 19.85 \text{ m}$
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	163	81.5	163	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0411	0.0153	0.0411	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.55	0.078	0.30	
Σ J <sub>f</sub> (m)		0.93			

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	163	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	81.5	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	163	5.2		TEE Pasiva	1	3"	81.5	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	163	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	163	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	163	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	TRAMO-4
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0102	0.0051	0.0102	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	1.92	0.96	1.92	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>2</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>2</sub> (m)
ARENA	81.5	0.8
MALLA	163	1.55
J <sub>2</sub> = Σ J <sub>2</sub>		2.35

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>1</sub> + J <sub>2</sub>	
J = ( 0.93 ) + ( 2.35 ) = ( 3.28 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	163 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	LOS MEDIOS
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	TATAMACAL

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fIF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	1
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	-11
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	1.11
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	15.67
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.45
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	2.4
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fIF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.28
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	24.24

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.04271
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	163
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	1.11

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	163	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				20

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
$R$ = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
$Q$ = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.0102
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.78
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P$ ; $( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER



CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

7. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	163 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	24.24 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3” desc: 3”	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		163 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		79.52 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [(3960) ( ) ]		5.03 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 5.3 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	1		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	1.1		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.85 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $5.3 \leq 6.85$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	5.78
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	6.29		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO FANNY RAMÍREZ L1

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>4</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	RIO FRIO
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>174</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>174</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
$N_A$ = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	266
$N_{UR}$ = Número de unidades de riego por lateral	800
$\theta$ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
$F$ = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
$Q$ = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)( $Q_{UNITARIO}$ ) = ( ) ( )	13.33LPM
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
$T_F$ = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
$N_S$ = Número de espacios entre unidades de riego	799
$E_L$ = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
$L_R$ = Longitud real (m) = ( $N_S$ )( $E_L$ ) + ( $T_I$ ) + ( $T_F$ ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	121
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
$L$ = Longitud total (m) = ( $L_R$ ) + ( $L_e$ ) = ( ) + ( )	121.05
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.1081
$J = (F)(L)(j)$ (m) = ( ) ( ) ( )	4.15m
CHEQUEO: $J \leq J_{Permisible}$ (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) $\leq$ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 3 mts esta compensa las pérdidas de presión, de ahí que las perdidas finales serian de 1.15 m.c.a. las cuales estarían dentro de los rangos permisibles.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA ( $P_{EL}$ )		PRESIÓN A LA SALIDA ( $P_{SL}$ )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
$P_{UR}$ = Presión unidad riego (m)	10.33	$P_{EL}$ = Presión entrada lateral (m)	11.48
$J$ = Pérdidas totales (m)	4.15	$J$ = Pérdidas totales (m)	4.15
$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno(m)	-3	$\Delta H$ = Diferencia topográfica terreno (m)	-3
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	11.48m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	10.33m
$P_{EL} = ( ) + ( ) \pm ( )$	16.33PSI	$P_{SL} = ( ) - ( ) \pm ( )$	14.7PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO ( $T_L$ )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE ( $T_{GL}$ )
$T_L = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)$	$T_{GL} = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia \approx (\frac{1}{2})(E_L)$
$T_L = ( 799 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 121 )$ m	$T_{GL} = ( 799 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 242 )$ m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VIARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>1</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	RIO FRIO
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>174</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>174</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Arboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		<b>50 %</b>
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		<b>19731</b>
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		<b>36</b>
<b>F</b> = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		<b>0.3649</b>
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		<b>35</b>
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		<b>0.6</b>
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		<b>0</b>
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		<b>1.2</b>
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		<b>42.6</b>
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		<b>0.5</b>
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		<b>2" RDE 41</b>
$Q$ = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		<b>87</b>
$L$ = Longitud total (m) = $L_R + L_e = ( ) + ( )$		<b>43.1</b>
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		<b>0.073</b>
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		<b>1.14</b>
CHEQUEO:		$( ) \leq ( )$
$J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		$( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$
$P_{REM} = (1.14) + (11.48) \pm ( ) = \underline{12.62} \text{ m } \underline{17.95} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
“MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: EL DINDE			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	174	174				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	106	156				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	20.9	12.8				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	126.9	168.8				
	$\theta$ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0442	0.0422				
	J = (F)(L)(j)	5.56	7.13				
$\Sigma J$ (m)		12.69					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	2	3"	174	4.8	TRAMO-2						
	CODO 90°	2	3"	174	5							
	CHEQUE	1	3"	174	6.3							
	TEE Pasiva	3	3"	174	4.8							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	20						Sumatoria L <sub>e</sub>				
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	174	5.2	TRAMO-4						
	TEE Pasiva	1	3"	174	1.6							
	CODO 90°	2	3"	174	5							
	VÁLVULA	2	3"	174	1							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	12.8						Sumatoria L <sub>e</sub>				
TRAMO-5						TRAMO-6						
	Sumatoria L <sub>e</sub>							Sumatoria L <sub>e</sub>				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)							
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería		PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo		RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)		0.00217	0.00174				
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)		0.0889	0.0889				
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)		0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)		0.04271	0.04271				
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$		0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)		0.0109	0.0109				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$		1.94	1.91				
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante		2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$		(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería							

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
$P_{REP} = J$ tubería principal + P <sub>REA</sub> (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) $\pm \Delta H$ terreno
$P_{REP} = ( 12.69 ) + ( 12.62 ) \pm ( -1 ) = 24.31$ m
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	174	87	174	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0513	0.0156	0.0513	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.7	0.08	0.38	
Σ J <sub>f</sub> (m)	1.15				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	174	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	87	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	174	5.2		TEE Pasiva	1	3"	87	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	174	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	174	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	174	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0109	0.00545	0.0109	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	2.05	1.02	2.05	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>f</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>f</sub> (m)
ARENA	87	0.87
MALLA	174	1.63
J <sub>f</sub> = Σ J <sub>f</sub>		2.5

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>f</sub> + J <sub>f</sub>	
J = ( 1.15 ) + ( 2.5 ) = ( 3.65 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	163 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	LOS MEDIOS
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	TATAMACAL

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fR} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	1
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	-2
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	1.1
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	12.69
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.14
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.15
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fR}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.65
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	27.96

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0422
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	175
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	1.1

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	174	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				<b>20</b>

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
$R$ = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
$Q$ = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.0109
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.91
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

8. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	174 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	27.96 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3” desc: 3”	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		174 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		91.7 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [ (3960) ( ) ]		6.2 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 6.8 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	1		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	1.15		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.85 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $6.8 \leq 6.8$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	7.13
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$			
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	7.75	$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO HERNÁN IÑIGUEZ

### TALLER No. 1      RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	RIO FRIO
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>170</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx$ Q <sub>SR</sub> (GPM)	<b>170</b>
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
N <sub>A</sub> = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	216
N <sub>UR</sub> = Número de unidades de riego por lateral	433
θ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q <sub>UNITARIO</sub> ) = (    )(    )	7.21LPM
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
T <sub>F</sub> = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre unidades de riego	432
E <sub>L</sub> = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
L <sub>R</sub> = Longitud real (m) = (N <sub>S</sub> )(E <sub>L</sub> ) + (T <sub>I</sub> ) + (T <sub>F</sub> ) = (    )(    ) + (    ) + (    )	76
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L <sub>R</sub> ) + (L <sub>e</sub> ) = (    ) + (    )	76.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0369
<b>J = (F)(L)(j) (m) = (    )(    )(    )</b>	<b>0.89m</b>
CHEQUEO: <b>J ≤ J<sub>Permisible</sub></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
(    ) ≤ (    ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 2 mts esta compensa y sobrepasan las pérdidas de presión, por tal razón la presión de entrada del lateral se toma la presión de la unidad de riego.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	10.33	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	10.33
J = Pérdidas totales (m)	0.89	J = Pérdidas totales (m)	0.89
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J ± ΔH (m)</b>	<b>10.33m</b>	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J ± ΔH (m)</b>	<b>11.44m</b>
P <sub>EL</sub> = (    ) + (    ) ± (    )	14.7PSI	P <sub>SL</sub> = (    ) - (    ) ± (    )	16.27PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T <sub>L</sub> )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T <sub>GL</sub> )
T <sub>L</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)	T <sub>GL</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia $\approx$ (1/2) (E <sub>L</sub> )
T <sub>L</sub> = ( 432 )( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 76 ) m	T <sub>GL</sub> = ( 432 )( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 132 ) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER



RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEOCINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: GOTEO CINTA		HUERTO: VARIOS		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	RIO FRIO
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	170
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego ≈ Q <sub>SR</sub> (GPM)	170
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	1	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		51%
$N_{UR} \text{ (Unidades Riego) } \times \text{ (Sector riego) } = Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( ) \text{ (LPH)}$		19284
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		48
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S <sub>1</sub> = ( ); S <sub>2</sub> = ( )		0.3614
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre surcos (m)		47
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		0.6
T <sub>F</sub> = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		0
E <sub>M</sub> = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		1.2
$L_R = \text{Longitud real} = (N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		48.6
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		86.7
L = Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub> = ( ) + ( )		49.1
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		0.071
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		1.2
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego Tener en cuenta que las pérdidas en el lateral no se tuvieron en cuenta por tal razón las pérdidas en el múltiple no superan la permisible del 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.		( ) ≤ ( ) ( ) ≤ ( )

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P <sub>REM</sub> )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$ $P_{REM} = (1.2) + (10.33 ) \pm ( ) = \underline{11.53} \text{ m } \underline{16.4} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
 “MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: EL PEDREGAL			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	170	170				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	65	92				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	16.1	15.3				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	81.1	107.3				
	θ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0438	0.042				
	J = (F)(L)(j)	3.55	4.5				
$\Sigma J$ (m)		8.05					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)
TRAMO-1	CODO 45°	2	3"	170	4.8	TRAMO-2					
	CODO 90°	2	3"	170	5						
	CHEQUE	1	3"	170	6.3						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	16.1									
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	170	5.2	TRAMO-4					
	TEE Pasiva	1	3"	170	1.6						
	CODO 90°	3	3"	170	7.5						
	VÁLVULA	2	3"	170	1						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	15.3									
TRAMO-5						TRAMO-6					
		Sumatoria L <sub>e</sub>									

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)							
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería		PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo		RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)		0.00217	0.00174				
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)		0.0889	0.0889				
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)		0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)		0.04271	0.04271				
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )		0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)		0.0107	0.0107				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$		1.91	1.87				
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante		2.5	2.5				
CHEQUEO: V ≤ V <sub>P</sub>		(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería							

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
$P_{REP} = J \text{ tubería principal} + P_{REA} \text{ (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica)} \pm \Delta H \text{ terreno}$
$P_{REP} = ( 8.05 ) + ( 11.53 ) \pm ( -0.5 ) = 19.08 \text{ m}$
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	170	85	170	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0445	0.0122	0.0445	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.6	0.06	0.32	
Σ J <sub>f</sub> (m)	0.98				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	170	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	85	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	170	5.2		TEE Pasiva	1	3"	85	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	170	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	170	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	170	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.0107	0.00535	0.0107	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	2.01	1.0	2.01	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>f</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>f</sub> (m)
ARENA	85	0.83
MALLA	170	1.58
J <sub>f</sub> = Σ J <sub>f</sub>		2.41

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>f</sub> + J <sub>f</sub>	
J = (0.98) + ( 2.41 ) = ( 3.39 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	170 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	Bajo Pedregal
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	PALESTINO

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fIF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	1
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	-2.5
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	1
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	8.05
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.2
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	Se Desprecian
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fIF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.39
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	21.41

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.042
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	170
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	1.0

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	170	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				<b>20</b>

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
$R$ = Radio interno (m)	42.71
$A$ = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
$Q$ = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.0107
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.87
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

9. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	170 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	21.41 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3" desc: 3"	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		170 GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		70.24 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [(3960) ( ) ]		4.6 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 6.7 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	1		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	1.0		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.95 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $6.7 \leq 6.95$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	5.29
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	5.75		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO MARTHA RIVAS

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	Nac Propio
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>157</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx$ Q <sub>SR</sub> (GPM)	<b>157</b>
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
N <sub>A</sub> = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	217
N <sub>UR</sub> = Número de unidades de riego por lateral	653
θ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q <sub>UNITARIO</sub> ) = ( ) ( )	10.88LPM
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
T <sub>F</sub> = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre unidades de riego	652
E <sub>L</sub> = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
L <sub>R</sub> = Longitud real (m) = (N <sub>S</sub> )(E <sub>L</sub> ) + (T <sub>I</sub> ) + (T <sub>F</sub> ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	99
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L <sub>R</sub> ) + (L <sub>e</sub> ) = ( ) + ( )	99.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.0758
<b>J = (F)(L)(j) (m) = ( ) ( ) ( )</b>	<b>2.4</b>
CHEQUEO: <b>J ≤ J<sub>Permisible</sub></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) ≤ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
OBSERVACIÓN <b>Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 2.5 mts esta compensa las pérdidas de presión, por tal razón la presión de entrada al lateral</b>	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	10.33	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	10.33
J = Pérdidas totales (m)	2.4	J = Pérdidas totales (m)	2.4
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-2.5	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-2.5
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J ± ΔH (m)</b>	<b>10.33m</b>	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J ± ΔH (m)</b>	<b>10.43m</b>
P <sub>EL</sub> = ( ) + ( ) ± ( )	14.7PSI	P <sub>SL</sub> = ( ) - ( ) ± ( )	14.8PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T <sub>L</sub> )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T <sub>GL</sub> )
T <sub>L</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)	T <sub>GL</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia $\approx$ (1/2) (E <sub>L</sub> )
T <sub>L</sub> = ( 652 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 99 ) m	T <sub>GL</sub> = ( 652 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 198 ) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: GOTEO CINTA		HUERTO: VARIOS		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	Nac. Propio
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	157
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego ≈ Q <sub>SR</sub> (GPM)	157
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	1	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		68%
$N_{UR} \text{ (Unidades Riego)} \times \text{(Sector riego)} = Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( ) \text{ (LPH)}$		24213
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		39
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S <sub>1</sub> = ( ); S <sub>2</sub> = ( )		0.3638
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre surcos (m)		48
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		0.6
T <sub>F</sub> = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		0
E <sub>M</sub> = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		1.2
$L_R = \text{Longitud real} = (N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		47.4
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		106.08
L = Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub> = ( ) + ( )		47.9
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		0.1071
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		1.86
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego Tener en cuenta que las pérdidas en el lateral no se tuvieron en cuenta por tal razón las pérdidas en el múltiple no superan la permisible del 20% de la presión de trabajo de la unidad de riego.		( ) ≤ ( ) ( ) ≤ ( )

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P <sub>REM</sub> )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J)} + \text{presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$ $P_{REM} = (1.86) + (10.33 ) \pm ( ) = \underline{12.19} \text{ m } \underline{17.34} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
 “MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: LOS MEDIOS			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	157	157				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	187	194				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	20.9	16.9				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	207.9	210.9				
	θ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0329	0.0314				
	J = (F)(L)(j)	6.8	6.62				
$\Sigma J$ (m)		13.43					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)											
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)
TRAMO-1	CODO 45°	2	3"	157	4.8	TRAMO-2					
	CODO 90°	2	3"	157	5						
	CHEQUE	1	3"	157	6.3						
	TEE Pasiva	3	3"	157	4.8						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	20.9						Sumatoria L <sub>e</sub>			
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	157	5.2	TRAMO-4					
	TEE Pasiva	2	3"	157	3.2						
	CODO 90°	3	3"	157	7.5						
	VÁLVULA	2	3"	157	1						
	Sumatoria L <sub>e</sub>	16.9						Sumatoria L <sub>e</sub>			
TRAMO-5						TRAMO-6					
	Sumatoria L <sub>e</sub>							Sumatoria L <sub>e</sub>			

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)						
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo	RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00217	0.00174				
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0889	0.0889				
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)	0.04271	0.04271				
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.00989	0.00989				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	1.76	1.73				
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2.5	2.5				
CHEQUEO: V ≤ V <sub>P</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería						

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
P <sub>REP</sub> = J tubería principal + P <sub>REA</sub> (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ± ΔH terreno
P <sub>REP</sub> = ( 13.43 ) + ( 12.19 ) ± ( +3 ) = 28.62 m
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER



TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN ( $J_1$ )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	157	78.5	157	
	$L_R$ : Longitud real (m)	6	1	2	
	$L_e$ : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = $L_R + L_e$	13.6	5.1	7.4	
	$\theta$ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0382	0.0092	0.0382	
	$J_1 = (L)(j)$	0.51	0.042	0.28	
$\Sigma J_1$ (m)	0.83				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE ( $L_e$ ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	157	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	78.5	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	157	5.2		TEE Pasiva	1	3"	78.5	1.6	
	Sumatoria $L_e$	7.6					Sumatoria $L_e$	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	157	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	157	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	157	0.5							
	Sumatoria $L_e$	5.4					Sumatoria $L_e$					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	TRAMO-4
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.00989	0.0049	0.00989	
$V = \frac{Q}{A} = ( ) / ( )$	1.86	0.92	1.86	
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: $V \leq V_p$	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS ( $J_2$ )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	$J_2$ (m)
ARENA	78.5	0.65
MALLA	157	1.5
$J_2 = \Sigma J_2$		2.15

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (0.83) + (2.15) = (2.92) m$	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	157 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	Los Medios
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	El Progreso

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fIF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	2
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	0
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	0.81
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	13.43
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	1.86
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	Se Desprecian
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fIF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	2.92
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	31.35

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0314
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	157
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	0.81

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	157	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				<b>20</b>

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
R = Radio interno (m)	42.71
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
Q = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.00989
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.73
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

10. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	157 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	31.35 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
		Referencia:	IHM
		Modelo:	30 AG/F400
		Versión SELLO MECÁNICO	
		$\theta_{\text{Rotor}}$ :	170 mm
		$\theta_{\text{max}}$ partículas	5mm
		Conexión: succ: 3” desc: 3”	
		Eficiencia:	0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		157GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		102.85 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [(3960) ( ) ]		6.27 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 5.4 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	2		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	0.82		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.13 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $5.4 \leq 6.13$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	7.2
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	7.84		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

## CÁLCULOS HIDRÁULICOS PREDIO LUIS SANDALIO

### TALLER No. 1 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO-CINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. 2	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	Nac Propio
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>156</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx$ Q <sub>SR</sub> (GPM)	<b>156</b>
Caudal (LPH) = Q <sub>UR</sub>	<b>1</b>	Árboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores (E <sub>L</sub> ) (m)	0.15

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J) LATERAL	
VARIABLES	VALORES
<b>J = (F)(L)(j)</b>	
N <sub>A</sub> = Número de árboles a beneficiar (asumirlo)	266
N <sub>UR</sub> = Número de unidades de riego por lateral	800
θ = Diámetro y RDE tubería	16mm, Esp. 10mil
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.32
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q <sub>UNITARIO</sub> ) = ( ) ( )	13.33LPM
T <sub>I</sub> = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	1
T <sub>F</sub> = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	0
N <sub>S</sub> = Número de espacios entre unidades de riego	799
E <sub>L</sub> = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	0.15
L <sub>R</sub> = Longitud real (m) = (N <sub>S</sub> )(E <sub>L</sub> ) + (T <sub>I</sub> ) + (T <sub>F</sub> ) = ( ) ( ) + ( ) + ( )	121
L <sub>e</sub> = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.05
L = Longitud total (m) = (L <sub>R</sub> ) + (L <sub>e</sub> ) = ( ) + ( )	121.05
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 según fabricante	0.108
<b>J = (F)(L)(j) (m) = ( ) ( ) ( )</b>	4.15m
CHEQUEO: <b>J ≤ J<sub>Permisible</sub></b> (55% del 20% y/o 10% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo)	
( ) ≤ ( ) en m. Si el resultado es NO, recalcular	
<b>OBSERVACIÓN</b> Teniendo en cuenta la diferencia topográfica de 3 mts esta compensa las pérdidas de presión, de ahí que las pérdidas finales serían de 1.15 m.c.a. las cuales estarían dentro de los rangos permisibles.	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P <sub>EL</sub> )		PRESIÓN A LA SALIDA (P <sub>SL</sub> )	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P <sub>UR</sub> = Presión unidad riego (m)	10.33	P <sub>EL</sub> = Presión entrada lateral (m)	11.48
J = Pérdidas totales (m)	4.15	J = Pérdidas totales (m)	4.15
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	-3	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	-3
<b>P<sub>EL</sub> = P<sub>UR</sub> + J ± ΔH (m)</b>	11.48m	<b>P<sub>SL</sub> = P<sub>EL</sub> - J ± ΔH (m)</b>	10.33m
P <sub>EL</sub> = ( ) + ( ) ± ( )	16.33PSI	P <sub>SL</sub> = ( ) - ( ) ± ( )	14.7PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DISEÑO (T <sub>L</sub> )	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T <sub>GL</sub> )
T <sub>L</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + (tramo inicial) + (tramo final)	T <sub>GL</sub> = [(No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra)] + [(longitud de influencia)(2)] ; longitud de influencia $\approx$ (1/2) (E <sub>L</sub> )
T <sub>L</sub> = ( 799 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) + ( 0 ) = ( 121 ) m	T <sub>GL</sub> = ( 799 ) ( 0.15 ) + ( 1 ) ( 2 ) = ( 242 ) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

## RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEOCINTA

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: <b>GOTEO CINTA</b>		HUERTO: <b>VARIOS</b>		SECTOR RIEGO (SR) No. <b>3</b>	
Boquilla emisor (color)	N/A	Especie	Tabaco	Fuente	Nac. Propio
Presión trabajo (PSI)	14.7	Distancia siembra (m)	1.2 X .4	Caudal disponible (GPM)	<b>156</b>
Forma de instalación	Integrado	Forma siembra	Surcos	Caudal sector riego $\approx Q_{SR}$ (GPM)	<b>156</b>
Caudal (LPH) = $Q_{UR}$	<b>1</b>	Arboles/ha Aprox.	18500	Caudal /árbol (LPH) Aprox.	3 lph arb.
Forma de trabajo y flujo	Turbulento	Unidades riego/árbol	3	Distancia entre emisores ( $E_L$ ) (m)	0.15

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión
$J = (F)(L)(j)$		<b>50%</b>
$N_{UR}$ (Unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = ( ) \div ( )$ (LPH)		<b>17690</b>
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) $\div$ (Total U.R del gran lateral)		<b>26</b>
<b>F</b> = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = ( )$ ; $S_2 = ( )$		<b>0.3703</b>
$N_S$ = Número de espacios entre surcos (m)		<b>25</b>
$T_I$ = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		<b>0.6</b>
$T_F$ = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		<b>0</b>
$E_M$ = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		<b>1.2</b>
$L_R$ = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = ( ) ( ) + ( ) + ( )$		<b>30.6</b>
$L_e$ = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		<b>0.5</b>
$\theta$ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		<b>2" RDE 41</b>
$Q$ = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		<b>78</b>
$L$ = Longitud total (m) = $L_R + L_e = ( ) + ( )$		<b>31.1</b>
$j$ = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tablas No. 2, 3, 8		<b>0.05968</b>
$J = (F)(L)(j) = ( ) ( ) ( ) = m$		<b>0.68</b>
CHEQUEO:		$( ) \leq ( )$
$J \leq J_{\text{Permisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		$( ) \leq ( )$

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE ( $P_{REM}$ )
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J)} + \text{presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = ( )$
$P_{REM} = (0.68) + (11.48 ) \pm ( ) = \underline{12.16} \text{ m } \underline{17.30} \text{ PSI}$

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 11 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL  
“MÉTODO CAUDALES PARCIALES”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)							
HUERTO: varios		VEREDA: LOS MEDIOS			MUNICIPIO: RIVERA		
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas y/o sectores riego. Tabla No. 1	1	1				
	Q: $\Sigma$ Caudales S.R. a beneficiar (GPM)	156	156				
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	211	228				
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	11.3	17.6				
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	222.3	245.6				
	$\theta$ y RDE tubería	3"RDE 41	3"RDE 51				
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0327	0.0313				
	J = (F)(L)(j)	7.25	7.66				
$\Sigma$ J (m)		14.91					

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 90°	2	3"	156	5	TRAMO-2						
	CHEQUE	1	3"	156	6.3							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	11.3										
TRAMO-3	TEE Bifurcada	1	3"	156	5.2	TRAMO-4						
	TEE Pasiva	2	3"	156	3.2							
	CODO 90°	2	3"	156	5							
	CODO 45°	2	3"	156	3.2							
	VÁLVULA	2	3"	156	1							
Sumatoria L <sub>e</sub>	17.6					Sumatoria L <sub>e</sub>						
TRAMO-5						TRAMO-6						
	Sumatoria L <sub>e</sub>							Sumatoria L <sub>e</sub>				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)						
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"				
RDE tubo	RDE 41	RDE 51				
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00217	0.00174				
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0889	0.0889				
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.08456	0.08542				
R = Radio interno (m)	0.04271	0.04271				
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0056	0.0057				
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.00982	0.00982				
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	1.75	1.72				
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)	(NO)
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería						

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P <sub>REP</sub> )
P <sub>REP</sub> = J tubería principal + P <sub>REA</sub> (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) ± ΔH terreno
P <sub>REP</sub> = ( 14.92 ) + ( 12.16 ) ± ( +5 ) = 32.08 m
FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 14: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J <sub>f</sub> )					
ÍTEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: (GPM)	156	78	156	
	L <sub>R</sub> : Longitud real (m)	6	1	2	
	L <sub>e</sub> : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.6	4.1	5.4	
	L: Longitud total (m) = L <sub>R</sub> + L <sub>e</sub>	13.6	5.1	7.4	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	3" RDE 26	3" RDE 26	3" RDE 26	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0382	0.0092	0.0382	
	J <sub>f</sub> = (L)(j)	0.51	0.042	0.28	
Σ J <sub>f</sub> (m)	0.83				

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L <sub>e</sub> ) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	ÍTEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L <sub>e</sub> (m)	
TRAMO-1	CODO 45°	1	3"	156	2.4	TRAMO-2	CODO 90°	1	3"	78	2.5	
	TEE Bifurcada	1	3"	156	5.2		TEE Pasiva	1	3"	78	1.6	
	Sumatoria L <sub>e</sub>	7.6					Sumatoria L <sub>e</sub>	4.1				
TRAMO-3	CODO 90°	1	3"	156	2.5	TRAMO-4						
	CODO 45°	2	3"	156	1.2							
	VÁLVULA	1	3"	156	0.5							
	Sumatoria L <sub>e</sub>	5.4					Sumatoria L <sub>e</sub>					

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)				
VARIABLES				
	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"	PVC 3"	PVC 3"	
RDE tubo	RDE 26	RDE 26	RDE 26	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.0034	0.0034	0.0034	
θ <sub>E</sub> = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889	0.0889	0.0889	
θ <sub>I</sub> = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0820	0.0820	0.0820	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)	0.041	0.041	0.041	
A = Área tubo = (π)(R <sup>2</sup> )(m <sup>2</sup> )	0.0053	0.0053	0.0053	
Q = Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.00982	0.0049	0.00982	
$V = \frac{Q}{A} = ( \quad ) / ( \quad )$	1.85	0.92	1.85	
V <sub>PERMISIBLE</sub> (m/seg) según fabricante	2	2	2	
CHEQUEO: V ≤ V <sub>p</sub>	(SI)	(SI)	(SI)	

2. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J <sub>2</sub> )		
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J <sub>2</sub> (m)
ARENA	78	0.65
MALLA	156	1.5
J <sub>2</sub> = Σ J <sub>2</sub>		2.15

3. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
J = J <sub>1</sub> + J <sub>2</sub>	
J = (0.83) + ( 2.15 ) = ( 2.92 ) m	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 15 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	157 GPM	Temperatura interior caseta	40 °C	Dpto	HUILA
Localización geográfica	500 A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	9.7m	Municipio	RIVERA
Presión trabajo unidad riego	14.7 PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.75 m	Vereda	Los Medios
Fuente abastecimiento	LAGO	Clase sedimentos (θ)	1 mm	Predio	El Progreso

2. CÁLCULO DE LA CABEZA (ALTURA) DINÁMICA TOTAL (C.D.T)	
VARIABLES	
C.D.T = $H_s + H_{fs} + H_d + H_{fp} + H_{fA} + H_{fM} + H_{fL} + H_{fF} + H_{fF} + H_{UR}$	VALORES (m)
$H_s$ = Altura de succión	2
$H_d$ = Altura de descarga ( $\Delta_H$ terreno) + Altura elevador unidad riego	3
$H_{fs}$ = Pérdidas por fricción tubería succión	0.8
$H_{fp}$ = Pérdidas por fricción tubería principal	14.92
$H_{fA}$ = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	0
$H_{fM}$ = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	0.68
$H_{fL}$ = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	1.15
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	0
$H_{fF}$ = Pérdidas por fricción unidad filtrado	2.92
$H_{UR}$ = Presión de trabajo unidad de riego	10.33
SUMATORIA C.D.T.	35.8

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN ( $H_{fs}$ )	
$H_{fs} = (L)(j)$	
$\theta$ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
$L$ = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = ( ) + ( )$ (m)	26
$L_R$ = Longitud real: desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	6
$L_e$ = Longitud equivalente por accesorios (m)	20
$j$ = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0313
$Q$ = Caudal a conducir = $\sum$ caudales sectores de riego a beneficiar	156
$H_{fs} = (L)(j) = ( ) ( ) = m$	0.8

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN ( $L_e$ ) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	$\theta$	Q (GPM)	$L_e$ (m)
VÁLVULA DE PIE	1	3"	156	20
<b>Sumatoria <math>L_e</math> (m)</b>				<b>20</b>

2.3 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍA SUCCIÓN	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 51
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00174
$\theta_E$ = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
$\theta_I$ = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08542
R = Radio interno (m)	42.71
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.0057
Q = Caudal ( $m^3/seg$ )	0.00982
$V = \frac{Q}{A} = \frac{( )}{( )}$	1.72
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2
CHEQUEO: $V \leq V_P ; ( ) \leq ( )$	(SI)
	(NO)

**OBSERVACIÓN:** Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER



CONTINUACIÓN TALLER No. 15

RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

11. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q:	156 GPM	UNIDAD DE BOMBEO
	CDT:	35.8 m	
	Energía:	DIESEL	
MOTOR	HP:	10	BOMBA
	RPM:	VARIABLE	
	Conexión:		
	Operación:		
			Referencia: IHM
			Modelo: 30 AG/F400
			Versión SELLO MECÁNICO
			$\theta_{\text{Rotor}}$ : 170 mm
			$\theta_{\text{Max}}$ partículas 5mm
			Conexión: succ: 3” desc: 3”
			Eficiencia: 0.65 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño		156GPM	
CDT = Cabeza dinámica total		117.45 Pies	
3960 = Factor de conversión			
$\eta$ = Eficiencia deseada para la bomba		0.65 Decimales	
HP = [( ) ( ) ] / [ (3960) ( ) ]		7.11 HP	

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = m$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el $\theta_{\text{rotor}}$ $\text{NPSH}_R = ( 5.4 ) m$	
$P_a$ = Presión atmosférica según localización	9.7		
$P_v$ = Presión de vapor según temperatura	0.75		
$H_s$ = Altura de succión bomba	2		
$H_{fs}$ = Pérdidas fricción tubería de succión	0.8		
$\text{NPSH}_D = ( ) - ( ) - ( ) - ( )$	6.11 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $5.4 \leq 6.11$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN:			
Si el resultado es (NO), replantear como mínimo $H_s$ para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN		5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	
Por accesorios	10	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m	10.5	$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	8.17
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C	4.5		
Sumatorias porcentaje para corrección	25	$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( ) ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\sum\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = ( )$	
$\text{HP}_{\text{final}} = ( ) + ( )$	8.89		

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

**ANEXO F Valores de F para la determinación de pérdidas por múltiples salidas  
usa la Fórmula de Hazen Williams**

<b>Número de salidas</b>	<b>m = 1,85</b>	<b>Número de salidas</b>	<b>m = 1.85</b>
1	1.0	16	0.382
2	0.639	17	0.380
3	0.535	18	0.379
4	0.486	19	0.377
5	0.457	20	0.376
6	0.435	22	0.374
7	0.425	24	0.372
8	0.415	26	0.370
9	0.409	28	0.369
10	0.402	30	0.368
11	0.397	35	0.365
12	0.394	40	0.364
13	0.391	50	0.361
14	0.387	100	0.356
15	0.384	Más de 100	0.351

**Fuente. AUGURA, Sistema de Riego a Presión**

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

Según la Formula de Hazen & Williams

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

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

Siendo:

F = Pérdida de presión en m/100m.

D = Diámetro interno en pulgadas.

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

## **ANEXO H Pérdidas de Presión en Tubería Polietileno**

En la combinación de las fórmulas de Hazen-Williams y Darcy-Weisbach.

$$J = 8.38 \times 106 \times Q^{1.75} \times D^{-4.75}$$

Siendo:

J = Pérdida en metros/100m

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/h

D = Diámetro interno en mm

## ANEXO I Longitud Equivalente por Conexión de Accesorios

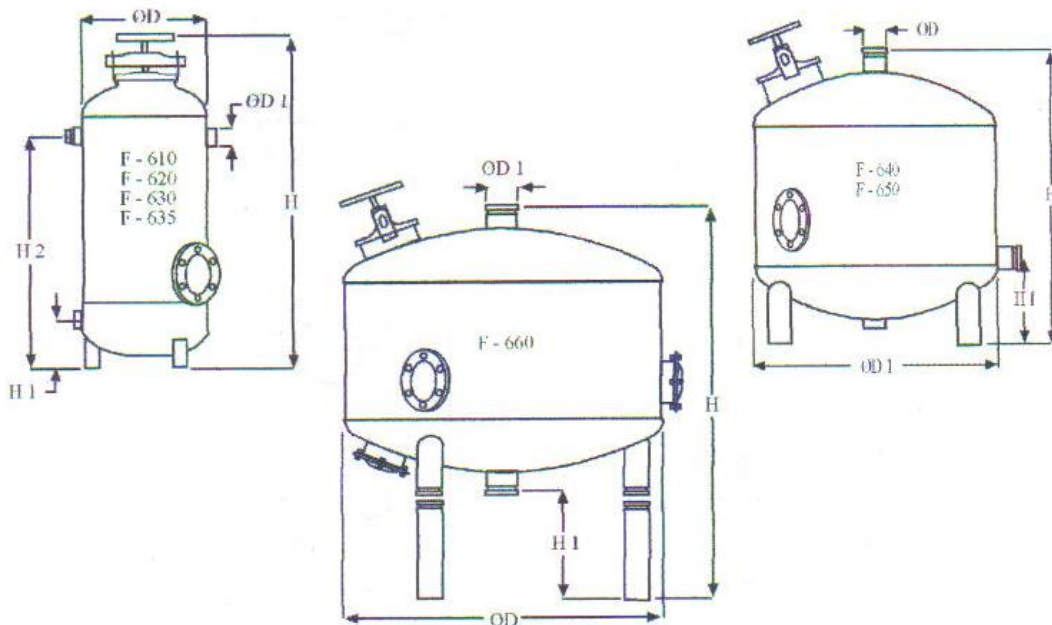
DIÁMETRO (D)		Codo 90° Radio corto	Codo 45°	Válvula de compuerta abierta	Válvula de tipo globo abierta y/o bola	Te pasiva	Te activa	Te bifurcada	Cheque y/o hidrante tipo liviano	Cheque y/o hidrante tipo pesado
mm	Pulg.									
13	½	0.5	0.2	0.1	4.9	0.3	1.0	1.0	1.1	1.6
19	¾	0.7	0.3	0.1	6.7	0.4	1.4	1.4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

Fuente CECIL, Javier E. Vergara.

## ANEXO J Parámetros de Selección Tipo de Filtrado

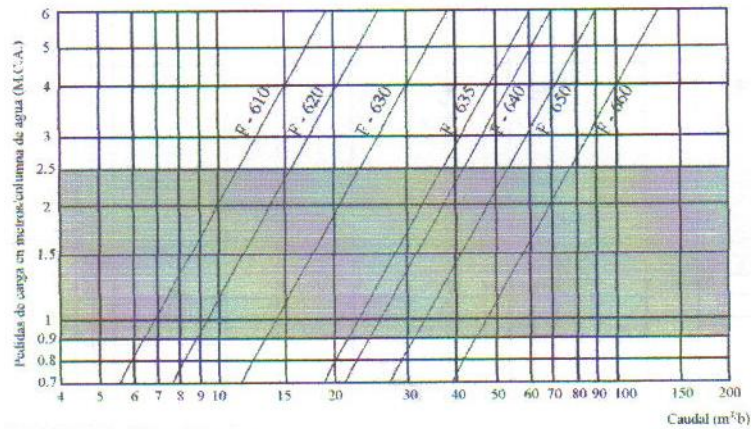
FUENTES DE AGUA	TIPO DE FILTRADO
<p><b>1. POZOS.</b>                      Agua con arena y cieno, (todo blando), y escaso contenido de materia orgánica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtro de mallas.</li> <li>• Filtro Hidriciclón.</li> </ul> Cuando La proporción de arena en el agua es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

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



Modelo Rcf.	Caudal (m <sup>3</sup> /b)	0D (Pulgadas)	0D1 (Pulgadas)	H (mm)	HI (mm)	H2 (mm)	Peso (kg.)	Arena (kg.)	Volumen (m <sup>3</sup> )
F610	3-10	16	1 1/2	1150	150	S40	34	90	0.185
F620	5-16	20	2	1275	180	880	47	120-150	0.300
F630	5-16	20	3	1275	180	880	53	120-150	0.300
F635	8-25	25	3	1310	180	880	20,7	210-240	0.520
F640	11-35	30	3	1070	300	-----	125	300-330	0.700
F650	16-50	36	3	1110	300	-----	197	420-480	1.15
F660	28-90	48	4	1520	440	-----	290	750-780	i. 90

Fuente: IRRIMON S.A. Filtros Mondragon



Fuente: IRRIMON S.A. Filtros Mondragon

**ANEXO K Planos de Instalación de los Sistemas de Riego Para Cada uno de los  
Proyectos.**