

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO
PARA LA FINCA EL ROSAL EN LA VEREDA EL SOCORRO
MUNICIPIO DE NÁTAGA**

ANYELO YOHÁN PÉREZ PERDOMO



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA HUILA
2014**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO
PARA LA FINCA EL ROSAL EN LA VEREDA EL SOCORRO
MUNICIPIO DE NÁTAGA**

ANYELO YOHAN PÉREZ PERDOMO

**Proyecto de grado presentado
como requisito para optar el título
de ingeniero agrícola**

DIRECTOR

ING. MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en ingeniería de Irrigación



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA HUILA

2014

Nota de aceptación

Esp. MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO
DIRECTOR

M. Sc JAIME IZQUIERDO BAUTISTA
JURADO

Esp. GILBERTO ALVAREZ LINARES
JURADO

Neiva, Febrero de 2014.



“Alcanzar una meta en la vida siempre hay alguien a quien agradecer y dedicar”

A Dios,
a mis cuchos *Hilarión Pérez*
María del Rosario Perdomo
y al sacerdote Vicentino
José Ángel Palma

“El futuro del hombre esta cuando se vencen los temores, siendo este; el primer secreto del éxito”



AGRADECIMIENTOS DEL AUTOR

Siempre resulta difícil agradecer a todas aquellas personas que han colaborado con un proceso, con un trabajo, porque nunca alcanza el tiempo, el papel o la memoria para mencionar o dar con justicia todos los créditos y méritos a quienes se lo merecen.

Partiendo de esta limitación y diciendo de antemano MUCHAS GRACIAS a todas aquellas personas que han colaborado en el desarrollo de este trabajo de grado, deseo agradecer especialmente:

A la señora Gladys Quino, quien con su paciencia y cariño, fortaleció el cariño que le tome a la carrera

Al profesor Gilberto Álvarez, quien me aguantó y me acogió en su oficina en los últimos semestres

Al ingeniero Miguel German Cifuentes, mi director de proyecto

Al ingeniero Armando Torrente, por la asesoría en los balances hídricos

A Efrén Mosquera Villareal, técnico profesional del laboratorio de construcciones de la Universidad Surcolombiana, por ser una persona dispuesta siempre a ayudar

A la señora María de Jesús Ortiz y su familia, sin su colaboración me hubiera sido más arduo alcanzar este logro

A mi hermana Lourdes, quien fue la fiel compañera en este proceso.... Mil gracias

A todos los profesores, con su conocimiento y sabiduría me guiaron para lograr llegar a tan deseada meta

A mis compañeros de código Jhon Edinson, Liseth, Yilberth, Robert, Edinson, Kike entre otros; que con su chistes y compañía lograron que el tiempo en esta universidad se hiciera demasiado corto y ameno

Por último solo me queda decir que DIOS I@s BENDIGA y MUCHAS GRACIAS UNIVERSIDAD SURCOLOMBIA

“los obstáculos vencidos no solo nos enseñan, nos fortalecen para futuras luchas”



CONTENIDO

OBJETIVOS	12
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1. INTRODUCCIÓN	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. MARCO CONCEPTUAL	15
3.1. RIEGO	15
3.2. Cultivo	17
3.2.1. Mandarina	17
3.2.2. Pastoreo	18
3.2.2.1. <i>Brachiaria humidicola</i>	18
3.2.2.2. <i>Brachiaria decumbens</i>	19
3.2.3. Pasto de Corte Guatemala (<i>Tripsacum laxum</i>)	19
3.2.4. Café	19
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	20
4.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	20
4.1.1. Ubicación general	20
4.1.2. Geomorfología	21
4.1.3. Clima y temperatura	21
4.1.4. Área de Influencia	21
5. METODOLOGÍA	22
5.1. RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO	22
5.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	22
5.2.1. Suelos	22
5.2.1.1. Infiltración	22
5.2.2. Fuente de Abastecimiento	23
5.2.3. Topografía	23
5.2.4. Cálculos Hidroclimatológicos de la Zona	23



5.2.4.1.	Cálculo de la evaporación Thornthwaite (ETP).....	24
5.2.4.2.	Cálculo de la temperatura media en la zona (Tm).....	25
5.2.4.3.	Cálculo de la precipitación en la zona (Pt)	25
5.2.4.4.	Cálculo de la precipitación efectiva (Pe)	26
5.3.	BALANCES HIDRICOS	27
5.3.1.	Balance Hídrico Climático	27
5.3.2.	Balance Hídrico Agrícola	27
5.4.	CALCULOS HIDRAULICO	27
5.5.	DISEÑO SISTEMA DE RIEGO.....	28
5.5.1.	Diseño de Bocatoma de Fondo.....	28
5.5.1.1.	Calculo de la tubería de aducción.....	33
5.5.1.2.	Diseño Estructural.....	36
5.3.2.	Diseño Desarenador	36
5.3.3.	Diseño Estructural.	44
5.3.4.	Diseño Conducción Principal.....	45
5.3.5.	Selección Unidad de Riego	46
6.	RESULTADOS.....	47
6.1.	DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES DE RIEGO	47
6.2.	ANALISIS LABORATORIO DE SUELO	47
6.2.1.	Análisis Físicos	47
6.2.2.	Análisis Químico del Suelo	47
6.2.2.1.	Lote Café	47
6.2.2.2.	Lote Pastos <i>Brachiaria</i>	49
6.3.	HIDROCLIMATOLOGIA	50
6.4.	REQUERIMIENTOS HIDRICOS.....	50
6.4.1.	Balance Hídrico Climático	50
6.4.3.	Requerimiento de Riego para los Diferentes Cultivos de la Finca el Rosal.....	51
6.4.4.	Distribución del Riego en los Cultivos de la Finca el Rosal	53
7.	PROGRAMACIÓN DE RIEGO.....	58



8. PRESUPUESTO	59
8.1. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	61
8.2. COSTO TOTAL	66
CONCLUSIONES	67
9. RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	71
ANEXO No 1. DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS DE ESTACIONES IDEAM	72
Anexo No 1.1. Valores de Precipitación de la Estación La Plata Décadal para 20 años.....	72
Anexo No 1.2. Valores de Precipitación de la Estación Nataga Décadal para 20 años.....	74
Anexo No 1.3. Valores de Temperatura Media Mínima de la Estación La Plata Décadal para 20 años.	76
Anexo No 1.4. Valores de Temperatura Media Máxima de la Estación La Plata Décadal para 20 años.	77
ANEXO No 2. FACTOR DE CORRECCIÓN DE THORNTHWAITE	78
Anexo No 3.1. Relaciones hidráulicas para conductos circulares n_0/n variable	79
Anexo 3.2. Clasificación del material en suspensión, según el tamaño	80
Anexo 3.3. Viscosidad cinemática del agua	80
Anexo 3.4. Número de Hazen VsV_0	80
ANEXO No 4. BALANCES HIDRICOS	81
Anexo No 4.1. Balance Hídrico Climático de la Zona	81
Anexo No 4.2. Balance Hídrico Agrícola	82
Anexo No 4.2.1. Balance Hídrico Agrícola Cultivo Mandarina	82
Anexo 4.2.2. Balance Hídrico Agrícola Cultivo <i>Brachiaría humidicola</i> y <i>Brachiaría de cumbes</i>	83
Anexo 4.2.3. Balance Hídrico Agrícola Cultivo Café.....	84
Anexo 4.2.4. Balance Hídrico Agrícola Pasto Guatemala (<i>Tripsacum laxum</i>) Aspersión Semimovil	85



Anexo 4.2.5. Balance Hídrico Agrícola Pasto Guatemala (<i>Tripsacum laxum</i>)	
Aspersión Fija.....	86
47ANEXO 5. UNIDADES DE RIEGO	87
Anexo 5.1. Cañón Nelson 100	87
Anexo 5.2. Aspersor Senninger 2023.....	88
Anexo 5.3. Microaspersor Supernet Netafim SR	89
PLANOS	90

LISTA DE TABLAS

TABLA NO 1. Profundidad Radicular Y COEFICIENTE DEL CULTIVO, CULTIVOS DE LA FINCA.....	17
TABLA NO 2. CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CUBICO DE CONCRETO Y COSTO	44
TABLA NO 3. UNIDADES DE RIEGO	46
TABLA NO 4. PROPIEDADES FÍSICAS E HIDRODINÁMICAS DEL SUELO.....	47
TABLA NO 5. REQUERIMIENTO HÍDRICO Y FRECUENCIA DE RIEGO DÉCADA CRÍTICA, LÁMINA NETA EN LOS CULTIVOS DEL PREDIO	52
TABLA NO 6. TIEMPOS, TURNO Y JORNADAS DE RIEGO IDEALES	52
TABLA NO 7. TIEMPOS, TURNO Y JORNADAS DE RIEGO	53
TABLA NO 8. PROGRAMACIÓN DE RIEGO EN LA FINCA EL ROSAL.....	58
TABLA NO 9. MATERIALES Y COSTOS	59
TABLA NO 10. APU BOCATOMA	61
TABLA NO 11. APU DESARENADOR	62
TABLA NO 12. APU CAJILLAS HIDRANTES ASPERSIÓN SEMIMOVIL	63
TABLA NO 13. APU EXCAVADO, INSTALACIÓN Y TAPADO TUBERÍA 3"; 0.5 * 0.4 M.....	64



TABLA NO 14. APU EXCAVADO, INSTALACIÓN Y TAPADO TUBERÍA 2-1"; 0.4 * 0.3 M	65
TABLA NO 15. APU EXCAVADO, INSTALACIÓN Y TAPADO TUBERÍA 16 MM; 0.25 * 0.2 M	66
TABLA NO 16. COSTO TOTAL DEL PROYECTO	66



LISTA DE FIGURAS

FIGURA NO 1. LOCALIZACIÓN FINCA EL ROSAL.....	20
FIGURA NO 2. MODELACIÓN HIDRÁULICA EPANET 2 – SISTEMA DE RIEGO	56
FIGURA NO 3. BALANCE DE CAUDALES EN EL SISTEMA	57



LISTA DE GRAFICAS

GRÁFICO 1. PRODUCTIVIDAD Y REQUERIMIENTO DE LA AGRICULTURA BAJO RIEGO Y LA DE SECANO	16
GRÁFICO 2. BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO DÉCADAL DE LA ZONA	50
GRÁFICO 3.USO CONSUMO DE CULTIVOS Y PRECIPITACIÓN EFECTIVA....	51
GRÁFICO 4. DISPONIBILIDAD DE AGUA CULTIVO DE CAFÉ	53
GRÁFICO 5. DISPONIBILIDAD DE AGUA PASTO DE CORTE, ASPERSIÓN FIJA	54
GRÁFICO 6. DISPONIBILIDAD DE AGUA PASTO DE CORTE, ASPERSIÓN SEMIMOVIL.....	54
GRÁFICO 7. DISPONIBILIDAD DE AGUA PASTOREO	55
GRÁFICO 8. DISPONIBILIDAD DE AGUA CULTIVO MANDARINA	55



RESUMEN

El presente proyecto de grado desarrolla el diseño de un sistema de riego presurizado para la finca el Rosal ubicada en la parte baja de la vereda el Socorro del municipio de Nátaga Huila.

El proyecto se halla entre los 1115 y 1280 msnm, precipitación promedio anual de 1930 mm, temperatura promedio anual de 22.58 °C, el área a beneficiar es de doce punto siete (12.7) has, de las veinte punto tres (20.3) has que consta la finca.

El proyecto se divide en tres (03) sectores de riego; el primer sector, aspersión semimovil, para el cultivo de pastoreo (35 puntos de riego), *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría humidicola* ocho punto seis (8.6) has y pasto de corte (4 puntos de riego) Guatemala (*Tripsacum laxum*) cero punto ocho (0.8) has; el sector de aspersión fija, treinta y nueve (39) hidrantes, para el cultivo del café cero punto ocho (0.8) has (27 hidrantes) y pasto de corte Guatemala (*Tripsacum laxum*) cero punto tres (0.3) has (12 hidrantes); y el sector de microaspersión para el cultivo de mandarina común, dos punto dos (2.2) has. Con eficiencias de riego de 92 % en microaspersión y 80% en aspersión.

La red se distribuye en: red de Aducción, de la bocatoma al desarenador con tubería en PVC 4" RDE 41; red principal, tubería en PVC 4" RDE 41 y tubería en PVC 3"; RDE 41, 32.5, 26 y 21; secundaria, tubería PVC 2" RDE 21. El costo por hectárea del proyecto es de \$4'552,032 para un total \$ 57'816,725.

Los requerimientos hídricos se obtuvieron por el método de balance hídrico agrícola décadal, se encontró que el caudal disponible no alcanzaba a suplir la necesidades hídricas ideales de los cultivos por lo tanto se obtienen tiempos de riego y frecuencias de riego por el método de ensayo y error, teniendo en cuenta que el nivel de agotamiento no excediera el 0.5; de esta manera sostener el desarrollo fisiológico de los cultivos y la facilidad de operación para el usuario en los diferentes puntos de riego.

Palabras Clave: necesidades hídricas, Balance hídrico, nivel de agotamiento.



SUMMARY

This graduation project develops the design of a pressurized irrigation system for the finca Rosal located in the lower part of the village of Socorro in the municipality of Nátaga Huila.

The project is located between 1115 and 1280 m, annual average rainfall of 1930 mm, annual average temperature of 22.58 ° C, the area to benefit is twelve point seven (12.7) has, of the twenty point three (20.3) has to consists the finca.

The project is divided into three (03) irrigation sectors, the first sector, semimobile sprinkling for cultivation herding (35 points irrigation), *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria humidicola* eight and one six (8.6) has and grass court (4 watering points) Guatemala (*Tripsacum laxum*) zero point eight (0.8) has, the sector fixed spray, thirty nine (39) hydrants, for coffee cultivation zero point eight (0.8) has (27 hydrants) and pasture Guatemala court (*Tripsacum laxum*) zero point three (0.3) has (12 hydrants) and the sector to grow microsprinkler common tangerine two point two (2.2) has. With irrigation efficiencies of 92% and 80% in microsprinkler in sprinkling.

The network is distributed in network adduction of the water intake pipe into the grit chamber with 4 "PVC RDE 41; core network PVC pipeline in 4" RDE 41 PVC pipe into and 3 "RDE 41, 32.5, 26 and 21; secondary, PVC pipeline 2 "RDE 21. The cost per hectare project is \$ 4'552, 032 for total \$ 57'816, 725.

The water needs were obtained by the method of decadal agricultural water balance, it was found that not enough flow available to meet the water needs of crops ideals so run times and irrigation frequencies are obtained by the method of trial and error , considering that the level of exhaustion did not exceed 0.5; thereby sustain the physiological development of the crops and the ease of operation for the user at different points of irrigation.

Keywords: water needs, water balance, level of exhaustion.



OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de riego por aspersión fija, aspersión semimovil y microaspersión para determinados lotes de la finca el Rosal, en la vereda el Socorro de Nátaga Huila

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Hallar la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA) en los suelos de la Mandarina, el Café, el pasto Guatemala y el pasto *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría humidicola*.
- Determinar la infiltración básica en los suelos de la finca El Rosal donde se llevará a cabo el proyecto
- Calcular el requerimiento hídrico para los cultivos de la Mandarina, el Café, el pasto Guatemala y el pasto *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría humidicola*.
- Diseñar el sistema de riego por aspersión Semimovil para el pasto *Brachiaría*, el pasto Guatemala; aspersión fija para el Café; y de Microaspersión para la Mandarina.



1. INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria conserva su papel preponderante en la economía colombiana y cumple con funciones estratégicas en su desarrollo social. El sector agropecuario es una fuente importante de empleo para el país.

La adecuación de tierras, específicamente con sistemas de riego presurizado es una alternativa para la calidad y sostenimiento de la producción, y del uso racional del agua en el agro colombiano. Además con el riego los productores garantizan las inversiones económicas en la plantación y producción de cultivos, lo cual permite a los pequeños productores obtener créditos agrarios, mejorando la calidad de vida de la familia y de la región.

La actividad predominante en el municipio de Nátaga, es la agricultura, el renglón predominante es el cultivo de café, favorecido por el mercado minifundio que se presenta en la jurisdicción.

Para lograr una producción que sea competitiva y comercializable se necesita tecnología apropiada que permita minimizar pérdidas en insumos y aplicación de agua lo que conlleva a economizar dinero. Haciendo frente al desaprovechamiento de las tierras y la falta de tecnificación de los cultivos en la zona de influencia del proyecto que generan pérdidas económicas para los propietarios. Brindando el aporte de este sistema de riego a los cultivos se esperan producciones permanentes a lo largo del año permitiendo mantener en el mercado regional y nacional productos de excelente calidad.

Se diseña un sistema de riego de aspersion semimovil, aspersion fija y microaspersion para la finca El Rosal ubicada en la vereda El Socorro del municipio de Nátaga; El sistema de riego se divide en tres (03) sectores de riego.



2. JUSTIFICACIÓN

La finca El Rosal no cuenta con un sistema de riego permanente, y el requerimiento hídrico de los cultivos no alcanza a ser suplido por las precipitaciones naturales que se presentan en la zona en épocas de estiaje; causando problemas de producción.

Para lograr una producción que sea competitiva y comercializable se necesita tecnología apropiada que permita minimizar pérdidas en insumos y aplicación de agua lo que conlleva a economizar dinero. Haciendo frente al desaprovechamiento de las tierras y la falta de tecnificación de los cultivos en la zona de influencia del proyecto que generan pérdidas económicas para el propietario. Brindando el aporte de este sistema de riego a los cultivos de la finca el Rosal se esperan producciones permanentes a lo largo del año permitiendo mantener en el mercado regional y nacional productos de excelente calidad.

Para solucionar determinado suceso al propietario de la finca el Rosal del municipio de Nátaga, se diseña un sistema de riego por gravedad, que consta de tres (03) sectores de riego, aspersión semimovil, aspersión fija y microaspersión.



3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. RIEGO

Según Israelsen y Hansen (1962) definen el riego como “la aplicación artificial de agua a la tierra, con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo”.

Según Pereira y Trout (1999) los métodos de riego pueden clasificarse en:

- Riego de superficie o de gravedad, comprendido el riego por inundación
- Riego por aspersión, con sistemas estáticos, fijos o móviles
- Riego localizado, o microrriego
- Riego subterráneo

Según Tafur y Tovar (2008) el riego por aspersión es aquel sistema de riego que trata de imitar a la lluvia.

Ventajas:

- Adaptación al terreno se puede aplicar tanto a terrenos lisos como a los ondulados no necesita 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.



Según la FAO (2002) durante las décadas recientes la agricultura bajo riego ha sido una fuente de producción de alimentos muy importante. Como muestra el gráfico adjunto, los mayores rendimientos de los cultivos que pueden obtenerse en regadío son más del doble que los mayores que pueden obtenerse en secano. Incluso la agricultura bajo riego con bajos insumos es más productiva que la agricultura de secano con altos insumos. El control, con bastante precisión, de la absorción del agua por las raíces de las plantas tiene estas ventajas.

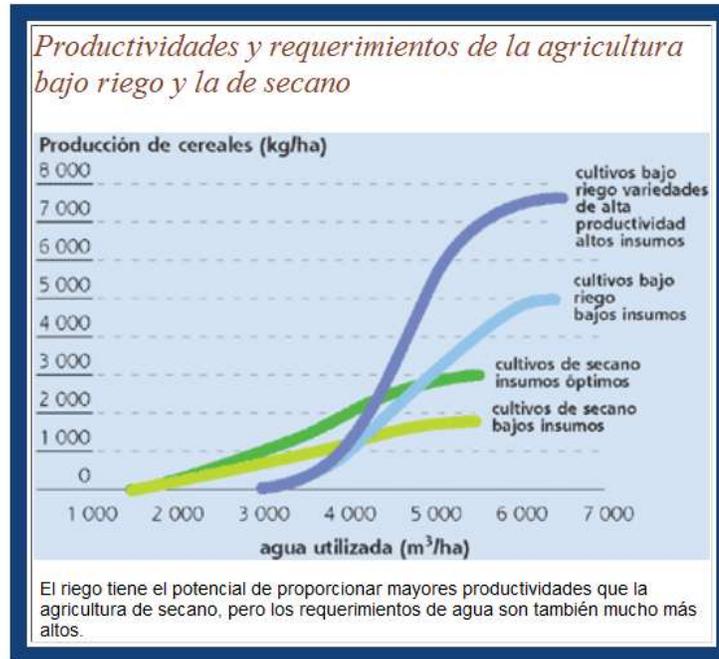


Gráfico 1. Productividad y requerimiento de la agricultura bajo riego y la de secano

Hay otras razones que justifican por qué el riego convencional no puede continuar creciendo tan rápidamente como en las últimas décadas. Una razón es que el costo real del regadío no se conoce, porque citando a un autor el riego es «una de las actividades más subvencionadas del mundo.» Los costes ambientales de las zonas regables convencionales son también altos y no repercuten en los precios de los alimentos, y a menudo el riego intensivo produce anegamiento y salinización. Actualmente, alrededor del 30 por ciento de las tierras regadas están moderada o severamente afectadas. Anualmente, el área regada se está reduciendo aproximadamente en el 1-2 por ciento a causa de la salinización de las tierras.



3.2. Cultivo

Tabla No 1. Profundidad Radicular y Coeficiente del Cultivo, Cultivos de la Finca

Cultivo	Pre (cm)	Kc
Café	50	0.95
Mandarina	100	0.85
Pasto de corte	40	1.05
Pastoreo	30	0.95

Fuente: FAO, 2006

3.2.1. Mandarina

Cinco aspectos del clima son fundamentales para el desarrollo y producción de los cítricos: luz, temperatura, precipitación, humedad relativa y vientos.

Luz está muy relacionada con la temperatura, ya que ambas radiaciones llegan a la planta procedentes del sol; La luz solar, además de ser necesaria para que la planta pueda sintetizar la clorofila y realizar la fotosíntesis, afecta la respiración, la transpiración, la floración y la composición química de los jugos.

La temperatura tiene el carácter de factor limitante para el cultivo de los cítricos, ya que influye en el crecimiento vegetativo y en la producción o desarrollo de la fruta; las temperaturas óptimas se encuentran entre los 20 y 30 grados centígrados.

La precipitación es un factor que le proporciona al suelo, de manera natural la humedad necesaria para el desarrollo de las plantas; si esta humedad no es suficiente, el déficit se puede suplir con riego. El nivel de lluvias debe estar entre los 1200 y los 2000 milímetros anuales.

La humedad ambiental es un factor climático de importancia en el cultivo de los cítricos, fundamentalmente porque ejerce una gran influencia sobre la calidad de los frutos.

Los cítricos, en general, no son específicos para algún tipo de suelo, ya que su capacidad de adaptación a los distintos terrenos es muy amplia. Sin embargo, esto no quiere decir que los cítricos se comporten de la misma manera en todos los suelos y que no tengan exigencias básicas sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos; la textura, estructura y demás propiedades físicas del suelo son más importantes que las químicas. Las primeras definen la habilidad del suelo y son muy costosas de modificar. Las segundas determinan la capacidad nutricional del suelo y cuando es deficiente se puede corregir o incrementar mediante la adición de fertilizantes.



En suelos arenosos los cítricos desarrollan un sistema radicular extenso, generando copas grandes y de corteza delgada y suave, de alto contenido de jugo, se debe evitar sembrar en suelos con infiltración menor a 5 cm/hora, o que sobrepasen los 30 cm/hora.

Respecto al pH los cítricos tienen un rango de adaptación amplio que va de a hasta 9, pero los valores óptimos se encuentran entre 5.5. y 6.5, porque en este segmento ligeramente ácido, el fósforo y los micro nutriente esenciales, son fácilmente aprovechables por la planta (FINAGRO, 2012).

3.2.2. Pastoreo

3.2.2.1. *Brachiaría humidicola*

Es una gramínea tropical perenne, de origen africano. Planta rústica, de porte bajo y rastrero por presentar hábito de crecimiento estolonífero. Bajo condiciones de libre crecimiento, puede alcanzar 1.0 m de altura. Su floración se concentra en un corto período de tiempo.

Tolera suelos encharcados y hasta aquellos sometidos a inundaciones temporales y periódicas. Se adapta muy bien a suelos ácidos, de baja fertilidad natural. El valor nutritivo de las plantas de cv. Llanero es superior al de las plantas de la cv. Común, pero es inferior al de las plantas de otras especies de *Brachiaría* como, por ejemplo, *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría brizantha*.

Su crecimiento es nulo sobre condiciones de bajas temperaturas (<15°C) y de baja disponibilidad de agua en el suelo. De esta forma, se adapta bien a condiciones tropicales, de alta precipitación pluvial. Tolera la quema. Pasteo directo. Soporta pasteo intenso y continuo. Es bien consumida tanto por bovinos como por equinos (Nufarm, 2012).



3.2.2.2. *Brachiaría decumbens*

Es una gramínea tropical perenne, de origen africano. Planta vigorosa y agresiva, que puede alcanzar hasta 1.2 m de altura cuando no es pasteada. Sus perfiles son decumbentes pero sus ápices se encuentran erguidos verticalmente y los nudos enraízan con facilidad.

Se trata de un cultivo adaptado a condiciones tropicales calientes y húmedas, donde las precipitaciones pluviales sobrepasan los 1.000 mm. Se adapta bien a suelos ácidos e infértiles, sin embargo, posee gran potencial de respuesta con mejoras del nivel de fertilidad del suelo. Tiene la capacidad de formar pastizales que toleran el pisoteo y pasteo intenso y continuo.

Presenta dos limitaciones principales: 1) provoca fotosensibilización hepatógena (un desorden fisiológico importante) en bovinos, principalmente en becerros y 2) es altamente susceptible a la plaga “cigarra de los pastos”. Es moderadamente tolerante a suelos encharcados y a heladas leves. No es consumida por equinos (Nufarm, 2012).

3.2.3. Pasto de Corte Guatemala (*Tripsacum laxum*)

Crece bien en suelos fértiles, húmedos, pero bien drenados. Se adapta bien con regiones con altitudes desde 0 msnm hasta 2000 msnm, con temperaturas entre 18 y 28 °C, y precipitaciones anuales entre 800 y 2000 mm; soporta la sequía.

Crece bien en suelos arenoso-franco a franco-arcilloso, con buen drenaje; su uso es tanto como pastoreo, corte y ensilaje. Fundamentalmente se le cultiva como pasto de corte por el follaje, de alto rendimiento aunque su valor nutritivo no es excepcional especialmente por su resistencia a la sequía (Cuestas, 2000).

3.2.4. Café

En Colombia, los cultivos del café se encuentran, en su gran mayoría, sobre las laderas de las tres cordilleras de los Andes (Oriental, Central y Occidental) y, en menor escala, en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Las condiciones ideales para el cultivo se encuentran entre los 1.200 y 1.800 msnm, temperatura entre 19 y 21,5 °C, lluvia anual entre los 1.800 y los 2.800 mm, con una buena distribución en los diferentes meses del año. Para un correcto crecimiento del cafeto se requieren por lo menos 120 milímetro al mes.



4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

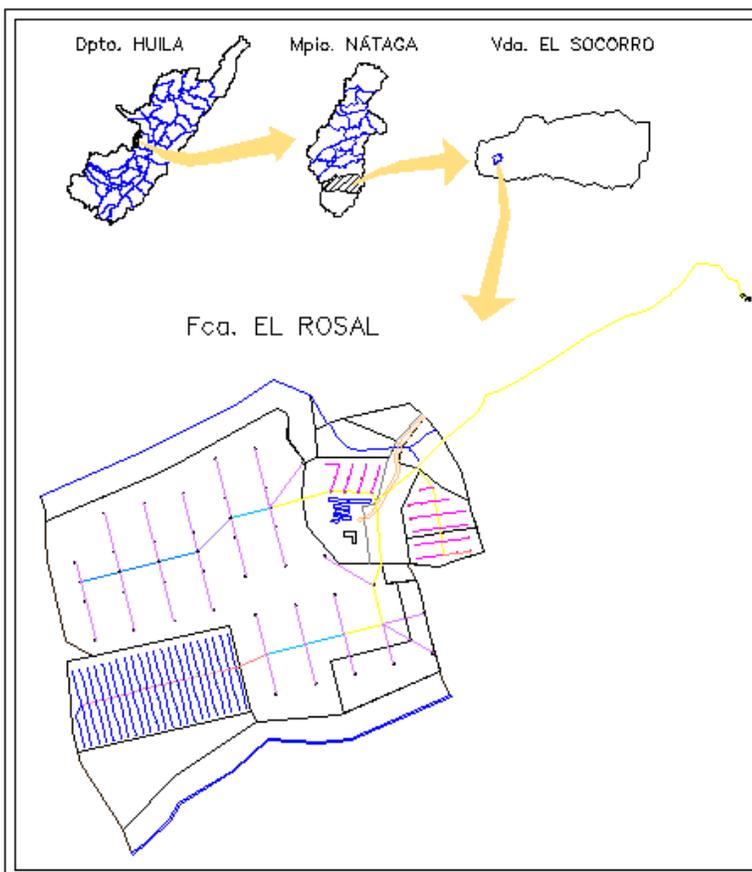


Figura No 1. Localización Finca El Rosal

4.1.1. Ubicación general

El proyecto se desarrolla en el Departamento del Huila, Municipio de Nátaga, vereda El Socorro, predio El Rosal de propiedad del señor Hilarión Pérez Pérez, la fuente hídrica de abastecimiento el Lindero

Nátaga está localizado en la región sur-occidental del Departamento del Huila y su cabecera Municipal se encuentra a 2 grados y 34 minutos de latitud norte y 75 grados 49 minutos de longitud oeste; a una distancia de la capital del Departamento, Neiva de 120 Km, en las laderas de una ramificación de la cordillera central (Bohórquez; et al, 1999).



4.1.2. Geomorfología

El sector sur, desde la cabecera municipal hasta el río Páez se trata de una pendiente estructural correspondiente a los niveles duros (areniscas) de la formación Caballo, es una unidad sedimentaria de edad cretáceo medio albiano – aptiano, estas reposan discordantemente sobre las rocas ígneas más antiguas (Bohórquez; et al, 1999).

4.1.3. Clima y temperatura

Las características del municipio de Nátaga lo ubican dentro de unos pisos térmicos frío a piso térmicos medios los cuales comprende temperaturas entre los 12°C hasta 24°C, altura sobre el nivel del mar de 1.480 metros. El clima medio húmedo comprende la zona sur del Municipio en las veredas de la Cascajosa, **el Socorro**, el Triunfo, la Pringamosa, la Cabaña, la Estrella, Alto Carmelo, los Laureles, las Mercedes y el Orozco (Bohórquez; et al, 1999).

4.1.4. Área de Influencia

La finca el Rosal se encuentra ubicada en la parte baja de la vereda el Socorro municipio de Nátaga Huila, a 500 m. de la vía principal del municipio, en la margen izquierda de la vía que conduce al puente los Limones entre los 1115 y 1280 msnm, precipitación promedio anual de 1930 mm, temperatura promedio anual de 22.58 °C.

El área de la finca a ser adecuada es de doce punto siete (12.7) has, las cuales se encuentran distribuidas entre las veinte punto tres (20.3) has de la finca El Rosal. El proyecto se divide en tres (03) sectores de riego; el sector de aspersión semimovil para el cultivo de pastoreo, *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría humidicola* ocho punto seis (8.6) has y pasto de corte Guatemala (*Tripsacum laxum*) cero punto ocho (0.8) has; el sector de aspersión fija para el cultivo del café cero punto ocho (0.8) has y pasto de corte Guatemala (*Tripsacum laxum*) cero punto tres (0.3) has; y el sector de microaspersión para el cultivo de mandarina común, dos punto dos (2.2) has; para un total de doce punto siete (12.7) has.



5. METODOLOGÍA

5.1. RECONOCIMIENTO DEL PROYECTO

La finca el Rosal se encuentra en medio de la quebrada el Lindero y la quebrada el Mulato, en época de estiaje la quebrada el Mulato disminuye considerablemente el caudal por lo cual para el proyecto se decide abastecer de la quebrada el Lindero.

Se determinó para el lote de pastoreo utilizar riego por aspersión semimovil teniendo en cuenta el elevado costo de instalación para aspersión fija.

Se hizo el reconocimiento del área del proyecto, haciendo el recorrido por el predio realizando el levantamiento topográfico para hacer el dimensionamiento del área a beneficiar y la distribución del área, sin dejar de lado las zonas de conservación de bordes de fuentes hídricas.

5.2. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

5.2.1. Suelos

En visita de campo se realizó el muestreo de suelos teniendo en cuenta la metodología del Agustín Codazzi

5.2.1.1. Infiltración

La infiltración se halló por el método de los anillos concéntricos.

Se entiende como tal al paso del agua a través de la superficie del suelo y tiene gran importancia en el proceso del riego.

La velocidad de infiltración i_b (infiltrabilidad), que normalmente se mide en mm/hr , limita el ritmo de aplicación de agua al terreno para que no haya escorrentía, y depende principalmente de:

El tiempo básico de infiltración (t_b), contenido inicial de agua en el suelo (θ_{vi}), conductividad hidráulica saturada (K), estado de la superficie del suelo, presencia de estratos de diferentes texturas.

La infiltración acumulada I , que normalmente se mide en mm , representa la cantidad total de agua que ha pasada a través de la superficie del suelo en un tiempo determinado, y se deduce por tanto a partir de la i (Tarjuelo; 2005)



(Ecuación de Kostiakov, 1932)

$$I = K t^a$$
$$i = \frac{dI}{dt} = K a t^{a-1}$$

Donde K y a Son dos parámetros empíricos I Altura de agua infiltrada durante el periodo t

5.2.2. Fuente de Abastecimiento

Al costado norte del predio el Rosal se encuentra la quebrada el Lindero, que va a ser la abastecedora del sistema de riego, debido que es la fuente hídrica más cercana al área de influencia del proyecto; por la metodología de la CAM se realizaron aforos, obteniendo caudal suficiente para suplir las necesidades del sistema; vale aclarar que según información del propietario en la época de agosto y septiembre de 2012, han sido los periodos mínimos del caudal de la quebrada y es cuando se han realizado los aforos.

5.2.3. Topografía

Se realizó una visita de campo en la cual se obtuvieron los datos crudos por el método de la cuadrícula con la Estación total NIKON DTM 410 del laboratorio de topografía de la Universidad Surcolombiana; con los datos obtenidos se realizó la altimetría por triangulación (curvas a nivel) en el software TOPOCAL versión gratis 1.2.251 y la planimetría (área) y distribución del terreno en el software AUTOCAD.

5.2.4. Cálculos Hidroclimatológicos de la Zona

Los cálculos hidroclimatológicos de la zona se realizaron con información del IDEAM, de la estación 21050090 Nátaga y 21055020 Escuela Agraria la Plata; la precipitación decadal para una serie de Veinte (20) años (ANEXO No 1.1 y 1.2) se obtuvo de las dos estaciones y la temperatura mínima media mensual y máxima media mensual para una serie de Diez y Siete (17) años (ANEXO No 1.3 y 1.4) de la segunda.



5.2.4.1. Cálculo de la evaporación Thornthwaite (ETP)

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es empleado en hidrología y en la estimación del balance hídrico para climatología e hidrología de cuencas. También es empleado en los índices y clasificaciones climatológicos (Chávarri, 2004).

Thornthwaite comprobó que la evapotranspiración era proporcional a la temperatura media afectada de un coeficiente exponencial, a . Se propone la formula:

$$e = 16 * (10 * t_m / I)^a$$

e : Evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes)

t_m : Temperatura media mensual °C

I : Índice de calor anual

$$I = \sum i_j ; j = 1, \dots, 12$$

Que se calcula a partir del índice de calor mensual “ i ” como suma de los doce índices de calor mensual

$$i_j = (tm_j / 5)^{1.514}$$

a : Parámetro que se calcula, en función de I según la expresión

$$a = 0.000000675 * I^3 - 0.0000771 * I^2 + 0.01792 * I + 0.49239$$

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado será preciso corregir la ETP sin ajustar “ e ” mediante un coeficiente “ K_a ” que tiene en cuenta el número de días del mes y horas luz de cada día, en función de la latitud (Anexo No 2.1)

$$ETP = K_a * e$$

Con mencionada Ecuación se halla la ETP mensual de la zona, se divide en tres (03) para determinar la ETP decadal, debido que los cálculos son requeridos decadal.



5.2.4.2. Cálculo de la temperatura media en la zona (Tm)

Utilizándose el concepto de biotemperatura. Se define la biotemperatura promedia como un promedio de las temperaturas en °C a las cuales tiene lugar crecimiento vegetativo, en relación con el periodo anual. Se estima que el ámbito de las temperaturas dentro de las que ocurre el crecimiento vegetativo, está entre 0°C como mínimo y 30°C como máximo. Holdridge propone para obtener un valor aceptable, sumar las temperaturas horarias, eliminando las lecturas por debajo de 0°C y por encima de 30°C, y dividir la suma por el número total de horas del año (Holdridge, 1987).

Puesto que generalmente se dispone de promedios mensuales de temperatura. Se ha desarrollado una fórmula empírica que convierte una temperatura promedia mensual en grados centígrados (T) a una biotemperatura promedia mensual. La fórmula es la siguiente

$$T(\text{biológica}) = T^{\circ} \text{ media} - \left[\frac{3 * \text{grados de latitud}}{100} * (T^{\circ} \text{ media} - 24)^2 \right]$$

Esta ecuación se utiliza para temperaturas media mensuales superiores a 24°C; para temperatura media mensual menor que 6°C, se utiliza la siguiente

$$T(\text{biológica}) = \frac{T^{\circ} \text{ máxima}}{T^{\circ} \text{ máxima} - T^{\circ} \text{ mínima}} * \frac{T^{\circ} \text{ máxima}}{2}$$

Con temperaturas entre los rangos mencionados La biotemperatura media mensual es igual a la temperatura media mensual. Debido a lo anterior se halla la biotemperatura de la zona, siendo igual a la temperatura media mensual, que se asume como temperatura media decadal para efectos de cálculos.

Según Holdridge la biotemperatura disminuye o aumenta 1°C cada 180 msnm, la biotemperatura es inversamente proporcional a la asnm.

5.2.4.3. Cálculo de la precipitación en la zona (Pt)

La precipitación de la zona se halló por el método de las isoyetas, consiste en ubicar sobre el plano de la zona, elaborado a escala conveniente, se replantean las estaciones entre sí, en triangulación, cuidando que las líneas no se intercepten y dando prioridad a las más cercanas; con los datos de precipitación correspondiente a cada estación se interpola linealmente con las estaciones enlazadas, con la finalidad de encontrar los puntos de igual precipitación.



En este caso como se tenía información de precipitación únicamente de dos (2) estaciones y la ubicación del proyecto se encontraba entre las estaciones; se interpolo entre sí, obteniendo la precipitación decadal de la zona donde se ubica el proyecto.

5.2.4.4. Cálculo de la precipitación efectiva (P_e)

La precipitación efectiva es aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas. Depende de múltiples factores como pueden ser la intensidad de la precipitación o la aridez del clima, y también de otros como la inclinación del terreno, contenido en humedad del suelo o velocidad de infiltración.

Como primera aproximación, Brouwer y Heibloem, proponen las siguientes fórmulas para su aplicación en áreas con pendientes inferiores al 5 %. Así en función de la precipitación caída durante el mes tenemos (Brouwer, 1990)

$$P_e = 0.8 P - 25 \text{ Si: } P > 75 \text{ mm/mes}$$

$$P_e = 0.6 P - 10 \text{ Si: } P < 75 \text{ mm/mes}$$

Dónde:

P = precipitación mensual (mm/mes)

P_e = precipitación efectiva (mm/mes)

La información de precipitación de la zona se tenía de datos decadales, y el método es para datos mensuales, se asume que todos los meses son de treinta (30) días, por lo cual se multiplica la ecuación requerida por un tercio (1/3) así obteniendo los datos de precipitación efectiva decadales.



5.3. BALANCES HIDRICOS

5.3.1. Balance Hídrico Climático

El balance hídrico climático se realiza a partir de la década siguiente a la década de mayor precipitación, asumiendo una capacidad de almacenamiento de 100; a la precipitación efectiva (P_e) se le resta la evapotranspiración potencial (ETP), si el resultado es negativo, indica que hay perdida de almacenamiento y si es positivo indica que hay excesos; por tanto la evaporación (ET) es igual a la evapotranspiración potencial; la pérdida del almacenamiento está disponible hasta reducirse a un 80% el almacenamiento, de ahí para abajo si continua la perdida de almacenamiento se presenta en rata proporcional al almacenamiento, es decir si el almacenamiento es de 78 y la diferencia entre P_e y ETP es -12 la perdida de almacenamiento será de $12(0.78)$, 9.36; dando un almacenamiento de 68.64 y un déficit de 2.64.

5.3.2. Balance Hídrico Agrícola

El balance hídrico agrícola se realiza a partir de la década siguiente a la década de mayor precipitación, asumiendo una capacidad de almacenamiento de 100; a la precipitación efectiva (P_e) se le resta el uso consumo (UC), si el resultado es negativo, indica que hay perdida de almacenamiento y si es positivo indica que hay excesos; por tanto la evaporación (ET) es igual a la evapotranspiración potencial; la pérdida del almacenamiento está disponible hasta reducirse a un 80% el almacenamiento, de ahí para abajo si continua la perdida de almacenamiento se presenta en rata proporcional al almacenamiento, es decir si el almacenamiento es de 78 y la diferencia entre P_e y ETP es -12 la perdida de almacenamiento será de $12(0.78)$, 9.36; dando un almacenamiento de 68.64 y un déficit de 2.64.

5.4. CALCULOS HIDRAULICO

Los cálculos hidráulicos se realizaron por la metodología de los talleres del Ingeniero Miguel German Cifuentes (docente del programa de Ingeniería Agrícola de la universidad Surcolombiana) y se realizó la simulación en el Software de Epanet 2.0 Versión libre, utilizando la ecuación de Hazen-Williams.



5.5. DISEÑO SISTEMA DE RIEGO

Para iniciar el diseño del sistema de riego se tuvo en cuenta la climatología, la edafología de la zona y los requerimientos hídricos de los diferentes cultivos de la finca el Rosal. Los datos de climatología se relacionan en Anexos, planos de red de distribución y conducción se relacionan en Planos.

El sistema de riego se diseñará para captar 10 lps, distribuirlos en los diferentes cultivos con el pertinente método de riego; se conducirá en tubería PVC hasta los diferentes hidrantes; para los lotes de pastoreo y una parte de pasto de corte (cero punto ocho has) desde el hidrante hasta el cañón se conducirá con manguera flexible de alta presión (lay flat); en el lote mandarina la tubería PVC llega hasta el múltiple, los laterales serán de manguera de polietileno de 16 mm.

5.5.1. Diseño de Bocatoma de Fondo

La bocatoma se diseña tomando como ancho de presa de 1 m. pero la longitud real del ancho de la quebrada es de 3.4 m, por lo tanto en los planos se muestran las longitudes reales del cauce de la fuente y de la estructura de la bocatoma.

El caudal requerido por las necesidades hídricas de los cultivos de la finca el Rosal es de 10 lps, el caudal de diseño será de 11 lps en el que se incluye el 10% del requerido, como primera medida se diseñará la presa y garganta de la bocatoma como un vertedero rectangular.

$$Q = 1.84 \times LH^{1.5}$$

Q = caudal de diseño (m^3/s)

L = ancho de presa (m)

H = altura lámina de agua (m)

El ancho de la presa se determinó inicialmente como de 1 m, para lo cual la altura (H)

$$H = \left(\frac{0.011}{1.84 \times 1} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.033 \text{ m}$$



Se calcula la velocidad del flujo sobre la presa (V) que debe cumplir con la condición de estar en el rango $0.3 \text{ m/s} < V < 3.0 \text{ m/s}$.

$$V = \frac{Q}{L \times H} \quad V_r = \frac{0.011}{1 \times 0.033} = 0.33 \text{ m/s}$$

Diseño de la Rejilla

La longitud de la rejilla será igual al ancho de la presa.

El ancho del canal de aducción (B) m

$$B = X_s + 0.1$$

$$X_s = 0.36 \times V_r^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times H^{\frac{4}{7}}$$

X_s = La mayor distancia alcanzada por el flujo dentro del canal en (m).

$$X_s = 0.36 \times (0.33)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (0.033)^{\frac{4}{7}} = 0.26 \text{ m}$$

X_i = La menor distancia alcanzada por el flujo dentro del canal en (m).

$$X_i = 0.18 \times V_r^{\frac{4}{7}} + 0.74 \times H^{\frac{3}{4}} \quad X_i = 0.18 \times (0.33)^{\frac{4}{7}} + 0.74 \times (0.033)^{\frac{3}{4}} = 0.15 \text{ m}$$

$$B = 0.26 + 0.1 = 0.36 \approx 0.40 \text{ m}$$

Longitud de la Rejilla y Número de Orificios.

Se utilizaran barra de $\frac{1}{4}$ (No. 2) de diámetro (0.00635 m) y separación de 1.0 cm

$$A_n = \frac{a}{a + b} \times B \times L_r$$

A_n = Área neta

V_b = velocidad de flujo entre barras

a = espacio entre barras

b = diametro de barras

L_r = longitud de la rejilla = 1 m

$$A_n = \frac{0.01}{0.01 + 0.00635} \times 0.4 \times 1.00 = 0.25 \text{ m}^2$$



Comprobación de la longitud.

$$L_r = \frac{0.25 \times (0.01 + 0.00635)}{0.01 \times 0.4} = 1.02 \text{ m}$$

$V_b =$ velocidad entre la barras

$$V_b = \frac{Q}{0.9 \times A_n} \qquad V_b = \frac{0.011}{0.9 \times 0.25} = 0.049 \frac{m}{s}$$

$$\text{Numero de orificios} = \frac{0.25 \text{ m}^2}{0.01 \times 0.4} = 62.5 \approx 63 \text{ orificios}$$

$$\text{Número de barras} = \text{Número de orificios} - 1$$

$$\text{Número de barras} = 63 - 1 = 62 \text{ barras}$$

Nivel de agua en el canal de aducción.

Profundidad Aguas abajo (h_e).

$$h_e = h_c = \left[\frac{Q^2}{g \times B^2} \right]^{\frac{1}{3}} \qquad h_e = h_c = \left[\frac{0.011^2}{9.81 \times (0.4)^2} \right]^{\frac{1}{3}} = 0.043 \text{ m}$$

Profundidad Aguas arriba (h_0).

$$h_0 = \left[2 \times h_e^2 + \left[h_e - \frac{L_c \times i}{3} \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{3} \times i \times L_c$$

$i =$ pendiente del canal 3%

$L_c =$ longitud de canal (m) = $L_r + 0.3 = 1.02 + 0.3 = 1.32 \approx 1.35$

$$h_0 = \left[2 \times (0.043)^2 + \left[0.043 - \frac{1.35 \times 0.03}{3} \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}} - \frac{2}{3} \times 0.03 \times 1.32 = 0.18 \text{ m}$$



Calculo de la altura total de los muros del canal.

Altura aguas arriba (H_0).

$$H_0 = h_0 + BL$$

$BL =$ borde libre de 0.10m

$$H_0 = 0.18 + 0.10 = 0.28 \approx 0.30 \text{ m}$$

Altura aguas abajo (H_e).

$$H_e = H_0 + i \times L_c \quad H_e = 0.30 + 0.03 \times 1.35 = 0.34 \approx 0.35 \text{ m}$$

Calculo de la velocidad al final (V_e) del canal.

$$V_e = \frac{Q}{B \times h_e} \quad V_e = \frac{0.011}{0.4 \times 0.043} = 0.58 \frac{m}{s}$$

Se cumple la condición de $0.3 \text{ m/s} < V_e < 3 \text{ m/s}$

Diseño de la cámara de recolección

El ancho de la cámara (B') m se calcula a partir de:

$$B' = X'_s + 0.2$$

$$X_s = 0.36 \times V_e^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times h_e^{\frac{4}{7}}$$

$X_s =$ La mayor distancia alcanzada por el flujo dentro de la cámara en (m).

$$X_s = 0.36 \times (0.58)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (0.043)^{\frac{4}{7}} = 0.35 \text{ m}$$

$X_i =$ La menor distancia alcanzada por el flujo dentro de la cámara (m).

$$X_i = 0.18 \times V_e^{\frac{4}{7}} + 0.74 \times h_e^{\frac{3}{4}}$$

$$X_i = 0.18 \times (0.58)^{\frac{4}{7}} + 0.74 \times (0.043)^{\frac{3}{4}} = 0.20 \text{ m}$$



$$B' = 0.35 + 0.2 = 0.55 \text{ m}$$

Calculo de la Altura de los Muros de Contención.

El caudal derivado del cauce a través del canal es de 15 lps tomando este como caudal máximo (Q_{max}), para el diseño, se prevé un borde libre de 10 cm, la altura se determina entonces.

$$H' = \left(\frac{Q_{max}}{1.84 \times L} \right)^{\frac{2}{3}} \qquad H' = \left(\frac{0.015}{1.84 \times 1} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.040 \text{ m}$$

Altura total (H'_t)

$$H'_t = H' + 0.1$$

$$H'_t = 0.04 + 0.1 = 0.14 \text{ m}$$

Dejando un borde libre de 10 cm, la altura de los muros será de 0.24 m.

Calculo del caudal de excesos, se utiliza para ello la (H') este se puede calcular con el caudal medio o máximo según criterio del diseñador

$$Q_{captado} = C_d \times A_n \times \sqrt{2 \times g \times H'}$$

Donde

C_d = coeficiente de descarga = 0.3

A_n = Area neta de la rejilla

g = gravedad

H' = Altura de lamina de agua

$$Q_{captado} = 0.3 \times 0.25 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.040} = 0.067 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{excesos} = Q_{captado} - Q_{diseño}$$



$$Q_{excesos} = 0.067 - 0.011 = 0.056 \frac{m^3}{s}$$

Calculo de la altura en lámina de agua sobre el vertedero de excesos (H_{exc})

$$H_{exc} = \left(\frac{Q_{excesos}}{1.84 \times B'} \right)^{\frac{2}{3}} \quad H_{exc} = \left(\frac{0.056}{1.84 \times 0.55} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.15 \text{ m}$$

Calculo de la velocidad de exceso (V_{exc})

$$V_{exc} = \frac{Q_{excesos}}{H_{exc} \times B'} \quad V_{exc} = \frac{0.056}{0.15 \times 0.55} = 0.68 \frac{m}{s}$$

$$X_s = 0.36 \times (V_{exc})^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (H_{exc})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.68)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (0.15)^{\frac{4}{7}} = 0.48 \approx 0.50 \text{ m}$$

El vertedero de excesos estará colocado a 0.50 m de la pared aguas abajo de la cámara de recolección.

5.5.1.1. Calculo de la tubería de aducción

Para la determinación de las cotas de la cámara se supone 15 cm de lámina de agua y borde libre de 10 cm, obteniendo con estos datos las siguientes cotas de la bocatoma.

Cota del cauce es la 1310.86 msnm

Cota de tubería de aducción 1310.86 – 0.850 = 1310.01 msnm

Cota descarga desarenador 1309.22

Determinación de pendiente.

$$S = \frac{(1310.86 - 1309.22)}{39.25} \times 100 = 2 \%$$



Calculo de Diámetro.

$$D = 1.548 \times \left(\frac{n \times Q}{S^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Dónde

$D =$ diametro tuberia de aduccion en (m)

$n =$ coeficiente de rugosidad de Manning = 0.009 plastico

$Q =$ caudal de diseño = $0.011 \text{ m}^3/\text{s}$

$S =$ pendiente de la tuberia

$$D = 1.548 \times \left(\frac{0.009 \times 0.011}{0.02^{0.5}} \right)^{\frac{3}{8}} = 0.102 \text{ m diametro comercial } 4''$$

Condición de flujo a tubo lleno con diámetro comercial 4", cálculo del caudal.

$$Q_0 = 0.312 \frac{D^{\frac{8}{3}} \times S^{0.5}}{n} \quad Q_0 = 0.312 \frac{0.109^{\frac{8}{3}} \times 0.02^{0.5}}{0.009} = 0.013 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Determinación de velocidad (V_0):

$$V_0 = \frac{Q_0}{A_0}$$

Siendo $A_0 =$ area de la tuberia m^2

$$V_0 = \frac{0.013}{0.037} = 0.35 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Calculo de relaciones hidráulicas para ingresar a la tabla del anexo 3.1.

Relación de caudal de diseño con caudal a tubo lleno.

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{0.011}{0.013} = 0.84$$



Relación de número de Manning a tubo lleno con número de Manning a caudal de diseño.

$$\frac{n_0}{n} = 0.05$$

De la tabla del anexo 3.1 se obtiene

$$\frac{V}{V_0} = 1.001 \quad \frac{d}{D} = 0.791$$

La velocidad mínima para aducciones debe ser de 0.6 m/s con el objetivo de evitar acumulación de sedimentos, se comprueba luego la velocidad en la aducción a partir de la relación $\frac{V}{V_0}$.

$$V = 1.001 \times V_0$$

$$V = 1.001 \times 0.35 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0.35 \frac{\text{m}}{\text{s}} > 0.6 \text{ m/s no cumple}$$

La velocidad de aducción no cumple con los requerimientos mínimos; pero se diseña con mencionada restricción ya que en el terreno no se cuenta para aumentar pendiente; se recomienda al propietario hacer mantenimiento periódicamente para evitar la sedimentación en la tubería de aducción.

Calculo de la lámina de agua (d') en la cámara de recolección a partir de la relación $\frac{d}{D}$ donde (d) es lámina de agua en la tubería.

$$d = 0.791 \times D$$

$$d = 0.791 \times 0.109 = 0.086$$

$$d' = d + \left(1.5 \times \frac{V^2}{2 \times g} \right)$$

$$d' = 0.086 + \left(1.5 \times \frac{0.35^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.095 \approx 0.1 \text{ m}$$

La altura de lámina obtenida se aproxima de forma aceptable a la supuesta inicialmente (15 cm) permitiendo tomar esta como dimensión de diseño.



5.5.1.2. Diseño Estructural.

En el lugar donde se construirá la bocatoma, la quebrada el Lindero cuenta con gran estabilidad ya que el agua fluye sobre una roca, la bocatoma se construirá en concreto ciclópeo reforzado con acero en malla y concreto de 3000 psi, se hará el diseño de mezcla que cumpla con esta especificación de resistencia, reforzadas con acero que fue calculado utilizando la cuantía mínima para la zona de riesgo sísmico, que está determinada en 0.0033 y 0.0018 para retracción, Norma Sismo Resistente Colombiana 98 arrojando aceros N° 3, se realizaron los cálculos de estabilidad para las dimensiones establecidas arrojando las condiciones necesarias para su cumplimiento (ver plano 3/4).

5.3.2. Diseño Desarenador

Consideraciones iniciales:

Se diseña solo un módulo de desarenador por ser estructura rural de caudal pequeño.

Se diseña el paso directo del flujo para evitar con esto el posible corte en periodos críticos de demanda.

La estructura será de sección rectangular con relación (L/B) =3/1

Se asume una profundidad mínima de 0,8 m

Borde libre de 0.1 m

Se asume la relación de longitud a profundidad de almacenamiento de lodos de 10/1.

La pendiente de la zona de lodos es de 5% permitiendo que la labor de mantenimiento sea más fácil.

Para las condiciones de la tubería de entrada, se toma los datos del cálculo de la bocatoma en el diseño de la tubería de aducción.

$$Q = 0.011 \frac{m^3}{s} \quad Q_0 = 0.013 \frac{m^3}{s}$$

$$V = 0.35 \frac{m}{s} \quad V_0 = 0.35 \frac{m}{s}$$



$$D = 0.109 \text{ m} \quad d' = 0.11 \text{ m}$$

Cálculo de los variables de sedimentación.

Velocidad de sedimentación (V_s) $\frac{cm}{s}$

$$V_s = \frac{g}{18} \times \frac{(\rho_s - \rho)}{\mu} \times d^2$$

Siendo

$$g = \text{aceleracion gravedad} \quad 981 \frac{cm}{s}$$

$$\rho_s = \text{peso especifico de la particula arena} = 2.65$$

$$\rho = \text{peso especifico del fluido agua} = 1.00$$

$$\mu = \text{viscos cinematica del fluido en función de la temperatura (22.58 °C)} \left(\frac{cm^2}{s} \right)$$

Obtenido de la tabla del anexo 3.3

d = diametro de la particula a remover arena muy fina 0.05 mm . (Obtenido de la tabla del anexo 3.2)

$$V_s = \frac{981}{18} \times \frac{(2.65 - 1.00)}{0.00948} \times 0.005^2 = 0.24 \frac{cm}{s}$$

Se determina de la tabla del anexo 3.4, con un porcentaje de 87.5 % y con clasificación de desarenador $n=1$ (sin deflectores), el número de Hazen

$$\left(\frac{V_s}{V_0} \right) = \frac{\theta}{t} = 7.00$$

Donde.

$$V_s = \text{velocidad de sedimentacion efectiva}$$

$$V_0 = \text{velocidad de sedimentacion teorica}$$

La profundidad útil de sedimentación (H) supuesta inicialmente es de 0.80 m

$$t = \frac{H}{V_s} = \frac{80}{0.24} = 333 \text{ s}$$

El periodo de retención hidráulico es de:

$$\theta = 7.00 \times 333 \text{ s} = 2333 \text{ s} = 38.88 \approx 39 \text{ min}$$

Volumen del tanque.

$$V = \theta \times Q = 2625 \times 0.011 = 25.66 \text{ m}^3$$



Área superficial del tanque.

$$A_s = \frac{V}{H} = \frac{25.66}{0.8} = 32.08 \text{ m}^2$$

Determinación de las dimensiones.

B = ancho

L = largo

$$B = \sqrt{\frac{A_s}{4}} = \sqrt{\frac{32.08}{4}} = 2.83 \approx 3 \text{ m}$$

$$L = 3 \times B = 3 \times 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$$

Comprobación de la carga hidráulica (q) que debe estar en el rango de 15 a 80 $\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$

$$q = \frac{Q}{A_s} = \frac{0.011}{32.08} = 0.0003 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \times \text{s}} = 25.92 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \times \text{d}} \text{ ok}$$

Calculo del vertedero de salida.

H_v = altura de la lamina de agua sobre el vertedero

$$H_v = \left(\frac{Q}{1.84 \times B} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.010}{1.84 \times 3.00} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.014 \text{ m}$$

Determinación de la velocidad en el vertedero (V_v).

$$V_v = \frac{Q}{B \times H_v} = \frac{0.010}{3.00 \times 0.014} = 0.24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Calculo de la vena vertiente (X_s).

$$X_s = 0.36 \times (V_v)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (H_v)^{\frac{4}{7}}$$



$$X_s = 0.36 \times (0.24)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (0.014)^{\frac{4}{7}} = 0.19 \text{ m}$$

$$L_v = 0.20 \text{ m}$$

Diseño pantalla de salida.

$$\text{Profundidad} = \frac{H}{2} = \frac{0.90}{2} = 0.45 \text{ m}$$

$$\text{Distancia al vertedero de salida} = 15 \times H_v = 15 \times 0.014 = 0.21 \approx 0.25 \text{ m}$$

Diseño pantalla de entrada.

$$\text{Profundidad} = \frac{H}{2} = \frac{0.90}{2} = 0.45 \text{ m}$$

$$\text{Distancia a la cámara de aquietamiento} = \frac{L}{4} = \frac{9.00}{4} = 2.25 \text{ m}$$

Almacenamiento de lodos.

Relación de longitud profundidad. 10/1

$$\text{Profundidad maxima} = \frac{L}{10} = \frac{9.00}{10} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad minima adoptada} = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Distancia del punto de salida a la cámara de aquietamiento} = \frac{L}{3} = \frac{9.0}{3} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Distancia del punto de salida al vertedero de salida} = \frac{2L}{3} = \frac{2 \times 9.0}{3} = 6.0 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente Transversal} = \frac{0.9-0.8}{3.00} \times 100 = 3.33 \%$$



$$\text{Pendiente longitudinal en } \left(\frac{L}{3}\right) = \frac{0.2}{3.00} \times 100 = 6.67\%$$

$$\text{Pendiente longitudinal en } \left(\frac{2L}{3}\right) = \frac{0.2}{6.00} \times 100 = 3.33\%$$

Cámara de Aquietamiento.

$$\text{Profundidad de aquietamiento} = \frac{H}{3} = \frac{90}{3} = 0.30 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = \frac{B}{3} = \frac{3.0}{3} = 1.0 \text{ m}$$

Largo (adoptado) = 0.7 m

Calculo de vertedero de excesos.

$$Q_{excesos} = Q_0 - Q = 0.013 - 0.011 = 0.002 \text{ m}^3$$

Calculo del vertedero de excesos.

H_{exc} = altura de la lamina de agua sobre el vertedero de excesos

$$H_{exc} = \left(\frac{Q}{1.84 \times L}\right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0.002}{1.84 \times 0.7}\right)^{\frac{2}{3}} = 0.07 \text{ m}$$

Determinación de la velocidad en el vertedero (V_v).

$$V_{exc} = \frac{Q}{L \times H_{exc}} = \frac{0.002}{0.6 \times 0.07} = 0.048 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Calculo de la vena vertiente (X_s).

$$X_s = 0.36 \times (V_{exc})^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (H_{exc})^{\frac{4}{7}}$$

$$X_s = 0.36 \times (0.048)^{\frac{2}{3}} + 0.60 \times (0.07)^{\frac{4}{7}} = 0.17 \approx 0.2 \text{ m}$$

$$L_r = 0.25 \text{ m}$$

Calculo de pérdidas de carga hidráulica a la entrada de la cámara de quietamiento.

Considerando la reducción de la velocidad se adopta un coeficiente menor de perdida ($K=0.2$)

$$h_m = K \frac{V^2}{2g}$$

Velocidad de descarga de la aducción $V = 0.35 \frac{m}{s}$

$V_2 =$ velocidad en la camara de quietamiento.

$$V_2 = \left(\frac{Q}{b \times h} \right) = \frac{0.010}{0.70 \times 1.00} = 0.014 \frac{m}{s}$$

$$h_m = 0.2 \times \frac{V^2 - V_2^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_m = 0.2 \times \frac{0.35^2 - 0.014^2}{2 \times 9.81} = 0.0012 \text{ m}$$

Perdidas en la zona de sedimentación.



$$V_2 = V'_1 = 0.014 \frac{m}{s}$$

$$V_h = \left(\frac{Q}{b \times h} \right) = \frac{0.010}{3.00 \times 0.3} = 0.011 \frac{m}{s}$$

$$h_m = 0.1 \times \frac{V'_1{}^2 - V_h{}^2}{2 \times 9.81}$$

$$h_m = 0.1 \times \frac{0.014^2 - 0.011^2}{2 \times 9.81} = 0.00000038 \text{ m} \approx 0.0 \text{ m}$$

Calculo de pérdidas por pantallas.

Por analogía con orificio sumergido de grandes dimensiones, se calculan las perdidas con la siguiente ecuación.

$$Q = C_d \times A_0 \sqrt{2 \times g \times H}$$

C_d = coeficiente de descarga = 0.6

A_0 = Área del orificio

H = perdida de carga hidraulica

g = aceleracin de la gravedad

$$H = \left(\frac{1}{2 \times 9.81} \right) \times \left(\frac{Q}{C_d \times A_0} \right)^2 = 0.051 \times \left(\frac{0.010}{0.6 \times (3.00 \times 0.45)} \right)^2 = 0.0063 \text{ m}$$

Calculo de tuberías de excesos y lavado

El diámetro de la tubería de excesos se calcula siguiendo los mismos procedimientos del cálculo de la tubería de lavado, dando como resultado $D = 4''$

Datos primarios:

Cota de entrega del desagüe de lavado = 1308.87 m



Cota de la columna de agua sobre tubería excesos. 1309.22 m

Longitud de la tubería = 4 m

Carga hidráulica disponible 1309.22 – 1308.87 = 0.35 m

Tubería de lavado.

Datos primarios

Cota de entrega del desagüe de lavado = 1308.10 m

Cota de la columna de agua del desarenador 1309.22 m

Longitud de la tubería = 4 m

Carga hidráulica disponible 1309.22 – 1308.10 = 1.12 m

Diámetro = 4" PVC"

Longitud equivalente:

Tubería: 4 m

Válvula de globo = 4"

L.E= 72.08m

J= 1.12/72.08 m/m

Determinación de caudal por la ecuación de Hazen – Williams

$$Q_{inicial} = 0.2785 \times C \times D^{2.63} \times (J)^{0.54}$$

$$Q_{inicial} = 0.2785 \times 150 \times 0.1016^{2.63} \times (0.016)^{0.54} = 0.0109 \frac{m^3}{s}$$

$$V = \frac{0.0109 \times 4}{\pi \times 0.1016} = 0.137 \frac{m}{s}$$

Tiempo de descarga por la ecuación de orificio sumergido.

$$C_d = \frac{Q}{A_0 \times \sqrt{2 \times g \times H}} = \frac{0.0109}{0.08 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.12}} = 0.29$$



$$t_{\text{vaciado}} = \frac{2 \times A_s}{C_d \times A_0 \times \sqrt{2 \times 9.81}} \times H^{0.5}$$

$$t_{\text{vaciado}} = \frac{2 \times 3.00 \times 9.00}{0.29 \times 0.08 \times \sqrt{2 \times 9.81}} \times 1.12^{0.5} = 556.12 \text{ s} = 9.27 \text{ min}$$

5.3.3. Diseño Estructural.

Se toma la decisión de construirla en concreto ciclópeo reforzado, con concreto de 3000 psi, con acero que fue calculado utilizando la cuantía mínima para la zona de riesgo sísmico, que está determinada en 0.0033 y con la cuantía mínima para retracción que se estableció en 0.0018 por la Norma Sismo Resistente Colombiana 98, se realizan los cálculos de estabilidad para las dimensiones establecidas arrojando las condiciones necesarias para su cumplimiento ver plano 3/4.

5.3.3.1. Diseño de Mezcla para Bocatoma y Desarenador

Diseño para resistencia de 3000 psi, con las características que a continuación se mencionan y que se debe rediseñar si estas varían.

Asentamiento de 3”

Tamaño de agregado grueso ¾” densidad de 2,44 gr/cc, peso promedio de 1600Kg /m³

% de aire atrapado = 2

Arena con módulo de finura = 3, densidad promedio de 2.51gr/cc

Tabla No 2. Cantidad de material por metro cubico de concreto y costo

Material	Peso Seco (Kg)	Densidad (gr/cc)	Volumen (Pg/Da) Lit	Costo (pesos)
Cemento	400	3,10	129	216000
Agregado Fino	683	2,51	272	13600
Agregado Grueso	960	2,44	393	24562
Agua	186	1,0	186	0
Aire (2%)	-----	-----	20	
TOTAL	2230		1000	254162



5.3.4. Diseño Conducción Principal

Se diseñó en tubería de PVC de 4" RDE 41 y tubería de PVC de 3" RED 41, 32.5, 26 y 21; inicia en la cota 1309.22 msnm (desarenador), hasta la cota 1172.00 msnm donde conecta al hidrante de la cota menor en el sector de aspersión semimovil; en mencionado sector se colocan once (11) válvulas hidrantes que se derivan de la tubería principal.

La tubería se enterrará a una profundidad de 40 cm debido que la carga esperada no requiere que sea mayor, las mayoría de esta se ubicara en zona de cargas bajas, se enterrara para protegerla del desgaste provocado por el clima y para ser protegida de daños causados por incendios, animales o personas, para la determinación del ancho de la zanja se toma el diámetro de la tubería más 30cm.

Con las dimensiones de profundidad, ancho y tipo de terreno que en su mayoría es de textura franco arenosa se calcula la carga vertical del suelo.

$$\text{Relación H/B} = 40 \text{ cm} / 30 \text{ cm} = 1.333$$

Teniendo para este valor un $C=1.0331$

$$\gamma = 2.65$$

$$P = 1.0331 \times 2.9 \times 0.375m^2 = 0.42 \text{ kg/m}$$

Se establecerán tres (03) válvulas ventosas doble propósito para permitir la extracción o ingreso de aire que podría causar rupturas o colapsos por succión de las tuberías al ser esta descargada, se recomienda que la ubicación no se haga en tramos horizontales ya que se requiere una pendiente mínima la cual depende de la dirección del aire, para aire desplazándose en la misma dirección de agua la pendiente mínima es de 0.04% y de 0.1% cuando el aire se desplaza en la dirección contraria a la del agua (López, 2003).

Para la ubicación de las válvulas de aire o ventosas se tiene en cuenta la pendiente y el sentido del flujo como se mencionó anteriormente, factores determinantes para el correcto funcionamiento, la primera se ubicará en la cota 1306.18 msnm con pendiente positiva de 2.17 % en el tramo anterior, con



movimiento de la burbuja en sentido del flujo y a una distancia del desarenador de 75.6 m, la segunda válvula se instalara en la cota 1302 msnm con pendiente positiva en el tramo anterior de 9.58 % con movimiento de la burbuja en sentido del flujo y a una distancia de la primera válvula de 107.81 m y la tercer válvula se instalara en la cota 1267.7 msnm con pendiente positiva en el tramo anterior de 3.81% con movimiento de la burbuja en sentido del flujo y a una distancia de la segunda válvula de 324.08 m.

Para la seguridad de las ventosas estas serán fijadas con mortero 1:3 y tubería de PVC de 4 pulgadas que se dispondrá como molde y cajilla de protección rellena de mortero.

La determinación y ubicación de la válvula de purga se escogió la cota 1299 msnm a 168.85 m del desarenador por ser este un punto bajo en la conducción, para la determinación del diámetro se opta por dar el mismo diámetro de tubería; para tubería de diámetro de 3" pulgadas, la válvula de purga es igual al diámetro de la tubería en la red.

5.3.5. Selección Unidad de Riego

Para la selección de las unidades de riego se tiene en cuenta las propiedades físicas e hidrodinámicas de los suelos y el tipo de cultivo, además las presiones disponibles en los cálculos hidráulicos; características unidades de riego Anexo 5.

Tabla No 3. Unidades de Riego

Cultivos	Sector de Riego	Emisor	Presión psi	Demanda gpm	Diámetro Húmedo (m)
Café	Aspersión Fija	Cañón Nelson 100	50	74	68.6
Pasto de Corte					
Pastoreo	Aspersión Semimovil	Aspersor Senninger	30	1.84	23.5
Mandarina	Microaspersión	Microaspersor	21.73-58.02	58 (lph)	4.5



6. RESULTADOS

6.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS SECTORES DE RIEGO

Cada sector de riego se diseña teniendo en cuenta el tipo de cultivo, características físicas del suelo y condiciones climáticas de la zona de influencia del proyecto.

El sistema de riego se divide en tres (03) sectores de riego; el sector de aspersión semimovil para el cultivo de pastoreo, *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria humidicola* ocho punto seis (8.6) has y pasto de corte Guatemala *Tripsacum laxum* cero punto ocho (0.8) has; el sector de aspersión fija para el cultivo del café cero punto ocho (0.8) has y pasto de corte Guatemala *Tripsacum laxum* cero punto tres (0.3) has; y el sector de microaspersión para el cultivo de mandarina común dos punto dos (2.2) has, para un total de doce punto siete (12.7) has.

6.2. ANALISIS LABORATORIO DE SUELO

6.2.1. Análisis Físicos

Tabla No 4. Propiedades Físicas e Hidrodinámicas del suelo

PROF (Cm)	Textura	Da (g/cc)	Dr (g/cc)	P %	CC %	PMP %	lb (cm/h)	Cultivo
30	FA	1.61	2.65	39.25	15.85	8.72	0.81	Café
	FA	1.46	2.65	44.91	14.19	9.39	5.68	Mandarina
	FA	1.43	2.65	46.04	17.02	9.39	4.94	Pasto de corte
	FA	1.55	2.65	41.51	14.5	7.979	5.23	Pastoreo
		1.57	2.65	40.75	17.14	9.43	7.79	

Densidad Aparente (Da), Densidad Real (Dr), Porosidad (P), Capacidad de Campo (CC_g), Punto de Marchites Permanente (PMP_g), Infiltración Básica (lb)

6.2.2. Análisis Químico del Suelo

Para la caracterización química de los suelos se toman dos muestras teniendo en cuenta la vegetación y la caracterización física de los suelos.

6.2.2.1. Lote Café



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

FACULTAD DE INGENIERIA

LABORATORIO DE RECURSOS GEAGROAMBIENTALES – LABGAA

Solicitante: Anyelo Yohán Pérez Perdomo					Vereda: El Socorro		
Cultivo: Café					Municipio: Nátaga		
Finca: El Rosal					Departamento: Huila		
Fecha: 22 de Octubre de 2012					Último Cultivo: Café		
No de Laboratorio	02Q – 1405				Recomendación Fertilización		Método Analítico
Muestra 10	Lote de Café						
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADOS	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrientos Puros	Requerimientos Kg/ha-año	
pH	-	4.55	Extremadamente Acido	6.6 – 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	1.41	B	3.0 – 5.0	N	150	Walkley – Black
C.I.C	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	12.79	M	oct-20	-	-	NH ₄ OA _c – pH 7
Fósforo (P)	ppm	48.2	A	15 – 40	P ₂ O ₅	45	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.6	B	3.0 – 6.0	CaO	30	NH ₄ OAC – AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.41	B	1.25 – 2.50	MgO	20	
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.05	N	0.1 -0.4	-	-	
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.03	MB	0.2 – 0.4	K ₂ O	160	
Bases Total (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	2.09	-	-	-	-	Suma Cationes
Saturación de Bases (SB)	%	16.34	B	35 – 50	-	-	Relación Catiónica
Azufre (S)	ppm	19.2	A	8.0 – 16	-	-	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	345	A	50 – 100	-	-	Doble Acido – AA
Manganeso (Mn)	ppm	3.6	B	20 – 40	Mn	7	
Cobre (Cu)	ppm	3.2	A	2.0 – 2.4	-	-	
Cinc (Zn)	ppm	2.1	B	3.0 – 6.0	Zn	4	
Boro (B)	ppm	-	-	0.3 – 0.6	B	2	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.1	M	1.0 – 1.5	Ca	1000	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	3.9	I	2 – 4*	-	-	Relación Catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	67	D	10*	-	-	
Relación Mg/K	-	13.67	D	3*	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	FRANCO ARENOSO				Organoléptico

CALIFICACION: D: Deficiente N: Normal I: Ideal MB: Muy bajo B: Bajo M: Medio A: Alto MA: Muy alto



6.2.2.2. Lote Pastos *Brachiaria*

Solicitante: Anyelo Yohan Perez Perdomo				Vereda: El Socorro			
Cultivo: Pasto Brachiaria				Municipio: Nataga			
Finca: El Rosal				Departamento: Huila			
Fecha: 22 de Octubre de 2012				Último Cultivo: Café			
No de Laboratorio		02Q - 1406			Recomendación		Método Analítico
Muestra 10		Lote de Café			Fertilización		
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESUL	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrimientos Puros	Requerimientos Kg/ha-año	
pH	-	4.88	Muy Fuertemente Acido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciometro
Materia Organica (MO)	%	3.56	M	3.0 - 5.0	N	250	Walkley - Black
C.I.C	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	15.19	M	10.0 - 20.0	-	-	NH ₄ OA _C - pH 7
Fósforo (P)	ppm	42.8	A	15 - 40	P ₂ O ₅	100	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.75	B	3.0 - 6.0	CaO	60	NH ₄ OAC - AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.54	B	1.25 - 2.50	MgO	30	
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.06	N	0.1 - 0.5	-	-	
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.05	B	0.2 - 0.4	K ₂ O	340	
Bases Total (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.4	-	-	-	-	Suma Cationes
Saturación de Bases (SB)	%	9.22	B	35 - 50	-	-	Relación Catiónica
Azufre (S)	ppm	30	A	8.0 - 16	-	-	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	570	A	50 - 100	-	-	Doble Acido - AA
Manganeso (Mn)	ppm	6.3	B	20 - 40	Mn	7	
Cobre (Cu)	ppm	1.2	B	2.0 - 2.4	Cu	4	
Cinc (Zn)	ppm	2.9	B	3.0 - 6.0	Zn	3	
Boro (B)	ppm	-	-	0.3 - 0.6	B	1	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	-	-	1.0 - 1.5	Cal	700	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	1.39	D	2 - 4*	-	-	Relación Catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	25.8	D	10*	-	-	
Relación Mg/K	-	10.8	D	3*	-	-	
TEXTURA	Clase	FA	FRANCO ARENOSO				Organoléptico

CALIFICACION: D: Deficiente N: Normal I: Ideal MB: Muy bajo B: Bajo M: Medio A: Alto MA: Muy alto



6.3. HIDROCLIMATOLOGIA

Obteniendo la temperatura media mensual de la estación 21055020 Escuela Agraria la Plata; por el método de biotemperatura de Holdring se determina la temperatura media de la zona del predio El Rosal, con la cual se estipula la Evapotranspiración de referencia por el método Thornthwaite.

6.4. REQUERIMIENTOS HIDRICOS

El cálculo de los requerimientos hídricos para los diferentes cultivos de la finca El Rosal, se obtienen por el método de balances hídricos agrícolas decadales, teniendo en cuenta la profundidad radicular efectiva (Pre), el coeficiente del cultivo (Kc), precipitación efectiva (Pe), evapotranspiración potencial (ETP), nivel de agotamiento (NA) y la capacidad de almacenamiento del suelo

6.4.1. Balance Hídrico Climático

Los datos se encuentran en el Anexo No 4.1.

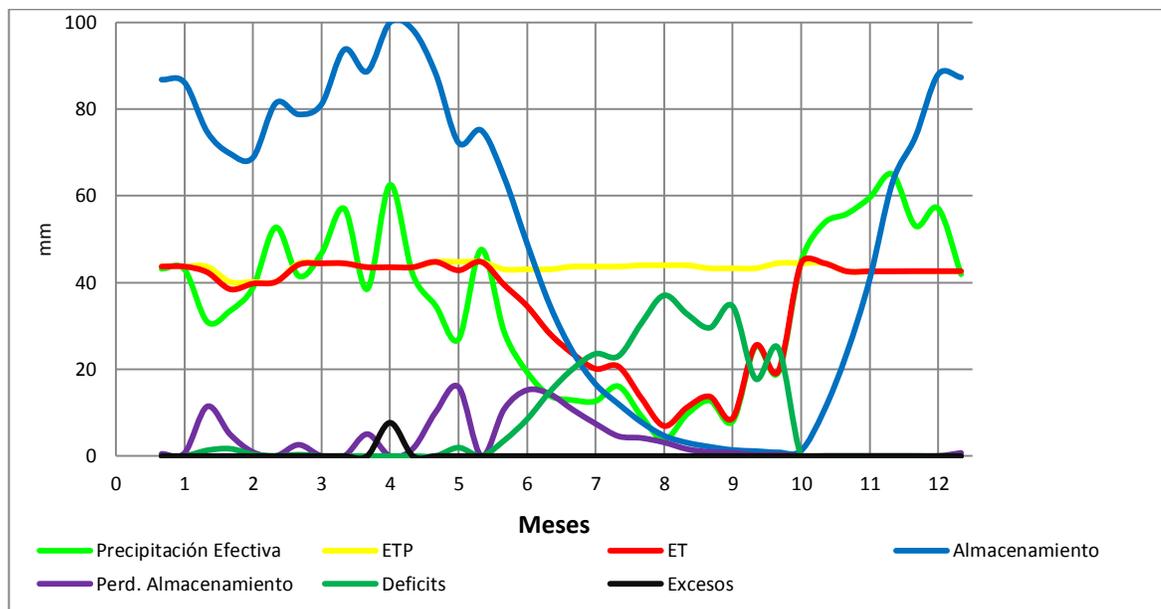


Gráfico 2. Balance Hídrico Climático Décadal de la Zona



6.4.2. Balances Hídricos Agrícolas

De los balances hídricos agrícolas de los cultivos del predio el Rosal (Anexo 4.2) se obtienen los usos consumo (UC) de cada uno de los cultivos

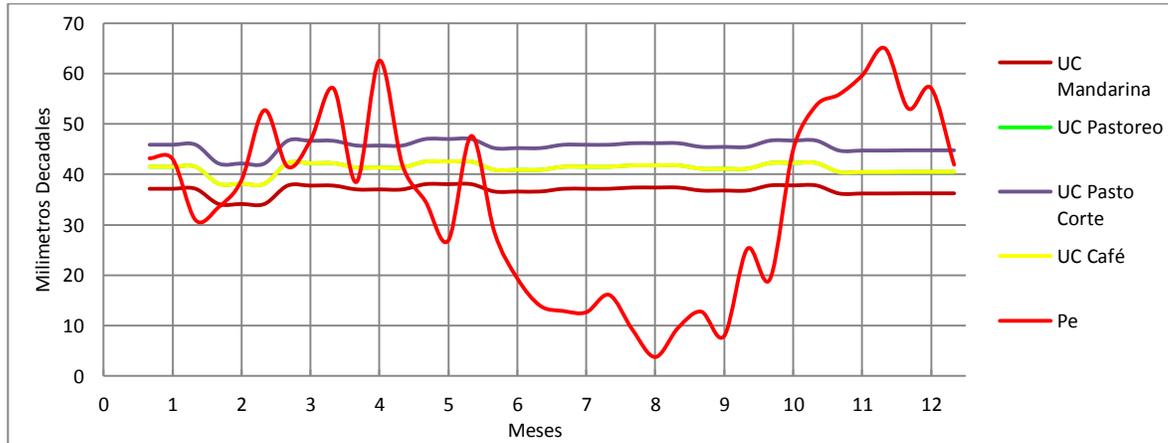


Gráfico 3. Uso Consumo de Cultivos y Precipitación Efectiva

6.4.3. Requerimiento de Riego para los Diferentes Cultivos de la Finca el Rosal

Del balance hídrico climático (Anexo No 4.1.) se obtiene mayo como el mes crítico o de mayor evapotranspiración de referencia 44.77 mm década, al analizar la relación evaporación con respecto a la evapotranspiración de referencia $R(ET/ETP)$ se descubre que la década crítica real en la zona del proyecto es la segunda del mes de agosto con $R=0.16$; la precipitación efectiva es 3.77 mm.

De los balances hídricos agrícolas (Anexo 4.2.1 al 4.2.4) se obtiene la cantidad de agua a regar en cada una de las décadas del año, en los diferentes cultivos, para el diseño se utiliza el mes crítico; segunda década de agosto, en este al Uso Consumo (UC) se le resta la precipitación efectiva (Pe), se obtiene la tabla No 5.

Lámina Neta (mm)	$LN = \frac{CC-PMP}{100} * \frac{D_a}{D_{agua}} * Pre * Na$	→ Pre (mm)
Uso Consumo (mm)	$UC = ETP * K_c$	→ ETP (mm)
Riego (mm/década)	$R_i = UC - Pe$	
Frecuencia de Riego (días)	$FR = \frac{LN}{R_i} * \frac{10 \text{ día}}{\text{década}}$	



Tabla No 5. Requerimiento Hídrico y Frecuencia de Riego Década Crítica, Lámina Neta en los Cultivos del Predio

CULTIVOS	LAMINA NETA (mm)	RIEGO (mm/décadal)	FRECUENCIA DE RIEGO (día)
Café	28.65	38.00	7.54
Mandarina	46.95	33.60	13.97
Pasto de Corte	22.00	42.40	5.19
Pastoreo	16.65	38.00	4.38

De la tabla No 5, se obtiene que la frecuencia de riego (FR) menor cada cuatro (4) días, se presenta en el lote de pastoreo con cultivo de pasto *Brachiaria de cumbes* y *Brachiaria humidicola*; debido a lo antes mencionado se toma la misma para todos los cultivos del predio el Rosal, obteniendo la tabla No 6.

Precipitación emisor (mm/hr) $P_e = 3600 * \frac{Q_e}{E_l * E_p} \rightarrow Q_e$ Caudal emisor (lps)

$\rightarrow E_l$ Espacio entre emisor lineal

$\rightarrow E_p$ Espacio entre emisor surco

Turnos de riego $Tr = \frac{A_c}{A_e} \rightarrow A_c$ área del cultivo (m²)

$\rightarrow A_e$ área del emisor (m²)

Emisores por turno de riego $E_{Tr} = \frac{Q_d}{Q_e} \rightarrow Q_d$ Caudal disponible

Tabla No 6. Tiempos, Turno y Jornadas de Riego Ideales

Cultivos	Precipitación Emisor (mm/hr)	Tiempo Riego (hr)	Emisores Turno	Turnos De Riego	Jornada Riego (hr)
Café	1.31	11.65	86.2	1	11.65
Pasto de Corte	1.31	13.00	86.2	1*	
Pastoreo	5.84	2.91	2.13	4	11.64
Mandarina	5.84	2.61	2.13	19	49.59
	0.57	23.63	625	1*	23.63
				∑ 26	∑ 96.51

* El caudal y la presión permite el mismo turno de riego

De la tabla No 6, se obtiene que el tiempo para suplir las necesidades hídricas de los cultivo del proyecto, no alcanzaría así se manejaran jornadas de riego de 24 hr diarias



6.4.4. Distribución del Riego en los Cultivos de la Finca el Rosal

Debido que el caudal disponible no supe las necesidades hídricas ideales de los cultivos de la finca; se determina no regar hasta capacidad de campo (CC) en tiempos críticos de sequía en la zona, teniendo en cuenta que el nivel de agotamiento (NA) no supere el 50%, en los suelos de los cultivos

Tabla No 7. Tiempos, Turno y Jornadas de Riego

Cultivos	Tiempo Riego (hr)	Emisores Turno	Turnos De Riego	Jornada Riego (hr)	Emisor
Café	7.00	29	1	7.00	Aspersor
Pasto de Corte	12.00	10	1*		Aspersor
Pastoreo	2.00	2	2	4.00	Cañón
Mandarina	2.00	2	19	37.00	Cañón
		247	1*	12.00	Microaspersor
			Σ 23	Σ 60	

* El caudal y la presión permite el mismo turno de riego

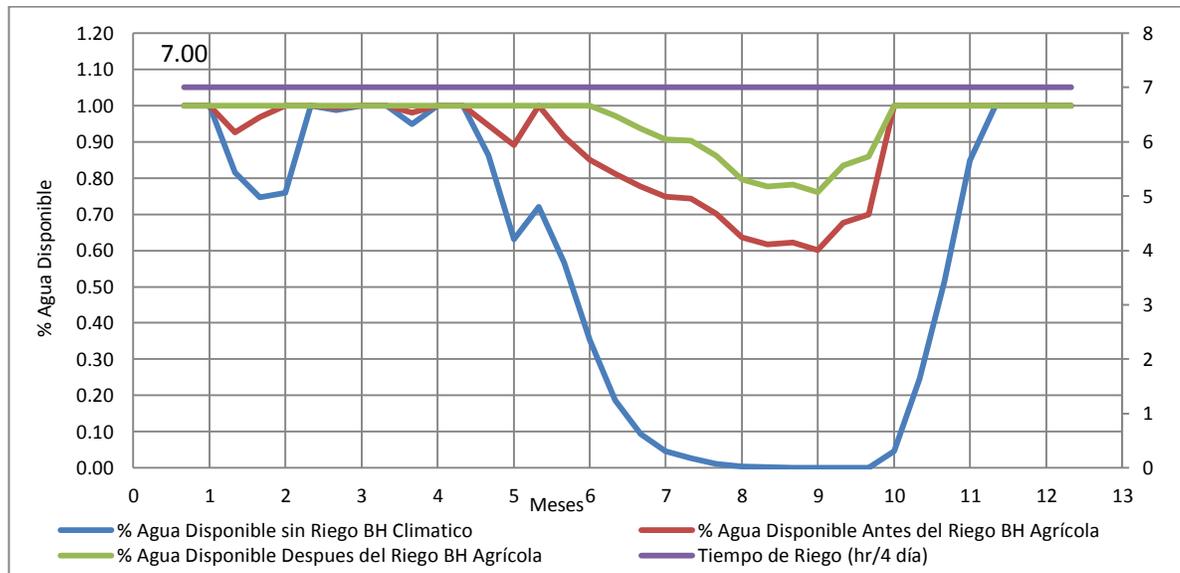


Gráfico 4. Disponibilidad de Agua Cultivo de Café

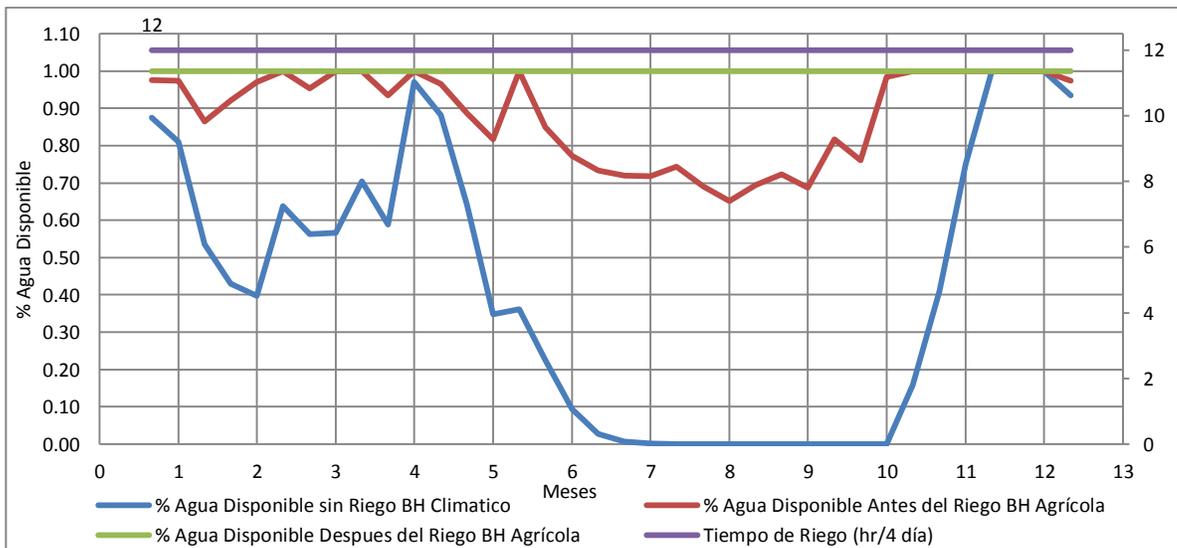


Gráfico 5. Disponibilidad de Agua Pasto de Corte, Aspersión Fija

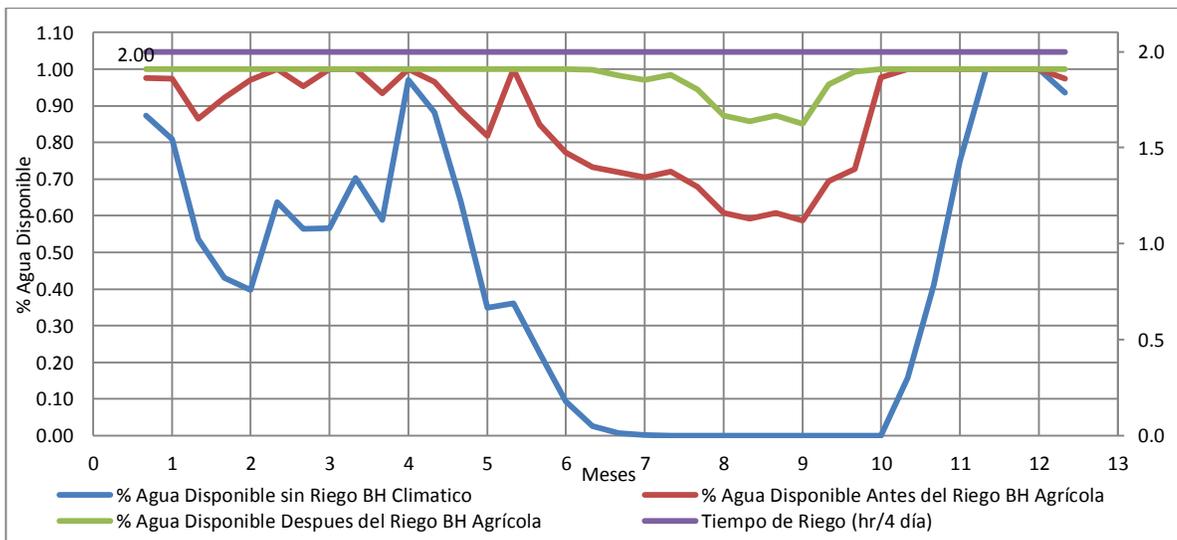


Gráfico 6. Disponibilidad de Agua Pasto de Corte, Aspersión Semimovil

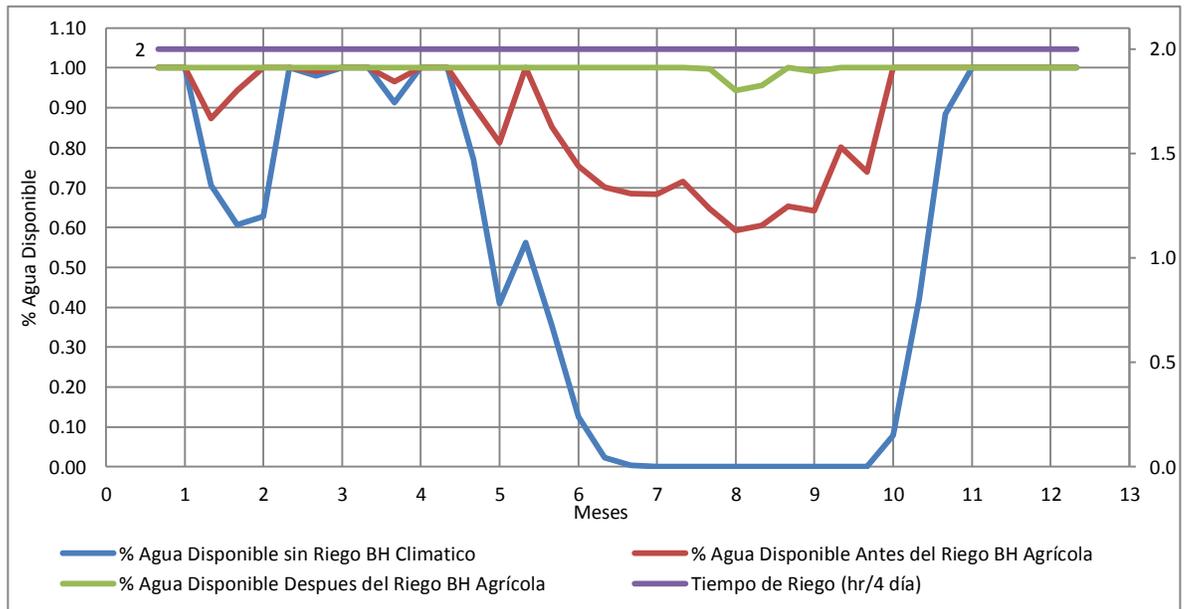


Gráfico 7. Disponibilidad de Agua Pastoreo

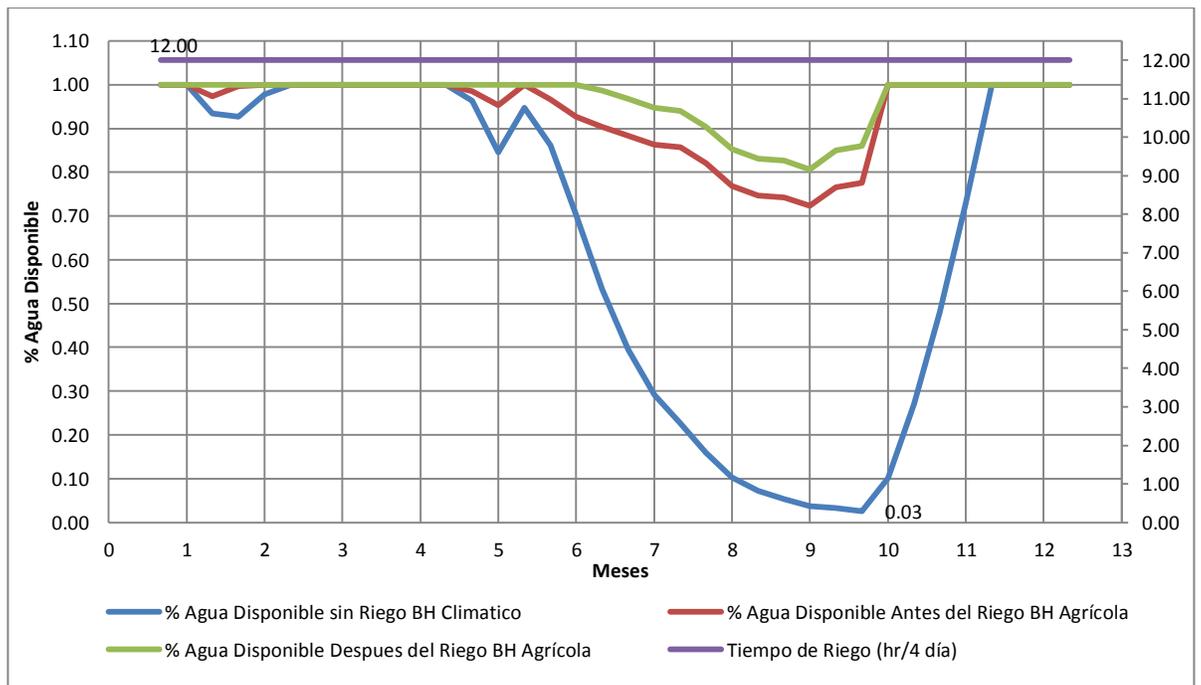


Gráfico 8. Disponibilidad de Agua Cultivo Mandarina

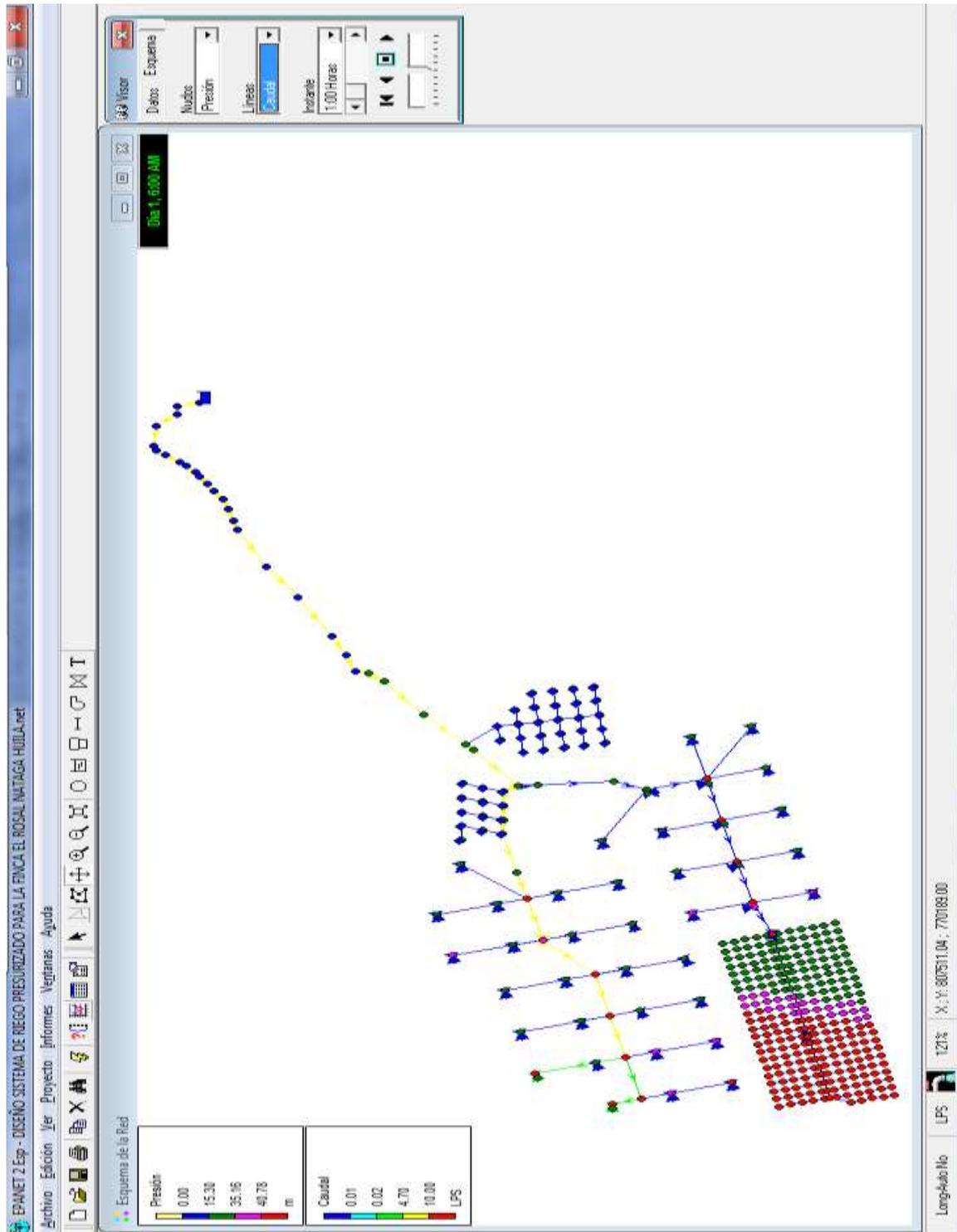


Figura No 2. Modelación Hidráulica EPANET 2 – Sistema de Riego



Figura No 3. Balance de Caudales en el Sistema



7. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

Tabla No 8. Programación de Riego en la Finca el Rosal

DÍA	TURNO	PARCELA	HIDRANTE	HORAS			RIEGO
				Inicio	Fin	TOTAL	
1	1	Pastoreo	H2 (P2) y H1 (P3) (2P)	6:00 AM	8:00 AM	2	Aspersión Semimovil
	2	Pastoreo	H2 (P4) y H1 (P5) (2P)	8:00 AM	10:00 AM	2	
	3	Pastoreo	H2 (P6) y H1 (P7) (2P)	10:00 AM	12:00 PM	2	
	4	Pastoreo	H2 (P8) y H3 (P9) (2P)	12:00 PM	2:00 PM	2	
	5	Pastoreo	H4 (P10) y H3 (P11) (2P)	2:00 PM	4:00 PM	2	
	6	Pastoreo	H4 (P12) y H3 (P13) (2P)	4:00 PM	6:00 PM	2	
	2	7	Mandarina	247 Microaspersores	6:00 PM	6:00 AM	12
Pasto de Corte			10 Aspersores	12			Aspersión Fija
8		Pastoreo	H4 (P14) y H3 (P15) (2P)	6:00 AM	8:00 AM	2	Aspersión Semimovil
9		Pastoreo	H4 (P16) y H6 (P01) (2P)	8:00 AM	10:00 AM	2	
10		Pastoreo	H5 (P17) y H6 (P18) (2P)	10:00 AM	12:00 PM	2	
11		Pastoreo	H5 (P19) y H6 (P20) (2P)	12:00 PM	2:00 PM	2	
12		Pastoreo	H5 (P21) y H6 (P22) (2P)	2:00 PM	4:00 PM	2	
13	Pastoreo	H5 (P23) y H6 (P24) (2P)	4:00 PM	6:00 PM	2		
3	14	Pastoreo	H7 (P25) y H8 (P26) (2P)	6:00 AM	8:00 AM	2	Aspersión Semimovil
	15	Pastoreo	H7 (P27) y H8 (P28) (2P)	8:00 AM	10:00 AM	2	
	16	Pastoreo	H7 (P29) y H8 (P30) (2P)	10:00 AM	12:00 PM	2	
	17	Pasto de Corte	H9 (P31) y H10 (P32) (2P)	12:00 PM	2:00 PM	2	
	19	Pastoreo	H9 (P35) (1P)	4:00 PM	6:00 PM	2	
		Pasto de Corte	H10 (P36) (1P)			2	
4	20	Pasto de Corte	H10 (P37) (1P)	6:00 AM	7:00 AM	1	Aspersión Fija
	21	Pastoreo	H11 (P38) (1P)	7:00 AM	9:00 AM	2	
	22	Pastoreo	H11 (P39) (1P)	9:00 AM	11:00 AM	2	
	23	Café	29 Aspersores	11:00 AM	6:00 PM	7	

H: Hidrante

P: Punto de riego Cañón 100

La programación de riego se obtuvo teniendo en cuenta la distribución de riego en los cultivos de la finca el Rosal



8. PRESUPUESTO

Tabla No 9. Materiales y Costos

Descripción	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
TUBERIA				
PVC 4" RDE 41 LISO	ml	60	\$ 7,392	\$ 443,520
PVC 3" RDE 41 UM	ml	1050	\$ 4,464	\$ 4,687,200
PVC 3" RDE 32.5 UM	ml	168	\$ 5,410	\$ 908,880
PVC 3" RDE 26 UM	ml	66	\$ 6,735	\$ 444,510
PVC 3" RDE 21 UM	ml	168	\$ 8,075	\$ 1,356,600
PVC 2" RDE 21 UM	ml	102	\$ 3,690	\$ 376,380
PVC 1 1/2 RDE 21 LISO	ml	48	\$ 3,521	\$ 169,008
PVC 1 1/4" RDE 21 LISO	ml	60	\$ 2,697	\$ 161,820
PVC 1" RDE 21 LISO	ml	552	\$ 1,497	\$ 826,344
PVC 1/2" RDE 21 AGRI	ml	66	\$ 640	\$ 42,240
PVC LAYFLAT 2" COLOR ROJO 145 PSI	ml	200	\$ 15,000	\$ 3,000,000
POLIETILENO DE O.P 16 MM	ml	2200	\$ 368	\$ 809,600
ACCESORIOS				
TAPÓN PVC HEMBRA ROSCADA 4"	Un	2	\$ 15,350	\$ 30,700
TAPON HEMBRA 3" PVC ROSCADO	Un	1	\$ 8,314	\$ 8,314
TAPON HEMBRA 2" PVC ROSCADO	Un	1	\$ 2,266	\$ 2,266
TAPON HEMBRA 1" PVC ROSCADO	Un	14	\$ 592	\$ 8,288
CODO PVC 90° -4"	Un	2	\$ 27,043	\$ 54,086
CODO PVC 90° -3" UM	Un	5	\$ 17,281	\$ 86,405
CODO PVC 45° -3" UM	Un	8	\$ 11,588	\$ 92,704
CODO PVC 90° -2"	Un	11	\$ 3,345	\$ 36,795
CODO PVC 90° -1"	Un	1	\$ 569	\$ 569
CODO PVC 45° -3"	Un	1	\$ 11,798	\$ 11,798
CODO PVC 45° -2"	Un	1	\$ 3,665	\$ 3,665
CODO PVC 45° -1"	Un	14	\$ 914	\$ 12,796
T RDE21 3 RC PVC	Un	4	\$ 54,193	\$ 216,772
T PVC 1"	Un	29	\$ 792	\$ 22,968
ADAPTADOR MACHO 3" PVC	Un	5	\$ 6,568	\$ 32,840
ADAPTADOR MACHO 2" PVC	Un	28	\$ 1,671	\$ 46,788
ADAPTADOR MACHO 1" PVC	Un	14	\$ 475	\$ 6,650
ADAPTADOR HEMBRA 1" PVC	Un	40	\$ 568	\$ 22,720
ADAPTADOR HEMBRA 3/4" CON REDUCCIÓN A 1/2" PVC	Un	30	\$ 255	\$ 7,650
BUJE ROSC 3/4X1/2	Un	30	\$ 410	\$ 12,300



Continuación Tabla No 9. Materiales y Costos

Descripción	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
ADAPTADOR HEMBRA 1/2" PVC	Un	30	\$ 141	\$ 4,230
COPE DE ALUMINIO ESPIGO 2"	Un	8	\$ 7,000	\$ 56,000
ADAPTADOR ALUMINIO ESPIGO 2"	Un	13	\$ 7,000	\$ 91,000
REDUCCIÓN DE PVC DE 3" * 2"	Un	2	\$ 5,722	\$ 11,444
REDUCCIÓN DE PVC DE 2" * 1 1/2"	Un	1	\$ 1,589	\$ 1,589
REDUCCIÓN DE PVC DE 1 1/2" * 1"	Un	1	\$ 1,039	\$ 1,039
COLLAR DE DERIVACIÓN 3" * 2"	Un	16	\$ 13,300	\$ 212,800
COLLAR DE DERIVACIÓN 3" * 1"	Un	24	\$ 13,300	\$ 319,200
CONECTOR O SILLETA POLIETILENO 16 MM	Un	50	\$ 374	\$ 18,700
SILLETA BILABIAL EPDM 16MM P/CONECT INIC	Un	50	\$ 186	\$ 9,300
UNION ESTRIA ACT 16MM MG-MG		50	\$ 186	\$ 9,300
ABRAZADERA METALICA P/LAY FLAT 2"	Un	8	\$ 9,500	\$ 76,000
FLANCHE STD. 3 PVC/BRIDA	Un	2	\$ 57,000	\$ 114,000
VAL AIRE DINAM ARI DG70 NY 2M 145PSI	Un	3	\$ 273,397	\$ 820,191
VÁLVULA DE BOLA 4" ROSCA HEMBRA; PVC	Un	2	\$ 40,850	\$ 81,700
VÁLVULA DE BOLA 3"; ROSCA HEMBRA; PVC	Un	4	\$ 33,250	\$ 133,000
VÁLVULA DE BOLA 2"; ROSCA HEMBRA; PVC	Un	12	\$ 19,950	\$ 239,400
VAL BRIDA 3 CRM VASTAGO ASCENDENTE	Un	1	\$ 233,320	\$ 233,320
VAL REG SENN 3X3H 20-100GPM 125X40PSI	Un	1	\$ 63,650	\$ 63,650
VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 2"; 50 PSI	Un	3	\$ 63,650	\$ 190,950
VÁLVULA HIDRANTE DE ACOUPLE RÁPIDO 1" * 3/4"	Un	40	\$ 17,100	\$ 684,000
LLAVE BAYONETA 3/4" DOBLE SEGURO	Un	32	\$ 17,100	\$ 547,200
MICROASPERSOR AUTOCOMPENSADO SUPERNET SR NETAFIM, COLOR GRIS	Un	500	\$ 1,425	\$ 712,500
ESTACA NEGRA 3/8NPT AMBR P/MICROASP MF	Un	400	\$ 361	\$ 144,400
MICROTB PE 8MM	Un	400	\$ 475	\$ 190,000
TRIPODE 3" AL	Un	2	\$ 551,475	\$ 1,102,950
CAÑÓN NELSON 100 CIRCULO PARCIAL	Un	2	\$ 2,470,000	\$ 4,940,000
ASPERSOR SENINGER	Un	32	\$ 19,320	\$ 618,240
SOLD PVC 1/4 X 900GRM	1/4.	4	\$ 31,128	\$ 124,512
LIMPIADOR 1/4 PVC	1/4.	4	\$ 15,009	\$ 60,036
SELLADOR	1/8.	4	\$ 9,000	\$ 36,000
CINTA DE TEFLÓN	Un	140	\$ 300	\$ 42,000
TOTAL SIN IVA				\$ 25,831,827
IVA				\$ 4,133,092
TOTAL				\$ 29,964,919



8.1. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Tabla No 10. APU Bocatoma

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DESCRIPCION: CONSTRUCCION BOCATOMA					
ASOCIACIÓN:		PROYECTO:		UNIDAD: Unidad	
I. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Valor	Rendim.	Vr. Unit.
Barra	Unidad	1	\$ 60,000.00	1.000	\$ 60,000.00
Pica	Unidad	1	\$ 25,000.00	2.000	\$ 50,000.00
Garlancha	Unidad	1	\$ 12,000.00	2.000	\$ 24,000.00
Machete	Unidad	1	\$ 20,000.00	1.000	\$ 20,000.00
Lima	Unidad	1	\$ 3,500.00	2.000	\$ 7,000.00
A					\$ 161,000.00
II. MATERIALES					
DESCRIPCION	Unidad	Valor	Cantidad	Vr. Unitario	
CONCRETO	m3	\$254,162.00	3.50	\$ 889,567.00	
ACERO 3/8	ML	\$ 1,500.00	150.00	\$ 225,000.00	
ACERO 1/2	ML	\$ 2,000.00	80.00	\$ 160,000.00	
TABLA FORMALETA	Unidad	\$ 8,000.00	20.00	\$ 160,000.00	
Alambre Dulce	Kg	\$ 2,500	2	\$ 5,000.00	
B					\$1,439,567.00
III. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Cantidad	Salario	Rendim.	Valor	
Calificada	1	\$ 93,000	15.000	\$ 1,395,000	
No Calificada	1	\$ 37,200	40.000	\$ 1,488,000	
C					\$2,883,000.00
IV. OTROS CONCEPTOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	PR.UNIT	CANTIDAD	VR.PARCIAL	
Imprevistos 2% A y C				60880	
D					\$ 60,880.00
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					\$4,544,447.00
PRECIO UNITARIO TOTAL (INC IVA)					\$4,544,447.00



Tabla No 11. APU Desarenador

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DESCRIPCION: ESCAVADO, CONSTRUCCION E INSTALACIÓN DESARENADOR					
ASOCIACIÓN:	PROYECTO:			UNIDAD: Unidad	
I. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Valor	Rendim.	Vr. Unit.
Barra	Unidad	1	\$ 60,000.00	0.500	\$ 30,000.00
Pica	Unidad	1	\$ 25,000.00	2.000	\$ 50,000.00
Garlancha	Unidad	1	\$ 12,000.00	4.000	\$ 48,000.00
Machete	Unidad	1	\$ 20,000.00	1.000	\$ 20,000.00
Lima	Unidad	1	\$ 3,500.00	2.000	\$ 7,000.00
A					\$ 155,000.00
II. MATERIALES					
DESCRIPCION	Unidad	Valor	Cantidad	Vr. Unitario	
CONCRETO	m3	\$254,162.00	13.00	\$3,304,106.00	
ACERO 3/8	ML	\$ 1,500.00	325.00	\$ 487,500.00	
ACERO 1/2	ML	\$ 2,000.00	110.00	\$ 220,000.00	
TABLA FORMALETA	Unidad	\$ 8,000.00	30.00	\$ 240,000.00	
Alambre Dulce	Kg	\$ 2,500	4	\$ 10,000.00	
B					\$4,261,606.00
III. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Cantidad	Salario	Rendim.	Valor	
Calificada	1	\$ 93,000	20.000	\$ 1,860,000	
No Calificada	1	\$ 37,200	50.000	\$ 1,860,000	
C					\$3,720,000.00
IV. OTROS CONCEPTOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	PR. UNIT	CANTIDAD	VR.PARCIAL	
Imprevistos 2% A y C				77500	
D					\$ 77,500.00
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					\$8,214,106.00
PRECIO UNITARIO TOTAL (INC IVA)					\$8,214,106.00



Tabla No 12. APU Cajillas Hidrantes Aspersión Semimovil

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DESCRIPCION: ESCAVADO, CONSTRUCCION E INSTALACIÓN CAJILLAS 0.5 * 0.5 * 0.6					
ASOCIACIÓN:		PROYECTO:		UNIDAD: Unidad	
I. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Valor	Rendim.	Vr. Unit.
Barra	Unidad	1	\$ 60,000.00	0.020	\$ 1,200.00
Pica	Unidad	1	\$ 25,000.00	0.025	\$ 625.00
Garlancha	Unidad	1	\$ 12,000.00	0.050	\$ 600.00
Machete	Unidad	1	\$ 20,000.00	0.020	\$ 400.00
Lima	Unidad	1	\$ 3,500.00	0.050	\$ 175.00
A					\$ 3,000.00
II. MATERIALES					
DESCRIPCION	Unidad	Valor	Cantidad	Vr. Unitario	
CONCRETO	m3	\$254,162.00	0.09	\$ 22,874.58	
ACERO 3/8	ML	\$ 1,500.00	13.65	\$ 20,475.00	
TABLA FORMALETA	Unidad	\$ 8,000.00	2.00	\$ 16,000.00	
Alambre Dulce	Kg	\$ 2,500	0.1	\$ 250.00	
B					\$ 59,600.00
III. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Cantidad	Salario	Rendim.	Valor	
Calificada	1	\$ 93,000	0.500	\$ 46,500	
No Calificada	1	\$ 37,200	2.000	\$ 74,400	
C					\$120,900.00
IV. OTROS CONCEPTOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	PR.UNIT	CANTIDAD	VR.PARCIAL	
Imprevistos 2% A y C				2478	
D					\$ 2,478.00
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					\$185,978.00
PRECIO UNITARIO TOTAL (INC IVA)					\$185,978.00



Tabla No 13. APU Excavado, Instalación y Tapado Tubería 3"; 0.5 * 0.4 m

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DESCRIPCION: ESCAVADO, INSTALACIÓN Y TAPADO TUBERIA 3"; 0.5 * 0.4 m					
ASOCIACIÓN:	PROYECTO:			UNIDAD: ml	
I. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Valor	Rendim.	Vr. Unit.
Barra	Unidad	1	\$60,000.00	0.005	\$ 300.00
Pica	Unidad	1	\$25,000.00	0.005	\$ 125.00
Garlancha	Unidad	1	\$12,000.00	0.012	\$ 144.00
Machete	Unidad	1	\$20,000.00	0.010	\$ 200.00
Lima	Unidad	1	\$ 3,500.00	0.015	\$ 52.50
A					\$ 822.00
III. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Cantidad	Salario	Rendim.	Valor	
Calificada	1	\$ 93,000	0.025	\$ 2,325	
No Calificada	1	\$ 37,200	0.050	\$ 1,860	
B					\$ 4,185.00
IV. OTROS CONCEPTOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	PR.UNIT	CANTIDAD	VR.PARCIAL	
Imprevistos 2% A y B				100.14	
C					\$ 100.00
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C)					\$ 5,107.00
PRECIO UNITARIO TOTAL (INC IVA)					\$ 5,107.00



Tabla No 14. APU Excavado, Instalación y Tapado Tubería 2-1"; 0.4 * 0.3 m

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)					
DESCRIPCION: ESCAVADO, INSTALACIÓN Y TAPADO TUBERIA 2" - 1"; 0.4 * 0.3 m					
ASOCIACIÓN:		PROYECTO:		UNIDAD: ml	
I. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Valor	Rendim.	Vr. Unit.
Barra	Unidad	1	\$60,000.00	0.005	\$ 300.00
Pica	Unidad	1	\$25,000.00	0.005	\$ 125.00
Garlancha	Unidad	1	\$12,000.00	0.010	\$ 120.00
Machete	Unidad	1	\$20,000.00	0.010	\$ 200.00
Lima	Unidad	1	\$ 3,500.00	0.012	\$ 42.00
				A	\$ 787.00
II. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Cantidad	Salario	Rendim.	Valor	
Calificada	1	\$ 93,000	0.020	\$ 1,860	
No Calificada	1	\$ 37,200	0.025	\$ 930	
				B	\$ 2,790.00
III. OTROS CONCEPTOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	PR.UNIT	CANTIDAD	VR.PARCIAL	
Imprevistos 2% A y C				71.54	
				C	\$ 72.00
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C)					\$ 3,649.00
PRECIO UNITARIO TOTAL (INC IVA)					\$ 3,649.00



Tabla No 15. APU Excavado, Instalación y Tapado Tubería 16 mm; 0.25 * 0.2 m

UNIDAD: ml					
I. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Valor	Rendim.	Vr. Unit.
Barra	Unidad	1	\$60,000.00	0.001	\$ 60.00
Pica	Unidad	1	\$25,000.00	0.002	\$ 37.50
Garlancha	Unidad	1	\$12,000.00	0.008	\$ 96.00
Machete	Unidad	1	\$20,000.00	0.006	\$ 120.00
Lima	Unidad	1	\$ 3,500.00	0.005	\$ 17.50
A					\$ 331.00
III. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	Cantidad	Salario	Rendim.	Valor	
Calificada	1	\$ 93,000	0.003	\$ 310	
No Calificada	1	\$ 37,200	0.020	\$ 744	
C					\$ 1,054.00
IV. OTROS CONCEPTOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	PR.UNIT	CANTIDAD	VR.PARCIAL	
Imprevistos 2% A y C				27.7	
D					\$ 28.00
TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C+D)					\$ 1,413.00
PRECIO UNITARIO TOTAL (INC IVA)					\$ 1,413.00

8.2. COSTO TOTAL

Tabla No 16. Costo Total del Proyecto

DESCRIPCIÓN	CNT	V. UNIT	V. TOTAL
excavado, instalación y tapado tubería 3"; 0.5 * 0.4 m	1385	\$ 5,107	\$ 7,073,195
excavado, instalación y tapado tubería 2" - 1"; 0.4 * 0.3 m	726	\$ 3,649	\$ 2,649,174
excavado, instalación y tapado tubería 16 mm; 0.0.25 * 0.2 m	2090	\$ 1,413	\$ 2,953,170
excavado, construcción e instalación cajillas 0.5 * 0.5 * 0.6	13	\$ 185,978	\$ 2,417,714
excavado, construcción e instalación desarenador	1	\$ 8,214,106	\$ 8,214,106
construcción bocatoma	1	\$ 4,544,447	\$ 4,544,447
		A	\$ 27,851,806
Costo Materiales	1	\$ 29,964,919	\$ 29,964,919
TOTAL			\$ 57,816,725



CONCLUSIONES

- Los suelos de la finca el Rosal presentan textura franco arenosa, la infiltración básica oscila entre 0.81 cm-hr para el café y 7.79 cm-hr para pasto *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría humidicola*.
- El mayor requerimiento hídrico en los cultivos de la finca el Rosal se presenta en las tres décadas del mes de mayo debido que mencionado mes es de mayor evapotranspiración potencial (ETP) en la zona del proyecto; 38.1 mm-década para la mandarina, 42.53 mm-década para el *Brachiaría decumbens* y *Brachiaría humidicola*, 42.53 mm-década para el café y 47.01 mm-década para el pasto de corte Guatemala (*Tripsacum laxum*)
- La década crítica de mayor déficit de agua para los cultivos es la segunda del mes de agosto, debido a la baja precipitación que se presenta en la zona en mencionada década (3.77 mm-década); aunque las tres décadas de mayo son las de mayor requerimiento hídrico.
- El cultivo de mayor requerimiento hídrico es el pasto de corte Guatemala (*Tripsacum laxum*) 47.01 mm-década en el mes de mayo, además es el suelo de menor lámina de agua rápidamente aprovechable (33.30 mm), debido a la profundidad radicular del cultivo (30 cm) por lo tanto la lámina neta es de 16.65 mm.
- Para la implementación del proyecto de riego, se requiere una inversión total de \$ 57'816.725, con valores del año 2013.



9. RECOMENDACIONES

- La operación de riego se debe hacer por personal capacitado, que conozca los principios básicos de funcionamiento y componentes del sistema, para evitar errores en la programación de riego lo cual sería contraproducente para la producción de los cultivos.
- Es importante implementar señalizaciones que indiquen el sitio y sentido de las tuberías dentro del lote, así como la ubicación de hidrantes, puntos de riego y demás componentes, también se debe brindar protección a todo el sistema. Esto hará más factible y practico la operación del sistema de riego especialmente en el sector semimovil.
- Hacer mantenimiento periódicamente en la bocatoma y tubería de aducción de la bocatoma al desarenador con el fin de evitar sedimentación en la tubería; debido que por restricción del terreno la velocidad de aducción no cumple con los requerimientos mínimos.
- Realizar periódicamente muestreos de presión aguas abajo de las válvulas reguladoras de presión, para evitar sobrepresiones en las tuberías posteriores.



BIBLIOGRAFIA

1. Bohórquez., Leiva., 1999. EOT Municipio de Nataga. 3 – 69.
2. Brouwer, C., Prins, C., Heibloem, M., 1990. Manejo del Agua de Riego. Manual de Campo (FAO), no. 4 Rome. 52.
3. Cávarri, E.A., 2004. Notas de Clase Hidrología Aplicada, Universidad Nacional Agraria la Molina. 3. Consultado el 10 de octubre de 2012. http://tarwi.lamolina.edu.pe/~echavarri/clase_vii_evapotranspiracion_def.pdf.
4. Cuesta, P., 2000. Biblioteca del Campo, Manual Agropecuario (Sección 4 Pastos de Forraje) 856-859.
5. FAO., 2002. Agua y Cultivo. 16-17.
6. FAO., 2006. Estudios FAO Riegos y Drenaje 56. Evapotranspiración del Cultivo, Roma. 112-113.
7. FINAGRO., 2012. Cítricos. Consultado el 26 de octubre de 2012. http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php?p_origin=internal&p_name=content&p_id=MI-265&p_options=.
8. Forero, J.A., 1998. Conductividad Hidráulica para Drenajes de Campos Agrícolas. Editorial Universidad Nacional Bogotá Colombia. 9 – 12.
9. García F., M. y Maza A., J. A. (1998). Origen y propiedades de los sedimentos. Instituto de Ingeniería UNAM. México.
10. Holdridge, L., 1987. Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. Consultado el 10 de octubre de 2012. http://books.google.com.br/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=+Ecolog%C3%ADa+basada+en+zonas+de+vida&ots=oLch3zWGCI&sig=IJUh4TLX7NfjMhhESCoYBd-SPA.



11. Israelsen, O.W., Hansen, V.E., 1962. Irrigation Principles and Practices.
12. Jaramillo J., 2010. Drenajes Agrícolas, Notas de Clase. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. 35-41.
13. Nahid V., 2010. Guía de estudio. Fluidos, Facultad regional Tucumán, Universidad tecnológica Nacional. Argentina.
14. Nufarm., 2012. *Brachiaria de cumbes y Brachiaria humidicola*. Consultado el 07 de noviembre de 2012. <http://www.nufarm.com>.
15. Pereira, L.S., Trout, T.J., 1999. Irrigation Methods. Irrigation and Drainage. En: Handbook of Agricultural Engineering. Ed. CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering. ASCE, 297-379.
16. Tafur., Tovar., 2008. Suministro y Manejo del Recurso Hídrico en el Centro Piloto de Riego a Presión (Ceprap) de la Granja de la Universidad Surcolombiana Municipio de Palermo Departamento del Huila.
17. UNAM. «Normas de proyecto para obras de alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la República Mexicana», Ed. Unidad de Difusión, Facultad de Ingeniería, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, UNAM, México, DF, 1988.



ANEXOS



ANEXO No 1. DATOS HIDROCLIMATOLOGICOS DE ESTACIONES IDEAM

Anexo No 1.1. Valores de Precipitación de la Estación La Plata Décadal para 20 años.

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO: 2011 ESTACION: 21055020 LA PLATA
 Latitud 02.22 N TIPO EST CP DEPTO HUILA Fecha-instalación 1969-Dic
 Longitud 75.53 W MUNICIPIO LA PLATA Fecha-suspensión
 Elevación 11070 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE LA PLATA

Año	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1991	26.6	146.2	87.4	37	33.9	17.2	10.9	27.7	6.3	75.1	18.5	63.1	549.9
	28.5		53.4	89.7	40.1	34.5	8.3		44.1	5.7	54.7	81.9	440.9
	15.8		58.5	16.6	30.8	39.4	32.9		21.1	6.7	28.2	19.4	269.4
1992	12.6			70.6	29	26	15	1.8	5.1	9.3	55.7	62	287.1
	34.6			56.5	6.3	8.1	7.3	65.8	36.5	35.3	80.8	32.4	363.6
	29.1			17.2	27.4	23.3	11.6	21.3	21.7	18.8	74.9	15	260.3
1993	46.9	60.7	65	27.2	23.8	4.7	36.2	4.3	6.9	4.1	71.7	47.2	398.7
	56.6	40.7	24.1	53	40.9	10.8	23.1	10.4	12.8	72.3	102.7	88.5	535.9
	9.9	93.8	118.4	55.9	142.6	37.2	21.8	23.8	55.6	34.4	110.2	23.1	726.7
1994	133.4	40.5	149.5	166.8	73.7	31.8	17.1	26.7	16.8	53.9	34.8	19.5	764.5
	20.6	4.1	44.2	37.9	9.4	27.1	2.5	7.5	4.6	59.2	40.9	23.3	281.3
	21.3	94.7	152.1	19.4	68.6	35.2	20.1	6	30.2	57.6	60.9	57.6	623.7
1995	0.9	144.9	40.9	98.7	65.5	49.8	62.7	32.4	5.9	43.1	27.6	21.3	593.7
	30.5	16.8	18.1	75.9	15	30.1	28.7	16.5	33.3	60.2	83.8	62.3	471.2
	9.8	107.7	39.7	48.4	59.6	21.3	35.8	1.1	10.2	54.7	55.4	12.6	456.3
1996	2.7	63.7	92.3	50.8	19.9	10.6	60.5	23.5	27.7	49.6	9.7	151	562
	42.5	76.2	113.2	36.8	142.9	13.1	17.7	4.9	5.8	141.2	6	20.8	621.1
	147.6	43.8	27.3	26.4	18.8	66.6	4.3	31.1	7.2	52.6	77.9	24.9	528.5
1997	51.4	35.5	12.6	7	28.6	21	25.5	5.6	13.6	0.4	5.5	49	255.7
	106.5	22.1	78.8	70.4	23	21.1	0.7	5.3	4.1	94	73.6	23.6	523.2
	77.9	21	54.6	73.8	58.2	34.1	4.8	1.1	1.6	19.1	22.1	34.7	403
1998	50.6	26.2	10.5	25.8	43.1	29.2	10.7	24.8	24.2		90.6	32.9	368.6
	3.9	15.1	6.2	40.9	13.1	12.7	30.6	7.1	10.9		44.7	28.6	213.8
	1.3	68.6	134.6	47.6	33.4	16.5	13.2	13.6	16		59.2	42.3	446.3
1999	97.3	114.3	69.2	115.7	69.8	23.5	18.6	13.7	36.9	10.1	137.7	143.6	850.4
	173.2	104.2	205.6	54.8	37.6	90.7	1.6	20	49.2	12.3	51.9	166.9	968
	72.5	92.9	31.4	23.8	29.6	20.8	24.3	0	64.6	47	92.7	89.5	589.1
2000	105.5	30.3	83.2	39	42.9	22.3	6.3	10.5	16.2	33	26.8	105.4	521.4
	78.3	19.4	80.2	87.4	201.4	89	45.3	8	18.9	39.6	44.9	31.9	744.3
	111	138	88.3	22.9	58.6	61.5	6	25.6	47.3	99.8	50.4	30.3	739.7
2001	106.4	6.3	54.7	56.1	53.1	41.5	8	8.7	14.7	4.3	34.9	157.2	545.9
	50.3	23	90.9	41.5	27.3	20.3	17.5	5.4	20.6	65.4	89.2	19.1	470.5
	8.4	129.1	95	91.8	68.8	14.4	19.8	7.2	5.4	45	99.2	41.3	625.4



Continuación Anexo No 1.1.

Año	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2002	15.8	46.6	3.4	28	29.6	59	18.6	11.7	13.7	0.4	54.7	8.8	290.3
	1.6	9.5	58.6	37.2	30.7	16.9	16.3	29.4	18.5	3.9	19.8	89.1	331.5
	1.5	22.6	30.5	105.9	77.8	4.1	28.5	35.2	24	96.5	8.2	7.3	442.1
	0	36	7.6	5.3	22.4	25.1	11.8	9.2	26.9	124.3	18	44.6	331.2
2003	49.5	89.9	21.9	73.5	25.1	29.1	15	0.5	5	20.7	21.6	30.7	382.5
	33.7	12.2	87.7	51.1	17.6	23.1	5.5	3.1	40.1	34.1	79.7	8.6	396.5
	75.2	7.4	26.4	69.2	37.8	31	25.9	5.8	23.2	13.1	60	51.8	426.8
2004	14.6	30.1	19	85.4	17.6	4.5	41.8	8.5	12.9	64.2	119.9	111.4	529.9
	104.1	75.5	99.2	39.2	46.9	27.6	21.6	3.3	22	23	51.5	161	674.9
	58.3	30.5	101.1	35.7	12.6	22.6	5.6	11.8	8.1	18.6	28.7	77.1	410.7
2005	26.5	106.6	26.4	13.8	9.2	11.5	24.9	1.2	7.3	46.5	50.7	42.3	366.9
	19.8	11.5	104.6	74.1	58	8.8	1.2	56.8	50.4	80.5	47.2	26.1	539
	96.9	82.1	60.8	134.9	29.1	106.1	8.8	6.6	1.8	9.1	60.4	52	648.6
2006	66.8	5.8	105.5	30.3	3.9	14.2	24.4	18.6	24.6	73	80.4	41	488.5
	53	69.1	48.5	47	9.2	24	64.1	1.1	39.5	59.2	55.2	78.4	548.3
	0.1	36.6	13.7	23.2	44.4	49.3	21.5	9.1	11.1	43.9	110.2	10.9	374
2007	8.9	70.6	51.7	26.5	28.9	25	10.1	7.2	8.4	153.7	16.4	114.3	521.7
	53.8	7.6	104.9	89.3	71.9	10.4	38.1	27.1	1.2	42.7	73.8	94.6	615.4
	82.3	1.5	54.7	28.6	33.6	14.8	26.5	19.1	14.3	49.4	62.4	39.3	426.5
2008		82.4	32.4	43.6	34.5	44.7	32.6	14.3	5.9	56.8	56	45	448.2
	56.4	38	24.3	94.3	112.3	20.7	17.6	10.1	28.2	37.5	41.8	136.7	617.9
	119	11.7	31.3	54.9	56.6	16.8	36.8	9.7	6.5	1.9	13	3.1	361.3
2009	95.4	132.4	30.4	57.3	37.6	23.8	9.6	23.1	39.4	85.6	72	34.9	641.5
	78.1	18.1	65.1	21.8	17	7.5	6.5	19.9	16.1	43.9	19.5	55.2	368.7
	48.4	23.1	10.3	29	63	29.4	61.1	24.7	24.3	45.8	80.7	83.2	523
2010	4.3	17.2	7.5	71.6	20.7	42	83.6	5.2	0	52.4	157.1	49.6	511.2
	56.1	58.8	9.3	38.1	137.3	6.1	6.3	7.1	23.2	50.9	94.7	38.9	526.8
	56.5	47.2	48.7	55.2	40.6	31.6	24.4	14.4	15.2	29.5	50.1	61.2	474.5
MEDIOS	44.7	43.3	53.4	54.2	38.3	28.5	22.1	13	18.1	57.1	63.4	56.9	492.8
	48.1	55.2	68.7	50.2	57.2	25.1	19.2	14.7	26.3	45.2	60.1	49.9	519.9
	133.4	146.2	149.5	166.8	73.7	106.1	62.7	32.4	36.9	124.3	137.7	157.2	850.4
MAXIMOS	173.2	132.4	205.6	89.7	201.4	90.7	83.6	65.8	49.2	153.7	157.1	166.9	968.0
	147.6	138.0	152.1	105.9	142.6	66.6	64.1	56.8	64.6	99.8	110.2	161.0	739.7
MINIMOS	0.0	1.5	3.4	5.3	12.6	4.7	5.6	1.8	1.8	0.4	5.5	3.1	255.7
	1.6	4.1	6.2	13.8	3.9	4.5	0.7	0.5	0.0	3.9	6.0	19.1	213.8
	1.3	7.6	9.3	16.6	9.2	4.1	1.2		1.2	6.7	8.2	7.3	260.3

FUENTE: IDEAM,2011.



Anexo No 1.2. Valores de Precipitación de la Estación Nátaga Décadal para 20 años.

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADEALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO: 2011

ESTACION: 21050090 NATAGA

Latitud 02.33 N TIPO EST PM DEPTO HUILA Fecha-instalación 1971-Abr
Longitud 7548 W MUNICIPIO NATAGA Fecha-suspensión
Elevación 1545 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE NEGRO

Año	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1991	39	64	68	21	30	49	17	40	10	80	56	99	573
	60	46	49	89	54	24	19	9	57	15	116	108	646
	9	7	21	25	99	45	55	25	82	14	67	156	605
1992	20	52	0	28	192	9	21	7	16	32	42	106	525
	68	55	27	25	22	25	13	35	5	21	198	28	522
	42	22	29	55	38	0	24	21	76	41	95	27	470
1993	41	49	103	14	33	15	26	2	7	9	110	104	513
	76	107	84	115	76	29	23	14	2	57	50	77	710
	70	118	189	82	124	25	33	29	31	79	202	31	1013
1994	172	99	119	151	93	49	24	29	17	49	62	4	868
	82	17	98	115	41	63		16	3	110	30	43	618
	48	134	215	30	145	67	15	13	46	89	241	107	1150
1995	7	39	59	44	31	49	23	43	0	26	39	27	387
	42	0	15	147	15	27	59	23	19	139	224	53	763
	1	80	106	100	22	3	37	3	51	56	70	108	637
1996	44	93	157	115	7	34	16	28	19	116	56	150	835
	33	114	93	208	65	25	19	2	17	212	24	8	820
	200	44	33	58	80	86	11	48	3	152	99	27	841
1997	104	96	48	42	50	94	30	25	6	6	23	28	552
	183	69	53	51	48	11	15	5	0	141	96	103	775
	74	0	79	86	98	73	36	5	10	49	82	52	644
1998	28	48	66	103	128	50	28	37	18	15	188	88	797
	3	16	20	124	43	42	63	15	69	85	114	62	656
	0	66	144	70	54	35	25	15	27	133	58	74	701
1999	139	132	53	101	197	103	25	22	134	20	187	134	1247
	204	186	124	12	69	113	5	10	51	59	38	199	1070
	120	202	131	35	13	15	67	0	160	84	107	58	992
2000	69	54	131	6	42	19	9	22	58	8	86	54	558
	98	35	87	109	86	65	4	11	7	23	118	131	774
	90	196	69	43	84	40	10	62	53	97	27	50	821
2001	71	2	71	41	37	59	30	22	70	0	69	108	580
	40	23	142	55	58	25	34	7	38	66	95	68	651
	3	171	77	57	86	16	23	6	22	166	79	69	775
2002	38	3	11	11.9	24	103	15	18.9	7.6	0	86.8	3.6	322.8
	7	0	166	61.9	33.8	6.9	30.2	3.9	16	1	13.1	106.9	446.7
	0	15	53	104.6	93.7	7.7	22.1	44.3	17.4	86.7	16.7	28.5	489.7



Continuación Anexo No 1.2.

Año	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2003	0	44	0	3.5	13.8	52.9	12.6	0	57.7	63.9	47.3	87.6	383.3
	37.2	104.8	27.8	131.3	58.1	65.1	9.3	3.6	3.5	20.2	55.3	57.8	574
	23.4	36.7	89	44.9	28.4	34.3	13.1	6.1	44.5	41.3	86.6	33.5	481.8
2004	56.8	21.3	8.1	138.7	11.7	19.5	35.4	7.1	32.5	67	89.5	87.8	575.4
	19.6	8	0	229	53.2	17	27.5	10.8	11.9	54.9	94.2	76.1	602.2
	9.3	109.2	35.8	67.1	52.1	19.2	26.9	7.5	9.2	51.3	118.8	22.8	529.2
2005	61.8	77.2	111.8	40.4	24.7	21.4	6	9.1	2.9	14.5	72	91.9	533.7
	15.1	89	82.7	55.4	20.9	11	39.4	1.7	0.6	34.3	97.7	113.3	561.1
	12.2	45.2	84.4	63.4	32	14.8	4	45.8	108.9	74.4	47.7	32.8	565.6
2006	128.9	49	87.2	106.4	16.5	129	21	4.6	2	9	132.4	121.4	807.4
	128.9	37.7	64	80.9	0	27.7	12	25.9	25.3	59.8	121.9	177.1	761.2
	8.4	21.9	55.1	47.3	25.1	11.3	95.3	7	25.1	114.5	136.6	97	644.6
2007	45.2	20.9	6.6	47.2	62.6	37.8	21.7	28.1	1.1	74.2	134.3	61	540.7
	29.8	29.6	91.2	80.2	53.3	32.9	9.5	8.4	26.3	95.8	35.8	109.9	602.7
	38.6	5.2	122.3	106.3	71.9	26.5	66.7	75.9	27.5	96.8	142.4	142.2	922.3
2008	34.9	7	107	43	33.1	14	29.1	23.4	37.6	82.6	108.5	65	585.2
	136	67.6	59.7	46.8	78.3	18.5	18.3	15	7.3	49.3	78.2	59.5	634.5
	86.7	78.8	68	145.3	139.6	24.3	34	19.3	39.2	129	39	111.6	914.8
2009	125.1	76.9	65.7	69.2	45	22.1	39.9	29.1	11.1	8.8	23.1	75	591
	72	76.6	94.3	72.3	10.3	57.5	18.6	12.7	20.1	106.5	52.3	78.1	671.3
	126.5	111.1	64.1	14.8	11.3	9.4	4.2	22.5	9.2	32.6	113	25.6	544.3
2010	82.3	27	13.9	46.3	41	37.1	99.1	45.9	51.2	18.7	93	87.1	642.6
	11	145.5	45.8	80.1	7.5	19.6	84.8	3.8	0	5.4	115.6	58.3	577.4
	13.3	130.7	7.9	55.3	138.2	3.9	39.8	0.4	43.8	71.7	109.9	40.6	655.5
MEDIOS	65.4	52.7	64.3	58.6	55.6	48.3	26.4	22.2	27.9	35.0	85.2	79.1	620.9
	67.3	61.3	71.2	94.4	44.6	35.3	26.5	11.6	19.0	67.8	88.4	85.9	671.8
	48.8	79.7	83.6	64.5	71.8	27.8	32.1	22.8	44.3	82.9	96.9	64.7	719.8
MAXIMOS	172.0	132.0	157.0	151.0	197.0	129.0	99.1	45.9	134.0	116.0	188.0	150.0	1247.0
	204.0	186.0	166.0	229.0	86.0	113.0	84.8	35.0	69.0	212.0	224.0	199.0	1070.0
	200.0	202.0	215.0	145.3	145.0	86.0	95.3	75.9	160.0	166.0	241.0	156.0	1150.0
MINIMOS	0.0	2.0	0.0	3.5	7.0	9.0	6.0	0.0	0.0	0.0	23.0	3.6	322.8
	3.0	0.0	0.0	12.0	0.0	6.9	4.0	1.7	0.0	1.0	13.1	8.0	446.7
	0.0	0.0	7.9	14.8	11.3	0.0	4.0	0.0	3.0	14.0	16.7	22.8	470.0

FUENTE: IDEAM,2011.



**Anexo No 1.3. Valores de Temperatura Media Mínima de la Estación La Plata
Décadal para 20 años.**

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIA MINIMA MENSUAL TEMPERATURA (°C)

FECHA DE PROCESO: 2011

ESTACION21055020 LA PLATA

Latitud 02.22 N TIPO EST CP DEPTO HUILA Fecha-instalación 1969-Dic
Longitud 75.53 W MUNICIPIO LA PLATA Fecha-suspensión
Elevación 11070 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE LA PLATA

Año	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1991	17.7	17.8	19	18.2	18.4	18.2	17.3	16	16.8	16.2	18.3	18.2	17.7
1992	17.4		17.1	18.5	17.9	17.1	16.2	16.3	15.7	16.2	17.7	17.9	17.1
1993	17	17.7	17.5	17.7	18	17.7	16.7	16.2	16.9	17.4	18.5	18.6	17.5
1994	17.6	17.6	17.9	18.3	18.5	17.5	17.1	16.7	16.8	17.9	18	17.8	17.6
1995	16.5	17.1	18.4	18.6	18	17.4	16.9	16.7	17.2	17.4	17.6	17.3	17.4
1996	16.4	16.3	16.5	17.1	16.9	16.9	16	15.7	16.5	17.1	16.1	15	16.4
1997			18.4	18	17.8	17.7	16.6	16.2	17.6	17.9	18.6	17.7	17.7
1998	18.1	19	18.7	19.7	19	17.9	17.3	17.1	16.9	18.2	18.6	18.3	18.2
1999	18.6	18.2	18.2	18.3	17.5	17.3	16.6	16	17.4	17.1	18.6	18.8	17.7
2000	18.3	17.7	18.2	17.9	18.3	17.4	16.9	17	16.8	17.4	18.4	17.4	17.6
2001	16.5	17.2	17.6	17.2	16.7	16.8	16		16	17.9	17.3	16.8	16.9
2002	17.3		18	18.3	18.2	17.8	17.3	17	17.1	17.6	18	18.5	17.7
2003	17.8	18.4	18.3	18.5	18.3	17.3	16.7	17	17.7	18.4	18.1	17.9	17.9
2004	18.5	18	18.4	18.3	18.3	16.9	17.1	16.8	16.9	18.1	18.7	18.7	17.9
2005	18.6	18.9	18.9	19	18.5	17.7	17.7	17.9	18.1	18.6	19.3	18.9	18.5
2006	18.3	18.2	18.3	18.9	18.2	18.2	17.7	17.7	17.2	18.1			
2010		19	18.3	19	19	17.9	17.9	17.1	16.8	18.1	18.9	18.4	18.2
MEDIOS	17.6	17.9	18.1	18.3	18.1	17.5	16.9	16.7	17.0	17.6	18.2	17.9	17.6
MAXIMOS	18.6	19.0	19.0	19.7	19.0	18.2	17.9	17.9	18.1	18.6	19.3	18.9	18.5
MINIMOS	16.4	16.3	16.5	17.1	16.7	16.8	16.0	15.7	15.7	16.2	16.1	15.0	16.4

FUENTE: IDEAM,2011.



**Anexo No 1.4. Valores de Temperatura Media Máxima de la Estación La Plata
Décadal para 20 años.**

IDEAM - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIA MÁXIMA MENSUAL DE TEMPERATURA (°C)

FECHA DE PROCESO: 2011

ESTACION21055020 LA PLATA

Latitud 02.22 N TIPO EST CP DEPTO HUILA Fecha-instalación 1969-Dic
Longitud 75.53 W MUNICIPIO LA PLATA Fecha-suspensión
Elevación 11070 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE LA PLATA

Año	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1991	28.3	28.6	28.2	27.9	28.4	28.2	26.8	26.6	28.9	28.9	28		28.1
1992				29.3	29.5	29.4	27.5	29.6	29	29.8	28	27.5	28.8
1993	28.4	27.9	27.4	28.3	28	27.6	27.9	28.7	29.3	29.4	27.5	28.4	28.2
1994	27.5	28.3	27.5	28	28.8	28	27.9	28	29.2	28.6	27.6	28.1	28.1
1995	29.1	29.8	28.7	28.6	28.2	28.5	28.6	29.3	30.1	29.3	28.5	28.6	28.9
1996	28.5	28.7	27.7	28.5	28.3	28	27.6	28.6	30.3	29.2	28.9	28	28.5
1997	27.3	28.8	29.3	29.2	28.2	29	27.4	29.5	31	31.5	28.9	30.3	29.2
1998	31	32.2	30.2	30.4	29	29	28.4	30.1	30.2	30	27.2	27.9	29.6
1999	26.9	27.6	28.2	27.7	27.8	28.1	27.9	28.9	28.9	27.9	27.7	27.2	27.9
2000	27.2	27.6	27.7										27.5
2001				28.2	28.1	27.5	28.8	28.3	30.1	30.4	28	28.3	28.6
2002	29.3	29.9	29.3	28.1	28	27.2	28.9	28.5	30	30	28.8	30.3	29
2003	30.7	29.3	29.2	28.9	29	28.8	27.7	30.1	29.7	29.6	29.1	28.9	29.3
2004	28.5	30	30.3	28.7	28.9	28.4	28.7	28.3	29.8	29.4	28.3	27.9	28.9
2005	28.2	28.8	28.6	28.8	28.5	28.8	28.5	29.3	30	28.8	27.8	27.7	28.7
2006	28.1	28.7	28.1	28	28.9	27.8	27.7	29.1	30.2				28.5
2010		32.5	30.8	30.6	29.2	28.4	28.4	28.8	30.1	28.9	27.1	26.9	29.2
MEDIOS	28.5	29.2	28.7	28.7	28.6	28.3	28.0	28.9	29.8	29.4	28.1	28.3	28.6
MAXIMOS	31.0	32.5	30.8	30.6	29.5	29.4	28.9	30.1	31.0	31.5	29.1	30.3	29.6
MINIMOS	26.9	27.6	27.4	27.7	27.8	27.2	26.8	26.6	28.9	27.9	27.1	26.9	27.5

FUENTE: IDEAM,2011.



ANEXO No 2. FACTOR DE CORRECCIÓN DE THORNTHWAITE

Para hallar los valores intermedios que no se encuentran, se interpola

Latitud en grados	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Junio	Julio	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
10	1	0.91	1.03	1.03	1.08	1.06	1.08	1.07	1.02	1.02	0.98	0.99
20	0.95	0.9	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1	0.93	0.91
30	0.9	0.87	1.03	1.08	1.18	1.17	1.2	1.14	1.03	0.98	0.89	0.88
35	0.87	0.85	1.03	1.09	1.21	1.21	1.23	1.16	1.03	0.97	0.86	0.85
40	0.84	0.83	1.03	1.11	1.24	1.25	1.27	1.18	1.04	0.96	0.83	0.81
45	0.8	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04	0.94	0.79	0.75
50	0.74	0.78	1.02	1.15	1.33	1.36	1.37	1.25	1.06	0.92	0.76	0.7

FUENTE: THORNTHWAITE, 1948.



ANEXO No 3. TABLAS UTILIZADAS EN LOS DISEÑOS

Anexo No 3.1. Relaciones hidráulicas para conductos circulares n_0/n (*variable*)

Q/Q_0	ReL	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	V/V_0	0.000	0.292	0.362	0.400	0.427	0.453	0.473	0.492	0.505	0.520
	d/D	0.000	0.092	0.124	0.148	0.165	0.182	0.196	0.210	0.220	0.232
	R/R_0	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
0.1	V/V_0	0.540	0.553	0.570	0.580	0.590	0.600	0.613	0.624	0.634	0.645
	d/D	0.248	0.258	0.270	0.280	0.289	0.298	0.308	0.315	0.323	0.334
	R/R_0	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
0.2	V/V_0	0.656	0.664	0.672	0.680	0.687	0.695	0.700	0.706	0.713	0.720
	d/D	0.346	0.353	0.362	0.370	0.379	0.386	0.393	0.400	0.409	0.417
	R/R_0	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
0.3	V/V_0	0.729	0.732	0.740	0.750	0.755	0.760	0.768	0.776	0.781	0.787
	d/D	0.424	0.431	0.439	0.447	0.452	0.460	0.468	0.476	0.482	0.488
	R/R_0	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
0.4	V/V_0	0.796	0.802	0.806	0.810	0.816	0.822	0.830	0.834	0.840	0.845
	d/D	0.498	0.504	0.510	0.516	0.523	0.530	0.536	0.542	0.550	0.557
	R/R_0	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
0.5	V/V_0	0.830	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895
	d/D	0.563	0.570	0.576	0.582	0.588	0.594	0.601	0.608	0.615	0.620
	R/R_0	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
0.6	V/V_0	0.900	0.903	0.908	0.913	0.918	0.922	0.927	0.931	0.936	0.941
	d/D	0.626	0.632	0.639	0.645	0.651	0.658	0.666	0.672	0.678	0.686
	R/R_0	0.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
0.7	V/V_0	0.945	0.951	0.955	0.958	0.961	0.965	0.969	0.972	0.975	0.980
	d/D	0.692	0.699	0.705	0.710	0.719	0.724	0.732	0.738	0.743	0.750
	R/R_0	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	1.197	1.200
0.8	V/V_0	0.984	0.987	0.990	0.993	0.997	1.001	1.005	1.007	1.011	1.015
	d/D	0.756	0.763	0.770	0.778	0.785	0.791	0.798	0.804	0.813	0.820
	R/R_0	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
0.9	V/V_0	1.018	1.021	1.024	1.027	1.030	1.033	1.036	1.038	1.039	1.040
	d/D	0.826	0.835	0.843	0.852	0.860	0.868	0.876	0.884	0.892	0.900
	R/R_0	1.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
1.0	V/V_0	1.041	1.042	1.042	1.042						
	d/D	0.914	0.920	0.931	0.942						
	R/R_0	1.172	1.164	1.150	1.136						

FUENTE: UNAM, 1988.



Anexo 3.2. Clasificación del material en suspensión, según el tamaño

Material	Diámetro (mm)	Material	Diámetro (mm)
Gravilla:		Fango:	
Gruesa	2.0	Grueso y medio	0.05 – 0.01
Fina	2.00 – 1.00	Fino	0.01 – 0.005
Arena:		Arcilla	
Gruesa	1.00 – 0.50	Gruesa y media	0.005 – 0.001
Media	0.50 – 0.25	Fina	0.001 – 0.0001
Fina	0.25 – 0.10	Coloidal	< 0.0001
Muy fina	0.10 – 0.05		

FUENTE: GARCÍA F., M. Y MAZA A., J. A. (1998).

Anexo 3.3. Viscosidad cinemática del agua

Temperatura (°C)	Viscosidad cinemática (cm ² /s)	Temperatura (°C)	Viscosidad cinemática (cm ² /s)
0	0.01792	18	0.01059
2	0.01763	20	0.01007
4	0.01567	22	0.00960
6	0.01473	24	0.00917
8	0.01386	26	0.00876
10	0.01308	28	0.00839
12	0.01237	30	0.00804
14	0.01172	32	0.00772
15	0.01146	34	0.00741
16	0.01112	36	0.00713

Anexo 3.4. Número de Hazen $\left(\frac{V_s}{V_0} \right)$

Condiciones	% Remoción							
	87,5	80	75	70	65	60	55	50
n=1	7	4	3	2.3	1.8	1.5	1.3	1
n=3	2.75		1.66					0.76
n=4	2.37		1.52					0.73
máximo	0.88		0.75					0.50

FUENTE: HAZEN. 1909.



ANEXO No 4. BALANCES HIDRICOS

Anexo No 4.1. Balance Hídrico Climático de la Zona

mm	ENERO			FEBRE			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOST			SEPTI			OCTUB			NOVIE			DICIE		
Precipitación Efectiva	43.1 9	43.0 3	30.9 3	33.4 9	38.8 5	52.7 2	41.5 3	46.7 5	57.0 6	38.4 8	62.5 6	41.8 4	34.6 4	26.9 1	47.6 2	28.6 0	19.3 7	13.9 2	12.9 0	12.6 6	16.0 9	9.24	3.77	9.59	12.7 8	25.2 1	19.3 1	44.8 9	53.6 8	55.8 6	59.6 0	64.9 7	53.0 8	57.1 0	41.9 2	
ETP	43.6 9	43.6 9	43.6 9	40.1 5	40.1 5	40.1 5	44.4 3	44.4 3	44.4 3	43.5 4	43.5 4	43.5 4	44.7 7	44.7 7	44.7 7	43.0 6	43.0 6	43.0 6	43.6 9	43.6 9	43.6 9	43.9 8	43.9 8	43.9 8	43.2 8	43.2 8	43.2 8	44.4 8	44.4 8	44.4 8	42.5 9	42.5 9	42.5 9	42.6 3	42.6 3	42.6 3
ET	43.6 9	43.6 9	43.6 9	39.8 9	39.8 8	40.1 5	44.4 3	44.4 3	44.4 3	43.5 4	43.5 4	43.5 4	44.7 7	42.8 3	44.7 7	39.4 6	34.5 9	28.2 1	23.6 0	20.1 2	20.6 7	13.4 1	6.92	11.2 1	13.7 2	8.72	25.4 6	19.5 9	44.4 8	44.4 8	42.5 9	42.5 9	42.5 9	42.6 3	42.6 3	42.6 3
Almacenamiento	98.7 8	98.1 2	85.3 5	78.9 5	77.9 2	90.4 9	87.5 9	89.9 1	100. 00	94.9 4	100. 00	98.3 0	88.1 7	72.2 5	75.1 0	64.2 4	49.0 2	34.7 4	24.0 5	16.5 8	12.0 1	7.84	4.69	3.07	2.14	1.38	1.13	0.85	1.26	10.4 6	23.7 2	40.7 3	63.1 1	100. 00	100. 00	99.2 9
Perdida Almacenamiento	0.50	0.66	12.7 7	6.40	1.03	0.00	2.90	0.00	0.00	5.06	0.00	1.70	10.1 3	15.9 2	0.00	10.8 5	15.2 2	14.2 8	10.7 0	7.46	4.58	4.17	3.15	1.61	0.94	0.75	0.25	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71
Déficits	0.00	0.00	0.00	0.26	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.94	0.00	3.60	8.47	14.8 5	20.0 9	23.5 7	23.0 2	30.5 7	37.0 6	32.7 7	29.5 7	34.5 7	17.8 3	24.8 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excesos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.54	0.00	13.9 5	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	0.00	0.00	0.00	0.00	14.4 7	0.00	
R(ET/ETP)	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	0.92	0.80	0.66	0.54	0.46	0.47	0.30	0.16	0.25	0.32	0.20	0.59	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	



Anexo No 4.2. Balance Hídrico Agrícola

Anexo No 4.2.1. Balance Hídrico Agrícola Cultivo Mandarina

mm	ENERO			FEBRE			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOST			SEPTI			OCTUB			NOVIE			DICIE		
Precipitación Efectiva	43.1 9	43.0 3	30.9 3	33.4 9	38.8 5	52.7 2	41.5 3	46.7 5	52.7 2	38.4 8	62.5 6	41.8 4	34.6 4	26.9 1	47.6 2	28.6 0	19.3 7	13.9 2	12.9 0	12.6 6	16.0 9	9.24	3.77	9.59	12.7 8	7.96	25.2 1	19.3 1	44.8 9	53.6 8	55.8 6	59.6 0	64.9 7	53.0 8	57.1 0	41.9 2
ETP	43.6 9	43.6 9	43.6 9	40.1 5	40.1 5	40.1 5	44.4 3	44.4 3	44.4 3	43.5 4	43.5 4	43.5 4	44.7 7	44.7 7	44.7 7	43.0 6	43.0 6	43.0 6	43.6 9	43.6 9	43.6 9	43.9 8	43.9 8	43.9 8	43.2 8	43.2 8	43.2 8	44.4 8	44.4 8	44.4 8	42.5 9	42.5 9	42.5 9	42.6 3	42.6 3	42.6 3
ET	37.1 4	37.1 4	37.1 4	34.1 3	34.1 3	34.1 3	37.7 7	37.7 7	37.7 7	37.0 1	37.0 1	37.0 1	38.0 5	38.0 5	38.0 5	36.6 0	34.3 1	29.8 5	25.8 2	22.3 4	22.2 2	15.6 2	9.11	12.4 3	14.5 0	9.50	25.6 4	19.9 1	37.8 1	37.8 1	36.2 0	36.2 0	36.2 0	36.2 4	36.2 4	36.2 4
Almac.	93.9 0	93.9 0	87.6 9	87.0 5	91.7 7	93.9 0	90.4 9	79.3 5	88.9 1	80.9 1	65.9 7	50.0 4	37.1 3	27.4 5	21.3 0	14.9 1	9.58	6.74	5.02	3.48	3.05	2.45	9.53	25.4 0	45.0 6	68.4 5	93.9 0	93.9 0	93.9 0	93.9 0						
Perd. Almac.	0.00	0.00	6.21	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	11.1 4	0.00	7.99	14.9 4	15.9 3	12.9 2	9.68	6.15	6.38	5.34	2.83	1.72	1.54	0.43	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Déficits	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	2.29	6.74	11.3 2	14.8 0	14.8 9	21.7 6	28.2 7	24.9 6	22.2 9	27.2 9	11.1 5	17.9 0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Excesos	6.05	5.89	0.00	0.00	0.00	16.4 6	3.76	8.98	14.9 6	1.47	25.5 4	4.83	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	0.00	3.32	16.8 4	20.8 7	5.68
UC	37.1 4	37.1 4	37.1 4	34.1 3	34.1 3	34.1 3	37.7 7	37.7 7	37.7 7	37.0 1	37.0 1	37.0 1	38.0 5	38.0 5	38.0 5	36.6 0	36.6 0	36.6 0	37.1 4	37.1 4	37.1 4	37.3 8	37.3 8	37.3 8	36.7 9	36.7 9	36.7 9	37.8 1	37.8 1	37.8 1	36.2 0	36.2 0	36.2 0	36.2 4	36.2 4	36.2 4
R(ET/UC)	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	0.94	0.82	0.70	0.60	0.60	0.42	0.24	0.33	0.39	0.26	0.70	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Riego mm/día	0.00	0.00	0.62	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	1.11	0.00	0.80	1.72	2.27	2.42	2.45	2.10	2.81	3.36	2.78	2.40	2.88	1.16	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lamina Neta	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5	46.9 5
PP emisor mm/hr	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Turnos de riego /día	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tiempo de Riego (hr/día)	0.00	0.00	0.95	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	1.70	0.00	1.22	2.63	3.47	3.70	3.74	3.22	4.30	5.14	4.25	3.67	4.41	1.77	2.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FR	0.00	0.00	75.5 8	736. 20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137. 67	42.1 3	58.7 3	27.2 5	20.7 1	19.3 7	19.1 8	22.3 4	16.6 8	13.9 7	16.9 0	19.5 5	16.2 8	40.5 3	25.3 8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
hrs de riego	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0
Tiempo R. (hr/4 día)	0.00	0.00	3.80	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	6.81	0.00	4.89	10.5 3	13.8 6	14.8 2	14.9 7	12.8 7	17.2 1	20.5 5	16.9 9	14.6 8	17.6 3	11.3 7.08	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% A. Dis sin Riego BHC	1.00	1.00	0.93	0.93	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.85	0.95	0.86	0.70	0.53	0.40	0.29	0.23	0.16	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.10	0.27	0.48	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00
% A. Disp Ant del R. BHA	1.00	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.95	1.00	0.97	0.93	0.90	0.88	0.86	0.86	0.82	0.77	0.75	0.74	0.72	0.77	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
% Agua Dis Desp del R. BHA	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	0.99	0.97	0.95	0.94	0.90	0.85	0.83	0.83	0.83	0.81	0.85	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



Anexo 4.2.3. Balance Hídrico Agrícola Cultivo Café

mm	ENERO			FEBRE			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOST			SEPTI			OCTUB			NOVIE			DICIE		
Precipitación Efectiva	43.1 9	43.0 3	30.9 3	33.4 9	38.8 5	52.7 2	41.53	46.7 5	52.7 2	38.4 8	62.5 6	41.8 4	34.6 4	26.9 1	47.6 2	28.6 0	19.3 7	13.9 2	12.9 0	12.6 6	16.0 9	9.24	3.77	9.59	12.7 8	7.96	25.2 1	19.3 1	44.8 9	53.6 8	55.8 6	59.6 0	64.9 7	53.0 8	57.1 0	41.9 2
ETP	43.6 9	43.6 9	43.6 9	40.1 5	40.1 5	40.1 5	44.43	44.4 3	44.4 3	43.5 4	43.5 4	43.5 4	44.7 7	44.7 7	44.7 7	43.0 6	43.0 6	43.0 6	43.6 9	43.6 9	43.6 9	43.9 8	43.9 8	43.9 8	43.2 8	43.2 8	43.2 8	44.4 8	44.4 8	44.4 8	42.5 9	42.5 9	42.5 9	42.6 3	42.6 3	42.6 3
ET	41.5 1	41.5 1	41.5 1	37.3 9	38.1 4	38.1 4	42.21	42.2 1	42.2 1	41.3 6	41.3 6	41.3 6	42.5 3	40.1 2	42.5 3	37.4 7	31.5 5	23.4 5	18.2 5	15.3 6	17.2 7	10.0 8	4.20	9.72	12.8 2	7.99	25.2 1	19.3 1	42.2 5	42.2 5	40.4 6	40.4 6	40.4 6	40.5 0	40.5 0	40.5 0
Almacenamiento	57.3 0	57.3 0	46.7 2	42.8 2	43.5 2	57.3 0	56.62	57.3 0	57.3 0	54.4 1	57.3 0	57.3 0	49.4 1	36.2 0	41.2 9	32.4 2	20.2 4	10.7 1	5.36	2.66	1.48	0.64	0.22	0.09	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	2.65	14.0 7	29.4 6	48.6 0	57.3 0	57.3 0	57.3 0
Perd. Almacenamiento	0.00	0.00	10.5 8	3.90	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	2.89	0.00	0.00	7.89	13.2 1	0.00	8.86	12.1 9	9.53	5.35	2.70	1.18	0.84	0.42	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Deficits	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	0.00	3.44	9.35	17.4 5	23.2 6	26.1 5	24.2 3	31.7 0	37.5 8	32.0 7	28.3 0	33.1 3	15.9 1	22.9 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Excesos	1.68	1.52	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	3.86	10.5 1	0.00	18.3 0	0.47	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	0.00	15.8 1	12.5 8	16.6 0	1.42
UC	41.5 1	41.5 1	41.5 1	38.1 4	38.1 4	38.1 4	42.21	42.2 1	42.2 1	41.3 6	41.3 6	41.3 6	42.5 3	42.5 3	42.5 3	40.9 0	40.9 0	40.9 0	41.5 1	41.5 1	41.5 1	41.7 8	41.7 8	41.7 8	41.1 2	41.1 2	41.1 2	42.2 5	42.2 5	42.2 5	40.4 6	40.4 6	40.4 6	40.5 0	40.5 0	40.5 0
R(ET/UC)	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	0.92	0.77	0.57	0.44	0.37	0.42	0.24	0.10	0.23	0.31	0.19	0.61	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Riego mm/día	0.00	0.00	1.06	0.47	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.79	1.56	0.00	1.23	2.15	2.70	2.86	2.88	2.54	3.25	3.80	3.22	2.83	3.32	1.59	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Lamina Neta	28.6 5	28.6 5	28.6 5	28.6 5	28.6 5	28.6 5	28.65	28.6 5																												
PP microaspersor mm/hr	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Turnos de riego/día	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.4	0.8	0.9	1.0	1.0	0.9	1.1	1.3	1.1	1.0	1.2	0.6	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Tiempo de Riego (hr/día)	0.00	0.00	0.81	0.36	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.60	1.20	0.00	0.94	1.65	2.07	2.19	2.21	1.95	2.49	2.91	2.47	2.17	2.54	1.22	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Frecuencia de riego	0.00	0.00	27.0 8	61.5 7	0.00	0.00	421.0 1	0.00	0.00	99.2 2	2.00	0.00	36.3 2	18.3 4	0.00	23.2 0	13.3 2	10.6 2	10.0	9.93	11.2 7	8.80	7.54	8.90	10.1 1	8.64	18.0 1	12.4 9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
hrs de riego	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00		
Tiempo R. (hr/4 día)	0.00	0.00	3.24	1.43	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	2.42	4.79	0.00	3.77	6.60	8.27	8.77	8.84	7.79	9.97	11.6 5	9.87	8.69	10.1 6	4.88	7.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
% A. Dis sin Riego BHC	1.00	1.00	0.82	0.75	0.76	1.00	0.99	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.86	0.63	0.72	0.57	0.35	0.19	0.09	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.25	0.51	0.85	1.00	1.00	1.00	
% A. Disp Ant del R. BHA	1.00	1.00	0.93	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	0.94	0.89	1.00	0.91	0.85	0.81	0.78	0.75	0.74	0.70	0.64	0.62	0.62	0.60	0.68	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
% Agua Dis Desp del R. BHA	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	0.97	0.94	0.91	0.90	0.86	0.80	0.78	0.78	0.76	0.84	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		



DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO
EN LA VEREDA EL SOCORRO DEL MUNICIPIO DE NATAGA



Anexo 4.2.5. Balance Hídrico Agrícola Pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*) Aspersión Fija

mm	ENERO			FEBRE			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOST			SEPTI			OCTUB			NOVIE			DICIE			
Precipitación Efectiva	43.1 9	43.0 3	30.9 3	33.4 9	38.8 5	52.7 2	41.5 3	46.7 5	52.7 2	38.4 8	62.5 6	41.8 4	34.6 4	26.9 1	47.6 2	28.6 0	19.3 7	13.9 2	12.9 0	12.6 6	16.0 9	9.24	3.77	9.59	12.7 8	7.96	25.2 1	19.3 1	44.89	53.6 8	55.8 6	59.6 0	64.9 7	53.0 8	57.1 0	41.9 2	
ETP	43.6 9	43.6 9	43.6 9	40.1 5	40.1 5	40.1 5	44.4 3	44.4 3	44.4 3	43.5 4	43.5 4	43.5 4	44.7 7	44.7 7	44.7 7	43.0 6	43.0 6	43.0 6	43.6 9	43.6 9	43.6 9	43.9 8	43.9 8	43.9 8	43.2 8	43.2 8	43.2 8	44.4 8	44.48	44.4 8	42.5 9	42.5 9	42.5 9	42.6 3	42.6 3	42.6 3	
ET	45.8 8	45.8 8	42.9 7	38.1 4	40.2 7	42.1 6	44.8 0	46.6 5	46.6 5	43.5 7	45.7 2	45.7 2	45.2 6	39.8 0	47.0 1	34.6 2	25.1 9	16.8 3	13.7 9	12.8 8	16.1 4	9.26	3.78	9.59	12.7 8	7.96	25.2 1	19.3 1	44.89	46.7 0	44.7 2	44.7 2	44.7 2	44.7 6	44.7 6	44.7 6	
Almacenamiento	38.4 6	35.6 2	23.5 7	18.9 3	17.5 0	28.0 7	24.8 0	24.8 9	30.9 6	25.8 7	42.7 0	38.8 2	28.2 1	15.3 2	15.9 3	9.92	4.09	1.18	0.30	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.97	18.1 1	32.9 8	44.0 0	44.0 0	44.0 0	41.1 5	
Perd. Almacenamiento	2.69	2.85	12.0 4	4.64	1.43	0.00	3.27	0.00	0.00	5.10	0.00	3.88	10.6 2	12.8 8	0.00	6.01	5.83	2.91	0.89	0.22	0.05	0.02	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	2.85
Deficits	0.00	0.00	2.91	4.02	1.89	0.00	1.86	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	1.75	7.21	0.00	10.5 9	20.0 2	28.3 7	32.0 9	32.9 9	29.7 3	36.9 2	42.4 0	36.5 8	32.6 7	37.4 9	20.2 4	27.4 0	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Excesos	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.23	8.32	12.3 4	0.00	
UC	45.8 8	45.8 8	45.8 8	42.1 6	42.1 6	42.1 6	46.6 5	46.6 5	46.6 5	45.7 2	45.7 2	45.7 2	47.0 1	47.0 1	47.0 1	45.2 1	45.2 1	45.2 1	45.8 7	45.8 7	45.8 7	46.1 8	46.1 8	46.1 8	45.4 5	45.4 5	45.4 5	46.7 0	46.70	46.7 0	44.7 2	44.7 2	44.7 2	44.7 6	44.7 6	44.7 6	
R(ET/UC)	1.00	1.00	0.94	0.90	0.96	1.00	0.96	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.96	0.85	1.00	0.77	0.56	0.37	0.30	0.28	0.35	0.20	0.08	0.21	0.28	0.18	0.55	0.41	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Riego mm/día	0.27	0.28	1.50	0.87	0.33	0.00	0.51	0.00	0.00	0.72	0.00	0.39	1.24	2.01	0.00	1.66	2.58	3.13	3.30	3.32	2.98	3.69	4.24	3.66	3.27	3.75	2.02	2.74	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	
Lamina Neta	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
pp microaspersor mm/hr	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	1.31	
Turmos de riego /día	0.1	0.1	0.7	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.6	0.9	0.0	0.8	1.2	1.4	1.5	1.5	1.4	1.7	1.9	1.7	1.5	1.7	0.9	1.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
Tiempo de Riego (hr/día)	0.21	0.22	1.15	0.66	0.25	0.00	0.39	0.00	0.00	0.55	0.00	0.30	0.95	1.54	0.00	1.27	1.98	2.40	2.53	2.55	2.28	2.83	3.25	2.80	2.50	2.87	1.55	2.10	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	
Frecuencia de riego	81.8 2	77.2 8	14.7 2	25.3 8	66.3 8	0.00	42.9 4	0.00	0.00	30.3 8	0.00	56.6 9	17.7 9	10.9 5	0.00	13.2 5	8.51	7.03	6.67	6.62	7.39	5.96	5.19	6.01	6.73	5.87	10.8 7	8.03	121.5 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.3 0	
hrs de riego	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0	12.0 0																													
Tiempo R. (hr/4 día)	0.82	0.87	4.58	2.66	1.02	0.00	1.57	0.00	0.00	2.22	0.00	1.19	3.79	6.16	0.00	5.09	7.92	9.59	10.1 1	10.1 8	9.13	11.3 2	13.0 0	11.2 1	10.0 1	11.4 9	6.20	8.40	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	
% A. Dis sin Riego BHC	0.87	0.81	0.54	0.43	0.40	0.64	0.56	0.57	0.70	0.59	0.97	0.88	0.64	0.35	0.36	0.23	0.09	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.41	0.75	1.00	1.00	1.00	0.94	
% A. Disp Ant del R. BHA	0.98	0.97	0.86	0.92	0.97	1.00	0.95	1.00	1.00	0.93	1.00	0.96	0.89	0.82	1.00	0.85	0.77	0.73	0.72	0.72	0.74	0.69	0.65	0.69	0.72	0.69	0.82	0.76	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	
% Agua Dis Desp del R. BHA	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	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	



47ANEXO 5. UNIDADES DE RIEGO

Anexo 5.1. Cañón Nelson 100

PSI	0.5"		0.55"		0.60"		0.65"		0.70"		0.75"		0.80"		0.85"		0.90"		1.0"	
	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft	gpm	Φ. Ft
40	47	191	57	202	66	213	78	222	91	230	103	240	118	250	134	256	152	262	-	-
50	50	205	64	215	74	225	87	235	100	245	115	256	130	265	150	273	165	280	204	300
60	55	215	69	227	81	240	96	250	110	260	126	270	143	280	164	288	182	295	224	316
70	60	225	75	238	88	250	103	263	120	275	136	283	155	295	177	302	197	310	243	338
80	64	235	79	248	94	260	110	273	128	285	146	295	165	305	189	314	210	325	258	354
90	68	245	83	258	100	270	117	283	135	295	155	306	175	315	201	326	223	335	274	362
100	72	255	87	268	106	280	123	293	143	305	163	316	185	325	212	336	235	345	289	372
110	76	265	92	278	111	290	129	303	150	315	171	324	195	335	222	344	247	355	304	380



Cañón Nelson 100



Anexo 5.2. Aspersor Senninger 2023

- Ángulo de aspersión de 23°, que permite un mayor alcance de conexión rosca macho de 1/2".
- Fácil mantenimiento con opciones de reemplazar cualquier componente.

2023 HD-1-1/2" M	PRESION EN LA BOQUILLA (PSI)					
	25	30	35	40	45	50
Boq # 7 (7/64") Lima						
Caudal (gpm)	1.68	1.84	1.99	2.12	2.25	2.37
Diámetro a 0.5 m	22.89	23.19	23.5	23.8	24.11	24.41
Boq # 9 (9/64") Gris						
Caudal (gpm)	2.81	3.08	3.33	3.26	3.78	3.98
Diámetro a 0.5 m	23.8	24.11	24.41	24.72	25.02	25.33



Aspersor Senninger 2023 HD



DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO
EN LA VEREDA EL SOCORRO DEL MUNICIPIO DE NATAGA



PLANOS