

**SUMINISTRO Y MANEJO DEL RECURSO HIDRICO EN EL CENTRO PILOTO
DE RIEGO A PRESION (CEPRAP) DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA MUNICIPIO DE PALERMO DPTO HUILA.**

**CARLOS ALBERTO TAFUR CERQUERA
RUBY MIREYA TOVAR MEDINA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA AGRÍCOLA
NEIVA
2008**

**SUMINISTRO Y MANEJO DEL RECURSO HIDRICO EN EL CENTRO PILOTO
DE RIEGO A PRESION (CEPRAP) DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA MUNICIPIO DE PALERMO DPTO HUILA.**

**CARLOS ALBERTO TAFUR CERQUERA
RUBY MIREYA TOVAR MEDINA**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de
Ingeniero Agrícola

Director

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Ing. Agrícola – Esp. En Ing. de Irrigación

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA AGRÍCOLA
NEIVA
2008**

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Director

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz y guía en mi vida.

A la memoria de mi abuelita Teresa por su eterno amor y sabiduría.

A mis padres Víctor Julio Tovar y Gloria Medina por darme lo mejor y que con gran esfuerzo y paciencia ven culminado un nuevo logro en mi vida.

A mis hermanos Henry y Gerson por su apoyo y confianza constante.

A mis sobrinos Dorian, Natalia y Santiago símbolo de amor y ternura.

A mis cuñadas Diana y Francy por sus consejos y formar parte de esta familia.

A Juan por su apoyo y amor incondicional.

A mis amigos por ser parte de esta lucha, gracias por todo, siempre los llevare en mi corazón.

RUBY MIREYA

A Dios que me señala el camino que debo recorrer diariamente.

A mis padres Nancy Cerquera y Hernando Tafur quienes son un apoyo incondicional en mi vida y por sus valiosos esfuerzos para obtener este logro.

A mis hermanos Javier Hernando y Edna Tatiana por confiar en mi, seguros de poder alcanzar la meta propuesta.

A Diana Carolina que con su compañía me ayudo a dar el último paso.

A Josué Mánchola Bello y Avelino Tovar, Docentes del Departamento de Educación Física, que gracias a sus consejos y enseñanzas han contribuido mucho a mi desarrollo como persona.

A mis amigos y maestros por ser parte de este esfuerzo.

CARLOS ALBERTO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A Miguel Germán Cifuentes Perdomo, Ingeniero Agrícola, especialista en Ingeniería de Irrigación, profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del Proyecto, por sus sabios consejos y valiosas orientaciones.

A Gilberto Álvarez Linares, Topógrafo, profesor de la Universidad Surcolombiana, por su paciencia y colaboración.

A Jaime Izquierdo Bautista, Ingeniero Agrícola, profesor de la Universidad Surcolombiana, por su confianza y colaboración.

A Ángel María Tierradentro, Ingeniero Agrícola, coordinador de la Granja experimental.

A Efrén Mosquera Villarreal, Técnico profesional del Laboratorio de Construcciones de la Universidad Surcolombiana, por sus enseñanzas y consejos que son útiles para nuestro desarrollo profesional.

A Juan Pablo Villegas Ramos, Ingeniero Agrícola, por su ayuda indispensable en el transcurso del proyecto.

A Oscar Eduardo Gutiérrez Olaya, estudiante de Ingeniería Agrícola y monitor del área de riegos, por su constante ayuda en el desarrollo del trabajo.

A Gladys Quino, secretaria del Programa Agrícola, por su valiosa ayuda y colaboración.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION **17**

1. REVISION DE LITERATURA **18**

1.2 RIEGO POR MICROASPERSION:	19
1.3 RIEGO POR GOTEO:	19
1.4 RIEGO PULSADOR:	20
1.5 AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO	20
1.5.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL RIEGO.	21
1.6 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	21
1.7 ASPECTOS HIDROLÓGICOS	23
1.7.1 CALIDAD DE AGUAS:	23
1.8. ASPECTOS AGROLOGICOS	23
1.8.1 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO:	23
1.8.2 CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD AGROLOGICA	24
1.8.2.1 Clases	24
1.8.2.2 Subclases	25
1.8.3 CLASIFICACIÓN DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO Y DRENAJE	25
1.8.4 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS PARA RIEGO	26
1.8.5 FACTORES ECONÓMICOS	26
1.8.6 FACTORES FÍSICOS	27

2. MATERIALES Y METODOS **29**

2.1. UBICACIÓN GENERAL Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	29
2.2 DESARROLLO DEL ESTUDIO	31
2.2.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	31
2.2.2 TRABAJO DE CAMPO.	31
2.2.3 TRABAJO DE OFICINA.	31

3. RESULTADOS Y DISCUSION **36**

3.1. REDISEÑO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO A PRESIÓN DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA	36
--	-----------

3.2. CALCULO DE LOS REQUERIMIENTOS HÍDRICOS O NECESIDADES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES CULTIVOS ESTABLECIDOS Y POR ESTABLECER:	49
3.2.1. CALCULO DE LA LAMINA NETA (LN) O CANTIDAD DE AGUA A APLICAR.	50
3.2.2. CALCULO DE LA LÁMINA BRUTA O CANTIDAD DE AGUA APLICAR TENIENDO EN CUENTA EL SISTEMA DE RIEGO.	50
3.2.3. FRECUENCIA DE RIEGO (FR).	51
3.2.4. TIEMPO DE RIEGO POR UNIDAD DE RIEGO O REGADORA (TRUR):	51
3.3. PROGRAMACIÓN DE RIEGO:	52
3.4. ANÁLISIS CLIMÁTICO	55
3.4.1 CLASIFICACIÓN DE ZONA DE VIDA.	62
3.4.1.1 Biotemperatura:	62
3.4.2 DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO	63
3.4.3 CAPACIDAD DE CAMPO (C.C) Y PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (P.M.P):	66
3.5 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS CANAL 4C DEL DISTRITO DE RIEGO ASOJUNCAL.	84
3.6 DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES:	84
3.7 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO:	85
3.8. PLAN AGRÍCOLA	88
3.8.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES DE RIEGO DEL CEPRAP.	89
3.8.2 USO DEL SUELO	90
3.8.3 PATRONES DE COSTOS AGRÍCOLAS	91
3.8.4 SERVICIOS DE APOYO A LA PRODUCCIÓN	92
3.8.5 POTENCIALIDAD AGRÍCOLA DEL PROYECTO	93
3.8.6 SITUACIÓN CON PROYECTO	96
3.8.7 DESARROLLO FINCAS TIPO DEL PLAN AGRÍCOLA	97
3.8.7.1 Resumen de fincas tipo	98
3.9 ANÁLISIS DE MERCADO Y COMERCIALIZACIÓN	99
3.9.1. FRUTAS (MANGO Y NARANJA)	99
3.9.2 IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN	101
3.9.3 COMERCIALIZACIÓN	101
3.9.4 DEMANDA	101
3.9.5 MAÍZ	102
3.10 ASPECTOS FINANCIEROS	102
3.10.1 PRESUPUESTO DETALLADO	103
3.10.2 Flujo de Caja y Tasa Interna de Retorno	103
3.11. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO	106
3.12. CRONOGRAMA DE OBRAS	110
<u>CONCLUSIONES</u>	111
<u>RECOMENDACIONES</u>	112
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	113

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización General de la Granja de la Universidad Surcolombiana. ...	30
Figura 2. Distribución porcentual de las áreas del CEPRAP.	90

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Programación de riego para el centro piloto de riego a presión (CEPRAP) Universidad Surcolombiana.	53
Tabla 2. Estación meteorológica empleada para el análisis climático del área de influencia del proyecto.	55
Tabla 3. Distribución media decadal, mensual y anual de precipitación de la estación Aeropuerto Benito Salas.	55
Tabla 4. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Temperatura de la estación Apto Benito Salas.	57
Tabla 5. Medias decadales y mensuales multianuales de Humedad Relativa de la estación Apto. Benito Salas	58
Tabla 6. Medias decadales y mensuales multianuales de Brillo Solar de la estación Apto. Benito Salas.	60
Tabla 7. Medias decadales y mensuales multianuales de Evaporación de la estación Apto. Benito Salas	61
Tabla 8. Cálculo de ETP decadal por Thornthwaite. Estación Apto. Benito Salas	65
Tabla 9. Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente ponderada para el área de estudio.	67
Tabla 10. Precipitación Decadal estación Apto. Benito Salas (Probabilidad del 50% y 75%)	69
Tabla 11. Balance hídrico climático a nivel decadal en el área del proyecto, estación Apto. Benito Salas	70
Tabla 12. Subclasificación según el índice de aridez (Ia) y el índice de humedad (Ih)	73
Tabla 13. Balance hídrico para riego potencial a nivel decadal en el área del proyecto, estación Apto. Benito salas.	75
Tabla 14. Plan de cultivos para el proyecto	77

Tabla 15.	Cálculo del Coeficiente de Cultivo (Kc) semestral para el proyecto	79
Tabla 16.	Coeficiente de Cultivo (Kc) ponderado para diferentes cultivos y en diferentes etapas de crecimiento para el proyecto	81
Tabla 17.	Balance hídrico agrícola a nivel decadal multianual en el área del proyecto	82
Tabla 18.	Parámetros de calidad de agua para riego	85
Tabla 19.	Distribución sectores de riego	89
Tabla 20.	Distribución área total por uso del suelo (Ha) situación actual	90
Tabla 21.	Resumen patrones de costos agrícolas situación actual (\$/Ha) para el primer año del establecimiento.	91
Tabla 22.	Líneas de producción	93
Tabla 23.	Plan de cultivos	96

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Promedios decadales, mensuales multianuales de precipitación de la estación Apto Benito Salas.	56
Gráfica 2. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Temperatura de la estación Aeropuerto Benito Salas.	57
Gráfica 3. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Humedad Relativa de la estación Apto. Benito Salas.	59
Gráfica 4. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Brillo Solar de la estación Apto. Benito Salas.	60
Gráfica 5. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Evaporación de la estación Apto. Benito Salas.	61
Gráfica 6. Balance Hídrico Climático. Estación Apto. Benito Salas	71
Gráfica 7. Balance Hídrico para Riego Potencial. Estación Apto. Benito Salas	76
Gráfica 8. Balance Hídrico Agrícola. Estación Apto. Benito Salas.	83

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Información Climatológica Estación Aeropuerto Benito Salas – Neiva.	116
ANEXO B. Resultados Análisis de Granulometría Canal 4C Distrito de Riego ASOJUNCAL.	136
ANEXO C. Resultados Análisis de Calidad del Agua Canal 4C Distrito de Riego ASOJUNCAL.	138
ANEXO D. Cálculo de los diseños hidráulicos.	140
ANEXO F. Curva de rendimiento de la Bomba 2020 QCE/24.	167
ANEXO G. Constancia del caudal asignado a la granja experimenta de la Universidad Surcolombiana	168
ANEXO H. Concesión de aguas superficiales al Distrito de Riego ASOJUNCAL	169

LISTA DE PLANOS

- Plano 1.** Localización general y específica de la Granja de la Universidad Surcolombiana.
- Plano 2.** Diseños de los sistemas de riego de la Universidad Surcolombiana.
- Plano 3.** Detalles constructivos de los sistemas de riego de la granja de la Universidad Surcolombiana.
- Plano 4.** Caracterización agrológica de la Granja de la Universidad Surcolombiana.

RESUMEN

El proyecto ha sido orientado para la consecución de recursos con el fin de hacer realidad su construcción, con lo cual se beneficiaran cultivos proyectados de mango, naranja y maíz, utilizando sistemas de riego a presión como microaspersión, goteo, pulsador, aspersión mediana y grande.

Para llevar a cabo el proyecto se desarrollaron distintos estudios en el Centro Piloto de Riego a Presión de la Universidad Surcolombiana, que son necesario para cumplir con la convocatoria de Agro Ingreso Seguro (AIS) del Ministerio de Agricultura, dichos estudios fueron: hidroclimatológico, sedimentología, calidad del agua, agrología, topografía y diseños de obras (levantamiento topográfico; captación, conducción y distribución); estación de bombeo; obras y equipo de riego predial (microaspersión, goteo, pulsador y aspersión); especificaciones técnicas de construcción; manual de operación y mantenimiento; aspectos productivos (estudio de mercado, estudio agrícola); aspectos financieros (presupuesto, cronograma de obras y desembolsos, flujo de caja y tasa interna de retorno TIR).

Se dispondrá además de una estación climatológica con señal telemétrica que enviara información constantemente desde la zona del proyecto, la cual tendrá un radio de acción de 10 Km.

Los sistemas de riego cuentan con automatización que permiten racionalizar el uso de agua, obtener frecuencias de riego ajustado al cultivo, además esta condicionada al porcentaje de humedad existente en el suelo.

Se podrá brindar transferencia de tecnología con diferentes instituciones que la requieran.

A continuación se relaciona la ficha de resumen:

NOMBRE DEL PROYECTO: AUTOMATIZACION CENTRO PILOTO DE RIEGO A PRESION UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
DEPARTAMENTO: HUILA
MUNICIPIO: PALERMO
VEREDA: JUNCAL
NOMBRE DEL PREDIO: CENTRO PILOTO DE RIEGO A PRESION DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.
PROPONENTE: UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

DIRECCION DE CORRESPONDENCIA: AVENIDA PASTRANA BORRERO - CARRERA 1A			
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA			
TELEFONO: 8758775			
FAX:		CELULAR: 314 2446395	
CORREO ELECTRONICO: migerciper@gmail.com			
C.C. o NIT: 891.180.084-2			
TIPO BENEFICIARIO:			
PERSONA NATURAL		ENTE TERRITORIAL	X
SOCIEDAD		ASOCIACION PRODUCTORES	
ASOCIAC. USUARIOS DISTRITO DE RIEGO		COOPERATIVA	
REPRESENTANTE LEGAL: HECTOR HERNAN ZAMORA CAICEDO. RECTOR USCO			
VALOR TOTAL DEL PROYECTO: 137.197.145,85			
VALOR DEL APOYO: 109.770.686			
VALOR DE LA CONTRAPARTIDA: 27.426.460			
% DE LA CONTRAPARTIDA: 20			
FAMILIAS BENEFICIADAS: COMUNIDAD UNIVERSITARIA			
HECTAREAS BENEFICIADAS: 15.68			
PRODUCTOS BENEFICIADOS: MANGO, NARANJA, MAIZ			
PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS (MESES): CUATRO (4)			
TIPO DE PROYECTO:			
CONSTRUCCION SISTEMA DE RIEGO		CONSTRUCCIÓN DISTRITO DE RIEGO	
REHABILITACION Y/O COMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE RIEGO	X	REHABILITACION DISTRITO DE RIEGO	
TIPO DE OBRAS:			
CAPTACION			X
POZO PROFUNDO			
EMBALSE Y/O RESERVORIO			
CONDUCCIÓN			X
DISTRIBUCIÓN			X
RIEGO PREDIAL			X
DRENAJE			
SUMINISTRO DE ENERGIA			

SUMMARY

The project has been guided for the attainment of resources with the purpose of making reality its construction, by this way, it will be benefit crops of mango, orange and corn, using watering systems to pressure like micro - aspersion, drip, "pulsation", medium and big aspersion.

To carry out the project different studies they were developed in the "Centro Piloto de Riego a Presión de la Universidad Surcolombiana" that are necessary in order to attend to the contest of irrigation projects into program of Agriculture's Ministry: "Agro Ingreso Seguro", this studies were: hydrology, sedimentation, quality of the water, agriculture, topography and designs of works (topographical rising; captation, conduction and distribution); pumping station and structures of applying water to the field, (micro - aspersion, drip, pulsation and aspersion); technical specifications of construction; operation and maintenance handbook; productive aspects (marketing studies, agricultural study); financial aspects (budget, chronogram of works and payments, box flow and rate interns of return "TIR").

Additionally It will be prepared a climatology station it will have a telemetric signal that it will send information constantly from project's area, that will have an action range of 10 kilometers.

The watering systems have automation that it allow to rationalize the use of water, to obtain frequencies of adjusted watering to the cultivation, additionally it is conditioned to the percentage of existent humidity into the soil.

It will be able to offer technology transfer to the institutions that require it.

INTRODUCCION

El presente proyecto se realizo en la Granja de la Universidad Surcolombiana, localizada en el distrito de riego El Juncal (ASOJUNCAL), municipio de Palermo en el Departamento del Huila; a 9 kilómetros de la ciudad de Neiva. El trabajo se apoyo en los términos de referencia de la convocatoria II-2008 del programa Agro Ingreso Seguro (AIS), del Ministerio de Agricultura (MA).

De acuerdo a estos términos en la granja se realizo los siguientes estudios técnicos y financieros: Climatología, Calidad de aguas, Hidrología, Sedimentología, Agrología, topografía y diseño de las obras, especificaciones de construcción, manual de operación y mantenimiento, aspectos ambientales, aspectos productivos y aspectos financieros.

Por otra parte todos estos estudios fueron orientados para la producción de frutales: Mango Tommy y Yulima; y Naranja Valencia; también cultivos semestrales como el Maíz. Sin embargo, el terreno puede ser adecuado para cualquier otro tipo de cultivo que se desee establecer en la granja.

En el presente proyecto se contempla la implementación de la automatización de los sistemas de riego a presión de la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana, además de una estación agro – meteorológica para investigación con sensores que miden y calculan: dirección y velocidad del viento; humedad relativa, punto de rocío, pluviómetro, temperatura y evapotranspiración entre otras, esta estación cuenta también con señal telemétrica y con software para el registro de datos.

En la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana se busca el desarrollo integral acorde con las necesidades de la región, dotando de infraestructura apropiada para un centro experimental piloto e implementando sistemas de riego tecnificado que permitan el manejo adecuado del recurso agua. Este proyecto tiene como propósito contribuir al aumento en el volumen y calidad de la producción agrícola, promover la conservación del ambiente, impartir capacitación y transferencia de tecnología y desarrollar investigación básica y aplicada en el medio, pero lo más importante es contribuir a la realización de las practicas extramuros buscando el mejoramiento académico de los estudiantes.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1 Riego por aspersión

Es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia. Es decir, el agua destinada al riego se hace llegar al las plantas por medio de tuberías y mediante unos pulverizadores, llamados aspersores y, gracias a una presión determinada, el agua se eleva para que luego caiga pulverizada o en forma de gotas sobre la superficie que se desea regar.

Para conseguir un buen riego por aspersión son necesarios:

- ✓ Presión en el agua
- ✓ Red de tuberías adecuadas a la presión del agua
- ✓ Aspersores adecuados que sean capaces de esparcir el agua a presión que les llega por la red de distribución.
- ✓ Depósito de agua que conecte con la red de tuberías.

1.1.1 Ventajas e Inconvenientes Del Riego Por Aspersión

Ventajas:

- ✓ **Ahorro en mano de obra.** Una vez puesto en marcha no necesita especial atención. Debido a que el riego instalado en la granja de la Universidad Surcolombiana será automatizado, entonces el riego es realizado por electro válvulas conectadas a un ordenador que, por sectores y por tiempos, activará el sistema según las necesidades previamente programado, con lo cual la mano de obra es prácticamente inexistente.
- ✓ **Adaptación al terreno.** Se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesitando allanamiento ni preparación de las tierras.
- ✓ **La eficiencia del riego** por aspersión es de un 80% frente al 50 % en los riegos por inundación tradicionales. Por consecuencia el ahorro en agua es un factor muy importante a la hora de valorar este sistema.
- ✓ **Especialmente útil para distintas clases de suelos** ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeables.

Inconvenientes:

- ✓ **Daños a las hojas y a las flores.** Las primeras pueden dañarse por el impacto del agua sobre las mismas, si son hojas tiernas o especialmente sensibles al depósito de sales sobre las mismas. En cuanto a las flores pueden, y de hecho se dañan, por ese mismo impacto sobre las corolas.

- ✓ **Requiere una inversión importante.** El depósito, las bombas, las tuberías, las juntas, los manguitos, las válvulas, los programadores y la intervención de técnicos hacen que en un principio el gasto sea elevado aunque la amortización a medio plazo está asegurada.
- ✓ **El viento puede afectar.** En días de vientos acentuados el reparto del agua puede verse afectado en su uniformidad.
- ✓ **Aumento de enfermedades y propagación de hongos** debido al mojado total de las plantas.

1.2 Riego por microaspersión:

Microaspersión. Definición. Cifuentes (1998) define la Microaspersión como:

“Aplicación de agua artificialmente en forma puntual y localizada, para que sea aprovechada al máximo por las plantas en su zona radicular”. Sostiene que los componentes de un microaspersor son: Microconector, tubería de alimentación, estaca-soporte y base o emisor. También definió las ventajas: Aplicación del agua estrictamente necesaria; ahorro de mano de obra en operación y mantenimiento; se adapta a cualquier tipo de topografía; contribuye a un mayor volumen y mejor calidad en cosechas; bondades en la aplicación de abonos a través de la fertirrigación; contribuye al control de malezas, enfermedades y heladas; no produce erosión y trabaja a bajas presiones con descargas y diámetros húmedos ideales. Contempla como desventajas los altos costos de instalación; altos costos de repuestos para operación y mantenimiento; exigente en el diseño ideal para evitar deterioro de equipos y atraso en cosechas; sufre ataques constantes de roedores, hormigas, insectos y otros; exigente al filtrado por ser susceptible al taponamiento.¹

1.3 Riego por goteo:

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

Cifuentes (1998) define el Goteo como:

“Un sistema de riego a presión por medio del cual se suministra en forma lenta y sostenida, la cantidad de agua necesaria a una planta”. Sus principales ventajas son: “no produce erosión; mano de obra para operación y mantenimiento baja, requiere presiones bajas de trabajo, aplicación de agua y nutrientes necesarios, bajas pérdidas por evaporación, mayor producción y calidad de cosechas, fácil de instalar, trabaja en cualquier tipo de topografía y reduce el crecimiento de

¹ CIFUENTES, Perdomo Miguel Germán. Memorias de riego localizado. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1998

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

1.4 Riego pulsador:

El pulsador se basa en la idea de que sólo las raíces de las plantas y la capa de tierra que las rodea necesitan humedad para asegurar su crecimiento. Según la empresa EIN TAL, los sistemas existentes de goteo, hilo de agua, rociado o pulverización por aspersor, dan a las plantas mucha más agua de la que realmente necesitan.

El agua que sobra (y el fertilizante) se filtra a los acuíferos o, si el terreno es rocoso, vuelve a aflorar a la superficie formando un bulbo alrededor de la planta. Dentro del pulsador hay un pequeño mecanismo de plástico liviano que se une al abastecedor de agua, hecha de c silicona, o si se trata de una línea de goteo convencional se une al microrrotor o pulverizador. El pulsador se activa por una pequeña corriente de agua (de 2 a 8 litros por hora) a una presión relativamente baja (2 bares).

Elegido el punto de salida, el citado sistema bombea agua en pequeñas cantidades dos veces por minuto. El sistema funciona automáticamente siempre y cuando la fuente de agua esté abierta sin necesidad de ordenadores. Tiene, además, un sistema de flujo automático para limpiar los filtros cuando se corta el abastecimiento de agua.

Una de las ventajas del sistema, es su simplicidad y la ausencia de complejos mecanismos de control. Este hecho, unido al gran ahorro que supone el empleo de conducciones de gran diámetro, compensa el costo relativamente alto por unidad del actual mecanismo de bombeo de agua.

1.5 Automatización del riego

La automatización, como lo señala Porras y Montanero (1990), tiene como consecuencia la liberación física y mental del hombre de una labor determinada. Un automatismo es un dispositivo físico que tiene como función sustituir las operaciones manuales para garantizar el funcionamiento de una maquina o de un sistema. De esta manera, la automatización supone siempre la existencia de una fuente de energía, de unos órganos de mando responsables de ordenar el ciclo a realizar y de unos órganos de trabajo, que son los que ejecutan la acción.

Durante muchos años los sistemas de control de riego que se han venido utilizando eran simplemente temporizadores, mecánicos o electromecánicos. Estos equipos han evolucionado hacia complejos sistemas computarizados que permiten controlar el sistema sobre la base de los cambios ambientales y a los estados de desarrollo del cultivo.

1.5.1 Ventajas y desventajas de la automatización del riego.

Al efectuar el riego en forma controlada se obtienen los siguientes beneficios:

- ✓ Se utilizan más eficazmente los recursos hídricos, eléctricos e insumos utilizados en la agricultura.
- ✓ La producción agrícola se puede planificar, haciendo de esta forma más rentable la actividad agrícola.
- ✓ El producto final presenta mejor calidad, ya que hay un mayor control del cultivo.
- ✓ Se centraliza el control logrando mejores resultados.
- ✓ Permite variaciones en la cantidad de agua necesaria durante las diferentes etapas de crecimiento de las plantas.
- ✓ Ahorra trabajo manual y permite mayor flexibilidad en la programación de las labores agrícolas.
- ✓ Permite además de la aplicación del agua, otras tareas como la aplicación de fertilizantes, limpieza de filtros, etc.

Los inconvenientes generados por el control automático del riego son:

- ✓ Alto costo de inversión inicial, pero amortizable en un periodo de tiempo relativamente corto.
- ✓ Puede requerir cambios en la forma de los cultivos (disposición del cultivo en el terreno).
- ✓ Cuando el sistema no es altamente amigable se requiere de una capacitación para su operación.
- ✓ Requiere servicio técnico en caso de fallas o averías.

1.6 Aspectos climatológicos

El clima de una región determinada esta dado por las condiciones de la precipitación y la temperatura, ya que de estos depende el resultado de los procesos de los ecosistemas existentes en el área; además, es uno de los elementos determinantes de las formas del relieve e incide en la formación de los suelos, en el condicionamiento para el desarrollo de la vegetación y hasta cierto punto determina las condiciones de vida de una población; es de importancia resaltar sus características principales.

Las características climáticas están definidas por la localización geográfica (latitud, longitud y altitud) y la sucesión temporal de los factores meteorológicos (precipitación, temperatura, humedad relativa, brillo solar y velocidad del viento). Para la caracterización del componente climático, se hace un análisis de cada una de sus variables, así:

✓ **Precipitación**

La precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua².

La precipitación es en general, el término que se refiere a todas las formas de humedad emanada de la atmósfera y depositada en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada. Este es uno de los parámetros de clima más definitivo, debido a que es el controlador principal del ciclo hidrológico, así como de la naturaleza del paisaje, el uso del suelo, la agricultura y la actividad humana en general.

✓ **Temperatura**

La temperatura es considerada como uno de los parámetros climáticos de mayor importancia puesto que controla el nivel de evaporación (indirectamente también la evapotranspiración potencial), la humedad relativa y la dirección de los vientos (los vientos cálidos tienden a ascender y los vientos fríos a descender). Además, influye en los factores hidrológicos, biológicos y económicos de una región.

✓ **Humedad relativa**

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua contenida en un volumen de aire y la que tendría si estuviese saturado a la temperatura a que se encuentra dicho aire. También, se encuentra directamente relacionada con los ciclos de precipitación e inversamente proporcional a los de temperatura.

✓ **Brillo solar**

Otro de los parámetros conocidos es la duración del día, o sea el número de horas que los rayos luminosos llegan a la tierra como fuente de energía. El comportamiento de este parámetro es independiente de la nubosidad y esta, a su vez, es independiente del régimen de vientos.

✓ **Evapotranspiración potencial**

La evapotranspiración potencial se define como la pérdida de agua de un terreno totalmente cubierto por vegetación o cultivo verde de poca altura, por evaporación del suelo, transpiración de las plantas sin que exista limitación de agua. Con el análisis de la ETP se sintetiza el clima, ya que integra elementos atmosféricos y sirve de base para investigaciones aplicadas, como requerimientos de agua para una zona, y también establecer comparaciones y clasificaciones concretas de un clima.

✓ **Balance Hídrico**

El balance hídrico proporciona la información relacionada con el ciclo hidrológico de una región en términos de oferta y demanda del recurso, de acuerdo con las relaciones existentes entre el suelo, la vegetación y la atmósfera de dicha región.

² APARICIO M., Francisco Javier. Fundamentos de hidrología de superficie. México: Limusa, 1987 p. 113

1.7 Aspectos hidrológicos

Las cuencas hidrográficas juegan un papel básico en la regulación y distribución del agua proveniente del ciclo hidrológico local y/o regional y se consideran como unidades de recepción de lluvias para posterior escurrimiento superficial; esta condición depende directamente de factores como la cobertura vegetal, relieve, condiciones hidrometeorológicas y la actividad antrópica desarrollada en la región.

1.7.1 Calidad de aguas:

La importancia del conocimiento de la calidad de agua de riego, es fundamental para la elección del sistema o método de riego a utilizar, su manejo y el cultivo a implementar. Todas estas características vienen determinadas por las sales que se encuentran en ella y dependerá de la naturaleza de estas y de sus concentraciones.

El uso de aguas de riego salinas supone el riesgo de salinizar el suelo, provocando en numerosos casos disminución en la producción del cultivo (la capacidad de la planta para absorber el agua disminuye a medida que aumenta el contenido de sales, teniendo la planta que realizar un mayor esfuerzo). Ocasionando además, otros problemas como puede ser toxicidad (algunas sales cuando se acumulan en cantidad suficiente resultan tóxicas para los cultivos, u ocasionan desequilibrios en la absorción de los nutrientes), problemas de infiltración del agua en el suelo (un alto contenido de sodio y bajo de calcio en el suelo hace que sus partículas tiendan a disgregarse, lo que ocasiona disminución de la velocidad de infiltración del agua) y obstrucciones en los sistemas de riego localizado.

El conjunto de parámetros a considerar en la evaluación de la calidad del agua de riego han de contemplar el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que definen su adecuación.

1.8. Aspectos agrológicos

1.8.1 Propiedades Químicas del suelo:

✓ pH

Característica que se refiere al grado de acidez o alcalinidad de los suelos. De la reacción depende un gran número de propiedades del suelo, relacionadas con la nutrición de las plantas, principalmente la disponibilidad de nutrientes indispensables para su desarrollo.

✓ Materia orgánica

Constituye una fuente importante de nutrientes como nitrógeno, carbono, azufre y fósforo; además mejora el equilibrio entre macro y micro poros, relación entre aire-agua en el suelo, aumenta la resistencia del suelo a la erosión y mejora el drenaje. La temperatura, el contenido de humedad y la presencia de alófanos son factores

que inciden directamente en el contenido de materia orgánica del suelo.

✓ **Capacidad de intercambio catiónico**

Característica que mide la capacidad que tiene el suelo para retener e intercambiar cationes, almacenándolos contra las pérdidas por lixiviación, pero cediéndolos a las plantas para su nutrición. Los principales cationes son los llamados bases intercambiables: Ca, Mg, K y Na y la acidez cambiante de Al.

Es útil conocer la CIC, pues representa la capacidad que tiene el suelo para almacenar nutrientes, además la suma de bases indica el grado de fertilidad del suelo.

1.8.2 Clasificación de las tierras por su capacidad agrológica

El propósito de esta clasificación es el de agrupar los diferentes suelos en unidades que permitan dar recomendaciones para su manejo y su uso adecuado, de tal forma que se garantice una mejor y mayor producción por unidad de superficie, conservado a la vez el recurso suelo.

Esta clasificación agrupa los suelos con base en las limitaciones que ellos presentan, en la forma como responden al uso y manejo y en el riesgo de deterioro por el uso.

1.8.2.1 Clases

Son unidades económicas, basados en factores físicos, de producción y del desarrollo de la tierra dentro de áreas ecológicas específicas. Las clases son ocho y se designan con los números romanos del I al VIII.

Las tres primeras son las tierras de mayor aptitud para agricultura, se considerarán adecuadas para cultivos normales, si se emplean prácticas específicas de manejo de suelos, como rotación de cultivos, uso de variedades adecuadas, fertilización y prácticas culturales de forma orgánica y obras de adecuación como riego, drenaje y nivelación entre otras. Las clases V a VII son apropiadas para cultivos permanentes con sombra. La clase VIII corresponde a tierras no aptas para actividades agropecuarias.

Las tres primeras son las tierras de mayor aptitud para agricultura con riego, pueden producir rendimientos progresivos en un grupo numeroso de cultivos, adaptados a las condiciones climáticas, y un costo razonable. La diferencia consiste en su aptitud para agricultura, capacidad productiva, cantidad de cultivos más reducidos y explotación agrícola más costosa.

La clase IV, Son tierras ligeramente inclinadas a moderadamente quebradas, localizadas en clima medio y húmedo en todos los paisajes. Tiene como limitante la pendiente, la susceptibilidad a la erosión y la profundidad efectiva.

La clase V, Son tierras planas o ligeramente planas localizadas en diferentes climas y paisajes, presentan limitaciones susceptibles de ser corregidas por

drenaje y sales.

La clase VI Tierras fuertemente onduladas a quebradas, en todos los pisos térmicos, tienen como limitante susceptibilidad al deterioro y moderado de erosión, déficit de precipitación.

La clase VII, Tierras moderadamente quebradas a moderadamente escarpadas, en climas cálido y medio seco. Tienen como limitantes de uso las pendientes, alta susceptibilidad a la erosión y baja precipitación.

La clase VIII, Son tierras generalmente escarpadas, localizadas en todos los pisos térmicos y paisajes. Las limitaciones de uso son muy severas tanto climáticas como de erosión y edáficas, son tierras marginales, que no se pueden aprovechar en cultivos comerciales, sino que se dedican a zonas de protección forestal, reforestaciones y parques naturales.

La clase por suelo se establece de acuerdo con las limitaciones físicas y/o químicas, que impiden o dificultan el crecimiento radicular, retención de la humedad, movimiento del agua y laboreo del suelo.

1.8.2.2 Subclases

Se considera que todas las tierras de una misma clase tienen la misma rentabilidad y se pueden explotar con los mismos cultivos; sin embargo, dentro de una misma clase las limitaciones pueden ser diferentes. La distinción entre las diferentes clases de tierras se hace con base en la consideración de factores físicos; entre éstos el suelo, la topografía, y el drenaje son los de mayor importancia; cada uno de estos tres factores, así como sus relaciones recíprocas, son los que definen las subclases. La única que no tiene subclase es la clase 1, ya que no presenta deficiencias.

Las subclases se designan añadiendo una o varias de las letras minúsculas: e, h, s, c y a, a continuación de la clase. El significado de cada una de las letras es el siguiente:

- (e) Limitación por erosión o susceptibilidad a ella
- (h) Limitación por exceso de humedad edáfica
- (s) Limitación de la zona radicular por obstáculos físicos o químicos.
- (c) Limitación por clima
- (a) Limitaciones por drenaje

1.8.3 Clasificación de tierras con fines de riego y drenaje

El riego es costoso y requiere estudios especiales de suelos, ingeniería y economía, para asegurar que el plan de riego tenga buen principio. También es

necesario contar con un gran número de datos para tomar diversas decisiones durante la preparación de la tierra a irrigar, como durante el mismo riego.

Para la evaluación sistemática de un proyecto de riego, es preciso establecer una serie de parámetros que expresen las calidades del suelo en su estado natural, y posteriormente, evaluar desde el punto de vista técnico y socio económico la factibilidad de estas calidades, en caso de ser inadecuadas para utilizar el suelo en sus condiciones naturales.

La base fundamental para efectuar la clasificación de tierras con fines de riego es el documento denominado “Manual de Clasificación de Tierras para Riego” UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR (1971) y el documento. Principios implicados en la selección de tierras para riego” de John T. Maletic, citado por Cortes y Malagón (1984).

La clasificación de las tierras con este fin, consiste en el evalúo sistemático con el fin de establecer su extensión y grado de aptitud para el uso permanente del riego. Esta aptitud se mide en términos de capacidad de pago prevista y relativa, considerando la capacidad productiva potencial, los costos de producción y los costos de desarrollo de la tierra. La cantidad y calidad de agua aprovechable para riego se considera de acuerdo con las características del suelo (textura, topografía y drenaje) y a la adaptabilidad de los cultivos.

En la clasificación es necesario establecer la diferencia entre tierra regable y tierra no regable; la regable es aquella que por sus condiciones está en capacidad de recibir riego y una vez dotada de este, tiene capacidad productiva suficiente para pagar los costos de desarrollo y mantenimiento con una razonable utilidad para quien la explota; la no regable es aquella tierra en la que por deficiencias muy grandes el riego es inapropiado y su capacidad productora bajo riego limitada.

Las diferencias de aptitud de las tierras regables las determina un conjunto de características que fijan límites dentro de los cuales la tierra puede ser aprovechada para una agricultura con riego, económica y permanentemente.

1.8.4 Factores que intervienen en la clasificación de las tierras para riego

Los principales factores que intervienen son los económicos y los físicos, en los cuales se considera la capacidad productiva, los costos de producción, el desarrollo de la tierra, el suelo, la topografía y el drenaje (Montenegro 1990).

1.8.5 Factores económicos

✓ Capacidad Productividad

La productividad involucra la capacidad productiva de las tierras y los costos de producción. La capacidad productiva está relacionada con la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos. Los principales factores que influyen en esta cualidad son: las condiciones climáticas; las características del suelo tales como texturas, profundidad, alcalinidad, salinidad, permeabilidad y fertilidad; las características

topográficas; la disponibilidad de agua y el drenaje. La productividad también involucra los costos de producción o de manejo del cultivo relacionados con la mano de obra, las enmiendas al suelo, los equipos y el agua.

✓ **Costos de Producción**

La aptitud de la tierra para el riego está directamente relacionada con el desarrollo de la misma. Cuando se piensa incorporar algún tipo de riego suplementario, los costos que genera la adecuación de las tierras para tal fin, hacen que el proyecto presente viabilidad o por el contrario sea antieconómica su ejecución.

En este factor también se considera la cobertura vegetal o la rocosa que debe ser removida para que la tierra pueda ser satisfactoriamente cultivada; su remoción se debe considerar como un costo de desarrollo de la tierra.

✓ **Desarrollo de la Tierra**

La aptitud de la tierra para riego está directamente relacionada con el desarrollo de la misma. Las clases de tierras reflejan, no solamente su capacidad productiva y costos de producción, sino también los costos asumidos por el agricultor, con el fin de preparar inicialmente las tierras para riego. Esto incluye el desmonte, limpieza, nivelación, equipo para regar, etc.

1.8.6 Factores físicos

✓ **Suelo**

Las características físicas y químicas de los suelos constituyen uno de los elementos más importantes en esta clasificación, ya que ellas permiten predecir su comportamiento en el momento de implementar programas de riego.

Como propiedades físicas para la clasificación se consideraron la textura, la infiltración, la capacidad de retención de humedad, la profundidad efectiva, porosidad, nivel freático, consistencia, color de los horizontes, estructura, presencia de raíces y macroorganismos, y el drenaje, evaluadas, unas directamente en el campo y otras a través de pruebas de laboratorio.

✓ **Topografía**

Incluye aspectos como el relieve y la posición fisiográfica, el grado, la longitud y la forma de la pendiente. Influye de manera significativa en la clasificación de las tierras, porque además de reflejar la necesidad y el costo de la adecuación del terreno, permite establecer la facilidad o dificultad para la conducción y distribución del agua en los predios y en cierto modo, del drenaje y la adaptabilidad del cultivo.

✓ **Drenaje**

Este parámetro se refiere tanto al drenaje externo, es decir aquel que se da por el escurrimiento del agua en la superficie y cuyo movimiento lo rige el grado de

inclinación de la pendiente, como al drenaje interno que consiste en la eliminación del exceso de agua a través del perfil hacia los horizontes inferiores y que depende principalmente de la textura, la estructura y la porosidad del suelo.

Cuando el drenaje debe ser efectuado por el agricultor para controlar los excesos de agua, se convierte en un factor importante en la clasificación de tierras, debido a su efecto sobre la capacidad productiva, los costos de producción y los costos de desarrollo de la tierra.

✓ **Requerimientos de riego**

La determinación de este factor, en condiciones climática similares, se realiza con base en la capacidad de los diferentes suelos para retener humedad y más específicamente con el concepto de humedad o agua aprovechable, aspecto que rige de manera definitiva el comportamiento de las plantas durante la época de menor precipitación. Se asume que para una mayor capacidad de retención de humedad el requerimiento de riego es menor y viceversa.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación general y características del área de estudio

Por solicitud de la Universidad Surcolombiana al Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (INCORA), en el año de 1979, se concedió a la Universidad un lote de aproximadamente 30 hectáreas, ubicado en el Distrito de Riego el Juncal municipio de Palermo en el departamento del Huila, aproximadamente a 9 kilómetros de la cabecera municipal de Neiva. Lo anterior obedeció a la necesidad del programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad, de contar con un área para el desarrollo de sus actividades académico – practicas y de experimentación. (Guerrero, 1988).

La granja experimental de la Universidad Surcolombiana se halla situada geográficamente a los 2°5' latitud norte y los 75°20' latitud oeste, a una elevación de 450 m.s.n.m. en la zona afloran diferentes capas del grupo Honda y de la formación Mesa reportados por vario autores, los cuales atribuyen a la formación Honda espesores entre 1400 y 2600 metros ubicados al oeste de Campoalegre. (Jaramillo, 1983).

De acuerdo con el diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, por: L. R. Holdridge; presenta unos parámetros para determinar la zona o zonas de vida del área que se quiere clasificar; los cuales son la biotemperatura anual, precipitación total anual y la relación de evapotranspiración potencial, que separa 120 zonas de vida en el mundo, estos parámetros a su vez corresponde a líneas horizontales y oblicuas, que conforman los hexágonos tridimensional; de acuerdo con esto la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana esta ubicada en la formación vegetal seco tropical (bs-T), con un promedio anual de lluvias de 1328,4 mm y biotemperatura de 25,4°C y pertenece a la Provincia de Humedad SUB-HUMEDO; siendo los meses de mayor precipitación Octubre, Noviembre y Diciembre; el periodo seco corresponde a los meses de Junio, Julio y Agosto. La red hídrica esta conformada por el río Magdalena, el cual es la arteria principal del Distrito de Riego ASOJUNCAL y cerca al lote están las quebradas Gallinazo, Pajarito y Sardinata.

En la vegetación natural se encuentran las siguientes especies; Pegapega (Desmodium sp.), Mosquero (Croto-Freeuginens), Escoba dura (Malvastum-sp.), Guácimo (Guazuma Sulmifolia), Dinde (Chlophoratimetoria), Carbonero (Callianfra glaberiana), y algunas especies de cactus. (Jaramillo, 1983).

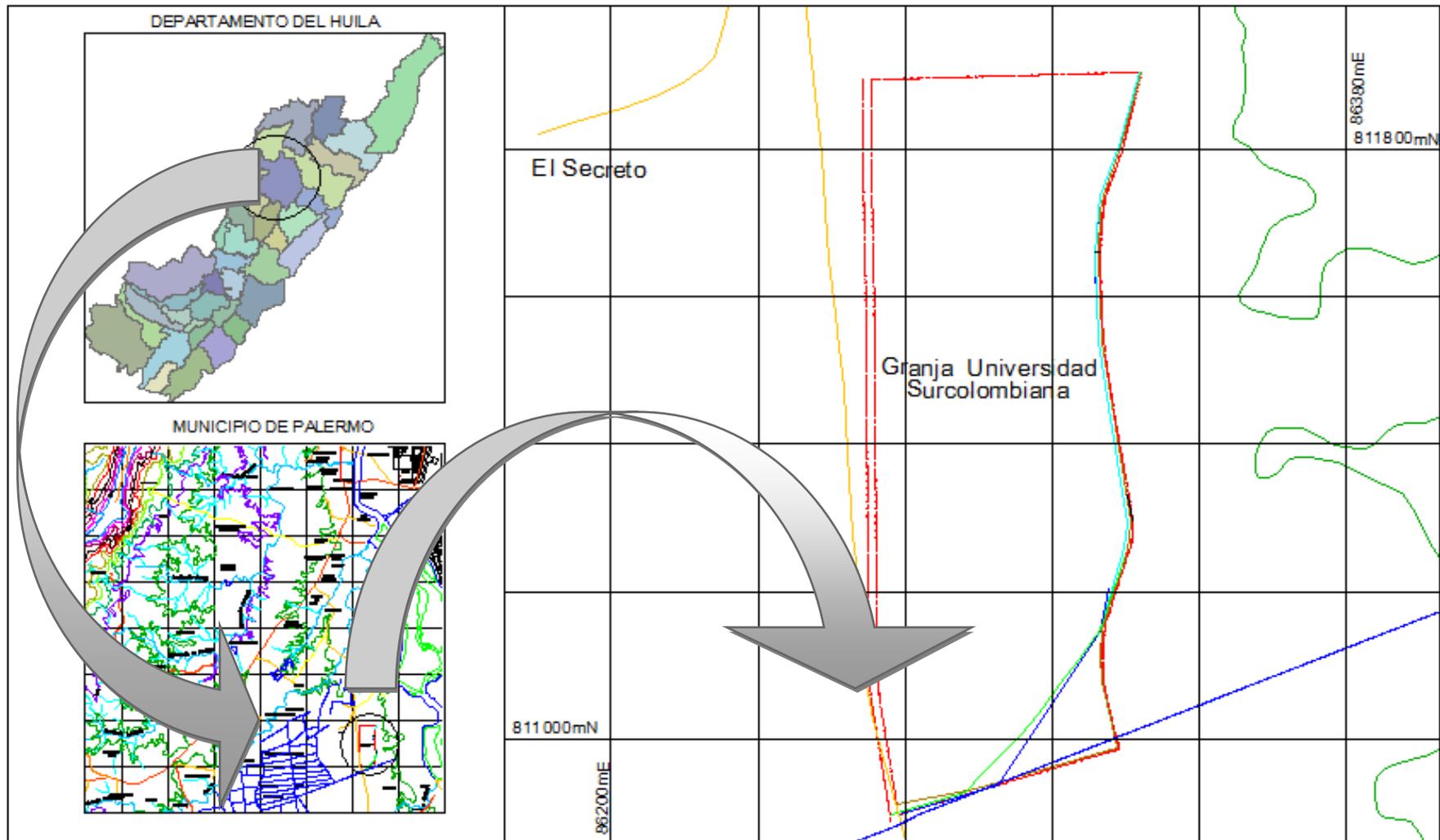


Figura 1. Localización General de la Granja de la Universidad Surcolombiana.

2.2 Desarrollo del estudio

El proyecto se realizó mediante actividades de campo, laboratorio y rutinas de oficina.

2.2.1 Recolección de información.

Para esta etapa se tuvo en cuenta los diferentes estudios realizados en la Granja Experimental de la Universidad Surcolombiana, en especial el Estudio Detallado de suelos del Lote “La Universidad” desarrollado por Jaramillo (1983), en el cual emplea la metodología y las normas establecidas por el Centro Interamericano de Fotointerpretación CIAF.

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), ha adoptado la metodología CIAF y contempla, los levantamientos de suelos con fines de riego y drenaje como estudios especiales.

También se tuvo en cuenta el estudio de “Clasificación de Suelos de la Granja Universidad con Fines de Riego y Drenaje” desarrollado por Anacona y Rojas (1999), en el cual se desarrollo la caracterización física, química e hidrodinámica de los suelos.

Los levantamientos topográficos realizados por el profesor Gilberto Álvarez y los diferentes estudiantes de Ingeniería Agrícola.

2.2.2 Trabajo de campo.

En esta fase se tomaron las muestras de agua para su posterior análisis de laboratorio según la metodología de los requerimientos técnicos de la convocatoria del programa AIS del ministerio de agricultura, así como las muestras de sedimentología en el fondo del canal 4C del Distrito de Riego ASOJUNCAL; además se tomaron algunos puntos estratégicos dentro de la granja experimental de la Universidad Surcolombiana para georreferenciar esta en la plancha correspondiente del IGAC.

Para efectos legales de concesión de aguas se visitó el Distrito de Riego ASOJUNCAL, al cual pertenece la granja experimental de la Universidad Surcolombiana, el cual facilitó una copia de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena por medio de la cual se otorga concesión de aguas superficiales a dicho distrito.

Para estudiar los factores económicos, relacionados con los costos de producción agrícola, adaptación y rendimiento de los cultivos, se consultó al administrador de la granja, agricultores y entidades del sector agropecuario (empresas).

2.2.3 Trabajo de oficina.

Finalizado el trabajo de campo y los ensayos de laboratorio, se procedió a ordenar, procesar, tabular, calcular, diseñar y analizar los resultados obtenidos.

La metodología a utilizar en la realización de los requerimientos técnicos solicitados por el programa AIS, es la siguiente:

En el estudio de climatología se presento la caracterización climática de la zona, acompañado de los estudios que aportaran la información necesaria para preparar el balance hídrico. La evapotranspiración potencial se calculo a nivel decadal, basada en los registros de estaciones operadas por el IDEAM u otra entidad que opere en la red climatológica en la zona y que contara con un periodo de registro mínimo de 10 años. Los parámetros para el cálculo son: temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad del viento, brillo solar y evaporación.

Para el estudio de sedimentología, se realizó una granulometría a las muestras de los materiales del lecho, ubicados en el fondo del canal 4C del Distrito de Riego ASOJUNCAL, donde se encuentra ubicada la toma de agua hacia la Granja de la Universidad Surcolombiana.

Para el estudio de calidad del agua de la fuente de abastecimiento se anexó los resultados de laboratorio con los soportes de los análisis de la calidad físico-química y bacteriológica de la misma. Se determinó la Relación de Absorción de Sodio y el grado de contaminación de la corriente, con el fin de establecer si la fuente es apta para suplir las necesidades de agua del proyecto. Para cumplir con este requisito técnico, se evaluaron los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica, sodio, magnesio y calcio (para determinar Relación de Absorción de sodio), cloruros, boro, oxígeno disuelto (OD), pH, temperatura, turbidez, demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO); sólidos suspendidos, disueltos y totales, nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio), coliformes totales y fecales, carbonatos y bicarbonatos.

Para Agrología el estudio presenta la caracterización y el estudio agrológico de la zona donde se va a desarrollar el proyecto de riego. Este contiene lo siguiente:

- ✓ Caracterización agroecológica de la zona donde se va a desarrollar el proyecto, que incluye la descripción general de suelos, la cual a su vez esta basada y soportada en estudios ya existentes para la Granja.
- ✓ Análisis de suelos donde se incluye: la determinación de las propiedades químicas (pH, materia orgánica, fósforo disponible, carbonatos, bases totales y su saturación y aluminio intercambiable). De las propiedades físicas se incluye la textura.

Los Aspectos Ambientales que tiene el estudio incluyen copia de la resolución de la autoridad ambiental mediante la cual se otorga la concesión de aguas, en los volúmenes requeridos para el proyecto.

En los aspectos productivos el proyecto incluye los siguientes estudios:

El estudio de mercado que tiene como objetivo establecer, teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas en la zona, y para cada uno de los productos agrícolas y pecuarios factibles de ser generados, las características de la oferta y la demanda a nivel regional, nacional y aún internacional si a ello hubiere lugar; los precios al productor, y las condiciones y facilidades de su comercialización.

El estudio de mercado que hace parte del proyecto, contiene los siguientes aspectos:

- ✓ Descripción del producto o productos y sus usos, productos sustitutos y complementarios.
- ✓ Análisis de la oferta y la demanda del producto o productos, tamaño del mercado local, regional y nacional.
- ✓ Frecuencia de compra, precios y lugares de venta.
- ✓ Análisis de los precios, incluyendo evolución histórica.
- ✓ Costos relacionados con los aspectos comerciales.

El proyecto contiene un estudio agropecuario de la zona, con el objeto de conocer su estado actual, la tecnología disponible, la experiencia y tendencias de los productores, identificación de los recursos y limitantes que están incidiendo en el desarrollo actual, y definición de las características potenciales de los productos que por su condiciones agronómicas, puedan desarrollarse dentro del proyecto, teniendo en cuenta las nuevas condiciones de riego, drenaje, mercadeo y la introducción de técnicas modernas de cultivo. Este estudio contiene los siguientes aspectos:

- ✓ Diagnóstico de la situación agropecuaria actual, determinando los recursos y limitantes que estén influyendo en la producción y mercadeo, el volumen y valor de la producción, y cuantificación de los costos con el propósito de poder calcular las utilidades potenciales del proyecto.
- ✓ Patrones de costos y rendimientos de las explotaciones.
- ✓ Plan agropecuario propuesto, sustentado en los estudios de mercadeo y comercialización.
- ✓ Sustentación de la implementación del sistema de riego.
- ✓ Área y valor de la producción agropecuaria propuesta, calculando los volúmenes de la producción desde el primer año en que se ponga en marcha el proyecto hasta la fase de pleno desarrollo, según los rendimientos proyectados.
- ✓ Requerimientos de mano de obra.
- ✓ Requerimientos de maquinaria agrícola.

Se presenta los aspectos financieros que permiten determinar la viabilidad del proyecto, incluyendo la definición de un presupuesto detallado, el cronograma de

obras y desembolsos, y el flujo de caja del proyecto. Con base en este último, la propuesta incluye el cálculo de la Tasa Interna de Retorno – TIR.

Presupuesto:

Con base en los diseños detallados, el proyecto incluye el presupuesto de las obras, así mismo, el presupuesto indica la desagregación de los equipos necesarios, de tal manera que están comprendidos todos los componentes del proyecto, cuantificando las cantidades involucradas, para así poder elaborar las listas de cantidades y precios unitarios para la construcción de las obras, y estimar los costos de los equipos electromecánicos asociados y de su montaje. Los ítems de pago del proyecto se determinaron con base en las características técnicas que se deriven de los diseños de las obras y equipos, de tal forma que se facilite el control durante la ejecución de los trabajos.

Cronograma de obras y desembolsos:

Teniendo en cuenta el tipo de obras, su complejidad, el monto de las inversiones y el plan de desarrollo agropecuario, el proyecto incluye una presentación de la programación para la ejecución de las obras y la realización de las inversiones.

Esta programación expresada en semanas, muestra claramente todas las actividades necesarias para la ejecución exitosa del proyecto, indicando su duración y el monto de los recursos que será necesario para cubrir cada una de ellas.

Flujo de caja y Tasa Interna de Retorno – TIR:

Se elaboró un flujo de caja sin contemplar las fuentes de financiación del proyecto (de riego y agrícola) y el cálculo de la Tasa Interna de Retorno – TIR del proyecto. Para que un proyecto se entienda viable dentro del marco de la Convocatoria Pública, la Tasa Interna de Retorno – TIR del mismo deberá ser mínimo del 12%, expresada en pesos corrientes.

Los planos elaborados fueron hechos a escala 1:1000, tamaño un pliego, de ubicación general y específica de la granja experimental, clasificación agrológica, de diseños, detalles constructivos. Los parámetros utilizados para la realización de estos planos fueron de acuerdo a los términos de referencia presentados en la convocatoria del programa AIS del ministerio de agricultura.

El plano de agrología se elaboró con la información obtenida en la verificación de campo, los cultivos existentes y a establecer, las áreas adecuadas de los sectores de riego y las que serán adecuadas con la implementación de este proyecto. Se tomó información de los diferentes levantamientos topográficos realizados por los estudiantes de Ingeniería Agrícola, y también del plano de suelos elaborado por Anacona y Rojas (1999).

El plano de ubicación general y específica de la granja experimental, se realizó a través de la georreferenciación realizada con Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para luego ser ubicado en la plancha IGAC de acuerdo a dichas coordenadas.

El plano de diseños fue realizado de acuerdo a lo calculado con los talleres para el rediseño de sistemas de riego a presión, de autoría del Ingeniero Agrícola, especialista en Ingeniería de Irrigación Miguel Germán Cifuentes Perdomo, teniendo en cuenta las nuevas áreas a irrigar dentro de la granja experimental de la Universidad Surcolombiana.

El plano de los detalles constructivos se realizó de acuerdo a los diseños de riego a implementar dentro de la granja, realizando una ilustración de las conexiones y reparticiones más importantes de los distintos sistemas de riego, siendo estos enumerados en el plano de diseños y referenciados con esta misma numeración en el plano de detalles.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Rediseño de los sistemas de riego a presión de la Granja de la Universidad Surcolombiana

El Centro Experimental Piloto de Riego a Presión de la Granja de la Universidad Surcolombiana presenta unos sistemas de riego los cuales no se encuentran en óptimas condiciones, por consiguiente se requiere que sean mejorados para tener una homogeneidad en los distintos sistemas de riego que están establecidos y los que se pretenden establecer.

Teniendo en cuenta los sectores de riego ya realizados y tomando nuevas áreas del CEPRAP, se realizaron los cálculos hidráulicos que conllevan a tener 8 sectores de riego con un área total de 15.68 Has cubiertas con sistemas de riego por microaspersión, goteo, pulsador y aspersión mediana y grande completamente automatizados, beneficiando cultivos establecidos de Mango y Naranja, cultivos por establecer de Maíz.

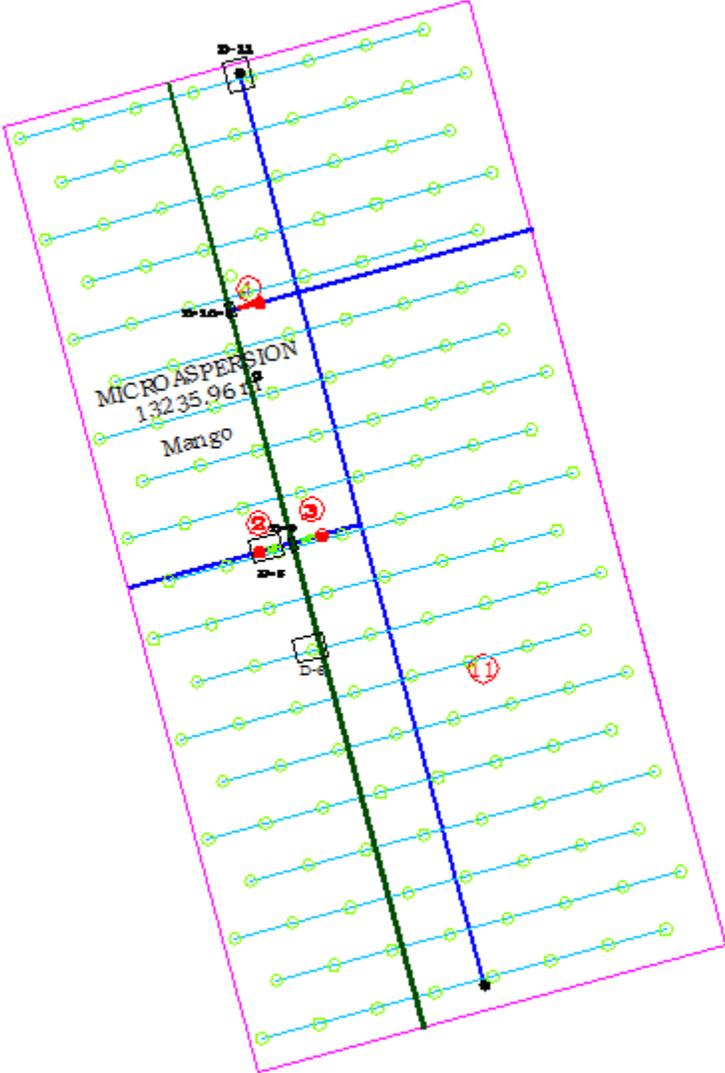
Los cálculos hidráulicos fueron realizados mediante la metodología de los Talleres para el rediseño de sistemas de riego a presión, de autoría del Ingeniero Agrícola, Especialista en Ingeniería de Irrigación Miguel Germán Cifuentes Perdomo.

Los cálculos hidráulicos arrojaron los siguientes resultados:

Sistemas de riego: Microaspersión, goteo y pulsador.

Muestra de cálculo:

SECTOR DE RIEGO 2.



RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 2	
Boquilla emisor (color)		Especie	Mango	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	10 x 10	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)	6,7	Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	66.67
Caudal (LPH) = Q _{UR}	90 LPH	Árboles/ha Aprox.	100	Caudal /árbol (LPH) máx.	90
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	10 m

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J = (F)(L)(j)	
N _A = Número de árboles a beneficiar	4
N _{UR} = Número de unidades de riego por lateral ≈ No. De salidas	4
∅ = Diámetro y RDE tubería:	16 mm PR 35
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.486
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (4)(1.5)	6.00
N _S = Número de espacios entre unidades de riego	3
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	9
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	7.5
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L _R = Longitud real (m) = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (3)(9) + (7.5) + (1)	35.5
L _e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (35.5) + (0.2)	35.7
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0579
J = (F)(L)(j) (m) = (0.486)(35.7)(0.0579)	1.00
CHEQUEO: J ≤ Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	(SI) O.K
(1.00) ≤ (2.32) 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)	21.10	P _{EL} = Presión entrada lateral (m)	22.80
J = Pérdidas totales (m)	1.00	J = Pérdidas totales (m)	1.00
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.7	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.7
P_{EL} = P_{UR} + J ± ΔH (m)	22.80 m	P_{SL} = P_{EL} - J ± ΔH (m)	21.10m
P _{EL} = (21.10) + (1.00) + (0.7)	32.42 PSI	P _{SL} = (22.80)-(1.00)-(0.7)	30 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T _{GL})
T _L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T _{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (E _L)
T _L = (3)(9) + (1) + (7,5) = (35,5) m	T _{GL} = (3)(9) + (4.5) x 2 = (36.0) m

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

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 2	
Boquilla emisor (color)		Especie	Mango	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	10 X 10	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)	6,7	Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	66.67
Caudal (LPH) = Q_{UR}	90 LPH	Árboles/ha Aprox.	100	Caudal /árbol (LPH) máx.	90
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores (E_L) (m)	10 m

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
$J = (F)(L)(j)$		52 %	%
$N_{U,R}$ (Número unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{S,R} \div Q_{UR} = (13680.58) \div (90)$ (LPH)		88	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) \div (Total U.R del gran lateral)		11	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = (22)$; $S_2 = ()$		$F_1 = 0.374$	$F_2 =$
N_S = Número de espacios entre surcos (m)		10	
T_I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1.0	
T_F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
E_M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		7.77	
L_R = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión}) = (m) = (10)(7.77) + (1.0) + (1.0)$		79.2	
L_e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silleas de 12 mm y 0.5 m para silleas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e = (79.9) + (0.5)$		80.2	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41 UZ	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		66.67 GPM	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.0447	
$J = (0.374)(80.2)(0.0447) = m$		1.34	
CHEQUEO: $J \leq J_{P_{ermisible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		$(1.34) \leq (1.90)$	O.K
		$() \leq ()$	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces recalculer con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P_{REM})
$P_{REM} =$ Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P_{EL}) \pm ΔH terreno; $\Delta H = (0.5 \text{ m})$ $P_{REM} = (1,11) + (22.86) + (0,5) = \underline{24.47} \text{ m } \underline{34.80} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
$T_M =$ Longitud real (L_R)	$T_{GM} =$ (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_M)
$T_M =$ 79,9 m ----- 50% (m) %	$T_{GM} = (9) (8.66) + (4.33) (2) = (86.60) \text{ m}$

Resumen memorias de cálculo para los sectores de riego 1, 3, 4 y 5:

SECTOR DE RIEGO 1.

Cultivo: Mango.

Área del sector de riego: 1.95 Has.

Distancia de siembra: 9 x 9 mts.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Árboles/Ha Aprox: 123

Unidades riego/árbol: 1

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 52.69 GPM.

Caudal/árbol (LPH) máx.: 50.

Unidad de riego: Microaspersor.

Presión de trabajo: 30 PSI.

Diámetro húmedo: 5.5 mts.

Caudal U.R: 50 LPH.

Forma de trabajo: Autocompensado.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible	J Calculada
LATERAL	16 mm	35 PR	2.32	2.06
MULTIPLE	2"	41 UZ	1.90	1.54

SECTOR DE RIEGO 3.

Cultivo: Naranja.

Área del sector de riego: 0.48 Has.

Distancia de siembra: 7 x 7 mts.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Unidades riego/árbol: 1

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 18.52 GPM.

Caudal/árbol (LPH) máx.: 40.

Unidad de riego: Microaspersor.

Presión de trabajo: 30 PSI.

Diámetro húmedo: 5.2 mts.

Caudal U.R: 40 LPH.

Forma de trabajo: Autocompensado.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible	J Calculada
LATERAL	16 mm	35 PR	2.32	1.94
MULTIPLE	2"	41 UZ	1.90	0.14

SECTOR DE RIEGO 4.

Cultivo: Naranja.

Área del sector de riego: 1.85 Has.

Distancia de siembra: 7 x 7 mts.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Unidades riego/árbol: 4

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 26.20 GPM.

Caudal/árbol (LPH) máx.: 16.

Unidad de riego: Gotero.

Presión de trabajo: 30 PSI.

Caudal U.R: 4 LPH.

Forma de trabajo: Autocompensado.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible	J Calculada
LATERAL	16 mm	35 PR	2.32	0.34
MULTIPLE	2"	41 UZ	1.90	0.31

SECTOR DE RIEGO 5.

Cultivo: Naranja.

Área del sector de riego: 1.21 Has.

Distancia de siembra: 7 x 7 mts.

Forma de siembra: Tres bolillos.

Unidades riego/árbol: 1

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 16.90 GPM.

Caudal/árbol (LPH) máx.: 12.

Unidad de riego: Pulsador.

Presión de trabajo: 20 PSI.

Diámetro húmedo: 5.0 mts.

Caudal U.R: 12 LPH.

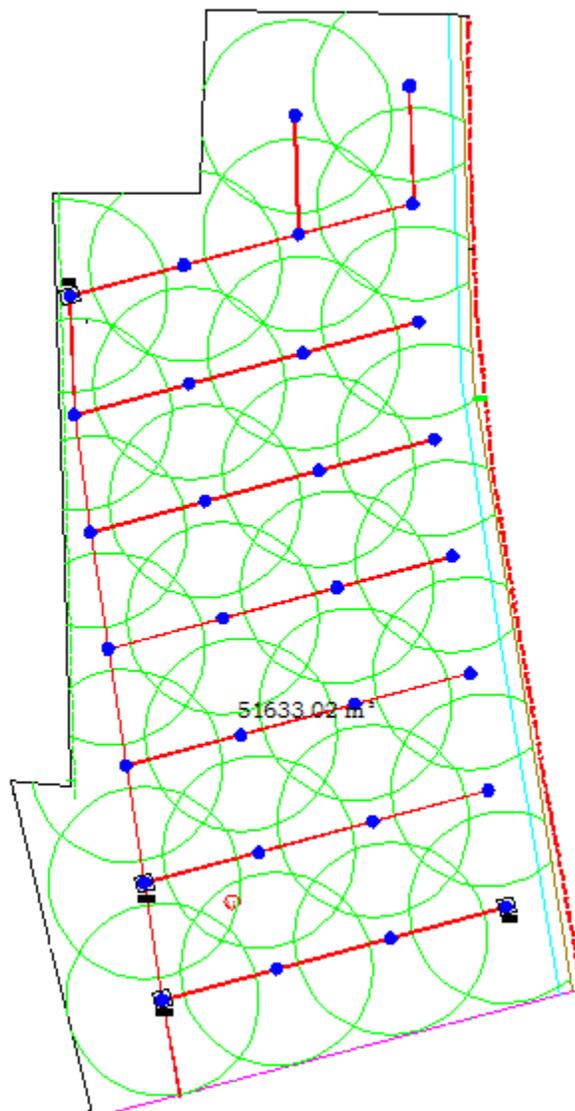
Forma de trabajo: Autocompensado.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible	J Calculada
LATERAL	16 mm	35 PR	1.54	0.23
MULTIPLE	2"	41 UZ	1.26	0.12

Sistemas de riego: Aspersión mediana y grande

Muestra de cálculo:

SECTOR DE RIEGO 8.



RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J ₁)		
MODALIDAD: ASPERSIÓN	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 8
VARIABLES		VALORES
J₁ = (F)(L)(j)		
F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S		0.639
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (2)(74)		148 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		74 GPM
N _S = Número de espacios entre unidades de riego		4
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego		0 M
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado		0 m
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral		40 m
L _R = Longitud real = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (4)(40) + (0) + (0)		160 m
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)		15.0 m
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (160) + (19.1)		175.0 m
θ = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		3" RDE 51
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (según fabricante)		0.0280
J₁ = (F)(L)(j) = (0.639)(175.0)(0.0280)		3.13 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ACTIVA	1	3"	74	5.2
TEE PASIVA	3	3"	74	4.8
CODO 90°	2	3"	74	5.0
Sumatoria L_e (m)				15.0

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)	0.00175
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08715
R = Radio interno (m)	0.04357
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.005965
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.009337
$V = \frac{Q}{A} = \frac{()}{()}$	1.56
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: V ≤ V _P ; (1.56) ≤ (2.5)	(SI) SI
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Q_{UR} = Caudal unidad de riego	74	REDUCCION	1	3"-2"	74	1.9
L_R = Longitud real (elevador) m	2.0	CODO DE 45°	2	3"	74	2.4
L_e = Longitud equivalente (m) (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)	9.3	CODO DE 90°	2	3"	74	5.0
L = Longitud total	11.3					
$L = L_R + L_e$ (m)						
θ y RDE tubería	3" RDE51					
j = Pérdidas fricción tubería (m/m) Tabla No. 6	0.00779					
$J_2 = (L)(j)$ $J_2 = (11.3)(0.00779)$	0.088	Sumatoria (L_e)				9.3

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	35.14	
C_g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95	0.99
	Nuevas: 0.99	
$J_3 = (P) - [(C_g)(P)]$ (m)	0.35	
$J_3 = (35.14) - [(0.99)(35.14)]$		

4. PÉRDIDAS TOTALES EN EL LATERAL (J_T)	
VARIABLES	VALORES
$J_T = J_1 + J_2 + J_3 = (3.13) + (0.088) + (0.35)$	3.57
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego)	
$(3.57) \leq (7.03)$	
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	35.16	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	41.73
J_T = Pérdidas totales (m)	3.57	J_T = Pérdidas totales (m)	3.57
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	3.0	ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	3.0
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m)	41.73	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m)	35.16
$P_{EL} = (35.16) + (3.13) + (3.0)$	59.34 PSI	$P_{SL} = (41.73) - (3.57) - (3.0)$	50 PSI

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “CAUDALES PARCIALES”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J_1)							
MODALIDAD: ASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP			SECTOR RIEGO (SR) No. 8		
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas (tabla No. 1)	1					
	Q: Caudal (GPM)	148					
	L_R : Longitud real (m)	853.67					
	L_e : Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)	33.3					
	L: Longitud total (m)	886.97					
	θ y RDE tubería	3" – 51					
	j: Pérdidas fricción tubería Tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0281					
	$J_1 = (F)(L)(j)$	24.92					
ΣJ_1 (m)							

1.1 LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) (Tablas No. 5; Gráfica 1)											
ITEM S	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
TRAMO-1	CODO 45°	4	3"	148	4.8	TRAMO-2	CODO 90°				
	TEE PASIVA	19	3"	148	20.8		TEE PASIVA				
	CODO 90°	1	3"	148	2.5						
	TEE ACTIVA	1	3"	148	5.2						
	Sumatoria L_e				33.3		Sumatoria L_e				
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L_e										
TRAMO-5						TRAMO-6					
	Sumatoria L_e						Sumatoria L_e				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)						
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"					
RDE tubo	RDE 51					
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00175					
θ_E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889					
θ_I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08715					
R = Radio interno (m)	0.04357					
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.005965					
Q = Caudal (m^3/seg)	0.009324					
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) / (\quad)$	1.56					
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	2.5	2.5				
CHEQUEO: $V \leq V_P$	(SI) (NO)					
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería						

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACION “MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS”

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: ASPERSION	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 8
$J = (F)(L)(j)$		
F = Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) Tabla No. 1		
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente}$ (m)		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8		
F = Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); $S = (\quad 1 \quad)$		F = 1
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)		150
L_R = Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)		279.18
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)		
$L = L_R + L_e = (\quad) + (\quad 2.4 \quad)$ (m)		279.18
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo) = ($3''$) y (32.5)	j	0.0321
= m/m		
$J = (F)(L)(j) = (\quad 1 \quad)(\quad 310.23 \quad)(\quad 0.0321 \quad) = m$		8.96

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Sumatoria L_e (m)				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/seg	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 32.5
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00274
θ_e = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
θ_i = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08342
R = Radio interno (m)	0.04171
A = Área tubo = $(\pi)(R^2) = (m^2)$	0.00546
Q = Caudal (m^3/seg)	0.00945
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) \div (\quad)$	1.73
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) (según fabricante tubería)	
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.73) \leq (2.5)	
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (P_{REA})
$P_{REA} = J$ tubería alimentación + Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (P_{REM}) \pm ΔH terreno
$\Delta H = (\quad 3.0 \quad)$
$P_{REA} = (\quad 8.96 \quad) + (\quad 24.92 \quad) + (\quad 3.0 \quad) = \underline{\quad 36.88 \quad} m \quad \underline{\quad 52.44 \quad} PSI$

Resumen memorias de cálculo para los sectores de riego 6: (6-1) y (6-2), y 7:

SECTOR DE RIEGO 6-1.

Cultivo: Maíz.

Área del sector de riego 6-1: 0.74 Has.

Distancia entre unidades de riego: 11 x 22 mts.

Forma de siembra: Rectangular.

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 132 GPM.

Unidad de riego: Aspensor mediano 301.

Presión de trabajo: 30 PSI.

Diámetro húmedo: 22 mts.

Caudal U.R: 4 GPM.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible (m)	J Calculada (m)
LATERAL	1 ¼"	21	4.22	2.44
MULTIPLE	2"	41 UZ	-	5.94

SECTOR DE RIEGO 6-2.

Cultivo: Maíz.

Área del sector de riego 6-2: 0.75 Has.

Distancia entre unidades de riego: 11 x 22 mts.

Forma de siembra: Rectangular.

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 112 GPM.

Unidad de riego: Aspensor mediano 301.

Presión de trabajo: 30 PSI.

Diámetro húmedo: 22 mts.

Caudal U.R: 4 GPM.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible (m)	J Calculada (m)
LATERAL	1 ¼"	21	4.22	2.44
MULTIPLE	2"	41 UZ	-	7.95

SECTOR DE RIEGO 7.

Cultivo: Maíz.

Área del sector de riego: 2.20 Has.

Distancia entre unidades de riego: 40 x 40 mts.

Forma de siembra: Cuadro.

Fuente de abastecimiento: Canal 4C Distrito de Riego Asojuncal.

Caudal disponible: 150 GPM.

Caudal sector de riego: 148 GPM.

Unidad de riego: Aspersor grande 1001.

Presión de trabajo: 50 PSI.

Diámetro húmedo: 65 mts.

Caudal U.R: 74 GPM.

Unidades de riego trabajando: 2 aspersores.

VARIABLES	TUBERIA UZ			
	DIAMETRO	RDE	J Permisible (m)	J Calculada (m)
LATERAL	3"	51	7.03	1.32
PRINCIPAL	3"	51	-	7.19

Resumen memorias de cálculo para la selección de la unidad de bombeo y unidad de filtrado:

Selección de la unidad de bombeo.

C.D.T: 88.23 mts = 90 mts.

Energía: Eléctrica.

HP: 25

RPM: 3500

Conexión: Monoblock

Operación: Trifásico

Referencia: 2020 HCE/ 25

Modelo: Bomba centrífuga tipo Alta presión

Diámetro _{Rotor}: 7.5 " =19.05 cm.

Diámetro _{máx.} Partículas: 5 mm

Conexión: Succ: 3" Desc: 3"

Eficiencia: 60 %

Unidad de Filtrado.

Caudal diseño (GPM): 150

Relación filtrado: 2: 1

Capacidad total filtrado (GPM): 150

Capacidad individual filtros (GPM): 75 GPM Y 150GPM

Modelo filtros (Gráficas No. 2, 3): F635 Y F130
 Diámetro entrada y salida filtros: 3”
 Tubería principal y secundaria: HG Y PVC RDE 21 / 3”
 Tubería retrolavado: PVC 3” U.Z RDE 41
 Válvulas control flujo: BOLA 3”
 Medición presión: MANÓMETROS.

3.2. Calculo de los requerimientos hídricos o necesidades de agua para los diferentes cultivos establecidos y por establecer:

Se calcula el requerimiento hídrico teóricamente por el método RASPLARLO (Relación agua – suelo –planta para riego), comúnmente conocido como método SECO, establecido por Miguel Germán Cifuentes (2001), en donde se tienen en cuenta los estados de desarrollo del cultivo, las propiedades físicas del suelo, la evapotranspiración, las características del cultivo y unidades de riego en el lote.

Muestra de cálculo:

SECTOR DE RIEGO 2

RIEGO A PRESIÓN. “INVENTARIO DE RECURSOS Y ESTUDIOS BÁSICOS”

ITEMS	VARIABLE	VALORES	ITEMS	VARIABLE	VALORES
LOCALIZACIÓN	Predio	La Universidad	RIEGO	Sistema	Microaspersión
	Vereda	Juncal		Modalidad	Fijo
	Municipio	Palermo		Forma operación	Autocompensada
	Departamento	Huila		Q disp. (G.P.M) (SR)	66,67
	Lote	CEPRAP		Abastecimiento	Canal 4C Asojuncal
SUELO	Área (Has)	15,68	UNIDAD DE RIEGO	Modelo	
	Textura	FA-FA-FA-FA		Referencia	
	Densidad aparente (DA)	1,53		Presión (PSI)	30
	Serie			Q descarga (GPM)	0,39
	C.C (%) (capacidad de campo)	11,62		θ húmedo (m)	6,7
CLIMATOLOGÍA	P.M.P (%) (punto marchites permanente)	4,45	CULTIVO	Variedad	Mango
	Velocidad viento (km/hr)	3,82		Edad	Adulta
	Evpt. Crítica (mm/mes)	233 /agosto		Prof. Radicular (m)	0,8
	Uso consumo (mm/día)	7,52		Prof. Rad. Efectiva (m)	0,6
	Precipitación anual (mm)	1328,4		Forma de siembra	Tres bolillos
SECTOR RIEGO	Número: 2	ÁREA (Has): 15,68	Distancia siembra (m)	10	

CÁLCULO DE PROMEDIOS DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO				
C.C y/o PMP y/o D.A = (C.C) (área) serie 1 + (C.C) (área) serie 2 + ... / Σáreas				
VARIABLE	SERIE SUELO - 1	SERIE SUELO - 2	SERIE SUELO - 3	SERIE SUELO - 4
SÍMBOLO	BS	TR	PDA	UN
NOMBRE	Bosque	Terraza	Piedras altas	Universidad
ÁREA (Ha)	0,22	0,15	0,40	0,56
C.C	13,18	9,39	13,92	9,97
P.M.P	4,67	3,57	5,49	3,85
D.A	1,35	1,53	1,5	1,61
$CC = (13,18) (0,22) + (9,39) (0,15) + (13,92) (0,40) + (9,97) (0,56) \div (1,32) = (11,62) \%$				
$PMP = (4,67) (0,22) + (3,57) (0,15) + (5,49) (0,40) + (3,85) (0,56) \div (1,32) = (4,45) \%$				
$D.A = (1,35) (0,22) + (1,53) (0,15) + (1,5) (0,40) + (1,61) (0,56) \div (1,32) = (1,53) \text{ gr/cm}^3$				

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

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

LN: Lamina Neta

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (gr/cm³)

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

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

Remplazando los datos obtenidos el taller No.1 riego a presión. "inventario de recursos y estudios básicos" la lamina neta es igual a:

$$LN = ((11,62 - 4,45)/100) * 1,53 * 600 * 0,30$$

$$LN = 19,75 \text{ mm} = 197,46 \text{ m}^3/\text{Ha}$$

3.2.2. Calculo de la lámina bruta o cantidad de agua aplicar teniendo en cuenta el sistema de riego.

$$LB = LN/Ea$$

LB: Lamina bruta

LN: Lamina neta

Ea: eficiencia de aplicación del sistema de riego = 98%

De acuerdo a lo anterior tenemos lamina bruta igual 20,15 mm = 201,49 m³/Ha.

3.2.3. Frecuencia de riego (FR).

$$FR = LN/Uc$$

FR = frecuencia de riego, días.

Uc: uso consumo (mm/día), valor que corresponde a la máxima evaporación y transpiración del cultivo en un día, teniendo en cuenta el mes crítico o con mayor presencia de sol. Para el sector de riego dos se obtiene un uso consumo de 7,52 mm.

Remplazando en la formula, se obtiene una frecuencia de riego de 2,6 días.

3.2.4. Tiempo de riego por unidad de riego o regadora (TRur):

$$TRur = LBur/Qur$$

TRur: tiempo de riego en horas.

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

Qur: Caudal de descarga de la unidad de riego o a la regadora (m³/hora) = 0,09 m³/hr

$LBur = (\text{área de humedecimiento de la unidad de riego (m}^2) * \text{lamina bruta total (m}^3) / (\text{área de una hectárea en m}^2 = 10000 \text{ m}^2)$

Teniendo en cuenta que el diámetro húmedo del microaspersor es igual a 6,7 m, tenemos una $LBur = 0,71 \text{ m}^3$.

Ahora este valor se remplaza y se obtiene el tiempo de riego en horas que es igual a 7,9 horas.

Resumen memorias de cálculo del requerimiento hídrico para los sectores de riego 1, 3, 4, 5, 6: (6-1) y (6-2) ,7 y 8:

SECTORES DE RIEGO	1	3	4	5	6-1	6-2	7	8	
CC (%)	13,29	10,92	11,35	9,75	11,22	12,86	11,03	11,94	
PMP (%)	4,83	4,04	4,13	3,72	4,35	5,04	4,49	4,66	
DA (gr/cm3)	1,44	1,48	1,52	1,57	1,52	1,51	1,45	1,54	
Pre (mm)	600	600	600	600	450	450	450	450	
Na (%)	30	30	30	30	30	30	30	30	
Ea (%)	98	98	98	98	98	98	98	98	
DIAMETRO (m)	5,5	5,2	1,14	5	28	28	65	65	
Qur (m3/Hr)	0,05	0,04	0,016	0,012	0,91	0,91	33,61	33,61	
Qd (LPS)	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	9,46	
LN	mm	21,93	18,33	19,75	17,04	14,1	15,94	12,8	15,14
	m3/Ha	219,28	183,28	197,54	170,41	140,97	159,41	128,02	151,35
LB	mm	22,38	18,7	20,16	17,39	14,38	16,27	13,06	15,44
	m3/Ha	223,76	187,08	201,57	173,89	143,85	162,66	130,63	154,44
FR (días)	2,9	3	3	3	9	9	9	9	
Lbur (m3)	0,53	0,4	0,08	0,34	6,64	7,51	65,02	76,87	
Trur (Hr)	10,6	10	20	28,3	7,3	8,3	3,9	4,5	

3.3. Programación de riego:

Para un buen funcionamiento del distrito, de la unidad de bombeo y filtrado; y para evitar que se presenten sobre costos y desperdicios de agua, es necesario que se planee con anterioridad el riego; por lo tanto se debe diligenciar un cuadro donde se presente didácticamente los turnos de riego que se deben llevar a cabo dentro del lote, teniendo en cuenta las necesidades de riego de cada cultivo.

La programación de riego obtenida para la granja es la siguiente:

Tabla 1. Programación de riego para el centro piloto de riego a presión (CEPRAP) Universidad Surcolombiana.

TURNO DE RIEGO	SECTORES DE RIEGO (SR)	REQ. HIDRICO (lt/árbol)	UNIDAD RIEGO (U.R)	CAUDAL U.R (LPH)	TIEMPO DE RIEGO (Hr)	FRECUENCIA DE RIEGO (DIAS)	CAUDAL SR (GPM)	JORNADA DE OPERACIÓN (Hrs)	TIEMPO TOTAL DE RIEGO			
									DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
1	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9	3,9 Hrs.			
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9					
	7-1 (1)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
2	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9	3,9 Hrs.			
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9					
	7-1 (2)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
3	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9	3,9 Hrs.			
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9					
	7-2 (1)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
4	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9	3,9 Hrs.			
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9					
	7-2 (2)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
5	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	4	4 Hrs.			
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9	4				
	7-3 (1)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74	3,9				
								SUMATORIA	20 Hrs.			
6	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9	8,3	8,3 Hrs.			
	6-2	7510	Asp Mediana	908,5	8,3	9,0	112					
7	1	530	Microasp	50	10,6	2,9	52,69	10,6	10,6 Hrs.			
	2	710	Microasp	90	7,9	2,6	66,67	7,9				
	3	400	Microasp	40	10,0	3	18,52	10				
								SUMATORIA	18,9 Hrs.			
8	6-1	6640	Asp Mediana	908,5	7,3	9	132	7,3	7,3 Hrs.			
9	7-4	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	148	3,9				
10	7-5	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	148	3,9				
11	7-6	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	148	3,9				
								SUMATORIA		19,0 Hrs.		
12	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9	3,9 Hrs.			
	7-3 (2)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
13	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9				
	7-7 (1)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
14	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	3,9				
	7-7 (2)	65020	Asp Grande	16807,23	3,9	9,0	74					
15	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	4,5				
	8-1 (1)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74					
16	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2	4,5				
	8-1 (2)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74					
								SUMATORIA		20,7 Hrs.		

TURNO DE RIEGO	SECTORES DE RIEGO (S.R)	REQ. HIDRICO	UNIDAD RIEGO (U.R)	CAUDAL U.R (LPH)	TIEMPO DE RIEGO (Hr)	FRECUENCIA DE RIEGO	CAUDAL S.R (GPM)	JORNADA DE OPERACIÓN	TIEMPO TOTAL DE RIEGO						
									DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9		
17	1	530	Microasp	50	10,6	2,9	52,69	7,9	7,9 Hrs.						
	2	710	Microasp	90	7,9	2,6	66,67								
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9								
18	1	530	Microasp	50	10,6	2,9	52,69	2,7	2,7 Hrs.						
	3	400	Microasp	40	10,0	3	18,52								
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9								
19	3	400	Microasp	40	10,0	3	18,52	4,5	4,5 Hrs.						
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9								
	8-2 (1)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
20	3	400	Microasp	40	10,0	3	18,52	4,5	4,5 Hrs.						
	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9								
	8-2 (2)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
								SUMATORIA	19,6 Hrs.						
21	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9	4,5							4,5 Hrs.
	8-3 (1)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
22	5	340	Pulsador	12	28,3	3	16,9	4,5		4,5 Hrs.					
	8-3 (2)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
23	8-4	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5		4,5 Hrs.					
24	8-5	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5		4,5 Hrs.					
25	8-6	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5		4,5 Hrs.					
								SUMATORIA		22,5 Hrs.					
26	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2				4,5 Hrs.				
	8-7 (1)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
27	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2				4,5	4,5 Hrs.			
	8-7 (2)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
28	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2				4,5	4,5 Hrs.			
	8-8 (1)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
29	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2				4,5	4,5 Hrs.			
	8-8 (2)	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	74								
30	4	80	Goteo	16	20,0	3	26,2		2		2 Hrs.				
	1	530	Microasp	50	10,6	2,9	52,69								
	3	400	Microasp	40	10,0	3	18,52								
									SUMATORIA		20 Hrs.				
31	1	530	Microasp	50	10,6	2,9	52,69		8,6			8,6 Hrs.			
	2	710	Microasp	90	7,9	2,6	66,67								
	3	400	Microasp	40	10,0	3	18,52								
32	8-9	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
33	8-10	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
34	8-11	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
								SUMATORIA	22,1 Hrs.						
35	8-12	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
36	8-13	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
37	8-14	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
38	8-15	76870	Asp Grande	16807,23	4,5	9,0	148	4,5	4,5 Hrs.						
								SUMATORIA	18 Hrs.						

3.4. Análisis climático

De las estaciones existentes dentro del área de estudio se escogió la estación Meteorológica Aeropuerto Benito Salas operada por el IDEAM, y ubicada en la capital del Huila, Neiva; ya que esta cuenta con todos los parámetros requeridos por los términos de referencia de la convocatoria de riego, del programa AIS.

La información de la estación meteorológica seleccionada corresponde a veinte (20) años en forma decadal, la cual fue organizada y tabulada. En general, puede decirse que la estación seleccionada posee información aceptable para el nivel de resultados que se pretende alcanzar en este estudio.

Tabla 2. Estación meteorológica empleada para el análisis climático del área de influencia del proyecto.

Estación	Municipio	Tipo	Dpto.	Coordenadas	Elev. (m.s.n.m)	Precipitación Anual (mm)	Años de registro
A. Benito Salas	Neiva	SS	Huila	0258N 7518W	439	1328,4	1988 -2007

SS: Sinóptica.

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008

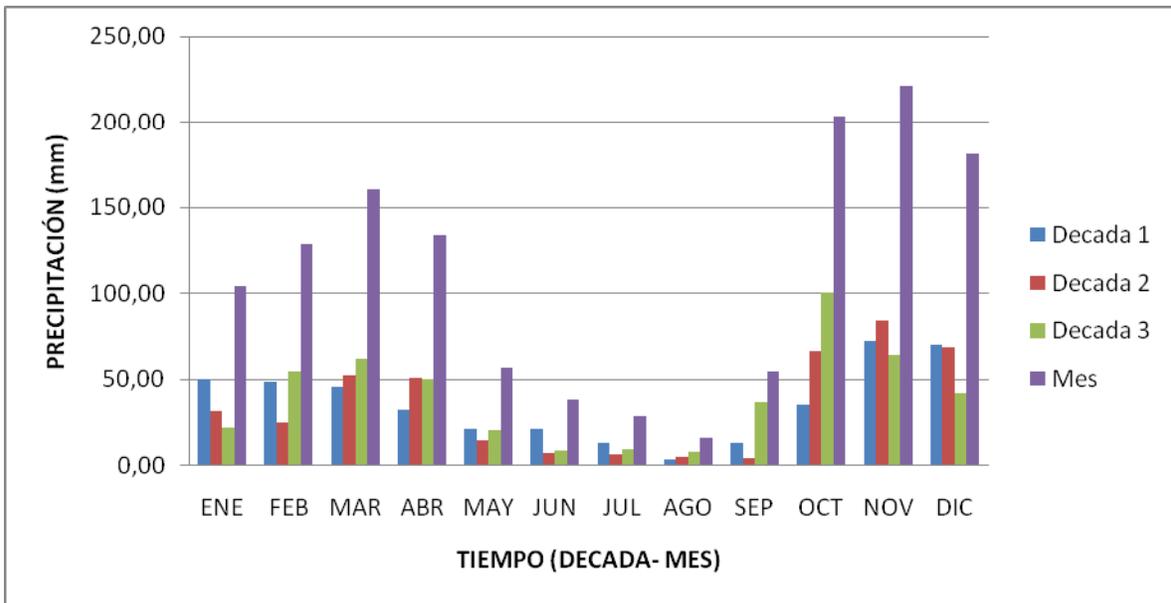
✓ PRECIPITACIÓN

En la Tabla 3 y Gráficas 1 a 3, se muestra el comportamiento de las precipitaciones medias decadales, mensuales y anuales para la estación A. Benito salas.

Tabla 3. Distribución media decadal, mensual y anual de precipitación de la estación Aeropuerto Benito Salas.

PERIODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1 DECADA	50,4	48,7	45,6	32,7	21,5	21,3	13,0	3,4	13,5	35,7	72,7	70,2	428.8
2 DECADA	31,8	25,0	52,8	50,9	14,7	7,7	6,7	5,0	4,6	66,8	84,5	68,7	419.1
3 DECADA	21,9	55,0	62,2	50,3	20,7	9,2	9,5	7,9	36,8	100,7	64,1	42,2	480.5
TOTAL MES	104,0	128,7	160,6	133,9	56,9	38,2	29,2	16,4	54,9	203,3	221,3	181,2	1328.4

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008



Gráfica 1. Promedios decadales, mensuales multianuales de precipitación de la estación Apto Benito Salas.

De acuerdo con la información se observa que en la precipitación del área de influencia del proyecto a través del año, tanto decadal como mensual, tiene un ciclo de carácter bimodal; lo que quiere decir que se observa dos periodos de lluvias bien diferenciados y un periodo de verano intenso.

El primer periodo de lluvia es menos intenso que el segundo, así mismo se observa que la precipitación decadal de cada mes, no presenta una marcada diferencia entre ellas, es decir tienden a ser homogéneas, lo cual quiere decir que durante cada mes llueve uniformemente.

La época lluviosa del año comienza en Febrero y se extiende hasta el mes de Abril, con una pluviosidad menor a la del segundo periodo; con valores promedios mensuales que oscilan entre 128,7 mm a 160,6 mm; el segundo periodo de lluvia o de alta lluvia se presenta a partir del mes de octubre hasta diciembre, con valores mensuales de precipitación que oscilan entre 181,2 mm a 221,3 mm.

El mes con más alta precipitación para el área de influencia del proyecto, es el mes de noviembre registrando en la estación Aeropuerto Benito Salas un valor mensual multianual de 221,3 mm.

La época de verano se presenta a partir del mes de Mayo y se amplía hasta el mes de septiembre, presentando así valores de precipitación mensual que oscilan entre 16,4 mm a 56,9 mm; siendo el mes más crítico Agosto con una precipitación mensual decadal multianual de 16,4 mm, según los datos climáticos registrados en la estación meteorológica del Aeropuerto Benito Salas.

De lo anteriormente mencionado se puede concluir que en promedio el 42% de las lluvias anuales ocurren durante los cinco meses del periodo seco o verano y el 58%

se presenta en los siete meses de invierno anteriormente mencionados.

De los registros de temperatura, humedad relativa, brillo solar, evaporación, de la estación empleada (Apto Benito Salas): climatológica sinóptica; se extraen los valores decadales, mensuales y anuales característicos del clima regional.

El comportamiento temporal no presenta variaciones espaciales en cuanto a las características topográficas del de la zona, ya que esta se encuentra próxima a los sectores bajos del valle del Río Magdalena, teniendo así un comportamiento en cuanto a características climatológicas poco marcado en toda el área de influencia del proyecto.

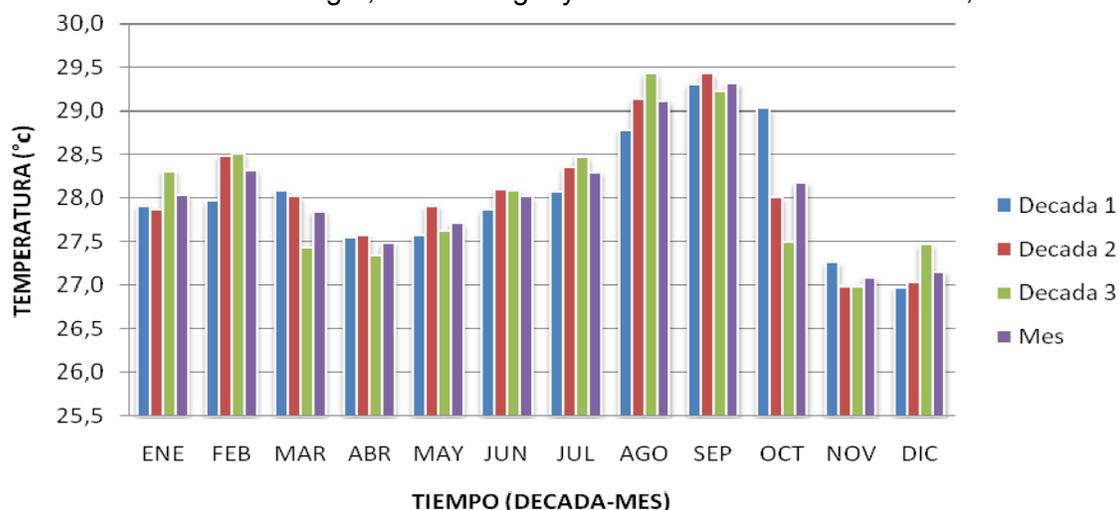
✓ TEMPERATURA

Con base en los registros de Temperatura (Tabla 4) de la estación Aeropuerto Benito Salas, se elaboró el histograma (Gráfica 2).

Tabla 4. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Temperatura de la estación Apto Benito Salas.

PERIODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1 DECADA	27,9	28	28,1	27,6	27,6	27,9	28,1	28,8	29,3	29,0	27,3	27,0	28
2 DECADA	27,9	28,5	28,0	27,6	27,9	28,1	28,4	29,1	29,4	28,0	27,0	27,0	28,1
3 DECADA	28,3	28,5	27,4	27,3	27,6	28,1	28,5	29,4	29,2	27,5	27,0	27,5	28
TOTAL MES	28	28,3	27,8	27,5	27,7	28	28,3	29,1	29,3	28,2	27,1	27,2	28

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008.



Gráfica 2. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Temperatura de la estación Aeropuerto Benito Salas.

Se presentan un comportamiento bimodal inverso al de las precipitaciones en donde el periodo lluvioso registra las menores temperaturas debido a la influencia de la nubosidad, que actúa como defensa al impedir la llegada directa de los rayos solares.

Al observar el gráfico y los datos, se observa que los meses de alta temperatura en el primer periodo corresponden a Enero y Febrero con valores que oscilan entre 27,9 °C a 28,5°C, y en el segundo periodo pertenece a los meses de Agosto y Septiembre, los cuales registran las temperaturas mayores de todo el año, las cuales varían entre 28,8°C y 29,4°C.

Por el contrario se observa que los meses de menor temperatura corresponden a Noviembre y Diciembre, con valores que oscilan entre 27°C y 27,5°C; la variación máxima encontrada en los datos registrados en la estación es de 6.3°C.

La variación que presenta los datos a nivel mensual de temperatura es regularmente alta, pues supera los 6°C, lo cual nos muestra una de las características propias de las regiones tropicales y del área del proyecto, en esta última adquiere mayor relevancia la fluctuación diaria, la cual se ve afectada por el brillo solar, la dirección de los vientos y la nubosidad.

Al igual que en la precipitación las elevaciones del área de influencia son mínimas, aproximadamente de 7 m.s.n.m, por lo cual la temperatura será constante en todo el área y no variaría según características topográficas del área en términos de variación altitudinal.

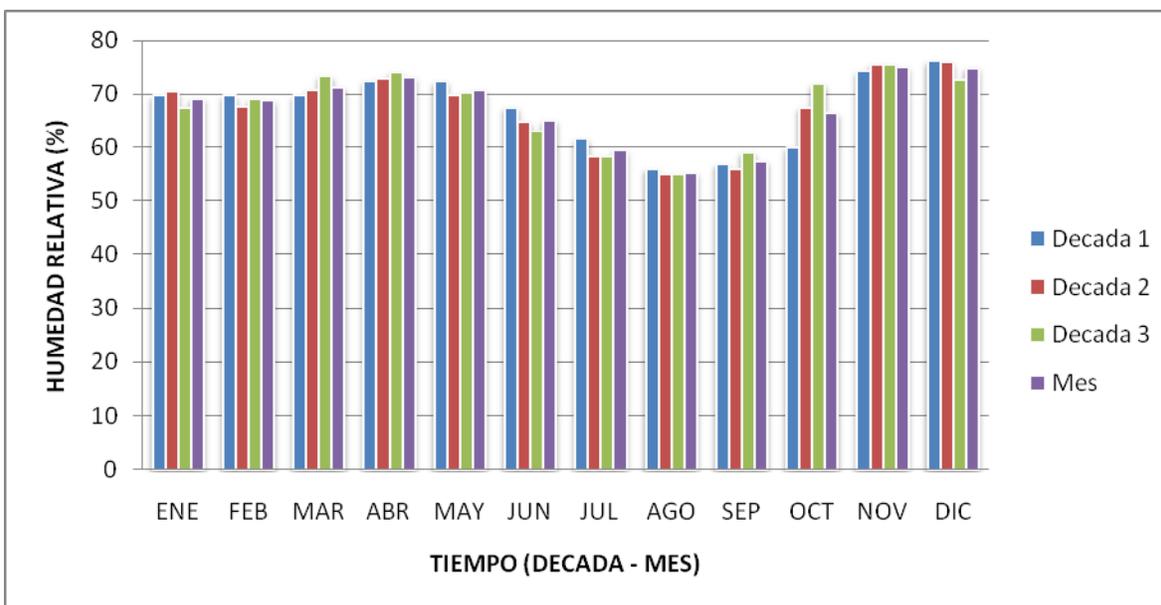
✓ HUMEDAD RELATIVA

Con base en los registros de Humedad Relativa (Tabla 5) de la estación Apto. Benito Salas, se elaboró el histograma (Gráfica 3).

Tabla 5. Medias decadales y mensuales multianuales de Humedad Relativa de la estación Apto. Benito Salas

PERIODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1 DECADA	70	70	70	72	72	68	61	56	57	60	74	76	67
2 DECADA	70	68	71	73	70	65	58	55	56	68	75	76	67
3 DECADA	68	69	73	74	70	63	58	55	59	72	76	73	67
TOTAL MES	69	69	71	73	71	65	59	55	57	66	75	75	67

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008



Gráfica 3. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Humedad Relativa de la estación Apto. Benito Salas.

El comportamiento de la humedad relativa obedece a un régimen asociado al de la temperatura, donde al incrementarse esta última, aumenta la capacidad atmosférica de retener vapor de agua y si ésta no recibe aportes adicionales de vapor, la humedad disminuye³.

De acuerdo con el gráfico 3 de humedad relativa, tanto decadales, como mensuales, presenta un comportamiento variable en los meses de Junio a Septiembre, con respecto a los otros ocho meses del año que tienen un comportamiento más homogéneo, en el área del proyecto.

En los meses más cálidos, la humedad relativa tiende a ser más baja, mientras que en la temporada de invierno esta relación se invierte; esto quiere decir que los mayores valores de humedad relativa del ambiente se presentan en los meses de Marzo a Mayo para el primer semestre del año; y de Noviembre a Diciembre para el segundo; alcanzando valores de 82% el más alto según los datos registrados en la estación climatológica; y de 45% el menor de humedad relativa, registrado en el mes de Septiembre.

Es de gran importancia tener en cuenta, que la variación diaria de humedad relativa y de temperatura, se encuentra influenciada por la radiación solar; por tal motivo se encontraron valores altos de humedad relativa y mínimos en temperatura al amanecer; mientras que los valores más bajos de humedad y más altos en temperaturas se encuentran después del medio día.

³ GUILO A Y OTROS. Guía para la elaboración de Estudios del Medio Físico. MOPT. Madrid, 1994

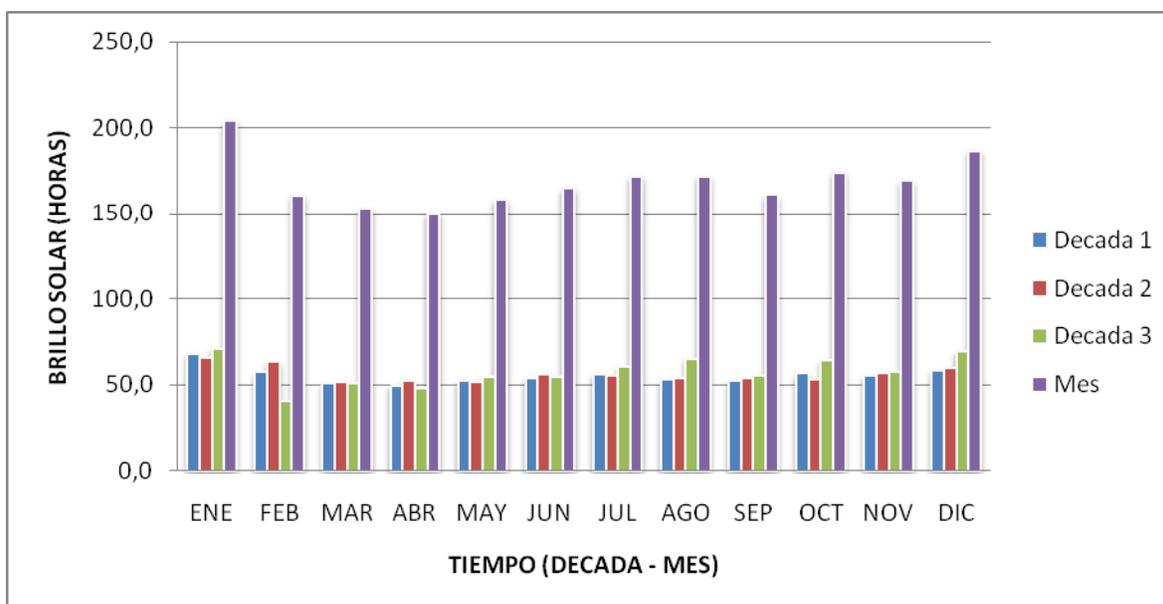
✓ **BRILLO SOLAR**

Con base en los registros de Brillo Solar (Tabla 6) de la estación Apto. Benito Salas, se elaboró el histograma (Gráfica 4).

Tabla 6. Medias decadales y mensuales multianuales de Brillo Solar de la estación Apto. Benito Salas.

PERIODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1 DECADA	67,9	57,3	50,4	49,6	52,1	53,8	56,3	52,6	52,3	56,7	55,4	58,1	662,4
2 DECADA	65,3	63,0	51,6	52,1	51,2	55,9	54,8	54,0	53,4	53,0	56,3	59,3	669,9
3 DECADA	71,0	40,1	50,8	48,1	54,7	54,8	60,3	65,1	55,2	64,0	57,3	69,2	690,5
TOTAL MES	204	160	153	150	158	164	171	172	161	174	169	187	1332

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008



Gráfica 4. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Brillo Solar de la estación Apto. Benito Salas.

De acuerdo con la información suministrada por la estación Apto. Benito Salas se observa que durante el periodo de Diciembre a Enero, se obtiene los mayores registros de brillo solar, alcanzando unos valores que oscilan entre 187 y 204 horas; mientras que durante el periodo Marzo a Abril, en los cuales se obtiene los registros mínimos que oscilan entre 150 y 153 horas, siendo el mes de Abril el de menor intensidad lumínica (150 horas).

El registro heliográfico muestra una radiación directa promedio de 1332 horas/año, siendo la radiación más alta en el mes de Enero con un total de 204 horas, el valor mas bajo corresponde al mes de Abril con tan solo 150 horas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede concluir que el brillo solar disminuye durante la época lluviosa e inversamente, o sea que aumenta en los periodos de sequía o menos lluviosos; esto se debe a que la presencia de nubosidad obstaculiza el paso de la radiación solar.

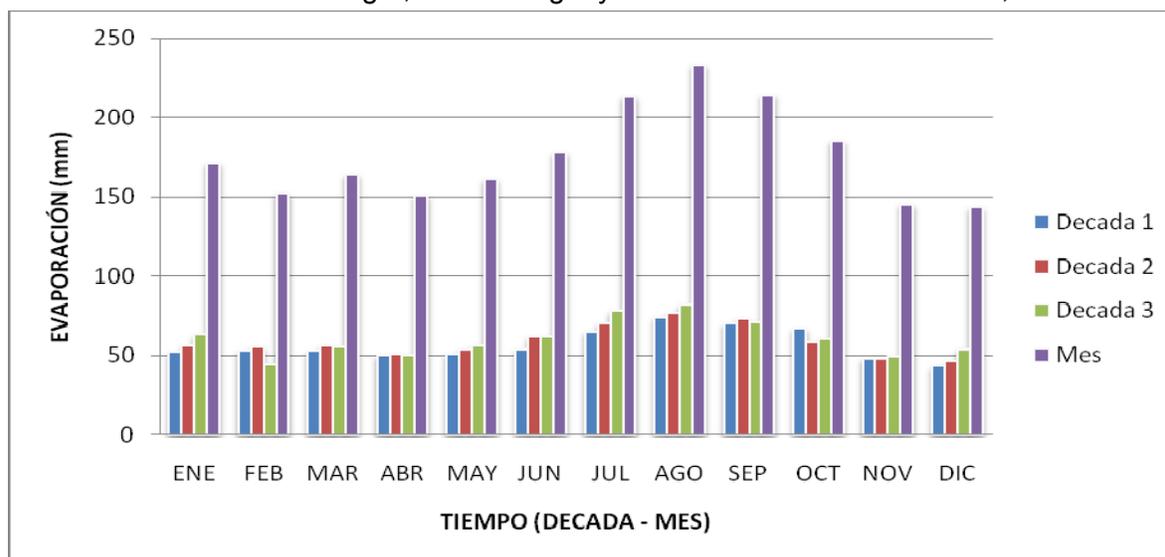
✓ EVAPORACIÓN

Con base en los registros de Evaporación (Tabla 7) de la estación Apto. Benito Salas, se elaboró el histograma (Gráfica 5).

Tabla 7. Medias decadales y mensuales multianuales de Evaporación de la estación Apto. Benito Salas

PERIODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1 DECADA	52	53	53	50	51	54	65	74	70	67	48	43	680,1
2 DECADA	56	55	56	51	54	62	70	77	73	58	48	46	705,1
3 DECADA	63	44	55	50	56	62	78	82	71	60	49	54	724
TOTAL MES	171	152	164	151	161	178	213	233	214	185	145	143	2110

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2008



Gráfica 5. Valores medios decadales y mensuales multianuales de Evaporación de la estación Apto. Benito Salas.

De acuerdo con los datos registrados en la estación climatológica Apto. Benito Salas,

se observa que la evaporación se encuentra estrechamente ligado con la incidencia del brillo solar, lo que explica que en los periodos de mínima evaporación, ocurre durante la noche, que es cuando no hay incidencia solar, y durante las épocas lluviosas, donde la humedad relativa del ambiente es alta; mientras que en la época de verano la evaporación es mucho mas alta.

Al observar los datos y la grafica, se determina que el mes de Agosto es el que registra las evaporaciones mas altas tanto decadal como mensual, con 223 mm/mes; y en el mes de Diciembre los valores mas bajas con 143 mm/mes.

En conclusión se puede decir que la evaporación es inversamente proporcional a la precipitación, ya que en los meses cuando se registran los mayores valores de precipitación; corresponden a los de menor evaporación; esto debido a la falta de la radiación solar en la zona del proyecto.

Al contrastar los datos registrados por la estación, en cuanto a precipitación vs evaporación se observa que ésta ultima es mucho mas alta al primer parámetro (precipitación); con lo cual se obtiene para evaporación un valor anual de 2110 mm, y para precipitación valores anuales de 1328,4 mm; una de las principales causas de este fenómeno puede deberse al problema climático mas grave que se vive en este momento nuestro planeta que es el calentamiento global, el cual también afecta al área de influencia del proyecto.

Otra de las causas se debe a las altas temperaturas registradas en la zona y la poca nubosidad que esta presenta; también una característica importante de anotar es la cobertura vegetal en la zona, debido a que esta es escasa y la erosión es alta debido a la ganadería poco tecnificada que se encuentra en la zona; a esto hay que sumarle que el suelo es utilizado en su mayor parte a los cultivos de arroz y que estos en muchos casos no son rotativos.

3.4.1 Clasificación de zona de vida.

3.4.1.1 Biotemperatura:

La biotemperatura es la medida del calor, pero solo aquella porción que es efectiva en el crecimiento de las plantas; así la biotemperatura es un promedio de las temperaturas entre 0°C y 30°C, en un año.

Las condiciones son favorables para: la fotosíntesis neta positiva o crecimiento, en comunidades de plantas nativas, cuando la temperatura del aire es mayor de 30°C se cierran los estomas y se interrumpen temporalmente la transpiración.

Debido a esto para altitudes menores a 1000 msnm en latitudes bajas, o mejor para regiones Tropicales, es necesario para obtener valores aceptables, sumar las temperaturas horarias, eliminando las lecturas por debajo de 0° y por encima de 30°C y dividir la suma por el número total de horas del año. Por lo cual debe efectuarse una corrección utilizando la siguiente ecuación experimental:

$$T_{bio} = T - \frac{3 \times \text{latitud}}{100} \times (T - 24)^2$$

Donde:

T_{bio} : Biotemperatura media mensual (°C)

T: Temperatura media mensual del aire (°C)

$T_{bio} = 25,4$ °C

Debido a que el área de influencia del proyecto no tiene una topografía variable ni pronunciada, no se hace necesario calcular dos bio - temperatura, pues las diferencias de nivel en todo el área solo varía en 5,5 metros.

De acuerdo a lo anterior el área del proyecto se clasifica como zona de vida Bosque Seco Tropical (bs-T), con un promedio anual de lluvias de 1328,4 mm y biotemperatura de 25,4°C y pertenece a la Provincia de Humedad SUB-HUMEDO.

3.4.2 Demanda de agua para riego

Se realizaron los balances hídricos a nivel decadal, para lograr conocer el caudal requerido para el riego de los diferentes sectores que abarca el proyecto, este balance muestra las condiciones hídricas promedias en una zona y se utiliza principalmente para la clasificación climática. Para esto se utilizan los valores medios de precipitación o la probabilidad de ocurrencia del 50% y la evapotranspiración ETP. La evapotranspiración potencial - ETP es un importante elemento del balance hídrico por determina las pérdidas de agua desde una superficie de suelo en las condiciones que se han definido. La cuantificación de las pérdidas es indispensable para el cálculo del agua disponible en el suelo a ser utilizada por las plantas para su crecimiento y producción. Mediante contraste con la lluvia, permite establecer las necesidades de riego o drenaje en una región determinada constituyéndose en esta forma en variable indispensable en los estudios de ordenamiento y clasificación agroclimática.

Para lograr lo anterior, el cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP) se realizó por el método de Thornthwaite (1.948), puesto que es el que mejor se ha comportado en zonas tropicales, además, por la disponibilidad de la información de las estaciones (Tabla 8).

Para el cálculo de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite, se tiene en cuenta los datos de temperatura, ya que la ecuación utilizada está en función de ésta.

$$ETP = 1.6K_a 10^{\frac{T_j}{I}^a}$$

Donde:

ETP: Evapotranspiración potencial mensual (cm)

T_j: Temperatura media mensual en el mes *j* (°C)

K_a: Constante que depende de la latitud y el mes del año

Los coeficientes *I* (índice de eficiencia de temperatura) y *a* son constantes de cada estación de observación y se calculan con la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{j=1}^{12} \left(\frac{T_j}{5} \right)^{1.514}$$

$$a = 675 \times 10^{-9} (I)^3 - 771 \times 10^{-7} (I)^2 + 179 \times 10^{-4} (I) + 0,49239$$

Para balances hídricos a nivel diario, el valor de la ETP debe obtenerse diariamente. Para los balances hídricos mensuales y/o decadales, si la ETP debe obtenerse a partir del cálculo de las ecuaciones empíricas, este valor se calcula en forma mensual para ambos casos.⁴

Para obtener el valor decadal a partir del valor mensual, se procede de la siguiente manera:

$$1^{\text{a}} \text{ Década} = \frac{MA + 2M}{3} \times 10$$

$$2^{\text{a}} \text{ Década} = M \times 10$$

$$3^{\text{a}} \text{ Década} = \frac{MS + 2M}{3} \times \text{No. días}$$

Donde:

M = ETP (mm/día) del mes considerado

MA = ETP (mm/día) del mes anterior al considerado

MS = ETP (mm/día) del mes siguiente al considerado

⁴ CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA CONSERVACIÓN INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL, INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACIÓN DE TIERRAS - INAT, AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN - JICA. Curso Avanzado: Módulo "Área de manejo de aguas". ITA - Valsalice - Comunidad Salesiana - Fusagasuga, 1990

En la tercera década el número de días es: 8 para febrero, 10 para abril, junio, septiembre y noviembre, y 11 para enero, marzo, mayo, julio, agosto, octubre y diciembre.

Tabla 8. Cálculo de ETP decadal por Thornthwaite. Estación Apto. Benito Salas

Mes	T	I	a	Ka	ETP (cm)	ETP (mm)
ENERO	28	13,58	2,24	1,03	5,51	55,1
1 DECADA						17,41
2 DECADA						17,77
3 DECADA						19,13
FEBRERO	28,3	13,80	2,24	0,94	5,15	51,5
1 DECADA						18,82
2 DECADA						18,39
3 DECADA						14,75
MARZO	27,8	13,43	2,24	1,04	5,48	54,8
1 DECADA						17,32
2 DECADA						17,68
3 DECADA						19,10
ABRIL	27,5	13,21	2,24	1,01	5,19	51,9
1 DECADA						17,62
2 DECADA						17,3
3 DECADA						17,63
MAYO	27,7	13,36	2,24	1,05	5,49	54,9
1 DECADA						17,39
2 DECADA						17,71
3 DECADA						19,45
JUNIO	28	13,58	2,24	1,02	5,46	54,6
1 DECADA						18,23
2 DECADA						18,20
3 DECADA						18,53
JULIO	28,3	13,80	2,24	1,05	5,76	57,6
1 DECADA						18,26
2 DECADA						18,58
3 DECADA						20,81
AGOSTO	29,1	14,39	2,24	1,04	6,07	60,7
1 DECADA						19,25
2 DECADA						19,58

3 DECADA						21,44
SEPTIEMBRE	29,3	14,54	2,24	1,01	5,99	59,9
1 DECADA						20,06
2 DECADA						19,97
3 DECADA						19,60
OCTUBRE	28,2	13,72	2,24	1,04	5,66	56,6
1 DECADA						18,61
2 DECADA						18,26
3 DECADA						19,28
NOVIEMBRE	27,1	12,92	2,24	1,00	4,98	49,8
1 DECADA						17,36
2 DECADA						16,60
3 DECADA						16,81
DICIEMBRE	27,2	12,99	2,24	1,03	5,17	51,7
1 DECADA						16,47
2 DECADA						16,68
3 DECADA						18,75
TOTAL ANUAL		163,31				659,1

Según la anterior tabla se observa, que los valores de evapotranspiración potencial media para la zona son de tendencia homogénea.

El área del proyecto presenta una evapotranspiración potencial promedio aproximada de 659,1 mm al año.

De acuerdo con la información extraída del Estudio Agrológico, con los datos de Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), se obtiene el valor de la Capacidad de Retención de Humedad del Suelo o Capacidad de Almacenamiento del Suelo (CAS), valor de interés en el cálculo de los Balances Hídricos.

Los análisis de las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo se realizaron en cada serie de suelo.

El área de influencia es de aproximadamente 31 hectáreas 533.04 m² y el área total a adecuar con riego en el proyecto es de 15.68 hectáreas.

3.4.3 Capacidad De Campo (C.C) Y Punto De Marchitez Permanente (P.M.P):

Estos parámetros corresponden al agua retenida en el suelo, expresada en contenido de humedad gravimétrico (g de agua/g suelo seco). El agua retenida a capacidad de campo equivale a una retención (succión mátrica) de 1/3 de atmósfera

que las plantas pueden absorber del suelo libremente. En cambio el agua retenida en punto de marchitez permanente corresponde a una retención de 15 atmósferas. A esta succión las plantas no pueden absorber el agua del suelo y se marchitan.

Cabe señalar que hay tantos valores de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente como texturas de suelo existan, ya que a una misma succión (por ejemplo 1/3 de atmósfera), suelos de distinta textura presentarán contenidos de humedad diferentes. Sin embargo, en todos estos suelos las plantas estarán en óptimas condiciones de humedad. Otros factores, tales como el contenido de materia orgánica del suelo, también influyen en los valores de capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

De acuerdo a esto la granja de la Universidad Surcolombiana cuenta con:

Tabla 9. Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente ponderada para el área de estudio.

Clase textural del suelo	C.C	PMP	Da (gr/cm ³)
F.A	11,6%	4,4%	1,5

La capacidad de almacenamiento de agua por el suelo se determina cuando el suministro de agua es constante, pero sin que se llegue a la saturación, esta varia, principalmente, con la textura del suelo.

Se puede estimar la capacidad de almacenamiento del suelo a partir de la siguiente expresión matemática:

$$CAS = \frac{(CC - PMP) \times \rho_a \times H}{100} \times 10$$

Donde:

CAS: Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm).

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

ρ_a : Densidad aparente del suelo (gr/cm³)

H: Profundidad de suelo (cm) a la que llegan las raíces.

La Capacidad de Almacenamiento del Suelo (CAS) estimada para el área del proyecto es de 106,56 mm \approx 107 mm, a una profundidad radicular media de 60 centímetros en el área del proyecto, se realizó la siguiente operación:

Ordenando los valores de las estaciones base de mayor a menor se calculó la

precipitación con probabilidad de ocurrencia del 50% y 75%, los cuales se obtuvieron transformando los datos de frecuencia a probabilidad con la expresión:

$$P = ((m/(n+1)) \times 100$$

Donde:

m: Número de orden

n: Número de años de registro

La realización del cálculo del balance hídrico, consistió en comparar las precipitaciones con el 50% de probabilidad de ocurrencia ($P_{50\%}$), con la evapotranspiración potencial (ETP).

También se obtiene información del almacenamiento de agua (ALM), que es la cantidad de agua aprovechada por las plantas que pueda conservar el suelo y depende de la textura y profundidad. Se considera que un suelo puede almacenar como máximo 100 mm de altura de agua y como mínimo 0. La variación de la reserva (P ALM), puede ser positiva hasta los 100 mm (máximo) y negativa hasta los -100 mm (mínimo).

De acuerdo con la información extraída del Estudio Agrológico, con los datos de Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), se obtiene el valor de la Capacidad de Retención de Humedad del Suelo o Capacidad de Almacenamiento del Suelo (CAS), valor de interés en el cálculo de los Balances Hídricos.

De este balance se derivan índices como los excesos y déficits que se utilizan para la clasificación según Thornthwaite, además el coeficiente R, el cual determina los períodos de crecimiento considerando que los meses con $R \geq 0.60$ son aptos para el desarrollo de los cultivos.

TABLA 10. Precipitación Decadal estación Apto. Benito Salas (Probabilidad del 50% y 75%)

No. Orden	PR(%)	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5	215,9	91,8	80,5	137,9	140,2	444,2	164,7	176,2	131,9	115,1	181,5	142,6	78,5	75,8	132,9	81,4	29,7	64,8
2	10	127,2	77,0	72,9	126,1	65,6	119,0	118,0	129,6	130,6	71,7	128,9	112,3	68,4	47,9	47,0	68,4	23,5	30,5
3	15	125,4	75,6	53,1	114,8	47,7	92,8	87,3	115,8	126,9	69,9	128,0	107,4	57,7	27,0	35,9	62,7	16,3	16,2
4	20	123,8	72,9	44,1	96,9	44,3	84,9	82,7	113,2	111,7	69,5	107,5	104,8	30,8	18,9	28,1	54,5	12,6	10,5
5	25	103,8	68,3	41,6	81,9	37,0	83,6	76,8	102,8	106,0	51,0	84,4	103,4	29,8	17,6	27,0	42,7	11,4	8,5
6	30	69,2	34,7	28,6	64,3	25,3	70,9	76,7	87,6	95,2	49,2	75,8	74,3	28,0	15,7	25,6	25,2	10,2	8,1
7	35	50,1	30,6	22,4	63,9	24,7	48,4	61,5	68,4	89,6	41,7	73,2	70,4	26,4	13,9	24,6	21,3	9,7	6,7
8	40	32,6	27,1	17,5	50,3	19,7	41,9	61,5	51,5	68,6	34,8	55,1	50,4	23,7	12,9	15,9	12,4	8,0	6,3
9	45	30,5	22,1	17,2	49,2	15,6	23,0	53,4	39,4	67,2	32,8	49,9	41,6	22,0	11,8	13,1	10,7	7,6	5,4
10	50	21,6	20,3	10,3	45,1	14,0	19,2	31,1	36,0	65,7	20,2	30,8	40,7	19,3	9,2	10,4	10,3	6,5	5,2
11	55	16,0	15,5	10,3	42,9	13,5	16,9	26,9	35,2	55,9	18,8	19,5	30,4	11,7	9,0	10,4	8,4	5,6	3,8
12	60	15,7	14,7	8,8	40,7	13,5	15,5	20,4	29,6	39,9	15,8	19,0	23,9	8,5	8,5	10,3	6,2	3,1	3,7
13	65	10,5	14,1	4,2	38,9	9,8	11,4	17,7	28,4	38,5	15,8	18,7	21,5	7,8	6,8	8,0	4,7	2,5	3,7
14	70	5,2	13,2	2,8	9,1	8,2	10,7	14,9	23,1	33,9	13,2	13,9	17,8	5,1	6,4	6,7	4,3	2,5	3,1
15	75	4,4	11,2	0,9	5,5	6,0	5,4	8,6	6,4	30,1	12,6	13,6	16,9	4,9	4,9	6,5	3,7	1,6	2,6
16	80	2,6	9,0	0,6	4,0	4,2	5,1	4,6	5,6	18,8	11,3	4,6	14,0	3,4	1,8	5,4	3,6	1,5	2,1
17	85	2,1	5,7	0,1	1,3	3,9	3,2	2,6	3,8	18,3	6,0	3,9	13,4	2,3	1,6	2,9	2,5	1,2	1,3
18	90	0,0	0,1	0,0	0,9	2,8	2,5	2,4	1,9	9,4	2,2	3,3	12,7	1,7	1,4	1,8	1,4	0,9	0,8
19	95	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	1,5	0,5	1,0	2,7	1,1	2,9	5,9	0,4	1,3	1,4	0,8	0,3	0,5
20	100				0,0	0,5	0,0	0,3	0,0	2,2	0,9	2,9	1,2	0,3	0,9	0,5	0,7	0,1	0,3

No. Orden	PR(%)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5	87,7	25,2	46,3	13,9	49,5	61,0	39,9	26,9	182,5	106,2	198,3	247,0	140,8	163,4	155,3	173,1	200,0	162,8
2	10	62,5	15,3	46,0	8,1	19,1	18,2	38,7	15,5	107,1	104,9	172,2	239,9	136,6	153,1	150,8	159,6	158,8	151,8
3	15	26,4	13,4	25,7	7,7	10,0	13,9	38,4	10,0	99,5	95,4	170,6	174,3	115,5	152,5	132,4	141,3	110,5	120,9
4	20	15,9	12,6	25,3	7,6	3,9	12,4	25,8	6,9	84,3	77,5	137,3	171,0	113,9	139,4	119,1	135,0	109,7	102,8
5	25	13,1	11,2	8,7	6,2	3,7	12,2	23,6	6,9	69,5	70,0	79,6	141,9	108,3	124,7	99,7	125,2	94,7	40,4
6	30	11,9	11,1	5,7	5,4	2,4	11,7	22,0	6,1	38,8	53,1	74,6	133,7	106,8	118,4	88,7	121,1	89,9	39,9
7	35	8,3	9,9	5,3	3,8	2,2	8,2	16,5	3,7	37,8	52,3	71,1	132,5	106,0	118,0	76,7	81,7	86,6	31,5
8	40	6,6	7,8	4,2	3,5	2,1	6,4	15,7	3,1	32,6	38,5	56,9	123,6	102,6	116,9	71,9	66,7	85,2	28,5
9	45	6,0	7,0	4,2	2,9	2,0	5,6	14,2	3,0	22,4	35,1	55,2	106,8	100,5	98,7	69,0	60,7	79,2	26,3
10	50	4,2	6,0	4,2	2,0	1,2	3,1	10,6	2,5	15,4	25,8	50,4	92,2	85,5	96,7	65,3	59,7	77,1	24,6
11	55	3,4	3,7	3,8	1,8	1,1	2,4	6,7	1,4	14,7	25,1	49,5	81,3	77,1	81,6	40,5	56,2	59,7	24,5
12	60	3,0	2,9	3,7	1,7	0,9	2,2	5,4	1,4	10,9	15,5	49,1	81,1	73,1	65,8	39,2	51,4	53,6	20,7
13	65	2,9	2,4	3,4	1,4	0,8	0,6	5,2	1,3	10,4	7,4	46,1	68,9	35,9	60,7	39,0	47,3	36,7	20,7
14	70	2,3	2,2	1,4	1,2	0,8	0,4	5,0	1,1	3,0	3,9	36,3	54,5	35,7	56,4	35,5	47,3	31,3	18,1
15	75	1,7	1,6	1,2	0,7	0,2	0,3	1,4	1,0	2,4	3,5	34,0	43,0	32,1	51,5	32,3	25,2	29,2	13,0
16	80	1,4	0,3	0,5	0,6	0,2	0,2	0,4	0,3	1,6	0,3	25,0	34,5	28,7	45,3	31,0	22,9	28,5	12,9
17	85	0,9	0,3	0,4	0,2	0,0	0,1	0,3	0,2	1,2	0,1	17,0	32,7	18,1	30,8	18,9	17,3	22,2	2,5
18	90	0,6	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,6	0,1	12,1	31,9	16,5	12,7	14,7	9,9	17,8	1,1
19	95	0,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	0,0	0,7	22,8	14,1	2,1	1,7	2,6	3,7	0,9
20	100	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,3	0,1	6,6	1,0	0,0	0,2	0,0	0,4

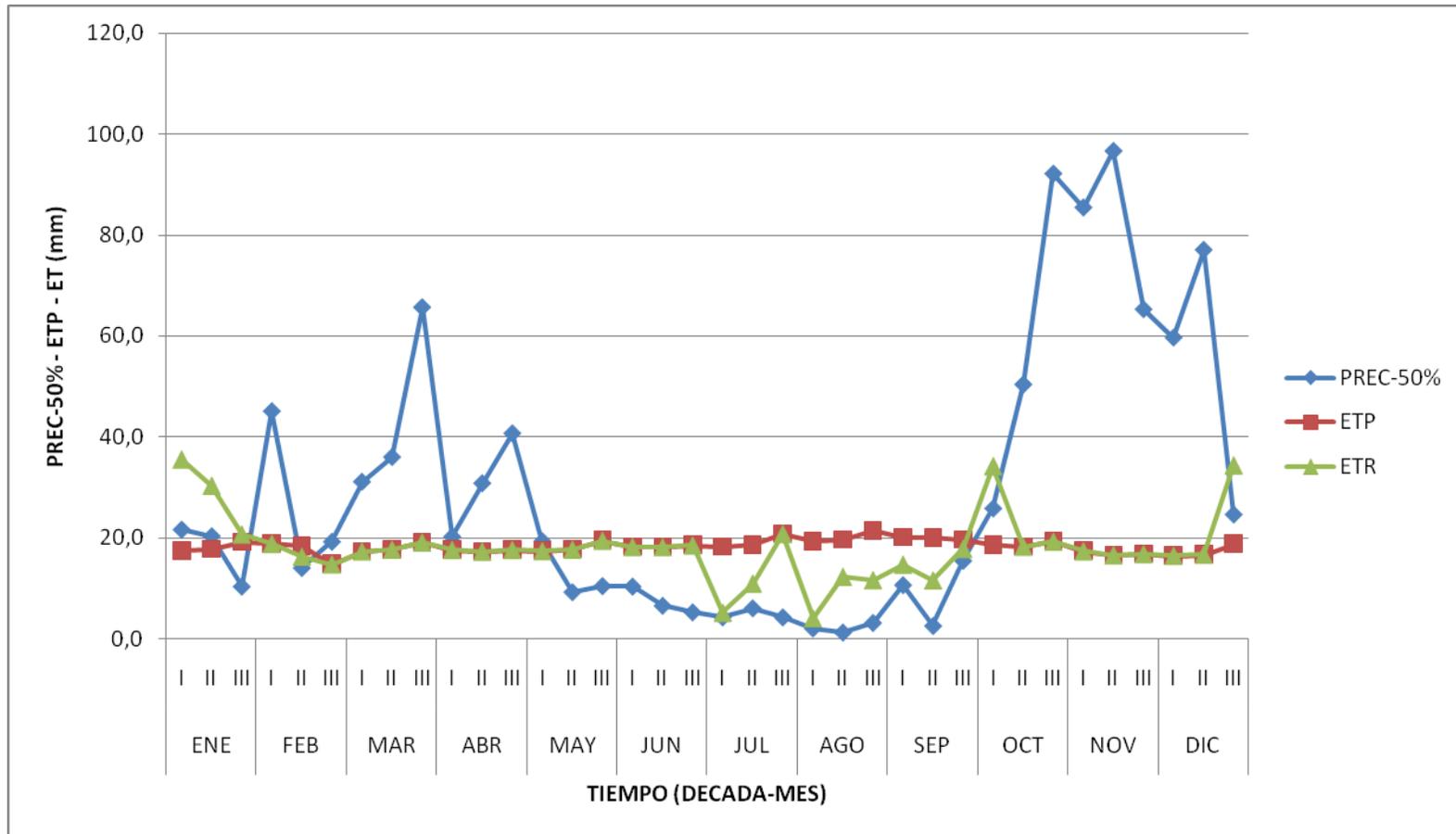
PR (%): Probabilidad.

Tabla 11. Balance hídrico climático a nivel decadal en el área del proyecto, estación Apto. Benito Salas

MESES	ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
DÉCADA	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
CAS:	107	Mm																
PREC-50%	21,6	20,3	10,3	45,1	14	19,2	31,1	36	65,7	20,2	30,8	40,7	19,3	9,2	10,4	10,3	6,5	5,2
ETP	17,41	17,77	19,13	18,82	18,39	14,75	17,32	17,68	19,10	17,62	17,30	17,63	17,39	17,71	19,45	18,23	18,20	18,53
P ALM	13,91	10,00	10,38	0,00	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ALM	106,34	96,35	85,96	89,67	87,37	95,96	106,12	109,76	114,86	122,09	129,60	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00	130,00
ET	35,51	30,3	20,68	18,82	16,3	14,75	17,32	17,68	19,10	17,62	17,30	17,63	17,39	17,71	19,45	18,23	18,20	18,53
DEF	18,1	12,53	1,55	0	2,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EXC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R(ET/ETP)	2,04	1,71	1,08	1	0,88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CAS: Capacidad de Almacenamiento del Suelo ETP: Evapotranspiración Potencial P ALM: Pérdida por Almacenamiento ALM: Almacenamiento ET: Evapotranspiración Real DEF: Déficit EXC: Excesos R (ET/ETP): relación (evapotranspiración real / evapotranspiración potencial) PREC -50%: Precipitación con probabilidad del 50%

JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC			TOTAL
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
4,2	6	4,2	2	1,2	3,1	10,6	2,5	15,4	25,8	50,4	92,2	85,5	96,7	65,3	59,7	77,1	24,6	1042,4
18,26	18,58	20,81	19,25	19,58	21,44	20,06	19,97	19,60	18,61	18,26	19,28	17,36	16,60	16,81	16,47	16,68	18,75	658,8
1,01	4,99	0,00	2,11	11,12	8,56	4,12	9,10	2,43	8,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,75	
128,99	124,00	129,33	127,23	116,11	107,55	103,43	94,33	91,90	83,51	89,14	104,48	116,41	120,64	124,11	128,32	130,00	120,25	
5,21	10,99	20,81	4,11	12,32	11,66	14,72	11,6	17,83	34,19	18,26	19,28	17,36	16,60	16,81	16,47	16,68	34,35	
13,05	7,59	0	15,14	7,26	9,78	5,34	8,37	1,77	15,58	0	0	0	0	0	0	0	15,6	133,75
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,28	0,59	1	0,21	0,63	0,54	0,73	0,58	0,91	1,84	1	1	1	1	1	1	1	1,83	



Gráfica 6. Balance Hídrico Climático. Estación Apto. Benito Salas

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cálculos de evapotranspiración, se puede observar que el área del proyecto pertenece a un régimen de lluvias variable, debido a que es alto en los meses de marzo para el primer semestre y para el segundo en los meses de octubre y noviembre, pero en general el régimen de lluvias en el año es muy poco, exceptuando en los años de época del fenómeno de la niña que se presenta en todo el país.

Los valores de evapotranspiración potencial (ETP), son bajos y constantes durante todo el año, lo cual favorece la oferta hídrica de la zona, para realizar actividades agropecuarias de la región, preocuparía la situación donde la evapotranspiración fuera mayor, debido a que la precipitación de la zona es escasa, entonces no existiría recursos hídricos para sostener las actividades agropecuarias de la zona.

El periodo de déficit de agua más alto ocurre en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, en los cuales la precipitación es menor respecto a la evapotranspiración potencial.

Después de este periodo de escasas hídrica en la zona, sigue un periodo de lluvias, a partir del mes de octubre hasta el mes de diciembre, en el cual la humedad del suelo se vuelve a restablecer. La combinación estacional da como resultado una zona climática favorable para la variación y rotación de diferentes cultivos por temporadas o semestres, generados por el balance hídrico para exceso de humedad y necesidad de humedad anual.

El índice de humedad total o Índice hídrico, Thornthwaite lo definió por la siguiente relación:

$$I_{ht} = I_h - 0,6 \times I_a$$

Donde:

I_{ht} : Índice de humedad total (adimensional)

I_h : Índice de humedad (adimensional)

I_a : Índice de aridez (adimensional)

$$I_a = \frac{EXCT}{EVAPT} \times 100 \qquad I_h = \frac{DEFT}{EVAPT} \times 100$$

Donde:

EXCT: Exceso total en el año (mm)

DEFT: Déficit total en el año (mm)

EVAPT: Evapotranspiración total anual (mm)

Para la interpretación de estos índices, se utilizaron los siguientes niveles de referencia (Tabla 11). Subdivisiones de la clasificación de Thornthwaite, de acuerdo al índice de humedad total o índice hídrico anual (Iht). Las subdivisiones según el índice de humedad (Ih), determinan los grados de humedad y la subdivisión, según el índice de aridez (Ia), que determina los rangos de humedad de acuerdo a los déficits hídricos.

Tabla 12. Subclasificación según el índice de aridez (Ia) y el índice de humedad (Ih)

SÍMBOLO	DEFICIENCIA DE AGUA	ÍNDICE DE ARIDEZ (Ia)	SÍMBOLO	SUPERHABIT DE AGUA	ÍNDICE DE HUMEDAD (Ih)
R	Poca o nada	0 – 16,7	D	Poca o nada	0 – 10
S	Moderado en verano	16,7 – 33,3	S'	Moderada en verano	10,1 – 20
W	Moderado en invierno	16,7 – 33,3	W'	Moderada en invierno	10,1 – 20
S ₂	Grande en verano	> 33,3	S' ₂	Grande en verano	> 20,1
W ₂	Grande en invierno	> 33,3	W' ₂	Grande en invierno	> 20,1

SÍMBOLO	TIPO DE CLIMA	ÍNDICE DE HUMEDAD TOTAL	SÍMBOLO	TIPO DE CLIMA	ETP (mm)
A	Superhúmedo	> 100,1	A'	Megatérmico	> 1.140
B ₄	Muy húmedo	80,1 – 100	B ₄ '	Mesotérmico IV	1.140 – 997
B ₃	Húmedo	60,1 – 80	B ₃ '	Mesotérmico III	997 – 857
B ₂	Moderadamente húmedo	40,1 – 60	B ₂ '	Mesotérmico II	857 – 712
B ₁	Ligeramente húmedo	20,1 – 40	B ₁ '	Mesotérmico I	712 – 570
C ₂	Semihúmedo	0,1 – 20	C ₂ '	Microtérmico II	570 – 427
C ₁	Semiseco	0 a -20	C ₁ '	Microtérmico I	427 – 285
D	Semiárido	-20,1 a -40	D'	Tundra	285 – 142
E	Árido	-40,1 a -60	E'	Glacial	< 142

Fuente: Revista Atmósfera, Número 5 de marzo de 1.998

Según los índices hídricos anuales de Thornthwaite, para la estación climatológica Apto. Benito Salas, el proyecto se encuentra ubicado en un tipo de clima denominado Semiseco Mesotermico I y se caracteriza por tener índices hídricos que oscilan entre 0 a -20 mm (C₁), un índice térmico que oscila entre 712 – 570 mm (B₁'), con una variación estacional del índice hídrico localizado dentro del clima húmedo con una pequeña deficiencia de agua durante el año (S), en toda el área del proyecto.

Zona Climática C₁B₁'S

De acuerdo con estas condiciones existe una dependencia del riego para llevar a cabo un adecuado desarrollo de los cultivos; aunque como ya se había mencionado anteriormente se puede trabajar una agricultura temporal en los semestres del año.

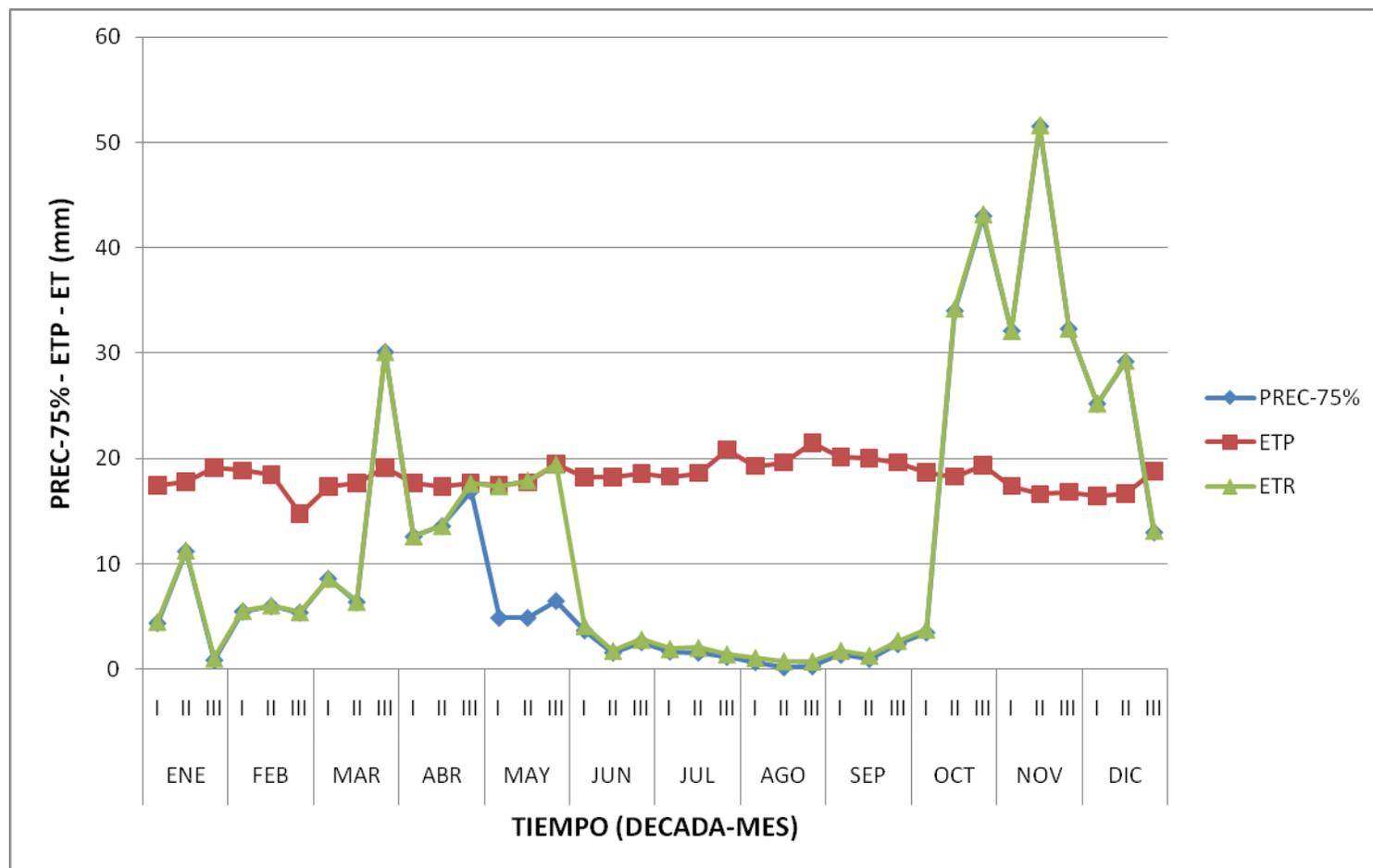
El balance hídrico para riego potencial muestra las necesidades potenciales de riego en una zona determinada. Se utilizan valores de precipitación con una probabilidad de ocurrencia del 75%, valores correspondientes a años secos. Los índices de excesos, déficits y ETR/ETP que entrega este balance se utilizan así:

Los excesos: Aunque en este balance no tienen un valor importante, sí ayudan con información útil de los meses de humedad en caso de llegarse a presentar.

Los déficits: a partir de estos valores se realiza el cálculo de los requerimientos de riego a nivel potencial, para así poder tener una idea de las necesidades de agua al momento de identificar un proyecto, se toman los tres meses o las diez décadas consecutivas de mayor déficit y se calcula el módulo neto de riego para el proyecto respectivo.(Tabla13).

Tabla 13. Balance hídrico para riego potencial a nivel decadal en el área del proyecto, estación Apto. Benito salas.

MESES	ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN							
DÉCADA	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III					
CAS: 107,00 Mm																							
PREC-75%	4,4	11,2	0,9	5,5	6	5,4	8,6	6,4	30,1	12,6	13,6	16,9	4,9	4,9	6,5	3,7	1,6	2,6					
ETP	17,41	17,77	19,13	18,82	18,39	14,75	17,32	17,68	19,10	17,62	17,30	17,63	17,39	17,71	19,45	18,23	18,20	18,53					
P ALM	0,11	0,10	0,14	0,05	0,07	0,05	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,21	0,00	0,41	0,16	0,23					
ALM	0,75	0,65	0,51	0,46	0,39	0,34	0,33	0,31	0,29	0,25	0,23	2,14	4,63	4,42	6,25	5,84	5,68	5,45					
ET	4,51	11,3	1,04	5,55	6,07	5,45	8,62	6,42	30,12	12,63	13,62	17,63	17,39	17,92	19,45	4,11	1,76	2,83					
DEF	12,9	6,47	18,09	13,27	12,32	9,3	8,7	11,26	11,02	4,99	3,68	0	0	0,21	0	14,12	16,44	15,7					
EXC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
R(ET/ETP)	0,26	0,64	0,05	0,29	0,33	0,37	0,50	0,36	1,58	0,72	0,79	1,00	1,00	1,01	1,00	0,23	0,10	0,15					
CAS: Capacidad de Almacenamiento del Suelo						ETP: Evapotranspiración Potencial						P ALM: Pérdida por Almacenamiento											
ALM: Almacenamiento						ET: Evapotranspiración Real						PREC-75%: Precipitación con probabilidad del 75%						R(ET/ETP):					
Relación (evapotranspiración real / evapotranspiración potencial)																							
JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC			TOTAL					
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III						
1,7	1,6	1,2	0,7	0,2	0,3	1,4	1	2,4	3,5	34	43	32,1	51,5	32,3	25,2	29,2	13	420,10					
18,26	18,58	20,81	19,25	19,58	21,44	20,06	19,97	19,60	18,61	18,26	19,28	17,36	16,60	16,81	16,47	16,68	18,75	658,8					
0,25	0,45	0,23	0,39	0,59	0,45	0,38	0,32	0,31	0,29	0,25	0,19	0,03	0,14	0,05	0,04	0,08	0,16						
5,21	4,76	4,53	4,14	3,55	3,10	2,73	2,40	2,09	1,80	1,55	1,36	1,34	1,20	1,14	1,11	1,03	0,87						
1,95	2,05	1,43	1,09	0,79	0,75	1,78	1,32	2,71	3,79	34,25	43,19	32,13	51,64	32,35	25,24	29,28	13,16						
5,67	10,78	6,04	10,83	17,87	15,94	15,40	15,12	16,34	17,97	17,82	15,37	2,54	13,62	5,48	4,26	9,38	20,19	401,37					
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
0,11	0,11	0,07	0,06	0,04	0,03	0,09	0,07	0,14	0,20	1,88	2,24	1,85	3,11	1,92	1,53	1,76	0,70						



Gráfica 7. Balance Hídrico para Riego Potencial. Estación Apto. Benito Salas

De acuerdo al grafico del balance hídrico para riego potencial, se puede deducir un periodo de déficit de agua en la mayoría de los meses del año, donde se puede observar que la precipitación es menor respecto a la evapotranspiración potencial (ETP), excepto en los meses de octubre, noviembre y diciembre donde la época de lluvia es mas alta, y por lo tanto existe un periodo de reposición de humedad en el suelo.

Como el proyecto de riego automatizado, tiene en uno de sus principales objetivos adelantar cultivos tecnificados, se necesita el suministro de agua en los periodos de verano; para conocer estas demandas es necesario calcular el Balance Hídrico Agrícola.

En los balances anteriores (Balances Hídricos Climáticos), la demanda de agua corresponde a la ETP. Para el balance hídrico agrícola, ésta demanda de agua corresponde al Uso Consuntivo o Evapotranspiración del Cultivo (ET_c) y se basa en los requerimientos hídricos de cada cultivo, los cuales están dados por el coeficiente de transpiración del cultivo (K_c) y la ETP.

En el balance hídrico agrícola, la oferta de agua está dada solo por los valores probables de lluvia (75% - corresponde a un año seco), siguiendo los lineamientos expresados inicialmente. Además la oferta de agua debe considerar todos los aportes por precipitación efectiva, riego, agua subterránea y además se deben descontar las pérdidas por percolación.

Según el plan de cultivos generalmente utilizado en el Distrito de Riego, utilizando en agricultura especialmente arroz, maíz, sorgo y en menor escala Soya, Pancoger y ganadería; también se tuvo en cuenta el conocimiento ancestral de los agricultores de la zona, especialmente lo que tiene que ver, con la posición de la Luna, inicios de temporadas de lluvias y sequías, posición solar, etc. Para así lograr definir el mejor programa de siembra.

Tabla 14. Plan de cultivos para el proyecto

CULTIVO	ÁREA PROYECTADA (Has)
Maíz	8,86
Mango	3,27
Naranja	3,55
TOTAL	15,68

Como ya se ha indicado la ETP refleja sólo los efectos del clima sobre el consumo de agua de los cultivos y es un valor común para todos los cultivos de una zona dada.

Para conocer la cantidad efectiva de agua evapotranspirada por un cultivo determinado en un lugar y espacio dado, se debe calcular la evapotranspiración máxima del cultivo (ET_c).

La ET_c se puede estimar como:

$$ET_c = (K_c \times ETP)$$

Donde:

ET_c : Evapotranspiración Cultivo (mm)

K_c : Coeficiente de Cultivo

ETP : Evapotranspiración Potencial (mm)

En la ecuación el coeficiente K_c corresponde al coeficiente de cultivo. El K_c permite considerar las diferencias que existen en la necesidad de agua del cultivo según el estado de desarrollo vegetativo de éste.

Los factores que influyen en el valor del coeficiente de cultivo (K_c), son principalmente:

- ✓ Las características del cultivo (estructura y resistencia estomática),
- ✓ Las fechas de plantación o siembra,
- ✓ El ritmo de desarrollo del cultivo y
- ✓ La duración del período vegetativo.

El contar con el valor K_c de las distintas etapas del cultivo permitirá calcular la cantidad de agua necesaria para cada momento.

El K_c por cultivo se calcula por mes de ciclo vegetativo, para los cultivos permanentes y semipermanentes el valor de K_c es 1.

Para el cultivo transitorio se determinó por periodo de siembra (Tabla 15). En la Tabla 16 se muestra la determinación del cálculo del Coeficiente de Cultivo (K_c) ponderado, de acuerdo a las áreas de cultivo para el proyecto.

Tabla 15. Cálculo del Coeficiente de Cultivo (Kc) semestral para el proyecto

Periodo	Década	Días Transc.	% Ciclo	Kc	Periodo	Década	Días Transc.	% Ciclo	Kc
MAÍZ (1ª siembra)					MAÍZ (2ª siembra)				
01-Mar					01-Ago				
	10-Mar	10	6,54	0,36		10-Ago	10	6,54	0,36
11-Mar					11-Ago				
	20-Mar	20	13,07	0,38		20-Ago	20	13,07	0,38
21-Mar					21-Ago				
	31-Mar	31	20,26	0,40		31-Ago	31	20,26	0,40
01-Abr					01-Sep				
	10-Abr	41	26,80	0,50		10-Sep	41	26,80	0,50
11-Abr					11-Sep				
	20-Abr	51	33,33	0,60		20-Sep	51	33,33	0,60
21-Abr					21-Sep				
	30-Abr	61	39,87	0,70		30-Sep	61	39,87	0,70
01-May					01-Oct				
	10-May	71	46,41	0,80		10-Oct	71	46,41	0,80
11-May					11-Oct				
	20-May	81	52,94	0,88		20-Oct	81	52,94	0,88
21-May					21-Oct				
	31-May	92	60,13	0,95		31-Oct	92	60,13	0,95
01-Jun					01-Nov				
	10-Jun	102	66,67	1,00		10-Nov	102	66,67	1,00
11-Jun					11-Nov				
	20-Jun	112	73,20	1,10		20-Nov	112	73,20	1,10
21-Jun					21-Nov				
	30-Jun	122	79,74	1,15		30-Nov	122	79,74	1,15
01-Jul					01-Dic				
	10-Jul	132	86,27	0,90		10-Dic	132	86,27	0,90
11-Jul					11-Dic				
	20-Jul	142	92,81	0,80		20-Dic	142	92,81	0,80
21-Jul					21-Dic				
	31-Jul	153	100,00	0,70		31-Dic	153	100,00	0,70

Se considera la precipitación de diseño aquella que corresponde al 75% de probabilidad de ocurrencia o sea la que es excedida una vez cada 3 a 4 años. En la Tabla 16, se muestra la precipitación de diseño para el proyecto, obtenida del cálculo de precipitación efectiva mediante el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, a saber:

$$Pe = f(D) \times (1,25249 \times P^{0,82416} - 2,9362) \times (10^{0,000955 \times ETc})$$

Pe: Precipitación efectiva (mm)

f(D): Función correctora para un déficit de humedad en el suelo diferente de 75 mm (para D igual a 75 mm, f(D) es 1)

P: Precipitación media con 75% de probabilidad de ocurrencia

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm)

Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm, el factor de corrección f(D) pertinente es:

CAS (mm)	20	25	27.5	50	62.5	75	100	125	150	175	200
Factor	0,73	0,77	0,86	0,93	0,97	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08

Tabla 16. Coeficiente de Cultivo (Kc) ponderado para diferentes cultivos y en diferentes etapas de crecimiento para el proyecto

CULTIVO	ÁREA SEMB. (Has)		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Maíz	8.86	Kc							0,36	0,38	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,88	0,95	1,00	1,10	1,15
		Kc × A							3,19	3,37	3,54	4,43	5,32	6,20	7,09	7,80	8,42	8,86	9,75	10,19
Mango	3.27	Kc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Kc × A	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27
Naranja	3.55	Kc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Kc × A	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55
TOTAL Kc × A			6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	10,01	10,19	10,36	11,25	12,14	13,02	13,91	14,62	15,24	15,68	16,57	17,01
TOTAL ÁREA SEMBRADA			6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	6,82	15,68											
Kc Ponderado			1	1	1	1	1	1	0,79	0,79	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,03	1,05

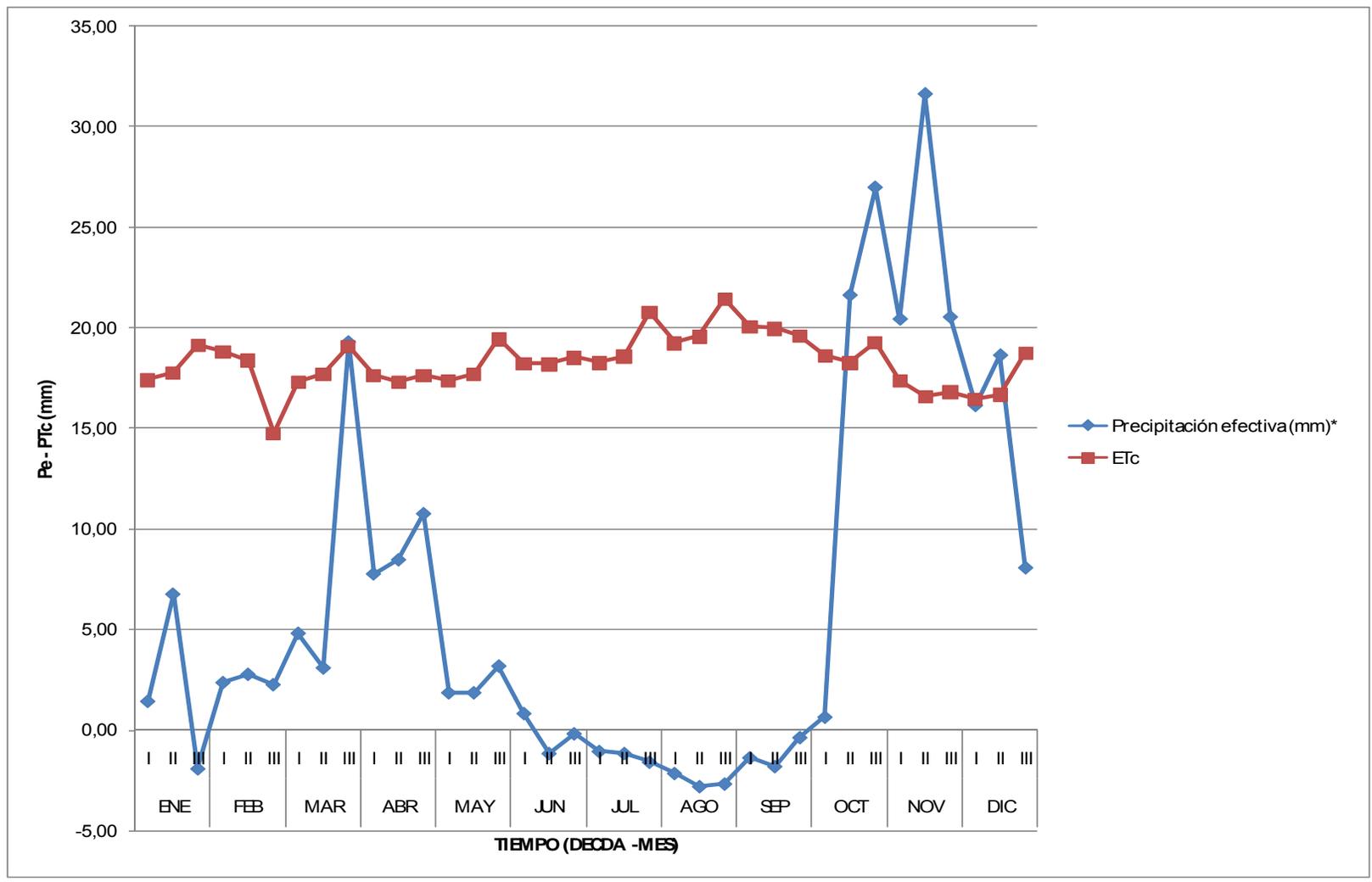
CULTIVO	ÁREA SEMB. (Has)	MES	JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
			DEC	I	II	III	I	II												
Maíz	8.86	Kc	0,9	0,8	0,7	0,36	0,38	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,88	0,95	1	1,1	1,15	0,9	0,8	0,7
		Kc × A	7,97	7,09	6,20	3,19	3,37	3,54	4,43	5,32	6,20	7,09	7,80	8,42	8,86	9,75	10,19	7,97	7,09	6,20
Mango	3.27	Kc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Kc × A	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27	3,27
Naranja	3.55	Kc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Kc × A	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55
TOTAL Kc × A			14,79	13,91	13,02	10,01	10,19	10,36	11,25	12,14	13,02	13,91	14,62	15,24	15,68	16,57	17,01	14,79	13,91	13,02
TOTAL ÁREA SEMBRADA			15,68																	
Kc Ponderado			0,97	0,93	0,90	0,79	0,79	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,00	1,03	1,05	0,97	0,93	0,90

Tabla 17. Balance hídrico agrícola a nivel decadal multianual en el área del proyecto

DESCRIPCIÓN	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Precipitación 75% prob. (mm)	4,4	11,2	0,9	5,5	6	5,4	8,6	6,4	30,1	12,6	13,6	16,9	4,9	4,9	6,5	3,7	1,6	2,6
ETP (mm)	17,41	17,77	19,13	18,82	18,39	14,75	17,32	17,68	19,1	17,62	17,3	17,63	17,39	17,71	19,45	18,23	18,2	18,53
Precipitación efectiva (mm)	1,36	6,49	-1,86	2,26	2,65	2,16	4,61	2,96	18,54	7,45	8,13	10,33	1,77	1,77	3,05	0,78	-1,14	-0,19
Precipitación efectiva (mm)*	1,42	6,74	-1,94	2,35	2,76	2,25	4,80	3,08	19,29	7,75	8,46	10,75	1,84	1,84	3,17	0,81	-1,18	-0,20
Kc ponderado	1	1	1	1	1	1	0,79	0,79	0,80	0,83	0,87	0,90	0,93	0,96	0,98	1,0	1,03	1,05
ETc (mm)	17,41	17,77	19,13	18,82	18,39	14,75	13,63	14,03	15,28	14,68	14,99	15,87	16,23	17,00	19,13	18,23	18,81	19,46
Necesidad de riego (mm)	15,99	11,03	21,07	16,47	15,63	12,50	12,56	14,63	-0,03	9,92	8,89	6,93	15,55	15,87	16,28	17,42	19,38	18,73
Necesidad de riego (mm/día)	0,52	0,36	0,68	0,59	0,56	0,45	0,41	0,47	0,00	0,33	0,30	0,23	0,50	0,51	0,53	0,58	0,65	0,62
Eficiencia de Riego	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%
Demanda bruta (mm)	17,38	11,98	22,90	17,90	16,99	13,59	13,65	15,90	-0,03	10,78	9,66	7,53	16,91	17,25	17,70	18,94	21,07	20,36
Volumen de agua a aplicar (m³) por Ha	173,84	119,84	229,01	179,02	169,90	135,90	136,52	158,98	-0,27	107,79	96,58	75,29	169,05	172,49	176,97	189,38	210,68	203,58
Modulo de riego (Lt/seg/Ha)	0,20	0,14	0,24	0,21	0,20	0,20	0,16	0,18	0,00	0,12	0,11	0,09	0,20	0,20	0,19	0,22	0,24	0,24

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm, el factor de corrección f (D) pertinente es 1.04

ESCRIPCIÓN	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Precipitación 75% prob. (mm)	1,7	1,6	1,2	0,7	0,2	0,3	1,4	1	2,4	3,5	34	43	32,1	51,5	32,3	25,2	29,2	13
ETP (mm)	18,26	18,58	20,81	19,25	19,58	21,44	20,06	19,97	19,6	18,61	18,26	19,28	17,36	16,6	16,81	16,47	16,68	18,75
Precipitación efectiva (mm)	-1,04	-1,14	-1,55	-2,09	-2,72	-2,59	-1,34	-1,76	-0,37	0,61	20,79	25,94	19,65	30,41	19,74	15,51	17,92	7,75
Precipitación efectiva (mm)*	-1,08	-1,18	-1,61	-2,17	-2,83	-2,69	-1,39	-1,83	-0,39	0,63	21,62	26,98	20,43	31,62	20,53	16,13	18,63	8,06
Kc ponderado	0,97	0,93	0,9	0,79	0,79	0,8	0,83	0,87	0,9	0,93	0,96	0,98	1	1,03	1,05	0,97	0,93	0,9
ETc (mm)	17,65	17,34	18,73	15,14	15,53	17,15	16,72	17,31	17,64	17,37	17,53	18,96	17,36	17,15	17,65	15,92	15,57	16,88
Necesidad de riego (mm)	19,34	19,76	22,41	21,40	22,38	24,11	21,44	21,79	19,99	17,98	3,33	7,68	3,07	15,06	3,76	0,36	1,91	10,72
Necesidad de riego (mm/día)	0,62	0,64	0,72	0,69	0,72	0,78	0,71	0,73	0,67	0,58	0,11	0,25	0,10	0,50	0,13	0,01	0,06	0,35
Eficiencia de Riego	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%
Demanda bruta (mm)	21,02	21,48	24,36	23,26	24,33	26,21	23,31	23,68	21,73	19,55	3,61	8,34	3,34	16,37	4,08	0,39	2,07	11,66
Volumen de agua a aplicar (m³) por Ha	210,19	214,77	243,64	232,65	243,28	262,06	233,10	236,84	217,26	195,46	36,14	83,45	33,39	163,72	40,83	3,89	20,72	116,58
Modulo de riego (Lt/seg/Ha)	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,30	0,27	0,27	0,25	0,23	0,04	0,09	0,04	0,19	0,05	0,00	0,02	0,12



Gráfica 8. Balance Hídrico Agrícola. Estación Apto. Benito Salas.

Del balance hídrico agrícola se obtiene que existe un déficit de agua durante todo el año, excepto en Marzo, Octubre y Noviembre.

Los meses donde el cultivo requiere mayor cantidad de agua son mayo, junio, julio, agosto y septiembre. La década de mayor requerimiento hídrico es la III del mes de Agosto.

Teniendo en cuenta los resultados de los balances hídricos agrícolas del área de estudio, se tiene que en la totalidad del año, presenta condiciones deficitarias de agua en términos del sistema suelo – planta – atmósfera, lo que indica que las precipitaciones de la zona no son suficientes para el abastecimiento hídrico de los cultivos. Con estas condiciones existe una exigencia del riego complementario para el desarrollo de cultivos.

Lo anterior indica que el agua es un recurso natural muy importante para las practicas agrícolas, por tal razón hay que realizar un uso racional de esta, con implementación de practicas agropecuarias tecnificadas.

La programación del riego es una metodología que permite determinar el nivel de riego a aplicar a los cultivos. Ésta consiste en establecer la frecuencia y tiempo de riego, de acuerdo a las condiciones suelo – clima del predio. Una apropiada programación del riego permite optimizar el uso del agua y maximizar la producción y calidad de los productos.

3.5 Transporte de sedimentos canal 4C del Distrito de Riego Asojuncal.

Es importante anotar que el agua para el riego en la granja de la Universidad Surcolombiana es tomada del canal 4C del distrito de riego ASOJUNCAL, y no directamente de una quebrada o de un cauce, por lo tanto no transporta ni tiene carga en suspensión; lo cual indica que es un lecho de carga de fondo.

Por esta razón al realizarse los estudios de sedimentología, se opto por hacer un estudio de granulometría de las partículas del lecho del fondo del canal.

De acuerdo a los resultados presentados por el laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Universidad Surcolombiana (11 de Junio, anexo B), se observa que según el tamaño de las partículas encontradas en el fondo del canal, existen arenas en porcentajes altos de medias y finas; por el contrario no existen gravas, hay un porcentaje mínimo de limos y arcillas pero no es tan significativo como el de las arenas. El anexo B muestra los resultados de la muestra de las partículas del fondo del canal.

3.6 Distribución de caudales:

El distrito de adecuación de tierras de mediana escala El Juncal (ASOJUNCAL), distribuye a los predios adscritos a él, 3 litros/segundo por cada hectárea beneficiada

del servicio de riego.

La Granja de la Universidad Surcolombiana adscrita al Distrito de riego bajo el código 1E260, cuenta con un área beneficiada registrada hasta el momento de 12 Has, con 10 Has cultivadas hasta ahora, suministra 3 litros/segundo a este predio. (Anexo F).

3.7 Análisis de la calidad del agua para riego:

Como ya se había mencionado en los anteriores numerales el agua utilizada para el proyecto es del canal 4C del Distrito de Riego ASOJUNCAL; los análisis de calidad de agua se realizaron en el Laboratorio de Aguas de la Universidad Surcolombiana (16/06/08). La muestra del canal 4C se tomo aguas arriba de la compuerta de derivación hacia la Granja de la Universidad Surcolombiana. El Anexo C muestra los resultados del agua analizada.

Siguiendo el instructivo para interpretación de la calidad del agua para riego agrícola propuesta por los autores Palacios y Aceves⁵, y otros, habitualmente las determinaciones que se realizan al agua de riego son (Tabla 18):

Tabla 18. Parámetros de calidad de agua para riego

PARÁMETRO DE CALIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD	RANGO PERMISIBLE
CONTENIDO EN SALES			
Conductividad Eléctrica	CE a 25°C	µS/cm	0 - 3000
CATIONES Y ANIONES			
Calcio	Ca ²⁺	mg/l	0 - 400
Magnesio	Mg ²⁺	mg/l	0 - 60
Sodio	Na ⁺	mg/l	0 - 900
Potasio	K ⁺	mg/l	0 - 2
Carbonatos	CO ₃ ²⁻	mg/l	0 - 3
Bicarbonatos	CO ₃ H ⁻	mg/l	0 - 600
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	0 - 1100
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	0 - 1000
DIVERSOS			
pH	pH	-	6,5 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	TDS	mg/l	500 - 2000
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	50 - 100

El agua de riego contiene determinadas sales que se añaden a las ya existentes en el suelo. Las sales que nos interesan son aquellas que, además de ser solubles, se

⁵ PALACIOS, Oscar y ACEVES, E. Instructivo para el muestreo, registros de datos e interpretación de la calidad del agua de riego. México: Chapingo, 1974. 49p.

descomponen en iones. Las sales disueltas totales son la suma de todas las sales contenidas en el agua. En un análisis de agua se analizan las sales mayoritarias, luego sumando los aniones y cationes se tiene una idea aproximada de contenido total de sales disueltas.

CATIONES	ANIONES
Calcio (Ca^{2+})	Cloruro (Cl^-)
Sodio (Na^+)	Sulfato (SO_4^{2-})
Magnesio (Mg^{2+})	Bicarbonato (CO_3H^-)
Potasio (K^+)	Carbonato (CO_3^{2-})

Según los resultados del análisis del agua (Anexo C), los aniones y cationes están dentro de los rangos permisibles de contenido en agua para riego.

La FAO (Organización para la Agricultura y Alimentación) indica el riesgo de producirse problemas de salinidad según los siguientes límites en contenido de sales:

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA		CONTENIDO EN SALES DISUELTAS
CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	RIESGO	mg/l o ppm
0-250	Bajo	160
250-750	Medio	160 - 480
750-2.250	Alto	480 - 1.440
más de 2.250	Muy alto	mayor de 1.440

Según los resultados del análisis del agua (Anexo C) la Conductividad Eléctrica es 85 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la cual se clasifica de riesgo **BAJO**.

El contenido de sales disueltas según norma RIVERSIDE, se clasifica de riesgo **BAJO**.

Para prever la degradación que puede provocar una determinada agua de riego se calcula el índice RAS, que es la relación de absorción de sodio. Hace referencia la proporción relativa en que se encuentran el ion sodio y los iones calcio y magnesio. Los iones se expresan en miliequivalentes por litro (meq/l).

RIESGO DE SODIO	
RAS	RIESGO
0 - 10	Bajo
10 - 18	Medio
18 - 26	Alto
más de 26	Muy Alto

Según los resultados del análisis del agua (Anexo C) la RAS es 0,06, la cual se clasifica de riesgo **BAJO**.

A partir de los datos de CE y RAS se establece una clasificación del agua según las normas de Riverside, que es un método fundamental para evaluar la calidad de las aguas de riego. El agua se clasifica como C₁S₁.

C₁ es un agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas solamente en suelos de muy baja permeabilidad y S₁ es un agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.

La dureza se refiere al contenido de calcio en el agua. Es importante para conocer por un lado, el riesgo de obstrucciones en los ramales de riego, goteos y boquillas, y por otro para indicar la utilidad de un agua en determinados tipos de suelo.

El cálculo de la dureza se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Dureza} = \frac{\text{Ca} \times 2,5 + \text{Mg} \times 4,12}{10}$$

En esta ecuación los iones se expresan en mg/l.

TIPO DE AGUA	GRADOS HIDROMÉTRICOS FRANCESES
Muy blanda	Menos de 7
Blanda	7 - 14
Medianamente blanda	14 - 22
Medianamente dura	22 - 32
Dura	32 - 54
Muy dura	>54

Fuente: Canovas Cuenca J. (1986) Calidad Agronómica de las agua de riego. Servicio de Extensión Agraria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

Según los resultados del análisis del agua (Anexo C) la Dureza es 4,6; la cual se clasifica de tipo de agua **MUY BLANDA**.

La DBO₅ se mide como mg/l o ppm de O₂ consumidas durante un período de 5 días a 20 °C en la oscuridad.

ESTADO DEL AGUA	RANGO PERMISIBLE DBO ₅ mg/l
Pura	0 - 20
Levemente Contaminada	20 - 100
Medianamente Contaminada	100 - 500
Muy Contaminada	500 - 3.000
Extremadamente Contaminada	3.000 - 15.000

Según los resultados del análisis del agua (Anexo C) la DBO₅ es 2,6; la cual se clasifica de tipo de agua **PURA**.

Debido a lo anterior y a los resultados obtenidos por el Laboratorio de Aguas de la Universidad Surcolombiana, se puede decir que el agua del canal 4C del Distrito de Riego ASOJUNCAL, presenta una calidad BUENA para el riego de los cultivos. Por lo tanto, si es recomendable para riego, el agua del Distrito de Riego ASOJUNCAL.

3.8. Plan agrícola

La Situación Actual agrícola, cuantifica el volumen, valor, costos e ingresos generados por la producción agrícola que se desarrolla en el área del Proyecto. Igualmente, estima la mano de obra requerida en las actividades agrícolas.

En el Diagnóstico se indican las principales limitantes y potencialidades del Proyecto, localizado en el Centro Experimental Piloto de Riego a Presión de la Granja de la Universidad Surcolombiana del Municipio de Palermo, Departamento del Huila.

Como consecuencia del Diagnóstico, se propone el Plan de Desarrollo Agrícola, cuyos resultados muestran el beneficio que ofrece la ejecución de las obras para el desarrollo económico y social de la zona.

El Plan Agrícola, pretende utilizar de manera eficiente los recursos con que cuenta el Proyecto tales como, obras de infraestructura a ejecutar, suelos, infraestructura existente, expectativas de los productores, disponibilidad de mano de obra, tendencia del mercado, entre otros.

3.8.1. Distribución de los sectores de riego del CEPRAP.

Tabla 19. Distribución sectores de riego

SECTOR DE RIEGO	CULTIVO	AREA Has	SISTEMA DE RIEGO	CARACTERISTICAS DE LA UNID DE RIEGO
1	Mango	1.95	Microaspersión	50 LPH, 30 PSI
2	Mango	1.32	Microaspersión	90 LPH, 30 PSI
3	Naranja	0.48	Microaspersión	40 LPH, 30 PSI
4	Naranja	1.85	Goteo	4 LPH, 30 PSI
5	Naranja	1.21	Pulsador	12 LPH, 20 PSI
6-1 6-2	Maíz	1.49	Aspersión Mediana	4 GPM, 30 PSI
7	Maíz	2.20	Aspersión grande	74 GPM,50 PSI
8	Maíz	5.16	Aspersión grande	74 GPM,50 PSI

Sectores de Riego 1, 2 y 3

Estos sectores cuentan con sistemas de riego por Microaspersión, diferenciándose por las características de la unidad de riego, y los sectores 1 y 2 se diferencian del 3 por los cultivos establecidos, ya que en los dos primeros esta con cultivo de Mango y en el tercero se encuentra cultivo de Naranja.

Sectores de Riego 4 y 5.

Estos sectores se encuentran con cultivos de Naranja igual que el sector 3, los sistemas de riego establecidos son riego por Goteo y por Pulsador respectivamente.

Sector de Riego 6.

Este sector tiene establecido sistema de riego por Aspersión mediana y se proyecta realizar cultivos de Maíz.

Sector de Riego 7 y 8.

En estos sectores se tiene proyectado realizar cultivo de Maíz y construir sistemas de riego por Aspersión grande.

3.8.2 Uso del Suelo

De acuerdo al cuadro 2, el uso actual del área agrícola del Proyecto es de 15.68 Has, en donde se encuentra un 22.64% dedicado al cultivo de Maíz (3,55 Has), y un 20.85% dedicado al cultivo de Mango (3,27 Has). Con el proyecto se desea ampliar el área de cultivos, estableciendo un cultivo de Maíz en 8,86 Has (56.51%), completando las 15.68 Has que se desean beneficiar.

Tabla 20. Distribución área total por uso del suelo (Ha) situación actual

USO DEL SUELO	AREA PRODUCCION	
	HAS	%
Naranja	3,55	22,64
Mango	3,27	20,85
Maíz*	8,86	56,51
Total	15,68	100

* Cultivo por establecer

Áreas cultivadas

Las actividades económicas del Centro Experimental Piloto de Riego a Presión es la Naranja, con un área de 3,55 Has que corresponden al 22.64% de la zona en estudio; seguida por el Mango (3,27 Has) en un 20,85%, y el cultivo proyectado de Maíz con 8,86 Has (56,51%).

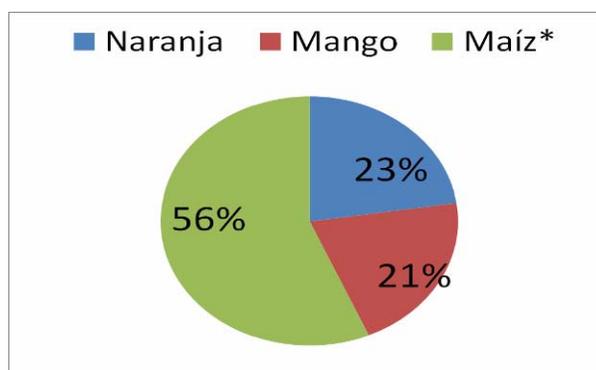


Figura 2. Distribución porcentual de las áreas del CEPRAP.

3.8.3 Patrones de Costos Agrícolas

En el Cuadro, se presentan los costos de producción en la Situación Actual para los Cultivos de Mango, Naranja y Maíz, para cada actividad identificada, discriminados en labores manuales y/o mecánicas, insumos y materiales, mano de obra, otros costos (asistencia técnica, arrendamiento, transporte) y costos financieros. Igualmente se presentan los rendimientos, el precio del producto pagado al agricultor en la Región Norte del Huila y el ingreso neto/ha.

Tabla 21. Resumen patrones de costos agrícolas situación actual (\$/Ha) para el primer año del establecimiento.

CONCEPTO	MANGO	NARANJA	MAÍZ*
Maquinaria y equipo	1.813.500	4.638.000	191.552
Insumos y materiales	2.029.553	1.102.800	1.727.416
Mano de obra(lab.cullt., cosecha y beneficio)	1.747.910	3.902.867	2.633.837
Varios (Transporte/ Entable, Admón., Arrto., otros costos)	580637	473.586	136.584
COSTOS GENERALES	6.171.600	10.117.253	4.689.388
Rendimiento (ton/ha)	0	0	10
Valor tonelada	1.000.000	700.000	845.000
INGRESO TOTAL (\$)	-	-	8.450.000
INGRESO NETO/ AÑO (\$)	-6.171.600	-10.117.253	3.760.611

Naranja

Densidad : 204 Plantas / Ha

Vidal útil del cultivo 20 años

Cosecha a los 3 años después de trasplantado

Maíz

Densidad : 74074 Plantas/Ha dos semillas por hoyo a 3 cms de profundidad

Vidal útil del cultivo 6 meses

Cosecha a los 4 meses después de trasplantado

* En el cuadro anterior se calculó con dos cosechas al año.

Mango

Densidad : 123 Plantas/Ha

Vidal útil del cultivo 15 años

Cosecha a los 36 meses después de trasplantado

Resultados globales de la Situación Actual

De forma global se puede decir que en la zona de influencia del proyecto se generan anualmente unos ingresos importantes, en las cuatro líneas más representativas. La producción de alimentos es de 40 toneladas en 15.68 hectáreas de cultivos. Estos ingresos muestran en forma global la dependencia que tiene la zona en estudio de los proyectos Agrícolas.

En la zona de influencia del proyecto se observa que la tecnología utilizada en los diferentes cultivos establecidos es nula, la gran parte de los cultivos son manejados de forma tradicional.

3.8.4 Servicios de apoyo a la producción

Crédito.

Una de los principales limitantes para lograr una producción adecuada agrícola, la constituye el difícil acceso de los campesinos al crédito.

Los problemas para la obtención radican en: trámite engorroso y costoso, problemas de morosidad en créditos anteriores, dificultades en la titularidad de los predios, modalidades de pago que no se ajustan a los ciclos de producción de los cultivos o de la ganadería y a la falta de oportunidades.

Investigación y Transferencia de Tecnología.

La investigación del sector agropecuario en la región, está a cargo de CORPOICA, localizada en jurisdicción del municipio de Neiva, pero su presencia no se identifica en el área del proyecto.

Asistencia Técnica.

En la zona se carece de tecnologías apropiadas y por más que se quiera implementar un manejo de los cultivos de manera apropiada, se carece de recursos y se limita en exceso la productividad de los predios.

Respecto a la Asistencia Técnica en cultivos, ésta se basa en la posibilidad de tramitar los créditos y alguna consulta a los profesionales de la Universidad Surcolombiana, cuando hay alguna plaga o enfermedad que no se puede controlar con tratamientos normales.

Mercadeo y Comercialización

La falta de organización de los productores, ocasionado por su excesivo individualismo, no permite su participación activa en la cadena de comercialización y resigna sus márgenes de rentabilidad a los intermediarios, no existe ningún tipo de manejo poscosecha, ni se agrega ningún valor al producto primario; además son

grandes las pérdidas de los agricultores por el mal manejo en la poscosecha de los productos.

3.8.5 Potencialidad agrícola del proyecto

El área del proyecto ofrece condiciones por su excelente ubicación estratégica y potencial en recursos de suelos y clima, que le permiten desarrollar una agricultura diversificada, con el fin de ofrecer alternativas de producción altamente generadoras de mano de obra, las cuales ofrecerían mejores condiciones sociales para los potenciales usuarios, especialmente en la transferencia de tecnología que se brindara a las diferentes instituciones que lo requieran.

Vale la pena destacar que el área del proyecto cuenta con ventajas comparativas para el desarrollo de actividades agrícolas tales como:

- ✓ Las condiciones agro ecológicas de la zona.
- ✓ La experiencia en años anteriores de los productores, en las actividades agrícolas a nivel comercial.
- ✓ Disponibilidad de agua para establecer el proyecto de riego.
- ✓ Los suelos del proyecto presentan potencial para el desarrollo de actividades diversificadas, que ofrezcan producciones escalonadas, que beneficien tanto al productor como al consumidor.

LIMITANTES PARA EL DESARROLLO AGRICOLA

Agricultura

- ✓ Limitada presencia institucional y escasa investigación y apoyo para cultivos.
- ✓ Altos costos de producción: insumos y transporte.
- ✓ La falta de apoyo y organización en el mercadeo, que no les permite obtener mejores precios y realizar una agricultura diversificada.
- ✓ Carencia de recursos económicos y limitada accesibilidad al crédito por la totalidad de los agricultores.
- ✓ Alto grado de paternalismo estatal y conformismo del agricultor.

PLAN DE CULTIVOS

Tabla 22. Líneas de producción

CULTIVO	AREA (Has)	% AREA
Mango	3,27	20,85
Naranja	3,55	22,64
Maíz	8,86	56,51

- **Variables Analizadas**

Costos de producción (\$)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	20.181.132	15.133.776	10.848.277	12.223.011	13.114.809	14.168.040
Naranja	35.916.248	31.559.486	34.174.284	42.187.085	47.448.278	52.342.737
Maíz	41.547.978	42.513.859	45.687.334	48.853.455	52.023.758	55.135.337

Volumen de producción (ton)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	0	0	16.35	17.99	19.62	21.26
Naranja	0	0	21.3	69.22	88.75	88.75
Maíz	88.60	88.60	88.60	88.60	88.60	88.60

Valor de la producción (\$)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	0	0	16.350.000	17.990.000	19.620.000	21.260.000
Naranja	0	0	14.910.000	48.454.000	62.125.000	62.125.000
Maíz	74.867.000	74.867.000	74.867.000	74.867.000	74.867.000	74.867.000

Beneficio Neto (\$)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	-20.181.132	-15.133.776	5.501.723	5.766.989	6.505.191	7.091.960
Naranja	-35.916.248	-31.559.486	-19.264.284	6.266.915	14.676.722	9.782.263
Maíz	33.319.022	32.353.141	29.179.666	26.013.545	22.843.242	19.731.663

Mano de obra (JORNAL)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	73	29	39	44	44	44
Naranja	163	98	98	146	166	182
Maíz	150	150	150	150	150	150

Resultados Fincas Tipo Agrícola

A continuación se muestran los valores cuantitativos que caracterizan los cultivos que hacen parte de cada Finca Tipo, en un horizonte de seis (6) años.

Finca tipo 1: mango

VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
COSTOS PRODUCCION (\$)	20.181.132	15.133.776	10.848.277	12.223.011	13.114.809	14.168.040
VOLUMEN PRODUCCION (Ton)	0	0	16.35	17.99	19.62	21.26
VALOR PRODUCCION (\$)	0	0	16.350.000	17.990.000	19.620.000	21.260.000
BENEFICIO NETO (\$)	-20.181.132	-15.133.776	5.501.723	5.766.989	6.505.191	7.091.960
MANO DE OBRA (Jorn.)	73	29	39	44	44	44
RENTABILIDAD (%)	-100	-100	50,715178	47,181410	49,6018737	50,05604163

Finca tipo 2: naranja

VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
COSTOS PRODUCCION (\$)	35.916.248	31.559.486	34.174.284	42.187.085	47.448.278	52.342.737
VOLUMEN PRODUCCION (Ton)	0	0	21.3	69.22	88.75	88.75
VALOR PRODUCCION (\$)	0	0	14.910.000	48.454.000	62.125.000	62.125.000
BENEFICIO NETO (\$)	-35.916.248	-31.559.48	-19.264.284	6.266.915	14.676.722	9.782.263
MANO DE OBRA (Jorn.)	163	98	98	146	166	182
RENTABILIDAD (%)	-100	-100	-56,370702	14,855055	30,9320435	18,68886413

Finca tipo 3: maíz

VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
COSTOS PRODUCCION (\$)	41.547.978	42.513.859	45.687.334	48.853.455	52.023.758	55.135.337
VOLUMEN PRODUCCION (Ton)	88.60	88.60	88.60	88.60	88.60	88.60
VALOR PRODUCCION (\$)	74.867.000	74.867.000	74.867.000	74.867.000	74.867.000	74.867.000
BENEFICIO NETO (\$)	33.319.022	32.353.141	29.179.666	26.013.545	22.843.242	19.731.663
MANO DE OBRA (Jorn.)	150	150	150	150	150	150
RENTABILIDAD (%)	80,194087	76,100221	63,868174	53,2481172	43,90925008	35,78768912

Resumen de Resultados Fincas Tipo

En el Cuadro No. 13, se presenta un resumen de todas las Fincas Tipo analizadas para la situación Sin Proyecto.

Resumen fincas tipo; horizonte 6 años

FINCA TIPO	COSTOS PRODUC.	VOL. PRODUCCION	VALOR PRODUC.	BENEFICIO NETO	MANO DE OBRA
Mango	85.669.045	75.22	75.220.000	-10.449.045	273
Naranja	243.628.118	268.02	187.614.000	-56.014.118	853
Maíz	285.761.721	531.6	449.202.000	163.440.279	900

En el cuadro se pueden analizar tres factores importantes, los cuales reflejan la condición socioeconómica que presentan las Fincas Tipo del Proyecto en las actuales circunstancias. Estos factores tienen que ver con los ingresos netos proyectados, percibidos de acuerdo al tipo de explotación; el valor de la producción; y la cantidad de jornales por hectárea que son generados por cada sistema de explotación.

Los Beneficios Netos mostrados en dicho cuadro, dejan ver resultados positivos y negativos, con lo cual se puede inferir que en las condiciones Sin Proyecto, es decir planteadas con algunas limitaciones parciales en su manejo, generarían pérdidas en el horizonte previsto (6 años) que dependiendo del tipo de explotación, se harían más gravosas como en el caso de la naranja. Caso contrario, muestra las actividades productivas realizadas con mango y maíz, los cuales a pesar de las mismas limitantes, producen ingresos positivos.

3.8.6 Situación con proyecto

PLAN DE CULTIVOS

El Cuadro No. 15 contempla las diferentes actividades productivas que se evaluarán para las condiciones Ex-post.

Tabla 23. Plan de cultivos

CULTIVO	AREA (Has)	% AREA
Mango	3,27	20,85
Naranja	3,55	22,64
Maíz	8,86	56,51

Resultados variables consideradas

Costos de producción (\$)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	24.217.358	18.160.531	13.017.932	14.667.613	15.737.771	17.001.648
Naranja	36.099.498	32.871.383	35.009.141	43.624.502	48.937.934	53.811.284
Maíz	46.857.574	48.016.631	51.824.801	55.624.146	59.428.510	63.162.404

Volumen de producción (ton)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	0	0	24,525	26,16	27,795	29,43
Naranja	0	0	50,17	77,00	98,73	98,73
Maíz	98,5675	98,5675	98,5675	98,5675	98,56	98,56

Valor producción (\$)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	0	0	25.751.250	27.468.000	29.184.750	30.901.500
Naranja	0	0	40.136.000	61.605.800	78.987.500	78.987.500
Maíz	88.710.750	88.710.750	88.710.750	88.710.750	88.710.750	88.710.750

Beneficio neto (\$)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	-24.217.358	-18.160.531	12.733.318	12.800.387	13.446.979	13.899.852
Naranja	-43.099.498	-37.871.383	-16.873.141	10.981.298	22.049.566	16.176.216
Maíz	41.853.176	40.694.119	36.885.949	33.086.604	29.282.240	25.548.346

Mano de obra (jorn)

CULTIVO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
Mango	73	29	39	44	44	44
Naranja	165	98	98	148	170	184
Maíz	156	156	156	156	156	156

3.8.7 Desarrollo fincas tipo del plan agrícola

En el presente capítulo se presenta el desarrollo de la finca tipo y los cambios previstos para un período de seis (6) años. Se presenta el mismo CEPRAP que en la situación actual.

El CEPRAP se desarrolla con la metodología presentada en la Situación Actual e incluye costos de producción, volumen y valor de producción, ingresos, jornales y rentabilidad.

Finca tipo 1: mango

VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
COSTOS PRODUCCION (\$)	24.217.358	18.160.531	13.017.932	14.667.613	15.737.771	17.001.648
VOLUMEN PRODUCCION (Ton)	0	0	24,525	26,16	27,795	29,43
VALOR PRODUCCION (\$)	0	0	24.136.000	61.605.800	78.987.500	78.987.500
BENEFICIO NETO (\$)	-24.217.358	-18.160.531	12.733.318	12.800.387	13.446.979	13.899.852
MANO DE OBRA (Jorn.)	73	29	39	44	44	44
RENTABILIDAD (%)	-100	-100	97,81367732	87,26973503	85,44398695	81,75590978

Finca tipo 2: naranja

VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
COSTOS PRODUCCION (\$)	43.099.498	37.871.383	41.009.141	50.624.502	56.937.934	62.811.284
VOLUMEN PRODUCCION (Ton)	0	0	30.17	77,00725	98,734375	98,734375
VALOR PRODUCCION (\$)	0	0	24.136.000	61.605.800	78.987.500	78.987.500
BENEFICIO NETO (\$)	-43.099.498	-37.871.383	-16.873.141	10.981.298	22.049.566	16.176.216
MANO DE OBRA (Jorn.)	165	98	98	148	170	184
RENTABILIDAD (%)	-100	-100	-41.144829	21,6916662	38,7256166	25,7536783

Finca tipo 3: maíz

VARIABLES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6
COSTOS PRODUCCION (\$)	46.857.574	48.016.631	51.824.801	55.624.146	59.428.510	63.162.404
VOLUMEN PRODUCCION (Ton)	98,5675	98,5675	98,5675	98,5675	98,5675	98,5675
VALOR PRODUCCION (\$)	88.710.750	88.710.750	88.710.750	88.710.750	88.710.750	88.710.750
BENEFICIO NETO (\$)	41.853.176	40.694.119	36.885.949	33.086.604	29.282.240	25.548.346
MANO DE OBRA (Jorn.)	156	156	156	156	156	156
RENTABILIDAD (%)	89,31998059	84,75005046	71,17431864	59,4824485	49,27305093	40,44865993

3.8.7.1 Resumen de fincas tipo

Resumen fincas tipo; horizonte 6.0 años

FINCA TIPO	COSTOS PRODUC. (\$)	VOLUMEN PRODUC. (Tn)	VALOR PRODUC. (\$)	BENEFICIO NETO (\$)	MANO DE OBRA (Jor)
Mango	102.802.853	108	243.716.800	10.502.647	273
Naranja	250.353.742	305	243.716.800	9.363.058	863
Maíz	324.914.066	591	532.264.500	207.350.434	936

La Finca Tipo 3, tiene el mejor plan de desarrollo agrícola, ya que presenta el mejor ingreso neto y genera buena cantidad de jornales. Las fincas 1 y 2 son similares en ingresos netos, aunque se diferencian en la cantidad de mano de obra.

3.9 Análisis de mercado y comercialización

El estudio de mercado tendrá como objetivo establecer, teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas en la zona, y para cada uno de los productos agrícolas factibles de ser generados, las características de la oferta y la demanda a nivel regional, nacional y aún internacional si a ello hubiere lugar; los precios al productor, y las condiciones y facilidades de su comercialización.

3.9.1. Frutas (Mango y Naranja)

La producción de frutas a nivel nacional se ha caracterizado por la estacionalidad y las notables variaciones de los volúmenes disponibles y de los precios en los mercados, situación que también, se presenta en la zona del Proyecto.

En el Departamento del Huila, como parte del Plan Estratégico de internacionalización, en el año 2003, se dio inicio a una segunda fase del Programa "Promoción de la Oferta Exportable de Frutas y/o sus derivados, del Huila, al Caribe y Centro América".

Esta segunda fase se inició, para dar continuidad a las acciones emprendidas por el Programa Integral para el Desarrollo Exportador PROINDEX, con el fin de seguir generando cultura exportadora en el departamento con ayuda del sector campesino productor de frutas, agremiaciones, asociaciones comunitarias, institutos descentralizados y universidades.

El programa ha ganado credibilidad y aceptabilidad en un 100% por parte de los productores de frutas y/o agremiaciones afines, como consecuencia de sus ejecutorias que incluyen:

- ✓ Identificación y difusión de oportunidades comerciales de la demanda internacional de frutas y/o sus derivados.
- ✓ Análisis del potencial exportador de frutas y/o sus derivados del departamento del Huila de acuerdo a la demanda internacional.
- ✓ Acompañamiento en los pasos preliminares que conlleven a la exportación de frutas y/o sus derivados, de acuerdo a la demanda internacional.

En desarrollo de esta Segunda Fase, se espera el logro de los siguientes objetivos:

1. Capacitar, asesorar y acompañar permanentemente a grupos de productores de frutas y/o sus derivados identificados en el Plan Exportador de Frutas, en la aplicación de instrumentos y mecanismos de Comercio Exterior.
2. Intercambiar experiencias tecnológicas y de investigación con productores de frutas de otras regiones que tengan proyectos exitosos con el fin de sensibilizar y estimular a los productores del departamento hacia la exportación.
3. Asesorar a los grupos de productores de frutas y/o sus derivados en ampliación o mejora de oferta exportable, aumento de participación en los mercados y alianzas estratégicas para exportar, incluyendo promoción para creación de una comercializadora que preste sus servicios a nivel nacional e internacionalmente.
4. Promover y divulgar, a nivel nacional e internacional, la compra y el consumo de las frutas seleccionadas en el Plan Exportador de Frutas del departamento del Huila.

Como actividades específicas desarrolladas, en la zona de influencia del proyecto, están los siguientes talleres:

- ✓ Técnicas aceptadas por el mercado internacional en producción limpia, mercados verdes para la conservación de la inocuidad de las frutas y características de los productos para su exportación: Neiva, Garzón y Rivera.
- ✓ Distribución física Internacional (canales de distribución, manejo de marca, precios, mercados de destino, nichos, contratos y alianzas estratégicas): Neiva, Garzón y Rivera.
- ✓ Mecanismos de importación y exportación en Colombia, acuerdos comerciales, oportunidades y amenazas del ALCA. Estrategias de comercialización (que han hecho otros países), definiendo para cada uno de los grupos un modelo de fijación de precios en el ámbito internacional teniendo en cuenta el manejo de los Incoterms (FOB, CIF, EXWORK): Neiva, Garzón y Rivera
- ✓ Visión y Misión de la Gerencia y Cultura Exportadora (Planeación estratégica, compromiso de las directivas y por qué trabajar en el mercado internacional): Neiva, Garzón y Rivera.

- ✓ Aplicación de sistemas de calidad y certificación internacional en la elaboración del Plan HACCP (Análisis de Peligros y Control en Puntos Críticos): Neiva, Garzón y Rivera.

Estas consideraciones se han tenido en cuenta para definir las especies y las áreas a ser incorporadas al Proyecto.

3.9.2 Importancia de la producción

La producción nacional de frutas ha estado orientada principalmente, al consumo, en productos frescos y sólo, algunas de ellas se destinan, parte a la agroindustria.

En la zona del Proyecto, existe un gran potencial para el desarrollo de la industria frutícola, sin embargo se tiene como limitante la deficiente oferta de materia prima, especialmente por falta de oferta permanente de volúmenes y calidades.

3.9.3 Comercialización

En la zona del Proyecto, no existen centros de acopio especializados para el mercadeo de las frutas, tan sólo se han formado, por iniciativa de particulares, unos mini-centros que permiten la comercialización de las frutas, los cuales se encargan de las labores de beneficio del producto o sea el acondicionamiento para mejorar las normas de calidad exigidos en algunos mercados, para facilitar las operaciones de compraventa, para alcanzar rendimientos propios de grandes escalas y mejorar los recursos materiales y humanos que interviene en el proceso, pero sin ningún beneficio para los productores.

En general, las frutas producidas en el área del proyecto, son comercializadas a nivel local, en Neiva, siendo sometidas a los niveles de precios impuestos por los compradores que, casi siempre, favorecen a los compradores, los cuales se reducen sensiblemente en las épocas de cosecha, con perjuicios para los productores, para quienes los beneficios se reducen considerablemente.

3.9.4 Demanda

En cuanto a demanda de frutas, en la zona del Proyecto, a nivel regional y en general a nivel nacional, existe una alta demanda potencial de frutas, no obstante el consumo per cápita a nivel nacional es relativamente bajo.

A nivel externo las frutas en general, cuentan con un amplio potencial de demanda, sólo que es necesario garantizar volúmenes, calidad y oportunidad en las entregas, aspectos que son importantes de tener en cuenta al seleccionar las especies y las áreas a ser incorporadas a la producción con el riego.

3.9.5 Maíz

La Cadena de Maíz Amarillo, Sorgo, Yuca, Alimentos Balanceados, Avicultura y Porcicultura se compone principalmente de dos eslabones, agrícola y el industrial. A continuación se hace una breve descripción del eslabón agrícola

Eslabón agrícola

El eslabón agrícola de la Cadena de Maíz Amarillo, Sorgo, Yuca. Alimentos Balanceados, Avicultura y Porcicultura, constituye la materia prima para la producción de alimentos, no sólo para aves sino, también, para otras especies animales.

En Santander el desempeño de este sector ha sido insuficiente para colmar la demanda que de estos productos se tiene, llevando a la industria a importar la materia prima para producir el alimento necesario.

Con los acuerdos de competitividad se busca incentivar la producción de materia prima, de manera tal que el beneficio sea óptimo para toda la Cadena; pues es necesario que a través de todos los eslabones exista cooperación para lograr que los productos finales lleguen a los mercados nacional e internacional con precios competitivos. De acuerdo con lo anterior, los agricultores buscan ofrecer los insumos de la mejor calidad y precio, para lo cual, este eslabón requiere de ciertas inversiones que permitan satisfacer la demanda nacional de materias primas. Esto permitirá el beneficio tanto para ellos como para la industria que de ellos depende, la cual hasta ahora ha tenido que elevar sus costos de producción por la compra en mercados internacionales de una materia prima que se puede producir en el país, ya que se cuenta con suelos aptos y suficiente mano de obra para dicho fin.

3.10 Aspectos financieros

En este punto se presenta la metodología adelantada para la elaboración del presupuesto y plan financiero del proyecto “AUTOMATIZACION CENTRO PILOTO DE RIEGO A PRESION UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA.” El informe financiero se construyo con base a la evaluación del diagnostico de la situación con proyecto y la elaboración del plan de cultivos en donde se determinaron las áreas sembradas y cosechadas por año las cuales determinan la producción anual de Mango Tommy, Naranja Valencia y Maíz indicando los meses de cosecha.

Para el año en que se realizara la ejecución del proyecto se le denomino año “1” en el cual se reflejaron los costos del mismo de acuerdo a su ejecución en el tiempo estimado en el cronograma de actividades del proyecto.

Se presentan los costos de producción por Toneladas en cada uno de los cultivos contemplado en el plan agrícola, cada uno de ellos en su ciclo de producción distribuidos en los ítems según cuadro costos de producción realizado para cada actividad agrícola; en el año uno, se contemplan los costos de producción en forma mensual a la par que los costos de las obras, a partir del año 2 y hasta el año 10, la estructura del plan financiero incluido los costos de producción y rendimientos se realiza en forma anual; las proyecciones financieras de costos se han ajustado con índices de precios al consumidor en forma anual; donde claramente se resalta la incidencia que tiene la ejecución del proyecto, La proyección de ingresos por producción se realizó según cuadro de estimación de ingresos, calculándolos en dos fases; la primera par el año 1 y la segunda para el periodo comprendido entre el año 2 y el 10, teniendo en cuenta el plan de cultivo para determinar los meses en los cuales hay producción.

El costo de la obra es presentado, realizando una discriminación de la actividades a realizar en el proyecto y su costo que se encuentra en el presupuesto detallado, para distribuirlos en los ítems del cuadro costos de montaje de proyecto, según lo relacionado su ejecución mes a mes, proyectando el presupuesto al final de la ejecución de obra la cual se ha estimado en 4 meses.

Estos costos serán relacionados en el año uno en la tabla Estado de Ingresos y Egresos año 1, junto con los ingresos y costos establecidos mes a mes, en el zona de influencia de la ejecución del proyecto.

3.10.1 Presupuesto Detallado

Los presupuestos se basaron en precios actualizados a Julio de 2008. El costo total del proyecto, incluye cada uno de los componentes que se requieren para la construcción de un distrito de riego, partiendo desde un sitio de captación del recurso hídrico hasta la entrega en cada uno de los predios objeto del proyecto.

En el cuadro de presupuesto detallado se presenta un resumen de los ítems requeridos para realizar la ejecución del proyecto; Se presentan las cantidades de obra y los presupuestos para la construcción del Sistema Intrapredial, mediante un análisis de precios unitarios teniendo en cuenta los costos de administración e imprevistos contemplados como gastos elegibles en los términos de referencia.

3.10.2 Flujo de Caja y Tasa Interna de Retorno

Para la elaboración de los indicadores financieros se estableció la tasa de interés de oportunidad TIO en un 12 %, con la cual se obtuvo un Valor Presente Neto VPN. Del Proyecto de \$205.444.669 de pesos m/cte. Con una Tasa de Interna de Retorno TIR del 14.43% lo que significa que financieramente el proyecto es viables, dado que

supera las condiciones establecidas en los términos de referencia, el cuadro Tasa Interna de Retorno fue elaborado y diligenciado proyectando las entradas de capital y los costos de un año típico y de plena producción en los cultivos de ciclo corto, junto con los con el valor de la obra discriminado de manera mensual. Luego estos son proyectados de manera anual donde se establece un excedente o déficit para cada uno de los años teniendo en cuenta para el año uno los costos de ejecución del proyecto y el valor de la infraestructura del Distrito antes de realizar las obras que está a disposición del desarrollo de la actividad agrícola.

FLUJO DE CAJA

ESTADO DE INGRESOS Y EGRESOS	AÑOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS										
Ingresos generados por actividades agropecuarias/agroindustriales	49.200.000	51.660.000	54.248.166	56.971.424	59.837.087	62.852.876	66.026.946	69.367.909	72.884.862	76.587.413
TOTAL INGRESOS	49.200.000	51.660.000	54.248.166	56.971.424	59.837.087	62.852.876	66.026.946	69.367.909	72.884.862	76.587.413
EGRESOS										
Costos de montaje del proyecto	37.735.023									
Costos de Producción	14.032.109	14.733.715	15.471.875	16.248.564	17.065.868	17.925.989	18.831.252	19.784.114	20.787.169	21.843.157
Otros egresos incluidos otros créditos (intereses, impuestos y otros)										
TOTAL EGRESOS	51.767.132	14.733.715	15.471.875	16.248.564	17.065.868	17.925.989	18.831.252	19.784.114	20.787.169	21.843.157
EXCEDENTE (DEFICIT)	-2.567.132	36.926.285	38.776.291	40.722.859	42.771.219	44.926.887	47.195.694	49.583.796	52.097.694	54.744.256
TIR	14,43									
VPN	205.444.669									

3.11. PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	DIAMETRO	UNIDADES	CANTIDAD	V/U	V/T (\$)
TUBERIA					
Tubería PVC RDE 32.5 U.Z	3"	TUBOS	78	48700	\$ 3,798,600
Tubería PVC RDE 41 U.Z	3"	TUBOS	6	43580	\$ 261,480
Tubería PVC RDE 41 U.Z	2"	TUBOS	9	21210	\$ 190,890
Tubería PVC RDE 51 U.Z	3"	TUBOS	225	36480	\$ 8,208,000
Tubería de polietileno PR35	16 mm	ML	1000	1000	\$ 1,000,000
Tubería PVC RDE 21	1/2"	TUBOS	1	6424	\$ 6,424
SUBTOTAL					\$ 13,465,394
ACCESORIOS					
Adaptador hembra PVC	1/2" x 1/4	UN	11	384	\$ 4,224
Adaptador hembra PVC	1/2"	UN	11	210	\$ 2,310
Adaptador hembra PVC	3"	UN	1	12026	\$ 12,026
Adaptador macho PVC	2"	UN	24	2435	\$ 58,440
Adaptador macho PVC	3"	UN	52	9621	\$ 500,292
Bayoneta Doble seguro	3/4" x 3/4"	UN	33	9600	\$ 316,800
Buje Soldado	3" x 2"	UN	7	8385	\$ 58,695
Codo 45° PVC	3"	UN	4	17283	\$ 69,132
Codo 90° PVC	3"	UN	22	16450	\$ 361,900
Codo 90° HG	3"	UN	2	15000	\$ 30,000
Collar de derivación PVC	2" x 1/2"	UN	11	4405	\$ 48,455
Collar de derivación PVC	3" x 1/2"	UN	4	8810	\$ 35,240
Conector polietileno original	16 mm	UN	50	500	\$ 25,000
Cuello de cisne de Aluminio de 1 mt	3"	UN	2	124000	\$ 248,000
Espigo conexión brida y macho HG x 0.20 mts	3"	UN	6	128000	\$ 768,000
Hidrante Aluminio unión hembra	3"	UN	44	84000	\$ 3,696,000
Manómetro 0-100 PSI con Glicerina	1/4"	UN	6	50000	\$ 300,000
Niple HG x 0.20 mts	3"	UN	4	20000	\$ 80,000
Niple HG x 0.40 mts	3"	UN	6	36000	\$ 216,000
Niples HG X 1.50 mts	3/4"	UN	33	24000	\$ 792,000
Obturador PVC	3/4"	UN	82	40	\$ 3,280
Racor B-3	1/4"	UN	12	2000	\$ 24,000
Racor B-103	1/4"	UN	6	2000	\$ 12,000
Silleta de caucho original	16 mm	UN	50	500	\$ 25,000
Tee PVC	3"	UN	52	21260	\$ 1,105,520
Tee HG	3"	UN	4	20000	\$ 80,000
Toma hidrantes Aluminio de 1 salida	3"	UN	3	160000	\$ 480,000
Tripode conexión en lamina	3"	UN	2	256000	\$ 512,000
Uniones HG	3/4"	UN	66	1000	\$ 66,000
Válvula de pie tipo J en bronce roscada	3"	UN	1	80000	\$ 80,000
Válvula hidrante plástica	3/4" x 3/4"	UN	5	22000	\$ 110,000
Válvula tipo globo apertura y cierre total tipo pesado	2"	UN	2	40000	\$ 80,000
Válvula tipo globo apertura y cierre total tipo pesado	3"	UN	2	144000	\$ 288,000
Válvula de triple propósito control aire	1"-2"	UN	2	200000	\$ 400,000
SUBTOTAL					\$ 10,888,314

DESCRIPCIÓN	DIAMETRO	UNIDADES	CANTIDAD	V/U	V/T (\$)
TUBERIA					
UNIDAD DE RIEGO					
Microaspersor autocompensado 30 PSI, 50 LPH Roto flow Anti-insectos. Unidad completa, (u otro similar) incluye 10% de stock		UN	260	\$ 6,000	\$ 1,560,000
Microaspersor autocompensado 30 PSI, 90 LPH Jet Anti-insectos. Unidad completa, (u otro similar) incluye 10% de stock		UN	167	\$ 6,000	\$ 1,002,000
Microaspersor Roto flow no compensado 30 PSI, 40 LPH. Unidad completa, (u otro similar) incluye 10% de stock		UN	125	\$ 5,500	\$ 687,500
Aspersor Golondrina 301 dos boquillas, 4 GPM, 30 PSI, 28 m diametro humedo, (u otro similar) incluye 10% de stock	3/4"	UN	33	\$ 80,000	\$ 2,640,000
Aspersor Golondrina 1001 circulo parcial, 74 GPM, 50 PSI, 65 m diametro humedo, (u otro similar)		UN	2	\$ 1,500,000	\$ 3,000,000
Goteros Autocompensado flujo turbulento sobre linea, 30 PSI, 4 LPH, (u otro similar) incluye 10% de stock		UN	1630	\$ 450	\$ 733,500
Pulsador 20 PSI, 12 LPH con descarga Roto flow. Unidad completa, (u otro similar) incluye 10% de stock		UN	180	\$ 8,000	\$ 1,440,000
Pulsador 20 PSI, 12 LPH con descarga Jet. Unidad completa, (u otro similar) incluye 10% de stock		UN	180	\$ 8,000	\$ 1,440,000
SUBTOTAL					\$ 12,503,000
UNIDAD DE BOMBEO					
Bomba centrifuga tipo Alta Presión 2020 QCE/25 HP 3500 RPM BARNES; motor SIEMENS trifásico. (u otra similar)		UN	1	\$ 3,852,500	\$ 3,852,500
SUBTOTAL					\$ 3,852,500
UNIDAD DE FERTIRRIGACION					
Tanque capacidad 500 lts con inyector venturi, flujómetro y modulo de conexión en PVC 1/2"		UN	1	\$ 800,000	\$ 800,000
SUBTOTAL					\$ 800,000
UNIDAD DE FILTRADO					
Filtros de Arena con colector, arena y conexiones	75	GPM	1	\$ 1,875,000	\$ 1,875,000
Filtro de Malla - Anillos con colector y conexiones	75	GPM	1	\$ 1,000,000	\$ 1,000,000
SUBTOTAL					\$ 2,875,000
ESTACION CLIMATOLOGIA					
Tanque evaporimetro tipo A con tornillo milimétrico			1	\$ 620,000	\$ 620,000
Estación Metereológica con sensores que miden y calculan: dirección y			1	\$ 8,352,000	\$ 8,352,000

DESCRIPCIÓN	DIAMETRO	UNIDADES	CANTIDAD	V/U	V/T (\$)
TUBERIA					
velocidad del viento; Humedad relativa; Punto de Rocío; Pluviómetro; Temperatura; cuatro puertos adicionales de salida.					
Spec8 Pro Software para estación metereológica			1	\$ 1,914,000	\$ 1,914,000
SUBTOTAL					\$ 10,886,000
MANO DE OBRA CALIFICADA					
Instalación Tubería PVC	2"	ML	54	\$ 700	\$ 37,800
Instalación Tubería PVC	3"	ML	2710	\$ 1,000	\$ 2,710,000
Instalación Tubería Polietileno	16mm	ML	1000	\$ 130	\$ 130,000
Instalación Hidrantes	3"	UN	44	\$ 8,000	\$ 352,000
Instalación Hidrantes	3/4"	UN	5	\$ 5,000	\$ 25,000
Instalación de unidad de filtrado		UN	1	\$ 200,000	\$ 200,000
Instalación de unidad de fertirrigacion		UN	1	\$ 200,000	\$ 200,000
Instalación de la unidad de bombeo parte hidráulica y eléctrica		UN	1	\$ 450,000	\$ 450,000
SUBTOTAL					\$ 4,104,800
OBRAS CIVILES					
Cajilla Con tapa, en concreto de 2500 PSI; cadena y candado	1x0.50x0.50	mts	12	\$ 700,000	\$ 8,400,000
Encofrados de hidrantes con concreto de 2500 PSI		UN	49	\$ 15,000	\$ 735,000
Anclajes cambio de dirección de tubería en concreto de 2500 PSI con malla electrosoldada.		UN	8	\$ 26,000	\$ 208,000
Encofrado tubería PVC en concreto de 2500 PSI con malla electrosoldada.		ml	10	\$ 27,000	\$ 270,000
SUBTOTAL					\$ 9,613,000
AUTOMATIZACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO					
Controlador GALILEO WEX, Tarjeta electrónica para manejo de 8 entradas digitales y 16 salidas con protector electrónico, Tarjeta electrónica para manejo de 16 entradas analógicas, Ocho tensiómetros electrónicos de 4 a 20 Mamp, Válvulas hidráulicas de 2" con solenoides de 24 voltios para el reemplazo de las válvulas manuales existentes, Una válvula volumétrica de 3" con señal digital, Válvulas solenoide para el retrolavado de los filtros, medidor electrónico de fertilizantes, Redes de cableado eléctrico calibre 14 y 16, Redes de tubería en polietileno para conducción eléctrica, Y demás Accesorios para conexión, control.			1	\$ 45,962,216	\$ 45,962,216
SUBTOTAL TOTAL					\$ 114,950,224
ADMINISTRACION E IMPREVISTOS 8%					\$ 10,345,520
UTILIDADES 4%					\$ 5,172,760
IVA SOBRE UTILIDAD					\$ 827,642
TOTAL					\$ 131,296,146

DESCRIPCIÓN TUBERIA	DIAMETRO	UNIDADES	CANTIDAD	V/U	V/T (\$)
MANO DE OBRA NO CALIFICADA					
Excavación y Tapado de Tubería PVC 0,4x0,4 mts	2"	ML	54	\$ 1,500	\$ 81,000.00
Excavación y Tapado de Tubería PVC 0,4x0,4 mts	3"	ML	2710	\$ 2,000	\$ 5,420,000.00
Excavación y tapado de Tubería polietileno 0,2x0,25 mts	16 mm	ML	1000	\$ 400	\$ 400,000.00
SUBTOTAL					\$ 5,901,000.00
GRAN TOTAL					\$ 137,197,145.85

3.12. CRONOGRAMA DE OBRAS

Ítem	Actividades	Duración en Semanas															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Replanteo proyecto en terreno	■	■														
2	Realización de excavaciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■							
3	Suministro de materiales: tubería y accesorios.	■	■	■	■	■	■	■	■								
4	Suministro de unidades de riego	■	■	■	■	■	■	■	■								
5	Suministro unidades de bombeo, fertirrigacion y filtrado.					■	■	■	■	■							
6	Suministro estación climatológica					■	■	■	■	■	■						
7	Suministro equipos y accesorios automatización					■	■	■	■	■	■						
8	Instalación de tuberías y accesorios				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
9	Instalación de unidad de bombeo y fertirrigacion.				■	■	■	■	■	■	■	■	■				
10	Instalación estación climatológica.												■	■	■	■	■
11	Instalación equipos y accesorios automatización.												■	■	■	■	■
12	Construcción obras civiles.					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
13	Calibración de equipos y sistemas de riego.															■	■
14	Capacitación.															■	■
15	Entrega del proyecto.																■

CONCLUSIONES

- ✓ El área del proyecto presenta una evapotranspiración potencial promedio aproximada de 659,1 mm al año. Los periodos críticos en que se requiere la mayor aplicación del riego son enero, julio, agosto, septiembre y octubre, con valores de evapotranspiración que oscilan entre 55,1 mm a 60,7 mm, teniendo como mes de mayor necesidad de agua el mes de agosto (60,7 mm).
- ✓ La década de mayor requerimiento de agua es la III de Agosto con un valor de 21,44mm. ($ET_c = 2,2$ mm/día), la cual es necesaria y muy importante tener en cuenta al momento de realizar el riego de los cultivos a establecer.
- ✓ Para los estudios de sedimentología se realizó una granulometría de partículas de fondo, donde según los resultados expedidos por el laboratorio de Mecánica de Suelos, existen arenas en porcentajes altos de medias y finas; por el contrario no existen gravas, hay un porcentaje mínimo de limos y arcillas pero no es tan significativo como el de las arenas.
- ✓ Teniendo en cuenta el instructivo para interpretación de la calidad del agua para riego agrícola, el agua del Distrito de Riego ASOJUNCAL, presenta una calidad BUENA para el riego de los cultivos.
- ✓ El área de estudio es baja en fertilidad natural del suelo y por esta razón requiere de un programa intensivo de fertilización, influyendo significativamente en el incremento de los costos de producción de los cultivos a establecer.
- ✓ Implementar un plan de fertilización orgánica en los suelos de la granja para elevar los contenidos de nutrientes y reducir los costos de producción, elevando rendimientos y productividad.

RECOMENDACIONES

- ✓ Debido a que en Junio julio y agosto se observan los meses más críticos en precipitación, se recomienda realizar el inicio de las siembras de los cultivos semestrales como el maíz, en el mes de septiembre y en marzo.
- ✓ Como el uso de la bomba seleccionada en la programación de riego es de 21 horas diarias, se sugiere adquirir otra bomba de las mismas características o similar para disminuir el tiempo de trabajo y garantizar una mayor vida útil de la bomba.
- ✓ Se puede realizar una programación de riego mensual, donde se tenga en cuenta los meses menos críticos en el cálculo de requerimientos hídricos, para que así el ciclo de riego de los sectores y la operación de la bomba sea mas corto.
- ✓ Es indispensable que la comunidad reciba un programa o campaña de capacitación sobre la importancia de protección y mantenimiento de los diferentes sistemas de riego, para de esta manera evitar su deterioro.

BIBLIOGRAFÍA

AMEZQUITA C., Edgar y otros. Fundamentos para la Interpretación de Análisis de suelos, plantas y Aguas para riego. 2ª ed. Santa fe de Bogotá: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1991. 323 Pág.

APARICIO M., Francisco Javier. Fundamentos de hidrología de superficie. México: Limusa, 1987. 302 P

Asociación de usuarios del distrito de riego y/o drenaje El Juncal "ASOJUNCAL", informe general del Distrito de Riego El Juncal.

AVELLA T., Adolfo. Notas para curso de adecuación de tierras. Bogotá ICA, 1972.

BARRERA L., Rodrigo. Riegos y drenajes. Bogotá: Universidad Santo Tomas, 1989. 628 Pág.

CORDICAFE. Costos y gastos para proyectos de diversificación. Bases tecnológicas. Santa fe de Bogotá: panamericana formas e impresos, 1995. 110 Pág.

DELGADO, Ever Motta y otros. Abastecimiento de agua para riego del lote "La Universidad". Neiva, 1982.

GRASSI, Carlos J. Manual de drenaje agrícola. Documento CIDIAT. Paipa: Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras, 1980. 197 Pág.

GUERRERO B., Enrique y Rivas A, Jorge L. Determinación del índice de erodabilidad K en los suelos de la granja de "La Universidad" de la cuenca alta del río Magdalena. Neiva, 1988, 100 Pág. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de ingeniería. Programa Agrícola.

GUTIERREZ, Satoria y Otros. Estudio general con fines de riego y drenaje para la planicie del municipio de Aipe. Neiva 1990, 100 Pág. Tesis (Ingeniero Agrícola). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa Agrícola.

HENAO S., Jesús Eugenio. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas. Bogotá: Universidad Santo Tomas - Centro de Enseñanza Descentralizada, 1988. P 31-42, 57-69.

HUDSON, Norman. Conservación del suelo. Barcelona: Reverté, 1982. 335 Pág.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Manual de riego y drenaje Bogotá. El instituto, 1986.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM. Registros de Estación Meteorológica, 2008

JARAMILLO J., Daniel Francisco. Estudio detallado de suelos del lote “La Universidad”. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1983. 27 Pág.

LINSLEY, KOHLER Y PAULUS. Hidrología para Ingenieros. 2ª Edición. Bogotá: McGraw Hill Latinoamericana, 1977

MONSALVE S., Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

PALACIOS, Oscar y ACEVES, E. Instructivo para el muestreo, registros de datos e interpretación de la calidad del agua de riego. México: Chapingo, 1974. 49p.

SOCIEDAD ANTIOQUEÑA DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS. Sistemas de riego. Medellín: Centro de publicaciones de la Universidad Nacional de Colombia, 1988. 283 Pág.

VÉLEZ O., María Victoria y Otros. Hidrología para el diseño de obras civiles con énfasis en la información escasa. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Seccional Medellín, 1.993. P.2-3.

VERGEL, Adriana María. Optimización del centro experimental piloto de riego a presión “CEPRAP” con fines de mejoramiento académico y transferencia de tecnología, granja Universidad Surcolombiana, Sector Juncal – Municipio de Palermo, Neiva 2005.

ANEXOS

ANEXO A. Información Climatológica Estación Aeropuerto Benito Salas – Neiva.

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADEALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

1988	01	90.9	64.5	69.6	34.3	56.1	44.2	51.6	56.1	50.8	58.2	52.4	43.3	672.0
		69.8	68.9	56.5	49.0	55.2	62.6	58.6	58.7	52.2	40.1	53.9	60.6	686.1
		71.0	26.4	56.3	45.3	57.7	66.0	54.3	49.3	54.8	75.1	51.3	70.3	677.8
1989	01	51.8	54.3	59.3	49.2	66.0	51.7	56.5	73.3	59.1	71.1	59.8	71.4	723.5
		76.0	60.0	40.1	61.1	66.5 3	47.3	56.8	55.6	70.5	67.2	81.4	68.6	751.1 3
		66.5	37.1	65.8	46.9	43.3	54.9	64.6	62.5	61.1	69.9	59.3	72.6	704.5
1990	01	54.5	43.7	38.9	56.3	61.6	61.8	57.2	47.7	59.3	50.3	56.7	51.6	639.6
		73.5	40.4	48.1	50.3	52.5	62.9	62.6	57.7	69.4	44.7	52.4	77.3	691.8
		59.9	26.8	66.1	30.7	49.1	48.0	65.8	66.2	62.7	61.4	53.9	52.9	643.5
1991	01	71.8	65.0	47.0	48.9	49.8	55.2	51.0	44.3	50.2	56.7	38.3	61.4	639.6
		70.7	45.3	73.0	58.3	51.8	68.6	37.6	30.4	35.5	59.9	65.3	44.6	641.0
		76.6	40.0	46.2	53.8	57.3	44.6	43.9	52.9	59.9	70.4	46.6	62.7	654.9
1992	01	62.4	41.8	50.4	48.6	61.5	55.3	39.5	48.4	54.9	55.4	52.5	56.8	627.5
		72.8	65.7	32.9	39.3	56.7	57.5	60.8	61.1	59.9	56.8	57.9	57.7	679.1
		68.7	35.9	59.9	61.5	54.9	68.4	41.4	64.7		66.5	47.0	67.9	636.8 3
1993	01	58.1	53.1	29.1	47.1	59.3	59.7	74.6	57.5	40.1	60.6	51.6	51.9	642.7
		47.6	70.5	57.7	54.0	46.0	41.9	61.2	59.7	54.3	40.6	50.7	60.2	644.4
		75.8	40.2	44.1	51.3	61.5	43.9	72.1	74.9	67.2	45.3	48.8	78.7	703.8
1994	01	66.8	53.1	48.8	49.1	48.8	57.9	60.3	55.0	44.3	54.9	52.5	66.1	657.6
		61.7	67.5	40.3	51.8	52.9	50.4	48.9	52.1	52.4	56.2	70.0	67.3	671.5
		57.6	27.0	46.6	55.2	55.0	66.2	67.4	51.7	47.6	69.7	49.4	64.5	657.9
1995	01	86.2	67.8	42.1	53.4	55.4	57.2	64.6	62.9 3	40.6	55.3	56.3	55.4	697.2 3
		56.9	72.6	47.3	41.2	35.9	57.1	55.1	45.6	66.3	48.3	59.9	58.2	644.4

		73.3	35.3	31.9	52.0	61.7	50.7	65.1	76.3	64.9	71.4	73.7	71.0	727.3
1996	01	61.7	48.5	38.0	47.0	58.2	57.1	43.1	57.0	59.7	55.2	77.0	51.2	653.7
		69.3	40.2	55.9	64.8	55.4	61.0	36.7	60.8	48.1	54.2	53.3	55.2	654.9
		70.7	52.7	71.8	71.8	72.8	49.7	77.6	68.5	58.3	74.9	59.3	78.1	806.2
1997	01	55.4	58.9	54.6	50.7	39.6	44.9	44.5	41.2	55.8	53.0	36.6	74.9	610.1
		53.3	74.2	40.4	55.6	57.2	63.3	55.3	56.4	51.5	51.0	51.4	75.0	684.6
		60.9	49.5	61.7	52.2	40.7	60.6	47.9	76.1	40.8	83.6	60.7	80.0	714.7
1998	01	62.3	48.0	36.5	56.1	46.3	62.7	38.9	47.3	60.7	50.2	62.6	49.6	621.2
		77.3	49.5	58.2	50.2	45.2	53.5	53.6	61.5	48.5	67.1	51.1	48.3	664.0
		86.9	51.9	37.7	46.2	37.7	60.7	61.0	62.3	58.5	69.8	48.8	74.8	696.3
1999	01	51.3	59.4	67.4	39.2	55.3	54.3	60.3	57.4	46.8	76.6	70.7	69.8	708.5
		51.5	35.5	54.9	42.4	42.2	61.7	71.4	54.5	40.4	56.5	51.9	71.8	634.7
		64.5	50.5	44.2	42.6	66.8	55.0	53.6	74.6	39.0	57.5	45.0	72.1	665.4

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

2000	01	66.5	74.8	48.0	60.3	47.2	57.7	69.9	65.4	50.4	50.7	53.5	52.4	696.8
		62.1	70.0	66.4	46.9	54.9	66.2	53.0	73.0	59.8	45.4	51.4	56.6	705.7
		75.7	37.9	36.2	36.5	52.3	73.3	56.7	70.7	41.5	56.7	53.8	55.5	646.8
2001	01	83.8	51.0	51.1	67.2	42.5	58.2	49.1	45.5	39.6	63.5	56.9	52.5	660.9
		63.4	82.0	53.0	49.4	57.1	38.9	53.5	51.1	56.7	72.9	57.4	51.1	686.5
		84.8	38.0	59.0	60.3	61.9	56.5	73.0	66.5	64.3	65.6	50.3	62.3	742.5
2002	01	90.5	58.4	72.0	45.0	46.3	49.1	49.2	55.4	63.0	65.7	41.3	69.1	705.0
		77.9	73.6	45.0	73.9	51.3	64.0	56.1	51.3	53.0	51.7	65.1	52.4	715.3
		51.5	38.8	56.3	41.8	34.5	57.9	62.9	61.4	66.5	58.7	73.5	91.4	695.2
2003	01	69.7	43.7	54.7	40.7	58.1	58.9	65.7	53.6	59.4	48.3	55.4	61.4	669.6
		74.1	56.0	49.8	49.7	47.3	46.4	52.1	66.2	47.7	55.9	67.0	56.6	668.8
		73.5	44.9	43.6	44.7	65.6	54.4	46.8	60.8	42.8	68.4	63.9	65.6	675.0
2004	01	71.2	80.7	62.8	58.7	47.2	62.6	68.0	46.4	44.6	56.1	55.4	52.9	706.6
		60.1	77.2	75.8	50.5	49.4	62.3	57.1	53.8	61.9	60.1	48.6	50.1	706.9
		86.8	32.6	46.7	45.4	58.1	57.4	58.0	74.5	49.4	52.0	67.1	70.0	698.0
2005	01	61.7	40.6	47.5	44.5	55.0	51.3	68.3	37.3	58.9	53.3	63.6	63.2	645.2
		55.2	65.9	49.2	54.9	35.9	51.2	44.7	37.6	46.3	53.1	44.7	65.0	603.7
		68.0	51.8	57.7	45.5	55.5	41.1	55.8	73.5	54.5	50.9	65.1	69.6	689.0
2006	01	62.4	57.2	47.1	49.3	34.6	32.8	53.4	55.7	56.8	48.6	55.3	58.3	611.5
		61.2	73.5	39.5	43.1	58.0	52.8	45.9	50.7	47.3	39.8	42.3	59.4	613.5
		60.5	42.2	43.4	46.3	73.4	64.2	60.5	63.6	65.6	52.8	68.5	61.6	702.6
2007	01	78.5	81.8	42.9	45.9	52.7	43.9	59.6	44.2	51.2	50.0	58.7	49.6	659.0
		70.8	71.4	47.0	56.0	52.9	48.6	75.3	41.9	45.2	38.2	51.0	50.8	649.1
		85.9	43.3	40.4	31.3	33.2	21.5	78.1	50.9	49.7	59.7	59.9	61.7	615.6
MEDIOS		67.88	57.32	50.39	49.58	52.08	53.83	56.27	52.58	52.31	56.69	55.36	58.14	662.4

	65.26	63.00	51.55	52.12	51.22	55.91	54.82	53.99	53.35	52.99	56.34	59.34	669.9
	70.96	40.14	50.78	48.07	54.65	54.75	60.33	65.10	55.22	64.02	57.30	69.17	690.5
MAXIMOS	90.90	81.80	72.00	67.20	66.00	62.70	74.60	73.30	63.00	76.60	77.00	74.90	90.9
	77.90	82.00	75.80	73.90	66.50	68.60	75.30	73.00	70.50	72.90	81.40	77.30	82.0
	86.90	52.70	71.80	71.80	73.40	73.30	78.10	76.30	67.20	83.60	73.70	91.40	91.4
MINIMOS	51.30	40.60	29.10	34.30	34.60	32.80	38.90	37.30	39.60	48.30	36.60	43.30	29.1
	47.60	35.50	32.90	39.30	35.90	38.90	36.70	30.40	35.50	38.20	42.30	44.60	30.4
	51.50	26.40	31.90	30.70	33.20	21.50	41.40	49.30	39.00	45.30	45.00	52.90	21.5

** ORIGENES DE DATO **

3 : INCOMPLETOS

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE EVAPORACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *

1988	01		55.8	61.1	46.7 3	59.7	57.7 3	57.4 3	85.6	76.2	54.7 3	48.0	26.6 3	629.5 3
			56.2	54.7	44.2	54.6	66.8	81.5	74.0	61.1	42.2 3	39.4 3	50.6	625.3 3
			40.8	52.8	47.9	58.6	65.7	75.8	72.0	76.4	58.8	41.3 3	56.0	646.1 3

1989	01	37.4 3	54.5	51.2 3	42.4	57.6	51.7	72.0	78.2	54.9	74.9	51.7	48.3 3	674.8 3
		51.0	54.9	40.1 3	55.5	65.0	*	91.8	76.7	81.0	58.9	70.9	59.7	705.5 3
		57.3	44.0	69.7	52.4	51.2 3	64.7	63.7	59.9	67.7	71.9	53.7	72.2	728.4 3

1990	01	47.7 3	51.4	43.5	52.0	46.5 3	42.2 3	70.4	90.7	78.9	73.2	45.3 3	39.8	681.6 3
		56.1	45.8	58.6	50.1	54.6	75.8	58.0 3	84.0	87.7	46.0	51.4	55.2	723.3 3
		54.6	31.4	69.0	44.4	68.4	70.9	95.1	81.4	82.5	48.5 3	45.9	38.1 3	730.2 3

1991	01	46.6	51.6 3	58.1	47.8	55.1	58.6	40.9 3	59.6	81.9	39.1 3	35.3 3	34.7 3	609.3 3
		54.2	48.0	63.3	45.9 3	49.0 3	57.6 3	64.5	77.8 3	73.0	55.6 3	*	33.8 3	622.7 3
		58.9 3	46.9	57.8	63.9	47.2 3	38.3 3	69.1 3	69.5 3	69.8	80.5	46.1	48.6	696.6 3

1992	01	35.0 3	50.1	59.4	46.4 3	*	60.1 3	78.6	83.8	*	64.9	44.6 3	33.2 3	556.1 3
		51.8	40.5 3	54.6	47.9	60.5 3	72.0 3	74.5	60.0 3	63.4 3	55.5 3	34.8 3	42.3 3	657.8 3
		60.9	44.4	65.7 3	66.5	39.1 3	57.8 3	87.7	76.2 3	57.6 3	66.8	27.2 3	41.6 3	691.5 3

1993	01	51.1	41.6 3	31.6 3	39.1	56.8	58.4 3	62.9	77.0 3	48.4 3	70.5 3	38.3 3	40.6 3	616.3 3
		39.0 3	53.6 3	56.8 3	56.5	53.5	73.7	*	69.1 3	71.2 3	49.9 3	33.8 3	39.7 3	596.8 3
		68.1	41.0 3	49.6 3	52.7	48.3	58.2	80.9	63.3 3	63.8 3	54.6	39.8 3	50.8 3	671.1 3

1995	01	98.9	66.9	60.1	56.9	61.2	42.3 3	60.5	64.3	72.1	74.4	37.3 3	47.8	742.7 3
		126.6	61.0	57.2	35.5	39.7	56.7	62.3	59.3	74.0	55.8	48.5	38.0 3	714.6 3
		103.7	42.9	43.8	49.0	63.8	62.8	71.7	96.7	89.6	63.0	55.0	51.0	793.0

1996	01	42.5	42.2	39.4	50.4	59.8	69.7	52.0	76.1	67.1	61.8	52.7	30.9 3	644.6 3
		*	37.3	59.9	56.9	50.3	62.9	66.4	80.2	90.0	63.0	52.1	53.3	672.3 3
		57.1	42.0 3	65.2	59.5	58.2	60.0	81.3	80.1	86.0	55.7 3	52.1	64.3	761.5 3

1997	01	49.3	44.7	60.9	54.0	55.2	56.3	59.4	79.6	69.3	73.6	59.8	58.0	720.1
		48.4	59.7	44.0 3	64.2	60.6	57.8	87.3	78.7	77.6	61.7	38.9 3	60.9	739.8 3

		51.3 3	43.8 3	65.7	48.4	66.0	54.5	80.1	98.5	64.9	71.5	51.6	64.0	760.3 3
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

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE EVAPORACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

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

MAXIMOS 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
MINIMOS	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 **

** ORIGENES DE DATO **

* : DATOS INSUFICIENTES

3 : INCOMPLETOS

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

```

*****
A#O  ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1988  01      4.0    26.9   15.8    7.8    6.2   87.7    2.9   38.7   106.2   18.1   135.0   449.3 3
      19.7    29.6   73.2   15.7   23.5    .2   19.1    6.9   172.2  139.4   94.7   594.2 3
      70.9    2.2    17.8    6.7    3.7    3.8    6.4   69.5   54.5  150.8  151.8   538.1 3
-----
1989  01  123.8   40.7   82.7   34.8   29.8    8.4    3.4    5.4   22.0   52.3   16.5   17.3   437.1
      .1    24.7  102.8    3.3   27.0    8.0    .0   49.5    .2   25.0    2.1   17.8   260.5
      41.6   16.9   89.6   21.5    6.5    3.8   46.3   13.9    1.6   92.2   14.7   26.3   374.9
-----
1990  01  215.9   49.2   20.4   51.0   57.7    3.7    6.6    1.7    .3   70.0   73.1   60.7   610.3
      14.1   37.0    1.0   13.9    1.4    2.5    6.0    .9    3.0   50.4   12.7    .0   142.9
      17.2   11.4   38.5  104.8   13.1    2.6    8.7    8.2    2.4  174.3   71.9  162.8   615.9
-----
1991  01   10.5   63.9   61.5    1.1    .4    4.7    8.3   13.9    .1   35.1  102.6   56.2   358.3
      5.7    8.2    5.6  128.0   47.9   29.7    3.7    .0    6.9   17.0   96.7   85.2   434.6
      .0    2.5  111.7   50.4    2.9    8.5    4.2   12.4   32.6    .1   39.0   28.5   292.8
-----
1992  01    2.6   45.1    .3   69.5   26.4    1.4    1.7    .7    .2   25.1   77.1  159.6   409.7
      22.1   25.3   28.4   19.0    1.6    .1    7.0   10.0    1.0   56.9  163.4   53.6   388.4
      44.1   19.2   18.8    5.9    5.4    2.1    .2    .0   37.8   32.7   88.7   12.9   267.8
-----
1993  01   21.6  137.9   31.1   11.3   30.8    .7   62.5    .0    5.4    .1  113.9   47.3   462.6
      15.5   44.3   35.2   13.6   17.6   3.1   12.6   3.7    1.4   46.1  153.1  110.5   456.7
      .6   83.6  126.9   40.7   24.6   3.1    3.7    .3   99.5   68.9  132.4   39.9   624.2
-----
1994  01  127.2    9.1   87.3   32.8   22.0   10.3   11.9    2.0    1.4   95.4   35.9    9.9   445.2
      11.2    3.9   51.5    3.9   12.9    .3    .3    1.2    1.1   71.1  152.5   29.2   339.1
      22.4   84.9   68.6   30.4   28.1    6.3    4.2    .0  107.1  247.0   65.3   31.5   695.8
-----
1995  01    4.4   50.3   76.7    .9   23.7   62.7    6.0    3.8   25.8   77.5  106.8   25.2   463.8
      9.0    4.2   23.1  181.5    6.4   10.2   15.3   3.9    2.5   36.3   65.8  200.0   558.2
      2.8   10.7   39.9   41.6    8.0    .5   46.0    .4   15.4   43.0   39.2   20.7   268.2
-----
1996  01    5.2  126.1   61.5    2.2    .3    .8    2.3    8.1    5.0   38.5    6.6  141.3   397.9
      91.8   14.0  113.2  107.5   75.8   11.4    1.6    .0    .3  137.3   51.5    3.7   608.1

```

		28.6	48.4	2.7	12.7	25.6	64.8	1.2	18.2	.4	123.6	40.5	20.7	387.4
1997	01	50.1	38.9	14.9	6.0	11.7	68.4	.9	.0	10.6	.0	28.7	.2	230.4
		77.0	13.5	129.6	49.9	1.3	2.5	.0	.8	.0	55.2	98.7	89.9	518.4
		72.9	.0	18.3	103.4	1.4	30.5	.4	.6	14.7	22.8	18.9	.4	284.3
1998	01	69.2	5.5	164.7	12.6	78.5	10.7	2.9	7.6	16.5	7.4	108.3	66.7	550.6
		.0	2.5	6.4	55.1	.9	5.6	25.2	.0	15.5	49.5	116.9	28.5	306.1
		.0	5.1	106.0	16.9	15.9	5.2	3.4	3.1	.6	132.5	35.5	24.5	348.7
1999	01	103.8	64.3	17.7	71.7	68.4	21.3	4.2	6.2	38.4	15.5	136.6	125.2	673.3
		20.3	140.2	3.8	2.9	4.9	16.3	.3	2.4	3.1	74.6	45.3	109.7	423.8
		17.5	444.2	55.9	1.2	10.4	8.1	1.4	.2	182.5	239.9	69.0	1.1	1031.4

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

2000	01	30.5	114.8	76.8	49.2	19.3	3.6	.6	7.7	23.6	3.9	14.1	81.7	425.8
		34.7	65.6	36.0	18.7	18.9	12.6	11.1	2.0	3.7	.3	81.6	31.3	316.5
		53.1	119.0	130.6	14.0	10.4	10.5	.0	11.7	84.3	81.1	1.7	13.0	529.4
2001	01	2.1	.9	2.6	13.2	28.0	54.5	15.9	3.5	14.2	.0	85.5	47.3	267.7
		27.4	2.8	176.2	3.9	6.8	1.2	13.4	.2	26.9	34.0	118.4	36.7	447.9
		10.3	23.0	33.9	23.9	35.9	.8	5.3	.1	3.0	34.5	32.3	102.8	305.8
2002	01	16.0	81.9	4.6	69.9	8.5	81.4	26.4	.6	5.2	.3	140.8	22.9	458.5
		13.2	.5	87.6	4.6	9.0	9.7	11.2	.0	1.3	12.1	1.0	79.2	229.4
		.1	41.9	131.9	74.3	132.9	.3	4.2	2.2	10.9	81.3	.0	24.6	504.6
2003	01	.0	.0	.5	20.2	3.4	25.2	3.0	1.8	15.7	53.1	35.7	59.7	218.3
		30.6	15.6	115.8	75.8	9.2	6.5	2.9	.2	.1	.7	118.0	22.2	397.6
		4.2	15.5	95.2	70.4	1.8	1.3	.5	.0	38.8	141.9	155.3	2.5	527.4
2004	01	32.6	.0	2.4	15.8	5.1	4.3	13.1	.2	39.9	3.5	115.5	121.1	353.5
		72.9	9.8	.0	84.4	13.9	1.5	2.4	1.1	1.4	49.1	124.7	59.7	420.9
		8.8	92.8	30.1	112.3	10.3	6.7	5.7	5.6	.2	133.7	99.7	.9	506.8
2005	01	15.7	96.9	53.4	18.8	1.7	2.5	.6	.0	6.7	25.8	106.0	173.1	501.2
		75.6	13.5	1.9	19.5	8.5	.9	7.8	.8	.2	170.6	30.8	86.6	416.7
		10.3	5.4	9.4	107.4	27.0	16.2	.2	61.0	22.4	31.9	31.0	120.9	443.1
2006	01	125.4	42.9	118.0	41.7	2.3	42.7	.1	1.2	.4	.1	100.5	51.4	526.7
		68.3	47.7	68.4	128.9	1.8	1.6	9.9	2.1	10.0	79.6	60.7	77.1	556.1
		.9	3.2	67.2	13.4	.5	3.7	25.7	2.4	10.4	106.8	119.1	18.1	371.4
2007	01	.0	1.3	8.6	115.1	4.9	12.4	1.4	1.4	.1	104.9	32.1	2.6	284.8
		14.7	6.0	39.4	30.8	11.8	7.6	2.2	2.2	6.1	198.3	56.4	158.8	534.3
		80.5	1.5	65.7	142.6	47.0	5.4	25.3	12.2	1.2	171.0	76.7	40.4	669.5
MEDIOS		50.35	48.69	45.63	32.68	21.54	21.30	12.98	3.435	13.51	35.74	72.72	70.22	428.8

	31.80	24.95	52.78	50.92	14.67	7.740	6.655	5.005	4.580	66.82	84.49	68.72	419.1
	21.89	55.01	62.16	50.28	20.72	9.205	9.520	7.945	36.77	100.7	64.09	42.22	480.5
MAXIMOS	215.9	137.9	164.7	115.1	78.50	81.40	87.70	13.90	39.90	106.2	140.8	173.1	215.9
	91.80	140.2	176.2	181.5	75.80	29.70	25.20	49.50	26.90	198.3	163.4	200.0	200.0
	80.50	444.2	131.9	142.6	132.9	64.80	46.30	61.00	182.5	247.0	155.3	162.8	444.2
MINIMOS	0.000	0.000	0.300	0.900	0.300	0.700	0.100	0.000	0.100	0.000	6.600	0.200	0.0
	0.000	0.500	0.000	2.900	0.900	0.100	0.000	0.000	0.000	0.300	1.000	0.000	0.0
	0.000	0.000	2.200	1.200	0.500	0.300	0.000	0.000	0.200	0.100	0.000	0.400	0.0

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS DECADALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

1988 01 30.3 29.1 28.8 27.8 27.8 27.5 26.3 28.6 26.6 25.0 27.8 3
28.7 29.1 28.9 3 27.2 27.9 27.2 27.9 29.1 25.5 3 25.8 26.1 27.6 3
28.4 27.9 28.7 27.2 28.9 28.0 28.4 27.9 26.6 26.0 26.0 27.6 3

1989 01 25.8 26.3 27.2 26.1 26.8 27.0 27.1 28.9 27.7 28.4 27.1 27.8 27.2
27.3 3 26.8 25.3 28.0 27.3 27.3 28.1 28.2 28.4 27.4 28.5 28.4 27.6 3
27.6 26.9 26.3 27.4 26.5 27.5 27.7 27.0 28.5 27.3 27.9 28.0 27.4

1990 01 27.0 27.6 27.1 27.1 27.1 28.5 28.3 28.9 30.1 27.7 26.7 26.0 27.7
28.0 26.7 28.7 28.0 27.9 28.0 28.2 29.9 29.8 27.4 27.8 27.6 28.2
28.1 26.5 27.6 26.3 27.8 28.3 28.2 29.2 29.9 26.7 26.6 26.5 27.6

1991 01 27.6 27.7 27.5 27.4 27.6 28.6 27.5 27.4 29.6 28.4 26.3 27.2 27.7
27.5 27.9 28.7 27.2 27.5 28.7 27.7 27.7 29.1 28.4 26.6 26.4 27.8
28.7 28.6 26.6 27.9 27.5 27.3 28.4 28.6 29.2 29.5 27.0 26.9 28.0

1992 01 27.8 28.6 29.2 27.9 28.0 29.3 28.4 29.1 29.9 28.8 28.0 26.2 28.4
28.4 3 28.3 28.7 27.7 29.8 29.8 28.4 29.3 29.2 29.3 26.6 26.7 28.5 3
27.9 28.5 29.5 28.6 28.3 29.7 28.5 30.2 28.9 28.8 26.2 27.5 28.6

1993 01 26.7 27.2 3 25.5 27.2 27.5 28.4 27.8 29.0 28.4 29.0 26.7 26.9 27.5 3
26.7 28.0 27.4 27.3 26.8 28.1 27.1 28.8 28.9 27.6 26.1 26.6 27.5
28.7 27.1 26.1 27.1 26.7 27.8 28.3 29.3 29.5 27.0 26.2 27.3 27.6

1994 01 26.6 26.7 26.6 26.2 26.8 27.0 27.1 28.3 29.6 28.2 26.6 27.0 27.2
26.8 28.2 26.0 27.1 27.2 28.1 28.0 28.3 29.9 26.4 27.1 27.5 27.6
26.8 26.5 26.6 27.5 27.0 27.7 28.9 28.8 27.6 26.7 25.6 27.4 27.3

1995 01 29.7 28.5 27.9 28.0 27.8 27.3 27.4 27.9 29.0 29.1 26.7 26.6 28.0
28.1 29.8 27.6 26.6 26.6 28.0 28.8 27.4 29.8 27.2 26.2 26.3 27.7
29.3 28.0 26.4 26.9 27.6 28.4 27.7 29.9 30.5 26.9 27.2 26.4 27.9

1996 01 30.0 28.2 29.2 31.2 31.1 30.7 30.0 31.6 31.6 30.9 31.6 28.3 30.4
29.8 29.0 29.7 30.1 29.3 30.8 30.0 31.8 32.8 29.5 29.4 29.6 30.2

		29.4	30.7	30.4	30.5	30.2	29.6	31.4	31.8	33.1	30.0	29.4	31.0	30.6
1997	01	27.1	26.4	29.2	27.3	27.1	27.4	27.4	28.7	30.1	30.8	29.9	29.0	28.4
		26.1	28.2	28.2	28.4	28.6	27.9	28.7	29.6	30.5	28.5	27.5	28.6	28.4
		26.3	29.5	28.0	26.4	28.2	28.0	29.0	30.4	29.7	29.8	27.6	28.9	28.5
1998	01	29.3 3	30.8	29.3	28.2	27.2	28.5	28.3	28.6	29.6	29.9	26.8	26.6	28.6 3
		30.1	30.1	29.2	28.2	29.0	28.3	27.7	28.7	28.5	29.3	26.9	26.6	28.6
		31.1	31.7	27.9	28.4	28.4	28.7	28.4	29.5	29.8	28.0	26.5	26.9	28.8
1999	01	27.0	26.9	27.5	26.5	26.5	27.2	27.0	28.1	28.3	26.8	27.0	26.5	27.1
		26.3	26.0	27.5	27.2	26.2	27.5	29.0	28.1	27.4	26.5	26.6	26.4	27.1
		27.2	26.1	27.2	27.3	27.9	26.8	28.0	30.4	26.5	26.2	25.8	26.9	27.2

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS DECADALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

2000 01 27.4 26.9 26.6 26.6 26.5 27.3 28.9 28.0 27.3 27.9 27.2 26.6 27.3
26.8 27.1 27.5 25.9 26.8 27.3 28.2 29.0 28.7 29.2 27.1 27.0 27.6
27.3 25.8 25.1 26.0 26.4 27.7 27.7 28.9 27.3 27.0 27.1 27.3 27.0

2001 01 27.7 28.4 28.0 28.3 27.7 27.8 28.7 28.4 28.9 30.9 27.1 26.8 28.2
27.7 30.4 27.5 27.7 28.5 27.6 27.7 29.6 28.8 30.1 27.7 27.1 28.4 3
27.7 27.7 27.3 28.8 27.4 28.4 28.6 30.1 29.3 28.5 26.7 27.2 28.1

2002 01 28.6 27.8 29.5 27.4 27.8 26.2 28.0 28.5 29.7 30.5 26.1 28.8 28.2
28.1 3 28.9 27.8 27.7 28.6 27.0 28.3 29.5 29.5 29.3 27.7 27.1 28.3 3
29.2 29.2 27.9 26.5 25.9 27.8 28.2 29.7 29.4 27.5 29.2 28.4 28.2

2003 01 28.7 28.8 29.4 27.8 28.4 28.5 28.6 29.6 29.6 27.8 26.7 3 26.9 28.4 3
29.2 29.6 28.6 26.7 28.0 27.5 28.3 30.5 29.9 29.1 27.0 27.1 28.5
29.3 29.3 26.3 27.2 28.8 27.9 29.1 29.8 28.1 27.4 26.7 28.0 28.2

2004 01 28.2 29.0 28.8 28.5 28.0 28.0 28.2 28.6 28.6 28.6 26.9 27.2 28.2
28.0 3 29.9 30.1 27.3 28.2 29.1 28.2 29.6 29.3 28.5 26.4 26.4 28.4 3
28.2 26.2 28.9 26.0 26.7 28.0 28.0 29.9 29.8 26.1 27.1 27.8 27.7

2005 01 27.9 27.6 27.6 27.7 27.7 28.2 28.3 29.8 29.4 28.7 27.5 26.4 28.1
27.8 27.8 28.1 29.0 27.1 28.8 28.3 29.2 30.1 26.8 26.3 26.7 28.0
27.8 29.4 28.1 27.2 27.2 28.9 29.6 29.6 3 28.3 26.3 27.3 26.7 28.0 3

2006 01 26.5 27.6 27.5 26.9 27.0 26.8 29.0 29.0 30.0 30.7 27.1 26.9 27.9
26.8 28.5 26.4 26.4 28.8 27.5 29.1 30.0 28.9 27.3 25.7 26.5 27.7
28.0 28.1 26.8 27.1 29.0 28.8 27.3 29.4 29.9 27.2 26.7 27.3 28.0

2007 01 28.3 29.3 29.1 26.9 27.0 26.9 29.1 28.4 29.3 28.2 26.5 26.6 28.0
29.2 29.2 28.2 27.6 28.0 27.3 29.3 28.2 29.5 26.7 26.6 25.7 28.0
29.1 29.3 26.9 26.2 26.2 26.2 28.0 28.0 29.8 26.2 26.9 26.8 27.5

MEDIOS 27.91 27.97 28.08 27.55 27.57 27.86 28.07 28.77 29.30 29.02 27.26 26.97 28.0

	27.87	28.48	28.01	27.57	27.91	28.09	28.35	29.13	29.42	28.00	26.98	27.02	28.1
	28.31	28.15	27.43	27.33	27.63	28.08	28.47	29.42	29.22	27.49	26.99	27.46	28.0
MAXIMOS	30.30	30.80	29.50	31.20	31.10	30.70	30.00	31.60	31.60	30.90	31.60	29.00	31.6
	30.10	30.40	30.10	30.10	29.80	30.80	30.00	31.80	32.80	30.10	29.40	29.60	32.8
	31.10	31.70	30.40	30.50	30.20	29.70	31.40	31.80	33.10	30.00	29.40	31.00	33.1
MINIMOS	25.80	26.30	25.50	26.10	26.50	26.20	26.30	27.40	27.30	26.80	26.10	25.00	25.0
	26.10	26.00	25.30	25.90	26.20	27.00	27.10	27.40	27.40	25.50	25.70	25.70	25.3
	26.30	25.80	25.10	26.00	25.90	26.20	27.30	27.00	26.50	26.10	25.60	26.00	25.1

** ORIGENES DE DATO **

3 : INCOMPLETOS

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS DECADALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

1988 01 56 63 1 64 1 67 1 65 64 69 59 75 83 67 3
65 64 1 67 73 1 66 1 63 1 54 54 81 3 81 1 78 1 68 3
66 71 1 61 1 70 1 64 1 62 1 58 59 75 1 80 1 78 1 68 3

1989 01 79 1 73 1 70 1 75 1 71 1 66 3 55 51 1 67 59 74 70 1 68 3
68 3 70 1 77 1 69 1 67 1 64 1 48 1 58 1 57 1 69 1 66 1 68 1 65 3
70 1 71 1 74 1 70 1 71 1 62 1 66 1 65 59 1 75 1 69 1 65 1 68

1990 01 70 1 73 1 70 1 70 1 75 1 62 1 57 1 52 1 53 1 65 1 78 1 81 1 67
68 1 76 1 62 1 69 66 60 1 58 1 51 1 49 1 73 72 1 70 1 65
67 1 73 1 70 1 77 1 62 55 51 57 50 1 75 1 78 1 78 1 66

1991 01 75 1 72 1 74 1 71 1 73 1 68 65 1 66 1 53 1 67 1 79 1 77 70
75 1 71 1 69 1 75 73 1 67 63 55 1 61 61 1 77 1 79 1 69
65 62 76 1 71 1 72 1 70 59 1 56 1 65 57 1 76 1 75 67

1992 01 70 1 70 1 60 1 70 1 71 1 59 1 55 1 55 1 51 1 60 1 70 1 80 1 64
67 3 68 69 1 73 60 1 55 57 59 1 57 58 1 74 79 1 65 3
71 1 67 63 1 68 1 68 1 56 54 51 60 1 63 1 79 72 1 64

1993 01 76 1 76 3 82 77 1 74 1 66 1 69 1 55 1 63 1 61 1 78 79 1 71 3
76 1 73 72 1 75 1 76 64 1 67 1 60 1 62 1 69 1 83 1 81 1 72
65 1 77 1 80 1 75 1 76 1 67 1 64 1 57 1 60 1 75 1 80 1 76 1 71

1994 01 78 1 74 1 76 1 80 1 78 1 73 1 66 1 54 1 47 1 61 1 76 1 74 1 70
75 1 68 1 79 74 1 74 1 65 1 55 1 48 1 46 1 74 1 74 1 74 1 67
73 1 79 1 78 1 72 1 76 1 66 1 57 1 47 1 64 1 76 1 81 1 71 1 70

1995 01 62 62 70 69 1 71 1 71 1 65 63 53 61 75 1 77 67
63 57 73 1 77 1 75 1 67 1 59 1 65 54 1 72 79 1 78 1 68
59 1 68 78 1 74 1 67 1 60 1 66 1 50 1 53 1 73 1 77 1 76 1 67

1996 01 72 1 81 1 80 1 69 1 66 59 1 65 1 55 61 1 66 66 1 78 1 68
75 1 75 1 76 1 75 1 76 1 65 1 60 1 53 54 1 74 1 75 1 68 69

		75	72 1	72 1	72 1	74 1	73 1	56 1	59	52 1	72 1	75 1	70	69
1997	01	72 1	77 1	58 1	70 1	68 1	68 1	61 1	50 1	52	46	57	63 1	62
		76 1	67 1	67 1	64 1	62 1	64 1	49 1	50 1	45 1	66 1	72	69 1	63
		76 1	56 1	67 1	76	63 1	62 1	50 1	46 1	55 1	60 1	70 1	62 1	62
1998	01	60 3	59 1	65 1	75	80 1	65 1	60 1	59 1	57 1	58 1	76 1	78 1	66 3
		63 1	59 1	70	75 1	65	66	63 1	60	64 1	63 1	78 1	79 1	67
		57 1	56 1	76 1	77 1	68 1	58 1	59 1	56 1	56 1	68	78 1	74 1	65
1999	01	76 1	72 1	71 1	78 1	74 1	69	65 1	56 1	62 1	66 1	77 1	78 1	70
		78 1	79 1	71 1	71 1	74 1	70 1	54 1	56 1	66 1	73 1	76 1	77 1	70
		73 1	78 1	74	71 1	65 1	71 1	60 1	50 1	71 1	79 1	78 1	74 1	70

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

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS DECADALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2008/06/04

ESTACION : 2111502 APTO BENITO SALA

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

A#O ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

2000 01 69 1 72 1 76 1 73 1 76 1 68 1 56 59 67 1 63 1 73 1 74 1 69
 73 1 72 1 73 1 78 1 75 1 70 57 53 1 58 1 71 1 73 1 67
 71 1 79 1 80 1 76 1 73 1 64 1 57 1 58 1 68 1 72 1 70 1 70 1

2001 01 65 1 61 1 71 1 68 1 73 67 1 60 1 55 1 58 1 51 1 72 1 77 1 65
 68 55 72 1 68 1 69 65 1 66 1 50 60 3 60 1 74 1 78 1 65 3
 66 1 70 1 74 66 1 73 1 58 1 57 1 49 1 58 1 67 1 79 1 77 1 66

2002 01 69 1 72 1 66 72 1 71 1 80 1 69 1 59 1 58 1 53 1 79 1 68 1 68
 68 3 69 1 73 1 73 1 70 1 70 1 65 1 58 1 56 1 57 1 69 1 76 1 67 3
 60 1 68 1 75 1 80 1 81 1 62 1 62 1 60 1 72 1 62 1 68 1 68

2003 01 63 1 65 1 63 1 73 1 69 1 66 1 61 1 56 1 54 1 68 1 76 78 1 66
 67 1 67 1 68 1 76 1 69 70 1 56 1 49 1 51 1 63 1 75 1 75 1 66
 64 1 65 1 79 1 75 1 65 1 63 1 54 1 50 1 66 1 70 1 79 1 68 1 67

2004 01 70 1 60 1 67 1 68 1 70 1 64 1 63 1 53 1 63 1 61 1 76 1 75 1 66
 71 3 61 1 59 1 74 1 69 1 56 1 62 1 55 1 58 1 64 1 77 80 1 66 3
 66 1 79 1 67 1 79 1 74 1 62 1 62 1 55 1 54 1 79 1 74 1 71 1 69

2005 01 71 1 75 1 77 1 71 1 72 1 69 1 61 1 52 1 58 1 62 1 73 1 78 1 68
 70 1 72 1 71 1 62 1 78 1 65 1 62 1 54 1 53 1 72 1 80 1 77 1 68
 67 1 65 1 69 1 77 1 75 1 61 1 52 1 58 3 65 1 78 1 73 1 77 1 68 3

2006 01 77 1 76 1 75 1 77 1 74 1 73 51 1 52 1 50 1 49 1 76 1 80 1 68
 77 1 67 1 78 1 80 1 61 1 64 1 51 1 50 1 57 1 72 1 79 1 78 1 68
 72 1 69 1 77 1 74 1 58 1 56 1 63 1 52 1 52 1 73 1 76 1 72 1 66

2007 01 64 1 61 1 59 1 74 1 74 1 73 1 54 1 57 1 52 1 62 1 77 1 73 1 65
 64 1 61 1 67 1 74 1 69 1 66 1 58 1 58 1 54 1 75 1 75 1 81 1 67
 66 1 55 1 76 1 79 1 78 1 69 1 59 1 61 1 53 1 79 1 75 1 77 1 69

MEDIOS 69.7 69.7 69.7 72.4 72.3 67.5 61.4 55.9 56.8 59.9 74.2 76.1 67

	70.4	67.6	70.7	72.8	69.7	64.8	58.2	54.8	55.9	67.5	75.4	75.9	67
	67.5	69.0	73.3	74.0	70.2	62.9	58.3	54.9	59.0	71.9	75.5	72.6	67
MAXIMOS	79.0	81.0	82.0	80.0	80.0	80.0	69.0	66.0	67.0	68.0	79.0	83.0	83
	78.0	79.0	79.0	80.0	78.0	70.0	67.0	65.0	66.0	81.0	83.0	81.0	83
	76.0	79.0	80.0	80.0	81.0	73.0	66.0	65.0	71.0	79.0	81.0	78.0	81
MINIMOS	56.0	59.0	58.0	67.0	65.0	59.0	51.0	50.0	47.0	46.0	57.0	63.0	46
	63.0	55.0	59.0	62.0	60.0	55.0	48.0	48.0	45.0	54.0	66.0	68.0	45
	57.0	55.0	61.0	66.0	58.0	55.0	50.0	46.0	50.0	57.0	62.0	62.0	46

** ORIGENES DE DATO **

1 : REGISTRADOS

3 : INCOMPLETOS

ANEXO B. Resultados Análisis de Granulometría Canal 4C Distrito de Riego ASOJUNCAL.

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

ENSAYO: GRANULOMETRÍA

PROYECTO: PROYECTO DE RIEGO PARA EL SUMINISTRO Y MANEJO DEL RECURSO HIDRICO EN EL CEPRAP DE LA GRANJA DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA MPIO PALERMO, DPTO HUILA

LOCALIZACION: CANAL 4C MINISTRITO DE RIEGO ASOJUNCAL.

FECHA: 11 DE JUNIO DE 2008.

PESO: 2260.1 gr.

TAMIZ	APERTURA DEL TAMIZ EN mm	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% EN PESO QUE PASA
4"	101,600	0,00	0,00	0,00	100,00
3 1/2"	88,900	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,500	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,050	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,525	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,760	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,380	50,20	2,22	2,22	97,78
10	2,000	25,20	1,11	3,34	96,66
12	1,680	35,80	1,58	4,92	95,08
16	1,190	135,20	5,98	10,90	89,10
20	0,840	170,30	7,54	18,44	81,56
30	0,590	435,60	19,27	37,71	62,29
40	0,420	597,40	26,43	64,14	35,86
50	0,297	272,90	12,07	76,22	23,78
100	0,149	317,40	14,04	90,26	9,74
140	0,105	91,20	4,04	94,30	5,70
200	0,074	49,20	2,18	96,47	3,53
FONDO		79,70	3,53	100,00	0,00
SUBTOTAL		2260,1	100,00		

OBSERVACIONES:

La muestra fue obtenida del fondo del canal 4C del Minidistrito de riego Asojuncal, Palermo - Huila.

Coordenadas 861734,810351



EFREN MOSQUERA-VILLARREAL

Tecnico Profesional.

Laboratorio de Construcciones.

ANEXO C. Resultados Análisis de Calidad del Agua Canal 4C Distrito de Riego ASOJUNCAL.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE AGUAS



Solicitante: **CARLOS ALBERTO TAFUR C.**
Ciudad: **Neiva H.**
Fecha de recibo: **16/06/08**

Hoja 1 de 2

Fuente: **Canal Granja USCO**
Fecha de Entrega: **10/07/08**

ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETRO	UNIDADES	MUESTRA
Temperatura	°C	26
pH	Unidades	7.3
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	5.8
Turbiedad	NTU	22.5
Conductividad	µs/cm	85
Alcalinidad	mg/l CaCO ₃	74
Carbonatos	mg/l CaCO ₃	0.0
Bicarbonatos	mg/l CaCO ₃	74
Dureza Total	mg/l CaCO ₃	46
Sulfatos	mg/l SO ₄	25
Fosfatos	mg/l PO ₄	0.06
Fósforo total	mg/l P	0.02
Nitratos	mg/l NO ₃	0.06
Nitritos	mg/l NO ₂	ND
Nitrógeno Amoniacal	mg/l NH ₃ -N	ND
Calcio	mg/l Ca	12
Magnesio	mg/l Mg	3.9
DBO ₅	mg/l O ₂	2.6
DQO	mg/l O ₂	8.0
Sólidos Totales.	mg/l	82
S. Disueltos Totales.	mg/l	80
S. Suspendidos Totales.	mg/l	2.0
RAS		0.06
Sodio *	mg/l Na	0.90
Potasio *	mg/l K	0.34
Boro *	mg/l B	<0.03
Coliformes fecales	UFC/100ml	500
Coliformes totales	UFC/100ml	1500
Grado de contaminación	Agua de buena calidad C₁S₁	
Peligro de Sodio	Bajo (según norma RIVERSIDE)	
Peligro Salinidad	Bajo (según norma RIVERSIDE)	

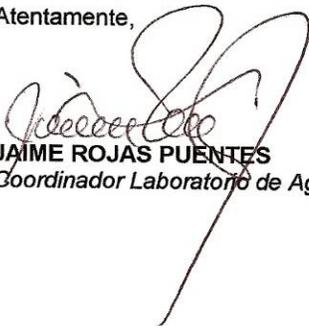
ND: No detectado



OBSERVACIONES:

- Los resultados corresponden estrictamente a una muestra de agua puesta en el laboratorio de aguas de la Universidad Surcolombiana.
- *: parámetros analizados por laboratorios externos.

Atentamente,



JAIME ROJAS PUENTES
Coordinador Laboratorio de Aguas

ANEXO D. Cálculo de los diseños hidráulicos.

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

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 1	
Boquilla emisor (color)		Especie	Mango	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	9 X 9	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	52.69
Caudal (LPH) = Q _{UR}	50 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	50
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	9 m

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J = (F)(L)(j)	
N _A = Número de árboles a beneficiar	8
N _{UR} = Número de unidades de riego por lateral ≈ No. De salidas	8
Ø = Diámetro y RDE tubería:	16 mm PR 35
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.415
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (8) (0.833)	6.67
N _S = Número de espacios entre unidades de riego	7
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	9
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	7.0
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L _R = Longitud real (m) = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (7)(9) + (7.0) + (1)	71.0
L _e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (71.0) + (0.2)	71.2
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0698
J = (F)(L)(j) (m) = (0.415)(71.2)(0.0698)	2.06
CHEQUEO: J ≤ Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	(SI) O.K
(2.06) ≤ (2.32) 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)	21.10	P _{EL} = Presión entrada lateral (m)	24.46
J = Pérdidas totales (m)	2.06	J = Pérdidas totales (m)	2.06
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	1.3	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	1.3
P_{EL} = P_{UR} + J ± ΔH (m)	24.46 m	P_{SL} = P_{EL} - J ± ΔH (m)	21.10 m
P _{EL} = (21.10) + (2.06) + (1.3)	34.78 PSI	P _{SL} = (24.46) - (2.06) - (1.3)	30 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T _{GL})
T _L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T _{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (E _L)
T _L = (7) (9) + (1) + (7.0) = (71.0) m	T _{GL} = (7) (9) + (4.5) x 2 = (72) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 2

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

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 1	
Boquilla emisor (color)		Especie		Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	9	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	52.69
Caudal (LPH) = Q _{UR}	50 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	50
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	9 m

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		50 %	%
N _{U,R} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{S,R} ÷ Q _{UR} = (11950.1) ÷ (50) (LPH)		239	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		15	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S ₁ = (30); S ₂ = ()		F ₁ = 0.368	F ₂ =
N _S = Número de espacios entre surcos (m)		14	
T _I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		32.91	
T _F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		7.77	
L _R = Longitud real = (N _S)(E _M) + (T _F)+(T _I de conexión) = (m) = (14) (7.77) + (32.91) + (1.0)		142.69	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e = (142.69) + (0.5)		143.19	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41 UZ	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		54.45 GPM	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.0292	
J = (0.368)(143.19)(0.0292) = m		1.54	
CHEQUEO: J ≤ J _{permisible} (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(1.54) ≤ (2.32)	O.K
		() ≤ ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces recalculer con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (2.7 \text{ m})$ $P_{REM} = (1.54) + (24.46) - (2.70) = \underline{23.30} \text{ m } \underline{33.13} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T _{GM})
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _M)
T _M = 142.69 m ----- 50% (m) %	T _{GM} = (14) (7.77) + (3.88) (2) = (116.55) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

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

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 2	
Boquilla emisor (color)		Especie	Mango	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	10 x 10	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	60.32
Caudal (LPH) = Q_{UR}	90 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	90
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	10 m

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J = (F)(L)(j)	
N_A = Número de árboles a beneficiar	4
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral \approx No. De salidas	4
θ = Diámetro y RDE tubería:	16 mm PR 35
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.486
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$) = (4)(1.5)	6.00
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	3
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	10
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	6.5
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F) = (3)(10) + (6.5) + (1)	37.5
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e) = (37.5) + (0.2)	37.7
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0579
J = (F)(L)(j) (m) = (0.486)(37.7)(0.0579)	1.06
CHEQUEO: J \leq Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	(SI) O.K
(1.06) \leq (2.32) 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)	21.10	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	22.86
J = Pérdidas totales (m)	1.06	J = Pérdidas totales (m)	1.06
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.7	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.7
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	22.86 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	21.10m
$P_{EL} = (21.10) + (1.06) + (0.7)$	32.51 PSI	$P_{SL} = (22.86) - (1.06) - (0.7)$	30 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
T_L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T_{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_L)
$T_L = (3)(10) + (1) + (6.5) = (37.5)$ m	$T_{GL} = (3)(10) + (5.0) \times 2 = (40.0)$ m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 2

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

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 2	
Boquilla emisor (color)		Especie	Mango	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	10 X 10	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	60.32
Caudal (LPH) = Q _{UR}	90 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	90
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	10 m

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		50 %	%
N _{U,R} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{S,R} ÷ Q _{UR} = (13680.58) ÷ (90) (LPH)		152	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		10	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S ₁ = (20); S ₂ = ()		F ₁ = 0.376	F ₂ =
N _S = Número de espacios entre surcos (m)		9	
T _I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		1.0	
T _F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		8.66	
L _R = Longitud real = (N _S)(E _M) + (T _F)+(T _I de conexión) = (m) = (9) (8.66) + (1.0)+(1.0)		79.9	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e = (79.9) + (0.5)		80.4	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41 UZ	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		60.32 GPM	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.0367	
J = (0.376)(80.4)(0.0367) = m		1.11	
CHEQUEO:		(1.11) ≤ (2.32)	O.K
J ≤ J _P permisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		() ≤ ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J)} + \text{presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (0.5 \text{ m})$ $P_{REM} = (1.11) + (22.86) + (0.5) = \underline{24.47} \text{ m } \underline{34.80} \text{ PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T _{GM})
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _M)
T _M = 79.9 m ----- 50% (m) %	T _{GM} = (9) (8.66)+ (4.33) (2) = (86.60) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

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

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 3	
Boquilla emisor (color)		Especie	Naranja	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	7 x 7	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	18.52
Caudal (LPH) = Q_{UR}	40 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	40
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	7 m

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J = (F)(L)(j)	
N_A = Número de árboles a beneficiar	10
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral \approx No. De salidas	10
θ = Diámetro y RDE tubería:	16 mm PR 35
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.402
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$) = (10) (0.66)	6.66
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	5
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F) = (9)(7) + (5) + (1)	69
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e) = (69) + (0.2)	69.2
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0696
J = (F)(L)(j) (m) = (0.402)(69.2)(0.0696)	1.94
CHEQUEO: J \leq Permisible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	(SI) O.K
(1.94) \leq (2.32) 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)	21.10	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	23.24
J = Pérdidas totales (m)	1.94	J = Pérdidas totales (m)	1.94
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.2
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	23.24 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	21.10m
$P_{EL} = (21.10) + (1.94) \pm (0.2)$	33.05 PSI	$P_{SL} = (23.24) - (1.94) - (0.2)$	30 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
T_L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T_{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_L)
$T_L = (9) (7) + (1) + (5) = (69)$ m	$T_{GL} = (9) (7) + (3.5) \times 2 = (70)$ m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD MICROASPERSIÓN

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: MICROASPERSIÓN		HUERTO: Granja USCO		SECTOR RIEGO (S.R) No. 3	
Boquilla emisor (color)		Especie	Naranja	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	7	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	18.52
Caudal (LPH) = Q _{UR}	40 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	40
Forma de trabajo	No Autoc	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	7m

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		100 %	%
N _{UR} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{SR} ÷ Q _{UR} = (4277,45) ÷ (40) (LPH)		107	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		7	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S ₁ = (14) ; S ₂ = ()		F ₁ = 0.387	F ₂ =
N _S = Número de espacios entre surcos (m)		6	
T _I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		45	
T _F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6.06	
L _R = Longitud real = (N _S)(E _M) + (T _F)+(T _I de conexión) = (m) = (6) (6.06) + (1.0)+ (45)		82.36	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e = (82.36) + (0.5)		82.86	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41 UZ	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		18.86 GPM	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.00424	
J = (0.387)(82.86)(0.00424) = m		0.14	
CHEQUEO: J ≤ J _P emisible (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(0.14) ≤ (2.32)	O.K
		() ≤ ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces recalcular con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})
P_{REM} = Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P _{EL}) ± ΔH terreno; ΔH = (1,50 m) P _{REM} = (0.14) + (23.24) ± (1.5) = <u>24.88</u> m <u>35.38</u> PSI

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T _{GM})
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _M)
T _M = 82.36 m ----- 50% (m) ----- %	T _{GM} = (6) (6,06)+ (3,03) (2) = (42,42) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 5 RIEGO A PRESION: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO – PULSADOR

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: GOTEO		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 4	
Boquilla emisor (color)		Especie	Naranja	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	7 x 7	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	26.2
Caudal (LPH) = Q _{UR}	4 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	16
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	4	Distancia entre emisores(E _L) (m)	7 m

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
J = (F)(L)(j)	
N _A = Número de árboles a beneficiar	10
N _{UR} = Número de unidades de riego por lateral ≈ No. De salidas	40
Ø = Diámetro y RDE tubería:	16 mm PR 35
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.364
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (10) (0,267)	2.67
N _S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2.15
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L _R = Longitud real (m) = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (9)(7) + (2,15) + (1)	66.15
L _e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (66,15) + (0,2)	66.35
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0,0142
J = (F)(L)(j) (m) = (0,364)(66,35)(0,0142)	0.34
CHEQUEO: J ≤ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	(SI) O.K
(0.34) ≤ (2.32) 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)	21.10	P _{EL} = Presión entrada lateral (m)	21.64
J = Pérdidas totales (m)	0.34	J = Pérdidas totales (m)	0.34
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0,2	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.2
P _{EL} = P _{UR} + J ± ΔH (m)	21,64 m	P _{SL} = P _{EL} - J ± ΔH (m)	21.10 m
P _{EL} = (21.10) + (0.34) + (0,2)	30.77 PSI	P _{SL} = (21.64) - (0.34) - (0.2)	30 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T _L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T _{GL})
T _L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T _{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (1/2) (E _L)
T _L = (9) (7) + (1) + (2.15) = (66.15) m	T _{GL} = (9) (7.0) + (3.5) x 2 = (70.0) m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO - PULSADOR

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: GOTEO		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 4	
Boquilla emisor (color)		Especie	Naranja	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	30 PSI	Distancia siembra (m)	7	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	26.2
Caudal (LPH) = Q_{UR}	4 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	16
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	4	Distancia entre emisores (E_L) (m)	7 m

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
$J = (F)(L)(j)$		50 %	%
$N_{U,R}$ (Número unidades Riego) x (Sector riego) = $Q_{SR} \div Q_{UR} = (5942,16) \div (16)$ (LPH)		370	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) \div (Total U.R del gran lateral)		18	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 $S_1 = (36)$; $S_2 = ()$		$F_1 = 0.364$	$F_2 =$
N_S = Número de espacios entre surcos (m)		17	
T_I = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		3,00	
T_F = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
E_M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6,06	
L_R = Longitud real = $(N_S)(E_M) + (T_F) + (T_I \text{ de conexión})$ (m) = $(17)(6.06) + (1.0) + (3.0)$		107.02	
L_e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silletas de 12 mm y 0.5 m para silletas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = $L_R + L_e = (107.2) + (0.5)$		107.52	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41 UZ	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		26.2 GPM	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0.0079	
$J = (0.364)(107,7)(0.0079) = m$		0.31	
CHEQUEO: $J \leq J_{P_{emissible}}$ (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		$(0.31) \leq (2.32)$	O.K
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces recalculer con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar		$() \leq ()$	
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P_{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (4.55 \text{ m})$ $P_{REM} = (0.31) + (21.64) \pm (1.9) = \underline{20.05}_m \underline{28.51}_\text{PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE							
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_M)	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})						
$T_M = \text{Longitud real (L}_R)$	$T_{GM} = (\text{No. Espacios entre surcos}) (\text{Distancia entre surcos}) + (\text{Longitud de influencia}) (2) ; \text{ longitud de influencia } \approx (\frac{1}{2}) (E_M)$						
$T_M =$ <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>107,02 m</td> <td>-----</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>(m)</td> <td></td> <td>%</td> </tr> </table>	107,02 m	-----	50%	(m)		%	$T_{GM} = (17) (6,06) + (3,03) (2) = (109.08) \text{ m}$
107,02 m	-----	50%					
(m)		%					

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO - MIGERCIPER

TALLER No. 5
RIEGO A PRESION: CALCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO – PULSADOR

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: PULSADOR		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 5	
Boquilla emisor (color)		Especie	Naranja	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	20 PSI	Distancia siembra (m)	7 x 7	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q_{SR} (GPM)	16.9
Caudal (LPH) = Q_{UR}	12 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	12
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E_L) (m)	7 m

4. CÁLCULO PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)	
VARIABLES	VALORES
$J = (F)(L)(j)$	
N_A = Número de árboles a beneficiar	10
N_{UR} = Número de unidades de riego por lateral \approx No. De salidas	10
θ = Diámetro y RDE tubería:	16 mm PR 35
F = Factor corrección múltiples salidas (Tabla No. 1)	0.402
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)($Q_{UNITARIO}$) = (10) (0.2)	2.0
N_S = Número de espacios entre unidades de riego	9
E_L = Espaciamiento entre unidades de riego en el lateral (m)	7
T_I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego (m)	2.0
T_F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador (m)	1
L_R = Longitud real (m) = (N_S)(E_L) + (T_I) + (T_F) = (9)(7) + (2.0) + (1)	66.00
L_e = Longitud equivalente por conexión de unidad riego al lateral: 0.05 – 0.2 m	0.2
L = Longitud total (m) = (L_R) + (L_e) = (66.0) + (0.2)	66.2
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); Tabla No. 4 (según fabricante)	0.0085
J = (F)(L)(j) (m) = (0.402)(66.2)(0.0085)	0.23
CHEQUEO: $J \leq$ Permissible (55% del 20% de la presión de trabajo unidad de riego)	(SI) O.K
(0.23) \leq (1.26) 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)	14.05	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	15.08
J = Pérdidas totales (m)	0.23	J = Pérdidas totales (m)	0.23
ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.8	ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.8
$P_{EL} = P_{UR} + J \pm \Delta H$ (m)	15.08 m	$P_{SL} = P_{EL} - J \pm \Delta H$ (m)	14.05m
$P_{EL} = (14.05) + (0.23) \pm (0.8)$	21,45 PSI	$P_{SL} = (15.08) - (0.23) \pm (0.8)$	20 PSI

6. TAMAÑO LATERAL	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO (T_L)	PARA TRAZADO GRAN LATERAL EN LOTE (T_{GL})
T_L = (No. espacios entre unidades de riego)(Distancia de siembra) + (Tramo final) + (tramo inicial)	T_{GL} = (No. árboles espacios entre unidad riego) (Distancia siembra) + (longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia \approx ($\frac{1}{2}$) (E_L)
$T_L = (9)(7) + (1) + (2,0) = (66,0)$ m	$T_{GL} = (9)(6) + (3.5) \times 2 = (70)$ m

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN MÚLTIPLE EN EL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO MODALIDAD GOTEO - PULSADOR

1. UNIDAD DE RIEGO (UR)		2. CULTIVO		3. ABASTECIMIENTO	
MODALIDAD: PULSADOR		HUERTO: CEPRAP		SECTOR RIEGO (S.R) No. 5	
Boquilla emisor (color)		Especie	Naranja	Fuente	Canal
Presión trabajo (PSI)	20 PSI	Distancia siembra (m)	7	Caudal disponible (GPM)	150
Diámetro húmedo (m)		Forma siembra	Tres Bolillos	Caudal sector riego Q _{SR} (GPM)	16.9
Caudal (LPH) = Q _{UR}	12 LPH	Árboles/ha Aprox.		Caudal /árbol (LPH) máx.	12
Forma de trabajo	Autocom	Unidades riego/árbol	1	Distancia entre emisores(E _L) (m)	7 m

4. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA MÚLTIPLE (J)		Conexión	
J = (F)(L)(j)		50 %	%
N _{U.R} (Número unidades Riego) x (Sector riego) = Q _{S.R} ÷ Q _{UR} = (3832,92) ÷ (12) (LPH)		320	
No. Surcos o líneas de riego x sector riego (SR) = (Total U.R del S.R) ÷ (Total U.R del gran lateral)		15	
F = Depende número salidas y/o conexión surcos Tabla No. 1 S ₁ = (30); S ₂ = ()		F ₁ = 0.368	F ₂ =
N _s = Número de espacios entre surcos (m)		14	
T _i = Tramo inicial desde la conexión hasta el primer surco		3.7	
T _f = Tramo final medido desde la conexión del último surco hasta el tapón de lavado (m)		1.0	
E _M = Espaciamiento entre surcos o líneas de riego sobre el múltiple (m)		6.06	
L _R = Longitud real = (N _s)(E _M) + (T _f)+(T _i de conexión) = (m) = (14) (6.06) + (1.0)+ (3.7)		89.54	
L _e = Longitud equivalente por conexión de laterales al múltiple 0.25 m para silleas de 12 mm y 0.5 m para silleas de 16 mm		0.5	
L = Longitud total (m) = L _R + L _e = (89.54) + (0.5)		90.04	
θ = Diámetro y RDE de la tubería múltiple (asumirlo)		2" RDE 41 UZ	
Q = Caudal de diseño (G.P.M) y/o para cálculo		16.9 GPM	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m) Tabla No. 2, 3, 8		0,0036	
J = (0.368)(90.04)(0.0036) = m		0.12	
CHEQUEO: J ≤ J _{P_{em}isible} (45% del 20% de la presión de trabajo unidad riego)		(0.12) ≤ (1.26)	O.K
		() ≤ ()	
NOTA: Si el resultado es (NO), entonces recalculer con otro porcentaje más bajo de conexión siempre sujeto a la topografía hasta obtener el punto óptimo para conectar			
OBSERVACIÓN:			

5. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DEL MÚLTIPLE (P _{REM})
$P_{REM} = \text{Pérdidas totales múltiple (J) + presión entrada lateral (P}_{EL}) \pm \Delta H \text{ terreno; } \Delta H = (0.8 \text{ m})$ $P_{REM} = (0.12) + (14.05) \pm (0.8) = \underline{14.40_m_20.49_PSI}$

6. TAMAÑO MÚLTIPLE	
PARA CÁLCULO DE DISEÑO TM	PARA TRAZADO GRAN MÚLTIPLE EN LOTE (T_{GM})
T _M = Longitud real (L _R)	T _{GM} = (No. Espacios entre surcos) (Distancia entre surcos) + (Longitud de influencia) (2) ; longitud de influencia ≈ (½) (E _M)
T _M	T _{GM} = (14) (6,06) + (3,03) (2) = (90.9) m
89.54 m ----- 50%	
(m) ----- %	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J ₁)		
MODALIDAD: ASPERSIÓN	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 6-1
VARIABLES		VALORES
$J_1 = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S		0.425
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (7)(4)		28 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		4 GPM
N _S = Número de espacios entre unidades de riego		6
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego		0 M
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado		0 m
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral		11 m
L _R = Longitud real = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (6)(11) + (0) + (0)		66 m
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)		16.0 m
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (66) + (16.0)		82.0 m
θ = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		1 1/4" RDE 21
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (según fabricante)		0.0652
$J_1 = (F)(L)(j) = (0.425)(82.0)(0.0652)$		2.27 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ACTIVA	6	1 1/4"	4	13.8
CODO 90°	2	1 1/4"	4	2.2
Sumatoria L_e (m)				16.0

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 1 1/4"
RDE tubo	RDE 21
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00201
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.04216
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.04015
R = Radio interno (m)	0.020075
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001266
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001764
$V = \frac{Q}{A} = \frac{()}{()}$	1.393
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.393) ≤ (2.5)	(SI) SI
	(NO) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Q_{UR} = Caudal unidad de riego	4	TEE ACTIVA	1	1 1/4"	4	2.3
L_R = Longitud real (elevador) m	2.0	CODO DE 90°	1	1 1/4"	4	1.1
L_e = Longitud equivalente (m) (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)	3.9	REDUCCION	1	1 1/4"-3/4"	4	0.5
L = Longitud total $L = L_R + L_e$ (m)	5.9					
θ y RDE tubería	1 1/4" RDE 21					
j = Pérdidas fricción tubería (m/m) Tabla No. 6	0.0017					
$J_2 = (L)(j)$ $J_2 = (5.9)(0.0017)$	0.010	Sumatoria (L_e)				3.9

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	21.10	
C_g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95 Nuevas: 0.99	0.99
$J_3 = (P) - [(C_g)(P)]$ (m) $J_3 = (21.10) - [(0.99)(21.10)]$	0,21	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN EL LATERAL (J_T)	
VARIABLES	VALORES
$J_T = J_1 + J_2 + J_3 = (0.35) + (0.0004) + (0,21)$	2.44
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego) (2.44) \leq (4.22)	
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	21.10	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	23.94
J_T = Pérdidas totales (m)	2.44	J_T = Pérdidas totales (m)	2.44
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.4	ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.4
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m)	23.94	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m)	21.10
$P_{EL} = (21.10) + (2.44) \pm (0.4)$	34.04 PSI	$P_{SL} = (23.94) - (2.44) \pm (0.4)$	30 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: ASPERSION	HUERTO: CEPRAP
SECTOR DE RIEGO (SR) No.6-1	
J = (F)(L)(j)	
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación) (Tabla No. 1)	0.435
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (52.40) + (29.6) (m)	82.0
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.1666
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	132 GPM
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)	52.40
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5; Gráfica No. 1)	29.6
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	2" RDE 41
J = (F)(L)(j) = (0.435)(82.0)(0.1666) = m	5.94 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ACTIVA	3	2"	148	10.5
VALVULA TIPO GLOBO	1	2"	148	17.4
CODO 90°	1	2"	148	1.7
Sumatoria L_e (m)				29.6 m

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 2"
RDE tubo	RDE 41
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00152
θ _E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.06033
θ _I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.05881
R = Radio interno (m)	0.029405
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.002716
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.008316
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$	3.05
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: V ≤ V _P ; () ≤ (2.5)	(SI) SI
	(NO) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
P_{REP} = J tubería principal + P_{REA} (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) (P_{REA}) ± ΔH terreno P_{REP} = (5.94) + (23.94) ± (0.7) = 30.58 m o 43.48 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J ₁)		
MODALIDAD: ASPERSIÓN	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 6-2
VARIABLES		VALORES
$J_1 = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S		0.425
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (7)(4)		28 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		4 GPM
N _S = Número de espacios entre unidades de riego		6
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego		0 M
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado		0 m
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral		11 m
L _R = Longitud real = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (6)(11) + (0) + (0)		66 m
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)		16.0 m
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (66) + (16.0)		82.0 m
θ = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		1 1/4" RDE 21
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (según fabricante)		0.0652
$J_1 = (F)(L)(j) = (0.425)(82.0)(0.0652)$		2.27 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ACTIVA	6	1 1/4"	4	13.8
CODO 90°	2	1 1/4"	4	2.2
Sumatoria L_e (m)				16.0

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 1 1/4"
RDE tubo	RDE 21
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00201
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.04216
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.04015
R = Radio interno (m)	0.020075
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.001266
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.001764
$V = \frac{Q}{A} = \frac{()}{()}$	1.393
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.393) ≤ (2.5)	(SI) SI
	(NO) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Q_{UR} = Caudal unidad de riego	4	TEE ACTIVA	1	1 1/4"	4	2.3
L_R = Longitud real (elevador) m	2.0	CODO DE 90°	1	1 1/4"	4	1.1
L_e = Longitud equivalente (m) (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)	3.9	REDUCCION	1	1 1/4"-3/4"	4	0.5
L = Longitud total $L = L_R + L_e$ (m)	5.9					
θ y RDE tubería	1 1/4" RDE 21					
j = Pérdidas fricción tubería (m/m) Tabla No. 6	0.0017					
$J_2 = (L)(j)$ $J_2 = (5.9)(0.0017)$	0.010	Sumatoria (L_e)				3.9

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	21.10	
C_g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95 Nuevas: 0.99	0.99
$J_3 = (P) - [(C_g)(P)]$ (m) $J_3 = (21.10) - [(0.99)(21.10)]$	0,21	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN EL LATERAL (J_T)	
VARIABLES	VALORES
$J_T = J_1 + J_2 + J_3 = (0.35) + (0.0004) + (0,21)$	2.44
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego) (2.44) \leq (4.22)	
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	21.10	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	23.94
J_T = Pérdidas totales (m)	2.44	J_T = Pérdidas totales (m)	2.44
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.6	ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.6
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m) $P_{EL} = (21.10) + (2.44) \pm (0.6)$	24.14	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m) $P_{SL} = (24.14) - (2.44) \pm (0.6)$	21.10
	34.32 PSI		30 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: ASPERSION	HUERTO: CEPRAP
SECTOR DE RIEGO (SR) No. 6-2	
J = (F)(L)(j)	
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación) (Tabla No. 1)	0.435
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (118.0) + (29.6) (m)	147.6
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.1239
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	112 GPM
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)	118.0
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5; Gráfica No. 1)	29.6
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	2" RDE 41
J = (F)(L)(j) = (0.435)(147.6)(0.1239) = m	7.95 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ACTIVA	3	2"	148	10.5
VALVULA TIPO GLOBO	1	2"	148	17.4
CODO 90°	1	2"	148	1.7
Sumatoria L_e (m)				29.6 m

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 2"
RDE tubo	RDE 41
Espesor pared tubo (m) (Catálogo fabricante)	0.00152
θ_E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.06033
θ_I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.05881
R = Radio interno (m)	0.029405
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.002716
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.007066
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) / \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$	2.60
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P$; () \leq (2.5)	(SI) SI
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
P_{REP} = J tubería principal + P_{REA} (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) (P_{REA}) \pm ΔH terreno
P_{REP} = (7.95) + (24.14) \pm (1.7) = 33.79 m o 48.05 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J ₁)		
MODALIDAD: ASPERSIÓN	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 7
VARIABLES		VALORES
$J_1 = (F)(L)(j)$		
F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S		0.639
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (2)(74)		148 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		74 GPM
N _S = Número de espacios entre unidades de riego		1
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego		0 M
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado		0 m
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral		40 m
L _R = Longitud real = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (1)(40) + (0) + (0)		40 m
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)		9.2 m
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (40) + (9.2)		49.2 m
Ø = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		3" RDE 51
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (según fabricante)		0.0280
$J_1 = (F)(L)(j) = (0.639)(49.2)(0.0280)$		0.88 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	Ø	Q (GPM)	L _e (m)
CODO 90°	2	3"	74	4.0
TEE ACTIVA	1	3"	74	5.2
Sumatoria L_e (m)				9.2

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)	0.00175
Ø _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
Ø _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.0854
R = Radio interno (m)	0.0427
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.005727
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.009324
$V = \frac{Q}{A} = \frac{()}{()}$	1.63
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P ; (1.63) \leq (2.5)$	(SI) SI
	(NO) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Q_{UR} = Caudal unidad de riego	74	REDUCCION	1	3"- 2"	74	1.9
L_R = Longitud real (elevador) m	2.0	CODO DE 45°	2	3"	74	2.4
L_e = Longitud equivalente (m) (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)	9.3	CODO DE 90°	2	3"	74	5.0
L = Longitud total $L = L_R + L_e$ (m)	11.3					
θ y RDE tubería	3" RDE51					
j = Pérdidas fricción tubería (m/m) Tabla No. 6	0.00779					
$J_2 = (L)(j)$ $J_2 = (11.3)(0.00779)$	0.088	Sumatoria (L_e)				9.3

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	35.14	
C_g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95	0.99
	Nuevas: 0.99	
$J_3 = (P) - [(C_g)(P)]$ (m) $J_3 = (35.14) - [(0.99)(35.14)]$	0.35	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN EL LATERAL (J_T)	
VARIABLES	VALORES
$J_T = J_1 + J_2 + J_3 = (0.88) + (0.088) + (0.35)$	1.31
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego) (1.32) \leq (7.03)	
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	35.14	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	35.66
J_T = Pérdidas totales (m)	1.32	J_T = Pérdidas totales (m)	1.32
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	0.8	ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	0.8
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m) $P_{EL} = (35.14) + (1.32) \pm (0.8)$	35.66	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m) $P_{SL} = (35.66) - (1.32) \pm (0.8)$	35.14
	50.71 PSI		50 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: ASPERSION	HUERTO: CEPRAP
SECTOR DE RIEGO (SR) No.7	
J = (F)(L)(j)	
F = Depende del Número de salidas (sector riego a beneficiar y/o salidas tubería alimentación) (Tabla No. 1)	1.0
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} = (240) + (15.7) (m)	255.7
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0382
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	148 GPM
L _R = Longitud real; desde descarga unidad bombeo y/o filtrado hasta último sector de riego a beneficiar (m)	240
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tablas No. 5; Gráfica No. 1)	15.7
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
J = (F)(L)(j) = (1.0)(255.7)(0.0281) = m	7.19 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE PASIVA	5	3"	148	8.0
TEE ACTIVA	1	3"	148	5.2
CODO 90°	1	3"	148	2.5
Sumatoria L_e (m)				15.7 m

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)	0.00175
θ_E = Diámetro externo (m) (Catálogo fabricante)	0.0889
θ_I = Diámetro interno (m) (Catálogo fabricante)	0.08715
R = Radio interno (m)	0.04357
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.005965
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.009337
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$	1.56
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.56) \leq (2.5)	(SI) SI
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA TUBERÍA PRINCIPAL (P _{REP})
P_{REP} = J tubería principal + P_{REA} (Presión requerida entrada tubería alimentación crítica) (P_{REA}) \pm ΔH terreno P_{REP} = (7.19) + (35.66) \pm (1.1) = 43.95 m o 62.50 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J ₁)		
MODALIDAD: ASPERSIÓN	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 8
VARIABLES		VALORES
J₁ = (F)(L)(j)		
F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1)		
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante (Tabla No. 2, 3, 8)		
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S		0.639
Q = Caudal total a conducir = (No. Unidades riego)(Q _{UNITARIO}) = (2)(74)		148 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		74 GPM
N _S = Número de espacios entre unidades de riego		4
T _I = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego		0 M
T _F = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado		0 m
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral		40 m
L _R = Longitud real = (N _S)(E _L) + (T _I) + (T _F) = (4)(40) + (0) + (0)		160 m
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)		15.0 m
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (160) + (19.1)		175.0 m
θ = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		3" RDE 51
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); (según fabricante)		0.0280
J₁ = (F)(L)(j) = (0.639)(175.0)(0.0280)		3.13 m

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TEE ACTIVA	1	3"	74	5.2
TEE PASIVA	3	3"	74	4.8
CODO 90°	2	3"	74	5.0
Sumatoria L_e (m)				15.0

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)	0.00175
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08715
R = Radio interno (m)	0.04357
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.005965
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.009337
$V = \frac{Q}{A} = \frac{()}{()}$	1.56
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	2.5
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.56) ≤ (2.5)	(SI) SI (NO) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 6

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

2. PÉRDIDAS POR CONEXIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (J_2)						
VARIABLES	VALORES	LONGITUD EQUIVALENTE (L_e) m				
		ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Q_{UR} = Caudal unidad de riego	74	REDUCCION	1	3"-2"	74	1.9
L_R = Longitud real (elevador) m	2.0	CODO DE 45°	2	3"	74	2.4
L_e = Longitud equivalente (m) (Tabla No. 5, Gráfica No. 1)	9.3	CODO DE 90°	2	3"	74	5.0
L = Longitud total $L = L_R + L_e$ (m)	11.3					
θ y RDE tubería	3" RDE51					
j = Pérdidas fricción tubería (m/m) Tabla No. 6	0.00779					
$J_2 = (L)(j)$ $J_2 = (11.3)(0.00779)$	0.088	Sumatoria (L_e)				9.3

3. PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LA UNIDAD DE RIEGO (J_3)		
VARIABLES	VALORES	
P = Presión de trabajo medida unidad de riego (m)	35.14	
C_g = Coeficiente de descarga de las boquillas	Viejas: 0.95	0.99
	Nuevas: 0.99	
$J_3 = (P) - [(C_g)(P)]$ (m) $J_3 = (35.14) - [(0.99)(35.14)]$	0.35	

4. PÉRDIDAS TOTALES EN EL LATERAL (J_T)	
VARIABLES	VALORES
$J_T = J_1 + J_2 + J_3 = (3.13) + (0.088) + (0.35)$	3.57
CHEQUEO: $J_T \leq J_{PERMISIBLE}$ (20% presión de trabajo unidad riego) (3.57) \leq (7.03)	
Resultado: (SI) (NO); si el resultado es (NO) replantear cálculos	

5. PRESIONES REQUERIDAS PARA EL LATERAL (m)			
PRESIÓN A LA ENTRADA (P_{EL})		PRESIÓN A LA SALIDA (P_{SL})	
VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
P_{UR} = Presión unidad riego (m)	35.16	P_{EL} = Presión entrada lateral (m)	41.73
J_T = Pérdidas totales (m)	3.57	J_T = Pérdidas totales (m)	3.57
ΔH = Diferencia topográfica terreno (m)	3.0	ΔH = Diferencia topográfica terreno(m)	3.0
$P_{EL} = P_{UR} + J_T \pm \Delta H$ (m)	41.73	$P_{SL} = P_{EL} - J_T \pm \Delta H$ (m)	35.16
$P_{EL} = (35.16) + (3.13) + (3.0)$	59.34 PSI	$P_{SL} = (41.73) - (3.57) - (3.0)$	50 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “CAUDALES PARCIALES”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J ₁)							
MODALIDAD: ASPERSIÓN		HUERTO: CEPRAP			SECTOR RIEGO (SR) No. 8		
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6
TRAMOS	F: No. Salidas (tabla No. 1)	1					
	Q: Caudal (GPM)	148					
	L _R : Longitud real (m)	853.67					
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)	33.3					
	L: Longitud total (m)	886.97					
	θ y RDE tubería	3" – 51					
	j: Pérdidas fricción tubería Tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0281					
	J ₁ = (F)(L)(j)	24.92					
Σ J ₁ (m)							

1.1 LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tablas No. 5; Gráfica 1)											
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
TRAMO-1	CODO 45°	4	3"	148	4.8	TRAMO-2	CODO 90°				
	TEE PASIVA	19	3"	148	20.8		TEE PASIVA				
	CODO 90°	1	3"	148	2.5						
	TEE ACTIVA	1	3"	148	5.2						
	Sumatoria L _e				33.3		Sumatoria L _e				
TRAMO-3						TRAMO-4					
	Sumatoria L _e						Sumatoria L _e				
TRAMO-5						TRAMO-6					
	Sumatoria L _e						Sumatoria L _e				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)							
VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4	TRAMO-5	TRAMO-6	
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"						
RDE tubo	RDE 51						
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00175						
θ _e = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889						
θ _i = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08715						
R = Radio interno (m)	0.04357						
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.005965						
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.009324						
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) / (\quad)$	1.56						
V PERMISIBLE (m/seg) según fabricante	2.5	2.5					
CHEQUEO: V ≤ V _P	(SI) (NO)						
OBSERVACIÓN: si el resultado es (NO) replantear diámetro de la tubería							

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 12 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACION "MÉTODO MÚLTIPLES SALIDAS"

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J)		
MODALIDAD: ASPERSION	HUERTO: CEPRAP	SECTOR RIEGO (SR) No. 8
J = (F)(L)(j)		
F = Factor corrección por múltiples salidas (sectores de riego a beneficiar) Tabla No. 1		
L = Longitud total = L _{real} + L _{equivalente} (m)		
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8		
F = Depende del número de salidas (sectores de riego a beneficiar); S = (1)		F = 1
Q = Caudal a conducir = ∑ caudales sectores de riego a beneficiar (GPM)		150
L _R = Longitud real = desde conexión sobre principal hasta conexión último sector riego a beneficiar (m)		279.18
L _e = Longitud equivalente por accesorios (m) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)		
L = L _R + L _e = () + (2.4) (m)		279.18
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo) = (3") y (32.5)	j	0.0321
= m/m		
J = (F)(L)(j) = (1)(310.23)(0.0321) = m		8.96

1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) m				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
Sumatoria L_e (m)				

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) m/seg	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	PVC 3"
RDE tubo	RDE 32.5
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)	0.00274
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08342
R = Radio interno (m)	0.04171
A = Área tubo = (π)(R ²) = (m ²)	0.00546
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.00945
$V = \frac{Q}{A} = () \div ()$	1.73
V _{PERMISIBLE} (m/seg) (según fabricante tubería)	
CHEQUEO: V ≤ V _P ; (1.73) ≤ (2.5)	
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

2. PRESIÓN REQUERIDA A LA ENTRADA DE LA TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN (P _{REA})
P_{REA} = J tubería alimentación + Presión requerida entrada al múltiple del sector de riego crítico (P_{REM}) ± ΔH terreno $\Delta H = (3.0)$ P_{REA} = (8.96) + (24.92) + (3.0) = 36.88 m 52.44 PSI

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 5: RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO”

1. DATOS BÁSICOS		
HUERTO: CEPRAP	VEREDA: El Juncal	MUNICIPIO: Palermo
CARACTERÍSTICAS		CONEXIONES
Fuente: CANAL		θ entrada y salida filtros: 3"
Caudal diseño (GPM): 150		Tubería principal y secundaria: HG Y PVC RDE 21 / 3"
Relación filtrado: 2: 1		Tubería retrolavado: PVC 3" U.Z RDE 41
Descripción filtrado:		Válvulas control flujo: BOLA 3"
Capacidad total filtrado (GPM): 150		Válvulas control presión:
Capacidad individual filtros (GPM): 75 GPM Y 150GPM		Válvulas control aire:
Modelo filtros (Gráficas No. 2, 3) : F635 Y F130		Medición presión: MANÓMETROS

2. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA CONDUCCIÓN (J _f)					
ITEMS	VARIABLES	TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
TRAMOS	Q: ΣCaudales S.R. a beneficiar (GPM)	150	75	150	
	L _R : Longitud real (m)	2.0	1.0	2.0	
	L _e : Longitud equivalente por accesorios (m)	7.7	32.6	10.0	
	L: Longitud total (m) = L _R + L _e	9.7	33.6	12.0	
	θ y RDE tubería (asumirlo)	RDE 21 3"	RDE 21 3"	RDE 21 3"	
	j: Pérdidas fricción fabricante tabla No. 2, 3, 8 (m/m)	0.0383	0.00798	0.0383	
	J _f = (L)(j)	0.37	0.27	0.46	
	Σ J _f (m)	1.1 m	1.1 m	1.1 m	

2.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE (L _e) (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)												
ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	ITEMS	ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)	
TRAMO-1	Codo 90°	1	3"	150	2.5	TRAMO-2	Codo 90°	2	3"	75	5.0	
	Tee Bilateral	1	3"	150	5.2		Válvula de Bola	1	3"	75	26	
							Te Pasiva	1	3"	75	1.6	
	Sumatoria L _e	7.7 m					Sumatoria L _e	32.6 m				
TRAMO-3	Codo 45°	2	3"	150	1.2	TRAMO-4						
	Codo 90°	1	3"	150	2.5							
	Cheque	1	3"	150	6.3							
	Sumatoria L _e	10.0 m					Sumatoria L _e					

2.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V)					
VARIABLES		TRAMO-1	TRAMO-2	TRAMO-3	TRAMO-4
Clase y diámetro de tubería		PVC 3"	HG 3"	PVC 3"	
RDE tubo		21		21	
Espesor pared tubo (m) (catálogo fabricante)		0.00424	0.00424	0.00424	
θ _E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)		0.08890	0.08890	0.08890	
θ _I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)		0.08042	0.08042	0.08042	
R = Radio interno (m) (catálogo fabricante)		0.04021	0.04021	0.04021	
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)		0.005079	0.005079	0.005079	
Q = Caudal (m ³ /seg)		0.00945	0.004725	0.00945	
$V = \frac{Q}{A} = (\quad) / (\quad)$		1.86 m / seg.	0.93 m / seg.	1.86 m / seg.	
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante					
CHEQUEO: V ≤ V _P		(SI)	(SI)	(SI)	(SI)
		(NO)	(NO)	(NO)	(NO)

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 5

RIEGO A PRESIÓN: "CÁLCULO DE PÉRDIDAS UNIDAD DE FILTRADO"

3. PÉRDIDAS DE CARGA DEL FLUIDO AL PASO A TRAVÉS DE LOS FILTROS (J_2)			
TIPO FILTRADO	Q (GPM)	J_2 (m)	REFERENCIA
HIDROCICLÓN			Gráfica No.
ARENA	75	1.5	Gráfica No. 2 F620
MALLA	150	1.0	Gráfica No. 3 F130
$J_2 = \sum J_2$		2.5 m	"Adaptado filtros Mondragón - España"

4. PÉRDIDAS TOTALES UNIDAD FILTRADO (J)	
$J = J_1 + J_2$	
$J = (1.1\text{m}) + (2.5\text{ m}) = \mathbf{(3.6\text{ m})}$	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 6 RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

1. DATOS BÁSICOS					
Q diseño	150	GPM	Temperatura interior caseta	35	°C
Localización geográfica	476	A.S.N.M	Presión atmosférica tabla No. 6	955	m
Presión trabajo unidad riego	50	PSI	Presión de vapor tabla No. 7	0.57	m
Fuente abastecimiento	CANAL		Clase sedimentos (θ)	5	mm
					Dpto Huila
					Municipio Palermo
					Vereda El Juncal
					Predio CEPRAP

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	3.0
H_d = Altura de descarga (Δ_H terreno) + Altura elevador unidad riego	8.3
H_{fs} = Pérdidas por fricción tubería succión	0.72
H_{fp} = Pérdidas por fricción tubería principal	24.92
H_{fA} = Pérdidas de fricción en la tubería de alimentación	8.96
H_{fM} = Pérdidas por fricción en la tubería múltiple	
H_{fL} = Pérdidas por fricción en la tubería lateral	3.57
H_{ff} = Pérdidas por fricción unidad de fertilización	
H_{fF} = Pérdidas por fricción unidad filtrado	3.6
H_{UR} = Presión de trabajo unidad de riego	35.16
SUMATORIA C.D.T.	88.23

2.1 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN (H_{fs})	
$H_{fs} = (L)(j)$	
θ = Diámetro tubería y RDE (asumirlo)	3" RDE 51
L = Longitud total = $L_{real} + L_{equivalente} = (22.5) + (3.0)$ (m)	22.5
L_R = Longitud real; desde la válvula de pie hasta el orificio de succión de la bomba (m)	3.0
L_e = Longitud equivalente por accesorios (m)	25.5
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería m/m Tabla No. 2, 3, 8	0.0281
Q = Caudal a conducir = Σ caudales sectores de riego a beneficiar	150
$H_{fs} = (L)(j) = (0.0281)(25.5) = m$	0.72

2.2 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA SUCCIÓN (L_e) m (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L_e (m)
Codo 90°	1	3"	148	2.5
Válvula de Pie	1	3"	148	20
Sumatoria L_e (m)				22.5 m

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)	0.00175
θ_E = Diámetro externo (m) (catálogo fabricante)	0.0889
θ_I = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.08715
R = Radio interno (m)	0.04357
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.005965
Q = Caudal (m^3/seg)	0.009324
$V = \frac{Q}{A} = \left(\frac{\quad}{\quad} \right) / \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$	1.56
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	
CHEQUEO: $V \leq V_P ; (1.56) \leq (2.50)$	Ok (SI)
	(NO)

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

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

CONTINUACIÓN TALLER No. 6
RIEGO A PRESIÓN: “SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO”

3. SELECCIÓN UNIDAD DE BOMBEO			
3.1 MÉTODO “POR CURVA SEGÚN FABRICANTE”			
DATOS DE DISEÑO	Q: 150 GPM	UNIDAD DE BOMBEO	Referencia: 2020 HCE/ 25
	CDT: 88.23 m		Modelo: Bomba centrífuga tipo Alta presión
	Energía: Eléctrica		Versión
MOTOR	HP: 25	BOMBA	θ_{Rotor} : 7.5" =19.05 cm.
	RPM:3500		$\theta_{\text{máx. partículas}}$: 5 mm
	Conexión: Monoblock		Conexión: Succ:3" Desc:3"
	Operación: Trifásico		Eficiencia: 60 %
3.2 MÉTODO: “POR FÓRMULA”			
$\text{POTENCIA REQUERIDA HP} = \frac{Q \times \text{CDT}}{3960 \times \eta}$			
Q = Caudal de diseño			150 GPM
CDT = Cabeza dinámica total			289.47 Pies
3960 = Factor de conversión			3960
η = Eficiencia deseada para la bomba			0.6 decimales
HP = $[(150)(289.47)] / [(3960)(0.6)]$			18.27 HP

4. CÁLCULO DE LA CABEZA NETA POSITIVA DE SUCCIÓN (NPSH)			
4.1 NPSH DISPONIBLE		4.2 NPSH REQUERIDO	
$\text{NPSH}_D = P_a - P_v - H_s - H_{fs} = \text{m}$		Entregada por el fabricante de la bomba en función del $Q_{\text{diseño}}$ y el θ_{rotor} $\text{NPSH}_R = (2.13) \text{ m}$	
P_a = Presión atmosférica según localización	9.77		
P_v = Presión de vapor según temperatura	0.39		
H_s = Altura de succión bomba	3.0		
H_{fs} = Pérdidas fricción tubería de succión	0.72		
$\text{NPSH}_D = (9.77) - (0.39) - (3.0) - (0.72)$	5.66 m		
4.3 CHEQUEO			
$(\text{NPSH})_R \leq (\text{NPSH})_D$ $2.13 \leq 5.66$ Resultado: (SI) (NO)			
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear como mínimo H_s para ajustar el chequeo			

5. AJUSTES DE POTENCIA (HP) EN MOTORES			
5.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN	%	5.2 MOTORES ELÉCTRICOS	%
Por accesorios	10%	Por pérdidas por fricción y temperatura	15
Por altura: 3% por cada 100 m.s.n.m a partir de 150m		$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\Sigma\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$	
Por temperatura: 1 % por cada 5.6 °C a partir de 15 °C			$\text{HP}_{\text{final}} = (18.27) + (18.27)(0.15)$
Sumatorias porcentaje para corrección			21.01 HP
$\text{HP}_{\text{final}} = (\text{HP}_{\text{inicial}}) + (\Sigma\%)(\text{HP}_{\text{inicial}})$		$\text{HP}_{\text{final}} = (21.01)$	
$\text{HP}_{\text{final}} = () + ()()$			

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

ANEXO F. Curva de rendimiento de la Bomba 2020 QCE/24.

LINEA ALTAPRESION 2020 QCE-10 /-15 /-24

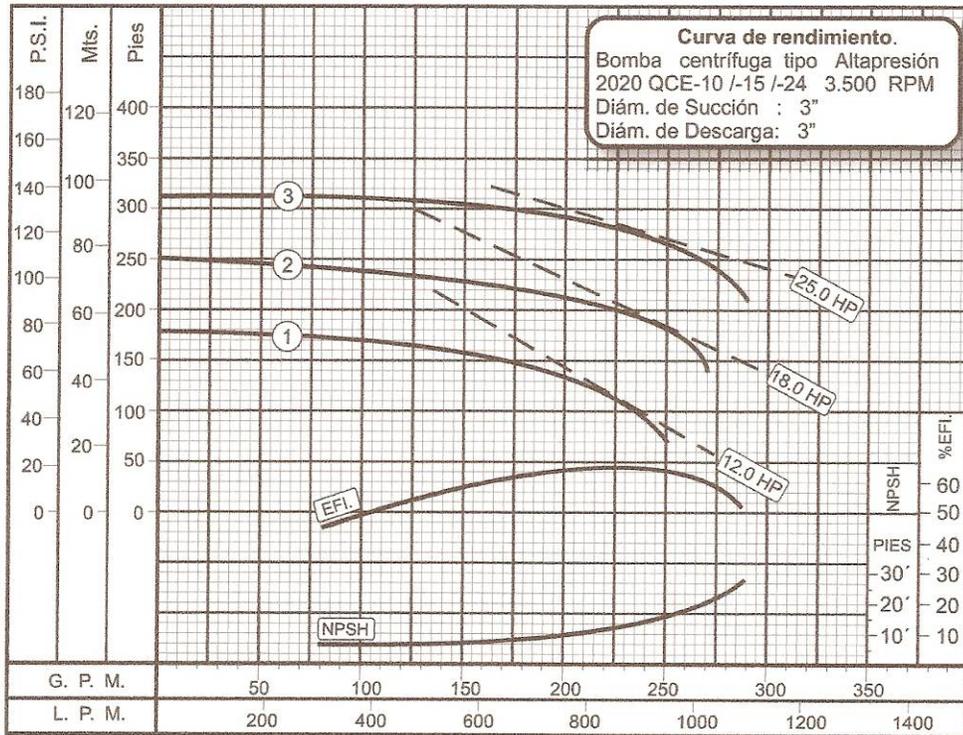


CARACTERISTICAS

- Bomba centrífuga de construcción monobloque fabricada en hierro fundido.
- Diámetro de succión de 3" y descarga de 3"
- Impulsor cerrado fabricado en hierro fundido
- Temperatura máxima de operación 70° C
- Sello mecánico

APLICACION

- Bombeo de líquidos limpios o turbios a grandes alturas y distancias
- En la industria, agricultura y ganadería
- Distribución de agua en unidades residenciales
- Riego por aspersión
- Equipos contra incendio
- Equipos de presión



No	MODELO	HP	VOLTAJE	AMP.	FASES	DIA. IMP.	ØSUCC.	ØDESC.
1	2020 QCE-10	12.0	220/440	32.0/16.0	3	6.325"	3"	3"
2	2020 QCE-15	18.0	220/440	46.0/23.0	3	7.400"	3"	3"
3	2020 QCE-24	25.0	220/440	70.0/35.0	3	8.200"	3"	3"



PBX: 3-377077 / 4-056565
F A X : 2 - 6 9 2 3 5 9

BARNES DE COLOMBIA S.A.
PLANTA: CALLE 15 No 41-17
Bogotá D.C Colombia

www.barnes.com.co
e-mail: ventas@barnes.com.co

**ANEXO G. Constancia del caudal asignado a la granja experimenta de la
Universidad Surcolombiana**

DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE MEDIANA ESCALA EL
JUNCAL
NIT.900.062.076-1

EL GERENTE

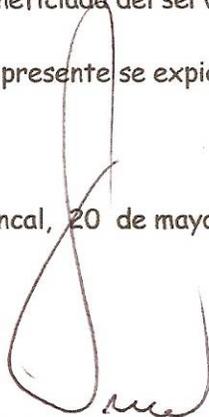
HACE CONSTAR:

Que en nuestros registros prediales se encuentra inscrito bajo el código 1E260 el predio denominado Universidad Surcolombiana, con un área beneficiada de 12 hectáreas.

Que el Distrito de Riego suministra 3 litros /segundo por cada hectárea beneficiada del servicio de riego.

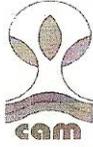
La presente se expide a solicitud del interesado para los fines pertinentes.

Juncal, 20 de mayo de 2008



JULIO CESAR VILLANUEVA R.
Gerente

ANEXO H. Concesión de aguas superficiales al Distrito de Riego ASOJUNCAL



Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
Construyendo una cultura de convivencia del Huilense con su naturaleza



CE#4554
22-08-2007

RESOLUCION No. 1666

(23 JUL 2007)

POR MEDIO DE LA CUAL SE OTORGA UN TRASPASO CONCESIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

EL DIRECTOR TERRITORIAL NORTE DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA - CAM -, en uso de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en la ley 99 de 1993, el Decreto 1541/78 y en desarrollo de la delegación hecha mediante la Resolución No. 434 de abril 4 de 2005, de la Dirección General de la CAM, con base en los siguientes

1. HECHOS

Mediante escrito bajo el radicado CAM 38971 del 25 de Abril de 2007, el señor JULIO VILLANUEVA RODRIGUEZ, en calidad de representante legal de el distrito de adecuacion de tierras de mediana escala el Juncal identificado con el Nit 900.062.076-1, solicitó ante este Despacho el traspaso de la concesión de aguas superficiales del Río Magdalena otorgada mediante resolución No 1449, para beneficio de asojuncal.

Con base en lo anterior, el peticionario anexo la siguiente documentación:

- Solicitud de traspaso y división de la concesión de aguas superficiales.
- Copia del RUT
- Copia de la resolución 0526 del 10 de Julio del 2002 del Ministerio de Agricultura y desarrollo rural.
- Copia del Acta 004 Nombrando Nuevo Gerente o representante legal

En orden a efectuar el tramite respectivo, este despacho, mediante Auto de Inicio de Tramite No. 084 del 02 de Mayo de 2007, ordenó dar inicio a la solicitud, en consideración a que reunía los requisitos contemplados en el decreto 1541 de 1978 y las resoluciones proferidas por la Dirección General de esta Corporación.

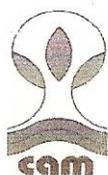
Con base en lo anterior, se realizaron las siguientes diligencias:

- 1) Se ordenó y practicó la fijación de los avisos en la Alcaldía del Municipio de Palermo (Huila) y en las instalaciones de esta Corporación, con base a lo establecido en el artículo 57 del Decreto 1541 de 1978, que dentro del término de fijación del aviso no se presentaron oposiciones para el Traspaso de la concesión.

Carrera 1 No. 60-79 Las Mercedes Tel. 8764002-8766055 Fax 0988-765344

Email Cam@Gov.co

Neiva, Huila



- 2) Se efectuó visita ocular por parte de profesional universitario de apoyo a esta Dirección Territorial, el día 12 de Julio de 2007 y allegada al expediente a través del informe de concesión de aguas superficiales de Julio 19 de 2007, y en concordancia con el Artículo 58 del Decreto 1541 de 1978, se estableció lo siguiente:

“ANTECEDENTES”

El río Magdalena, es una corriente de uso público debido a que sus aguas en forma permanente desembocan en el océano atlántico, de conformidad a lo establecido en el Artículo 5 del decreto 1541 de 1978, la cual la Corporación ha otorgado en concesión de aguas superficiales un caudal de 837.51L.P.S. mas 401.4 m³/seg. a la Central Hidroeléctrica de Betania S.A. CHB, mediante resolución No. 1244 de octubre 13 de 1998, para la generación de energía eléctrica, aguas arriba del sitio de la captación de los solicitantes.

De acuerdo al aviso de publicación en la Alcaldía del Municipio de Palermo y en cartelera de la CAM, no se presentó oposición a la presente solicitud.

1. OBSERVACIÓN SOBRE EL TERRENO Y UBICACIÓN

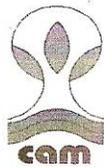
El distrito de adecuación de tierras de mediana escala el Juncal con Nit. 900.062.076-1, se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Magdalena en el municipio de Palermo a 10 kilómetros al sur de la ciudad de Neiva, con un área de 5.100 hectáreas, de las cuales 1.800 hectáreas son regables, la zona del distrito presenta gran inclinación por el cultivo de arroz en pequeña cantidad algunos cultivos de soya, maíz y tabaco. De acuerdo a los datos suministrados por el jefe operativo del distrito de riego el juncal, el área sembrada en arroz se encuentra por el orden de las 700 Ha., en cultivos secanos el área sembrada se estima en 80 Ha. y el número de semovientes dentro del área beneficiada se estima en 200 cabezas. El agua que se concesionó según resolución No. 1449 del 9 de Agosto del 2006 a nombre de ASOJUNCAL se pretende distribuir de acuerdo a los siguientes cuadros, estimando dos periodos en los cuales existen diferencias en las horas y número de unidades de bombeo operando, pues depende de las condiciones climáticas a lo largo del año:

3. DISTRIBUCIÓN.

Según resolución 1449 del 2006:

En verano los meses (Marzo, Julio, agosto y Septiembre)

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 500 ha	1.8lps/ha.	900
	Riego cultivo seco : 80 ha.	0.8 Lps/ha.	64
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
			964.2



Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
Construyendo una cultura de convivencia del Huilense con su naturaleza



1666

En invierno

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 250 ha	1.8lps/ha.	450
	Riego cultivo secoano : 40 ha.	0.8 Lps/ha.	32
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
			482.2

Pero como ahora el señor JULIO CESAR VILLANUEVA RODRIGUEZ, gerente del DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE MEDIANA ESCALA EL JUNCAL con NIT. 900.062.076-1. Solicita disminuir en 50 ha. el uso del agua para los cultivos, e incluirlos para el uso de piscicultura, sin alterar el caudal ya concesionado. Por lo tanto se debe distribuir de acuerdo al cuadro siguiente:

En verano los meses (Marzo, Julio, agosto y Septiembre)

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 430 ha	1.8lps/ha.	774
	Riego cultivo secoano : 18.750 ha.	0.8 Lps/ha.	15
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
	Piscicultura: 50 ha.	3.5lps/ha	175
			964.2

En invierno

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 160 ha	1.8lps/ha.	288
	Riego cultivo secoano : 23.75 ha.	0.8 Lps/ha.	19
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
	Piscicultura: 50 ha.	3.5lps/ha	175
			482.2

Carrera I No. 60-79 Las Mercedes Tel. 8764002-8766055 Fax 0988-765344

Email Cam@Gov.co
Neiva, Huila



4. AFOROS DE LA FUENTE

El caudal medio de los valores medios mensuales, en la estación denominada Vichecito es de 445.84 m³/seg., de datos tomados de los años desde 1985 a 1994. En el subembalse del Magdalena sus afluentes aportan 409 m³/seg y el río Yaguará le aporta al subembalse del mismo nombre 15 m³/seg. en promedio mensual

5. SISTEMA DE CAPTACIÓN

La captación se realiza mediante bombeo, en una estación de cuatro unidades con capacidad de 500 L.P.S. cada una, las cuales bombean ocho (8) horas diarias en épocas críticas. Estas bombas se encuentra ubicada en la margen izquierda, descargando el agua a una cámara de amortiguación, de donde es conducida por un canal hasta el embalse regulador el juncal, de donde se distribuye por gravedad a los diferentes canales abiertos revestidos en concreto del distrito.

6. RESTITUCIÓN DE SOBRENTE

Las aguas sobrantes de los lagos seran reutilizada para riego de cultivos.

7. CONCEPTO TÉCNICO.

Es viable Otorgar el traspaso y cambio de uso de la resolución No. 1449 del 2006 quedando especificada de la siguiente manera: concesión de Aguas Superficiales de la corriente río Magdalena, a nombre del DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE MEDIANA ESCALA EL JUNCAL con NIT. 900.062.076-1., representada por el señor JULIO CESAR VILLANUEVA RODRIGUEZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 12.106.041 de Neiva (H), con oficina en la Inspección el Juncal Km. 13 vía Yaguará, para beneficio del Distrito de Adecuación de tierras de mediana escala el Juncal. Del municipio de Palermo, en las siguientes cantidades y para los siguientes usos:

En verano los meses (Marzo, Julio, Agosto y Septiembre)

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 430 ha	1.8lps/ha.	774
	Riego cultivo secano : 18.750 ha.	0.8 Lps/ha.	15
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
	Piscicultura: 50 ha.	3.5lps/ha	175



Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena

Construyendo una cultura de convivencia del Huilense con su naturaleza



1666

En invierno

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 160 ha	1.8lps/ha.	288
	Riego cultivo secano : 23.75 ha.	0.8 Lps/ha.	19
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
	Piscicultura: 50 ha.	3.5lps/ha	175
			482.2

Teniendo en cuenta lo anterior, y en cumplimiento del artículo 31 Numeral 9 de la ley 99 de 1993, es esta Corporación Autónoma Regional CAM, la competente para otorgar permisos y concesiones para el uso de aguas superficiales y subterráneas dentro de su jurisdicción, en mérito de lo cual:

3. RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO.- Otorgar el traspaso y cambio de uso de la resolución No. 1449 del 2006 quedando especificada de la siguiente manera: concesión de Aguas Superficiales de la corriente río Magdalena, a nombre del DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE MEDIANA ESCALA EL JUNCAL con NIT. 900.062.076-1., representada por el señor JULIO CESAR VILLANUEVA RODRIGUEZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 12.106.041 de Neiva (H), con oficina en la Inspección el Juncal Km. 13 vía Yaguará, para beneficio del Distrito de Adecuación de tierras de mediana escala el Juncal. Del municipio de Palermo, en las siguientes cantidades y para los siguientes usos:

En verano los meses (Marzo, Julio, Agosto y Septiembre)

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 430 ha	1.8lps/ha.	774
	Riego cultivo secano : 18.750 ha.	0.8 Lps/ha.	15
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
	Piscicultura: 50 ha.	3.5lps/ha	175
			964.2

Carrera I No. 60-79 Las Mercedes Tel. 8764002-8766055 Fax 0988-765344

Email [Cam @ Gov.co](mailto:Cam@Gov.co)

Neiva Huila



Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
Construyendo una cultura de convivencia del Huilense con su naturaleza



1666

En invierno

NOMBRE DEL PROYECTO	USOS	Módulo	Caudal (LPS)
Distrito de adecuación de tierra de mediana escala el Juncal. Con NIT. 900.062.076-1	Riego para arroz: 160 ha	1.8lps/ha.	288
	Riego cultivo secano : 23.75 ha.	0.8 Lps/ha.	19
	Abrevaderos: 200 Cabezas	0.001lps/ca.	0.2
	Piscicultura: 50 ha.	3.5lps/ha	175
			482.2

ARTICULO SEGUNDO: El periodo de vigencia del traspaso de la concesión de aguas superficiales, es por el tiempo de 10 años.

ARTICULO TERCERO: El caudal concesionado se entrega en la fuente y por consiguiente le corresponde al usuario transportar el recurso y con eficiencia.

ARTICULO CUARTO: La presente concesión no implica el establecimiento de la servidumbre en interés privado sobre los predios donde se ubique las obras de captación control y conducción. La constitución de servidumbre que sea necesaria la gestionará el interesado de acuerdo a lo preceptuado en el Decreto 1541/78.

ARTICULO QUINTO: La concesión otorgada dará lugar al cobro de las tasas retributivas por concepto de uso del recurso hídrico, los cuales serán destinados al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos.

ARTICULO SEXTO: La Corporación se reserva la facultad de revisar, modificar o revocar en cualquier momento la concesión de agua concedido, cuando encontrare variación en sus caudales o acorde a la conveniencia pública.

ARTICULO SEPTIMO: Todo traspaso de concesión implica para el beneficiario, como condición esencial para su subsistencia la inalterabilidad de las condiciones impuestas en la respectiva resolución. Cuando el concesionario tenga necesidad de efectuar cualquier modificación en las condiciones que se fija la resolución respectiva deberá solicitar previamente la autorización a la Entidad administradora del recurso hídrico

ARTICULO OCTAVO: El Beneficiario no podrá ceder, los derechos de agua aquí dispuestos sin permiso de la Autoridad Ambiental.

ARTICULO NOVENO: Será causal de caducidad el incumplimiento de las obras de captación, y las previstas en el artículo 248 del Decreto 1541 de 1978.

Carrera 1 No. 60-79 Las Mercedes Tel. 8764002-8766055 Fax 0988-765344

Email Cam@Gov.co

Milano U.S.A.



Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
Construyendo una cultura de convivencia del Huilense con su naturaleza



ARTICULO DECIMO: La presente concesión está sujeto a la disponibilidad del recurso, por lo tanto la CAM, no es responsable cuando por causas naturales no pueda garantizar el caudal concedido. La procedencia cronológica en la concesiones no otorga prioridad, y en casos de escasez todas serán abastecidas a prorrata o por turno conforme el artículo 122 del Decreto 1541 de 1978.

ARTICULO DECIMO PRIMERO: Notificar personalmente el contenido de esta Resolución al señor JULIO CESAR VILLANUEVA RODRIGUEZ, en calidad de representante legal del Distrito De Adecuación De Tierras De Mediana Escala El Juncal con Nit 900.062.076-1 haciéndosele saber que contra la presente resolución procede únicamente el recurso de reposición dentro de los 5 días siguientes a su notificación.

ARTICULO DECIMO SEGUNDO: La presente resolución rige a partir de la publicación en la Gaceta Ambiental de la CAM a costa del beneficiario, lo cual se hará dentro de los (10) diez días siguientes a su notificación y que acreditará mediante la presentación del recibo de pago.

PARAGRAFO.- Es obligación del usuario allegar durante el plazo establecido el recibo del pago de la publicación en al gaceta ambiental. Si transcurridos más de dos meses y hecho el requerimiento de ley, el beneficiario del presente permiso no allega el recibo de pago correspondiente, se archivara el expediente en virtud del artículo 13 del Código Contencioso Administrativo.

Notifíquese, Publíquese y Cúmplase

23 JUL 2007

Ing. NELSON JOSÉ SANTANDER VALDERRAMA
Director Territorial Norte

Proyecto: GUILLERMO MONTENEGRO CAMELO
Exp: DTN 3.4.1 No 052-2007

Carrera 1 No. 60-79 Las Mercedes Tel. 8764002-8766055 Fax 0988-765344

Email Cam@Gov.co