


	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, 21 de Octubre de 2015

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Neiva

El (Los) suscrito(s):


Franklin Orjuela Montiel, con C.C. No. 1075240021
 Elias Cardozo Caicedo, con C.C. No. 1075245296

Autores de la tesis de grado titulado “Diseño Hidráulico Distrito de Riego de Pequeña Escala El Vergel Mpio Tarqui Dpto Huila.”, presentado y aprobado en el año 2015 como requisito para optar al título de Ingeniero Agrícola autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:





- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE

Firma: 
 ELIAS CARDOZO

Firma: 
 FRANKLIN ORJUELA MONTIEL

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO DE PEQUEÑA ESCALA EL VERGEL, MUNICIPIO DE TARQUI – DEPARTAMENTO DEL HUILA.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cardozo Caicedo	Elías
Orjuela Montiel	Franklin

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Cifuentes Perdomo	Miguel German

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Pachón Bejarano	Rodrigo Alberto
Torrente Trujillo	Armando

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Agrícola





CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2015

NÚMERO DE PÁGINAS: 164

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas___ Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general Grabados___ Láminas___
Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 4

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento:

- AUTOCAD CIVIL3D.
- EPANET 2.0
- MICROSOFT OFFICE

MATERIAL ANEXO:

- Planos hidráulicos y estructurales de las obras propuestas Bocatoma y Desarenador en formato DWG
- Simulación hidráulica distrito de riego en formato .net
- Cartera topográfica en formato word

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	Distrito de riego	Irrigation district
2.	Quebrada la Maituna	Quebrada la Maituna
3.	Módulo de riego	irrigation module

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

En el presente trabajo de grado se presenta el diseño hidráulico de un distrito de riego con el que se beneficiarían 183 familias del corregimiento de El Vergel ubicado en el municipio de Tarqui del departamento del Huila; beneficiando 336 hectáreas distribuidas en la zona de influencia del proyecto las cuales serán beneficiarias directas y en las que se proyectan sembrar cultivos de pastos para la explotación de bovinos doble propósito (Carne y Leche), cultivo de Café y uva. La fuente hídrica considerada para el abastecimiento del distrito es la quebrada la Maituna sobre la cual la asociación ya cuenta con el permiso de concesión de agua con un caudal igual a 168 lps.

Finalmente dentro de los resultados se obtiene que según el Estudio General de Suelos de Departamento del Huila (IGAC, 1994). Según los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas a cada muestra de suelo y relacionadas con los parámetros de



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

3 de 4

retención de humedad y considerando el clima y los cultivos proyectados se tiene que el módulo de riego crítico asciende a 0.5 lps ha lo cual conlleva a que el distrito requiera para su funcionamiento de 168 LPS. Considerando dicho caudal se diseñó hidráulicamente una bocatoma, un desarenador, la línea de conducción y distribución y el diseño predial para el que se consideraron 5 tipos de parcelas agrupadas así según su área. El costo parcial del proyecto es de \$3,305,095,772, es importante mencionar que en este valor no se cuantifican los ítems de obra civil.

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Hydraulic design of an irrigation district in which 183 families of the village of El Vergel located in the town of Tarqui in Huila benefiting 336 hectares distributed in the area of influence of the project which will be direct beneficiaries and where crops are projected to plant pasture for cattle exploitation dual purpose (meat and milk) , coffee and grape growing. The water supply source considered for the district is broken the Maituna on which the association already has the water concession permit issued by a rate equal 168 mgd.

For the hydraulic design of this district several studies are useful including the verification study of soils, topography, climatological analysis and determination of water demands were run stand.

Finally in the results is obtained which according to the General Soil Survey Department of Huila (IGAC, 1994). According to the results of laboratory tests conducted on each soil sample and related parameters moisture retention and considering the weather and crops projected must be the module of critical irrigation amounts to 0.5 lps has which leads to district required for operation of 168.5 LPS. Considering this flow is hydraulically designed an intake, a sand trap, the pipeline and distribution and farm design for which 5 types of plots and grouped according to their area were considered. The project cost is part of a \$ 3,305,095,772 is important to note that the items of civil works are not quantified in this value.



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

4 de 4

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO

Firma:

Nombre Jurado: RODRIGO PACHÓN BEJARANO

Firma:

Nombre Jurado: ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Firma:

**DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO DE PEQUEÑA ESCALA EL VERGEL,
MUNICIPIO DE TARQUI - DEPARTAMENTO DEL HUILA**



FRANKLIN ORJUELA MONTIEL

ELIAS CARDOZO CAICEDO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

15/07/2015

**DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO DE PEQUEÑA ESCALA EL
VERGEL, MUNICIPIO DE TARQUI - DEPARTAMENTO DEL HUILA**

**ELIAS CARDOZO CAICEDO
FRANKLIN ORJUELA MONTIEL**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ingenieros agrícolas**

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

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRÍCOLA
NEIVA-HUILA
2015**

Nota de Aceptación

Armando Torrente Trujillo.
Firma del Jurado
Profesor

Rodrigo Alberto Pachón Bejarano.
Firma del Jurado
Profesor

Neiva, Julio de 2015

DEDICATORIA

ELIAS CARDOZO CAICEDO

Dedico este trabajo a JEHOVA, mi Dios por ser quien me ha sustentado, e inspirado para avanzar en la vida y brindarme la sabiduría necesaria para la culminación de este proyecto. A mis padres Gustavo Cardozo y Johanis Caicedo quienes con su paciencia y sabiduría me han guiado por el camino del evangelio y las buenas costumbres. Al profesor Miguel German Cifuentes, quien ha sido un ejemplo de amistad y profesionalismo digno de imitar, brindándome las bases para un desarrollo profesional ético y diligente. A mi tía Aminta Cardozo y a su esposo Gerardo Hernández quienes me han colaborado para el desarrollo y sostenimiento de mis estudios. A mis amigos que fueron mi apoyo espiritual y moral para avanzar en medio de los obstáculos: John Calderón, Jhon Fredy García, Iván Aragonés, Faiber Soto, Erika Ovalle, Angélica Cardozo, Ingrid Castaño y Jhonny Gutiérrez. A Fernando Cobaleda y Esperanza Ramos quienes han sido mis guías espirituales e intercesores ante Dios por mi vida.

FRANKLIN ORJUELA MONTIEL

Dedico este resultado de mis estudios en primera instancia al TODO PODEROSO quien ha sido el artífice de cada decisión que he tomado, el cómplice en este largo proceso de construir en mí una mejor persona para la sociedad. A mis padres José Darío Orjuela y Blanca Alicia Montiel quienes con su ejemplo y esfuerzo me inspiraron para culminar y ver una realidad este proyecto de vida. Al señor Álvaro Dussan y su esposa Celmira Aldana quienes fueron uno de los mayores garantes en el sostenimiento de mis estudios. A mi esposa Pilar Olaya quien con su amor y comprensión ha sido mi mayor motivación para hacer de este sueño una realidad. Al profesor Miguel German Cifuentes quien con su experiencia y ayuda ha sido una plataforma para mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

Este es el resultado de un esfuerzo y queremos agradecer a todos aquellos que de una u otra forma estuvieron ahí, para aportar su grano de arena, no sólo técnicamente sino también moral y anímicamente.

Agradecemos a Dios por permitirnos culminar este proceso dentro de nuestra formación como profesionales, y por ser nuestro sustentador y ayudador durante todos estos años.

A Miguel German Cifuentes Perdomo director del presente trabajo de grado quien puso a nuestro servicio su conocimiento y experiencia sin escatimar en ningún momento.

A la Universidad Surcolombiana, al Programa de Ingeniería Agrícola y cada uno de los directivos y profesores de nuestro programa que permitieron nuestro crecimiento, desarrollo y realización académica.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS	14
3. MARCO CONCEPTUAL	15
3.1. Distrito de riego.....	15
3.1.1. Definición	15
3.1.2. Clasificación de acuerdo a su tamaño.....	15
3.2. Componentes	15
3.2.1. Obras de captación.....	15
3.2.1.1. Tipos de obras de captación	16
3.2.2. Desarenador	19
3.2.3. Línea de aducción.....	21
3.2.4. Válvulas.....	21
3.2.5. Redes de conducción y distribución	22
3.2.5.1. Tipos de redes.....	23
3.2.5.2. Tipos de conducción	23
3.2.6. Cámaras de Quiebre de Presión.	26
3.2.7. Adecuación predial	26
4. METODOLOGIA.....	28
4.1. Revisión de literatura y material cartográfico de la zona	28
4.2. Localización del proyecto	28
4.3. Recolección de información	28
4.4. Trabajo de campo.....	28
4.5. Trabajo de oficina	29
4.5.1. Hidrología:.....	29
4.5.2. Sedimentología:	29
4.5.3. Climatología:	29
4.5.4. Demandas de agua:.....	29
4.5.5. Diseño hidráulico:	30
4.5.6. Diseño Sistema de Riego Intrapredial:	30
4.5.7. Manual de operaciones:.....	30
4.5.8. Presupuesto:.....	30

5.	RESULTADOS	30
5.1.	Localización del área del proyecto	30
5.2.	Recolección de información	31
5.3.	Levantamiento topográfico	39
5.4.	Hidrología.	40
5.5.	Sedimentología.....	41
5.5.1.	Transporte de sedimentos quebrada La Maituna.....	41
5.6.	Agrología	44
5.7.	Caracterización climatológica.....	56
5.7.1.	Precipitación.....	57
5.7.2.	Temperatura.....	61
5.7.3.	Humedad relativa	61
5.7.4.	Evapotranspiración potencial.....	62
5.8.	Demandas de agua.	66
5.8.1.	Balace hídrico agrícola	66
5.9.	Diseño de obras	77
5.9.1.	Diseño hidráulico de captación.....	77
5.9.2.	Diseño hidráulico del desarenador	82
5.9.3.	Diseño hidráulico de la red.	89
5.9.4.	estaciones de control de presión, caudal y sedimentos (ECOPRE CAS)...	93
5.9.5.	Diseño de riego Intrapredial.....	99
6.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	111
6.1.	Descripción del Sistema y sus Componentes.....	111
7.	PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO.....	131
8.	CONCLUSIONES.....	144
9.	RECOMENDACIONES	145
10.	BIBLIOGRAFIA.....	146
11.	ANEXOS.....	147

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Clasificación de los distritos de riego en Colombia	15
Tabla 2.	Coeficientes de rugosidad típicos	25
Tabla 3.	Localización Puntos Prediales	32
Tabla 4.	Cálculo de caudales medios para la microcuenca quebrada La Maituna 40	
Tabla 5.	Cálculo de caudales máximos para la microcuenca quebrada La Maituna 40	
Tabla 6.	Cálculo de caudales mínimos o de máximo estiaje para la microcuenca quebrada La Maituna.....	41
Tabla 7.	Estación meteorológica empleada para la determinación del análisis climático del área de influencia del proyecto	56
Tabla 8.	Estudio Demandas de Agua. Distribución media decadal, mensual y anual de precipitación de la estación seleccionada en el área de influencia del proyecto	57
Tabla 9.	Índice pluviométrico para la estación seleccionada del área de influencia del proyecto	58
Tabla 10.	Precipitación Decadal estación Tarqui (Probabilidad del 50% y 75%)	60
Tabla 11.	Cálculo de ETP decadal por Thornthwaite para el área del proyecto	64
Tabla 12.	Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente para cada una de las series de suelos representativas del área de estudio	66
Tabla 13.	Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente ponderada para el área de estudio.....	67
Tabla 14.	Cultivos establecidos de mayor representatividad en el área de estudio	67
Tabla 15.	Módulos de Riego (lt/s-ha) y caudal requerido (lt/s), determinados para los cultivos representativos para el área de estudio, considerando cada Unidad de Suelo	77
Tabla 16.	Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación	83
Tabla 17.	Valores de a/t.....	84
Tabla 18.	Descripción Dimensiones de las estaciones de control de presión, caudal y sedimentación.....	98
Tabla 19.	Estudio Obras y Equipos de Riego Predial. Referencia Unidades de Riego	99
Tabla 20.	Componentes del Kit de Riego.....	100

Tabla 21.	Estudio Obras y Equipos de Riego Predial. Características Parcelas de Uso Racional del Agua	109
Tabla 22.	Estudio Obras y Equipos de Riego Predial. Memorias de Calculo de Lateral Crítico	110
Tabla 23.	Manual de Operación. Relación Diámetro Espesor (RDE) Para Tuberías de PVC	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Bocatoma de Tipo Lateral	17
Figura 2.	Planta y Corte Longitudinal del Desarenador	21
Figura 3.	Vista en Planta Cajilla Predial	27
Figura 4.	Vista en Perfil Cajilla Predial	28
Figura 5.	Localización general del proyecto	31
Figura 6.	Estación Total TOPCON GTS 239W	39
Figura 7.	Quebrada la Maituna	41
Figura 8.	Granulometría Sedimentos Quebrada La Maituna	43
Figura 9.	Estudio Sedimentología. Curva Granulométrica	44
Figura 10.	Diseño Obra de Toma. Posible sitio de Bocatoma	78
Figura 11.	Simulación Hidráulica realizada a la Red de Conducción y Distribución 92	
Figura 12.	Estudio Diseño De Obras. Cajilla Predial Tipo 2-A. Vista Planta.....	106

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Fisiografía y taxonomía de los suelos del área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila.....	47
Cuadro 2.	Sitios de muestreo seleccionados en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila.....	52
Cuadro 3.	Propiedades hidrofísicas del área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila	53
Cuadro 4.	Resultados de los análisis químicos de suelos en laboratorio en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila	54
Cuadro 5.	Resultados e interpretación análisis químico de suelos en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila	54
Cuadro 6.	Cobertura y uso actual del suelo en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila.....	55
Cuadro 7.	Información climatológica del área de influencia del proyecto.....	56
Cuadro 8.	Estudio Demandas de Agua. Balance hídrico Agrícola.....	71

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Unidades de suelo del área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento Huila	49
Gráfica 2. Promedios decadales, mensuales multianuales de precipitación de la estación Tarqui	58
Gráfica 3. Régimen de lluvias en la estación Tarqui.....	58
Gráfica 4. Valores medios mensuales multianuales de Temperatura de la estación La Betulia	61
Gráfica 5. Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa de la estación La Betulia	62

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Pruebas de infiltración	147
Anexo B. Resultados de laboratorio – análisis físico de suelos	152
Anexo C. Resultados de laboratorio – análisis químico de suelos	155
Anexo D. Registros Meteorológicos.....	158
Anexo E. CARTERA DE CAMPO	163
Anexo F. CUADROS HIDRAULICOS	163

RESUMEN

El presente proyecto consistirá en el **DISEÑO HIDRÁULICO DE UN DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA** para una zona del municipio de Tarqui, referente a las veredas El Vergel, El Tablón de Maito y La Palestina, en las que la productividad de los cultivos establecidos se ha visto seriamente disminuida por la falta de un suministro continuo de agua en los periodos de sequía.

El agua para beneficiar el distrito de riego será tomada de la quebrada Maituna, y conducida a través de tubería PVC hasta cada uno de los 183 usuarios, beneficiando 336 hectáreas distribuidas en la zona de influencia del proyecto.

ABSTRACT

This project will consist of the hydraulic design of a district land improvement SMALL SCALE for a zone of Tarqui concerning the villages of El Vergel, The Board of Maito and La Palestina, where the productivity of crops established it has been seriously diminished by the lack of a continuous supply of water during periods of drought.

The water for the irrigation district benefit will be taken from the Maituna broken, and led through PVC pipe to each of the 183 users, benefiting 336 hectares distributed in the area of influence.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que afectan al sector agrícola en Colombia es la disponibilidad del recurso hídrico durante todo el año, teniéndose épocas en donde la cantidad de agua precipitada alcanza para satisfacer las necesidades de los cultivos pero también épocas en donde estas son escasas o incluso nulas.

Colombia posee dentro de su territorio un área potencial irrigable de 6.6 millones de hectáreas de las cuales solo 930.000 es decir 14.3% cuentan con riego (MADR, 2010), casi dos tercios de esta área corresponden a proyectos desarrollados por el sector privado y el restante al sector público. La deficiencia en la ampliación de la frontera irrigada en nuestro país se debe principalmente a la falta de institucionalidad sólida y enfocada en el desarrollo de proyectos que incluyan infraestructura de riego para beneficio de la agricultura (MADR, 2010).

El departamento del Huila no está excepto de esta inestabilidad. El comportamiento de la variable climática precipitación presenta un régimen bimodal, con una disponibilidad de agua en dos épocas del año, pero también con dos periodos de escasez de dicho recurso, razón por la cual se hace necesario buscar soluciones que le permitan al agricultor no depender de la presencia de periodos de lluvia, sino tener disponibilidad del agua aun en épocas de estiaje que es donde aumenta la evapotranspiración y con ello el uso consumo del cultivo.

La solución a dicha problemática de disponibilidad de agua está contenida en la construcción de distritos de adecuación de tierras, que están compuestos por una red organizada de elementos físicos y mecánicos que permiten conducir agua de lugares en donde esta está disponible hasta zonas en donde es requerida con el fin de poder realizar aplicaciones con la frecuencia y con la intensidad necesaria a las plantas. Lo anterior permitirá el normal desarrollo de los cultivos aun en épocas de intenso verano, mejorando de manera considerable la productividad de la región.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ❖ Realizar el diseño hidráulico del distrito de pequeña escala El Vergel, municipio de Tarqui - departamento del Huila.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✎ Elaborar el diseño hidráulico detallado del distrito de riego en la zona de estudio, especificando las características, dimensiones y costos para la construcción del distrito mediante el empleo del programa de modelación hidráulica EPANET 2.0
- ✎ Realizar los cálculos hidráulicos de la bocatoma, el desarenador y demás obras necesarias para la eficiente operación del sistema.
- ✎ Diseñar cinco parcelas demostrativas tipo bajo las condiciones adecuadas de presión y caudal, garantizando un correcto funcionamiento de las unidades de riego.
- ✎ Seleccionar las válvulas reguladoras y los delimitadores de caudal, para garantizar el uso racional del agua.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Distrito de riego

3.1.1. Definición

Delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones; para los fines de gestión y manejo, se organizará en unidades de explotación agropecuaria bajo el nombre de distritos de adecuación de tierras¹.

3.1.2. Clasificación de acuerdo a su tamaño

Los distritos de riego se clasifican según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural (MADR) según su tamaño tal y como se muestra a continuación:

TIPO DE DISTRITO	AREA APROVECHABLE (HAS)	NUMERO DE USUARIOS
PEQUEÑA ESCALA	30-500	100
MEDIANA ESCALA	501-5000	200
GRAN ESCALA	MAS DE 5000	300

Tabla 1. Clasificación de los distritos de riego en Colombia

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural (MADR)

3.2. Componentes

Los distritos de riego tienen varios componentes, como obras civiles, y estructuras hidráulicas que permiten la captación, conducción y distribución del agua para regar las áreas beneficiadas dentro del proyecto.

3.2.1. Obras de captación

Son estructuras hidráulicas construidas con el propósito de captar o extraer determinada cantidad de agua directamente de una fuente superficial.

En general, las obras de captación dependen de las características de las corrientes de agua que la abastecen, desde este punto de vista encontramos corrientes de montaña y corrientes de valles aluviales, además podemos distinguir dos tipos de corrientes superficiales sin regulación y corrientes superficiales con regulación de caudal².

¹ Ley 41 de 1993, Adecuación de tierras, capítulo 1, artículo 4.

² <http://www.aguasaneitarias.com/capitulo2-obras-contruccion.html>

3.2.1.1. Tipos de obras de captación

Bocatoma o captación lateral. Es muy utilizada cuando la fuente de aprovechamiento posee un caudal relativamente grande. El sitio se selecciona donde la estructura quede a una altura conveniente del fondo y, ubicada al final de las curvas, en la orilla exterior, y en lugares protegidos de la erosión o socavación.

En el diseño de la captación es necesario considerar información hidrológica relacionada con la ocurrencia de caudales máximos, asegurándose de esta manera en el diseño que la obra no presentará averías causadas en su estructura por fenómenos como crecientes. Adicional, es necesario conocer los caudales mínimos de la fuente esperados para épocas de estiajes, con el fin de garantizar el caudal requerido por el distrito de riego.

La Captación de tipo lateral está constituida por los siguientes elementos

Rejilla: que permitirá el paso del agua retenida por el muro derivador a la cámara de derivación.

(Corcho & Jose, 1993) Mencionan que la rejilla se debe diseñar teniendo en cuenta el tamaño del material que se desea retener, el tipo de la rejilla y la forma de limpieza.

🌿 **Muro derivador:** que retiene el agua de la fuente con el fin de asegurar un nivel mínimo y permitir con ello la entrada por la rejilla a la cámara de derivación de caudal con el que se proyectó el diseño de la captación.

🌿 **Cámara de Recolección:** La cámara es por lo general de forma rectangular con muros en concreto reforzado que varía en espesor y altura según el diseño estructural de la misma. Esta tiene la función de conducir finalmente el caudal de diseño a la aducción. En el diseño de esta cámara es necesario considerar unas dimensiones que permitan el ingreso del fontanero y la realización del mantenimiento.

🌿 **Tubería de Excesos y Lavado**

🌿 **Muros de Protección:** Útiles para la protección de los taludes de fenómenos como la socavación; su dimensionamiento depende del estudio de estabilidad de los mismos (Lopez, 1995).

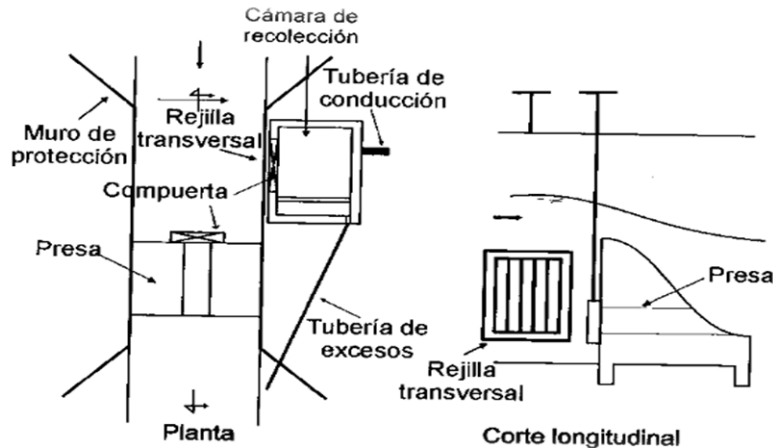


Figura 1. Bocatoma de Tipo Lateral
Fuente: (Lopez, 1995)

Captación por vertederos laterales. Un vertedero lateral consiste en una escotadura practicada sobre la cresta de un canal prismático que está orientada en sentido paralelo a la corriente y por encima de la cual fluye el agua cuando se ubica de una manera tal que se permite un gradiente hidráulico en sentido normal a la cresta del vertedero.

Experimentalmente se ha encontrado que la capacidad de descarga de un vertedero normal a la dirección de la corriente es mucho mayor que la capacidad de descarga de un vertedero lateral.

Tomas laterales. Estas estructuras hidráulicas son muy frecuentes en los distritos de riego. Se proyectan por lo general para derivar agua de canales principales. La línea de derivación puede hacerse con tubería que atraviese el fondo de la berma del canal. Cuando así ocurre se diseña como un conducto a presión en donde se presentan pérdidas locales y pérdidas por fricción.

En el diseño de una toma lateral pueden ocurrir dos casos generales:

- No existe restricción en la selección del diámetro de tubería.
- Existe un diámetro comercial de tubería ya sea instalado, caso en el cual se trata de una revisión, ya sea que se haga necesaria su compra en el comercio local, caso en el cual se debe diseñar dentro de un rango de pendientes fijadas por las características topográficas del terreno y obliga además a ajustar las pérdidas mediante el uso de válvulas, compuertas, dispositivos adecuados para estas situaciones.

Captación con lecho filtrante. Se define como bocatoma de lecho filtrante la estructura de captación de agua para acueductos de bajo caudal, que tiene la capacidad de pre filtrar el influente antes de conducirlo a la línea de aducción del sistema. Esto se logra mediante la utilización de un lecho granular, el cual filtra el agua y la conduce a un sistema de recolección por tuberías perforadas en el fondo

del cauce. Estas tuberías perforadas se encuentran generalmente en disposición de espina de pescado o en forma reticular y a junta perdida en ambos casos.

Este tipo de bocatoma tiene la capacidad de aprovechar la corriente de la fuente para auto lavarse superficialmente y de esta manera aumentar la carrera o tiempo de colmatación del filtro. Además, con el arrastre de material del tamaño apropiado para filtración (arena), la propia fuente se encarga de renovar el lecho filtrante, recargándolo constantemente. Otra forma de captaciones con lecho filtrante es la de filtro en canal o filtro dinámico.

Captación sumergida tipo dique-toma. Cuando las corrientes de agua de escasos caudal y las secciones transversales del río en el sitio donde se proyecta la bocatoma son de poco ancho (0 a 10 m), es conveniente proyectar un dique con el objeto de garantizar el caudal que se debe captar, En el diseño de un dique - toma se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

En el área de captación dada, en la zona de rejilla, no se debe permitir el paso de material grueso; esto se logra dimensionando adecuadamente los espacios entre las barras de la rejilla de captación. El dique se debe proyectar en forma tal que la rata de sedimentación en la zona del embalse no sea excesivamente alta, lo cual se logra obligando a que el agua fluya con moderada velocidad a través de la obra de captación.

Las riberas del río o quebrada, en la zona donde se proyecta el dique, deben tener una buena estabilidad geológica y preferiblemente el suelo debe ser roca a fin de aminorar costos en los anclajes³.

Consideraciones de Diseño

- ✎ **Periodo de diseño:** Considerado este como el periodo de duración o vida útil para el que se diseña la captación; diversos autores recomiendan 25 años con el fin de que la estructura no sea demasiado grande ni los costos de construcción de la misma muy elevados.
- ✎ **Caudal de Diseño:** Autores como (Corcho & Jose, 1993) y (Materon, 1997) recomiendan que el caudal para el que se diseña la captación sea 3 veces el caudal requerido; esto aplicable para captaciones de acueductos en los que se prevé futuras ampliaciones. En el caso de captaciones para distritos de riego se recomiendan que sea dos (2) veces el caudal requerido por el distrito.
- ✎ **Diseño de la Rejilla:** se debe contemplar el tamaño del material que se desea retener, el tipo de rejilla y la forma en la que se planea las labores de limpieza.
- ✎ **Cámara de derivación:** en el dimensionamiento se debe considerar que es necesaria la entrada de una persona para las labores de mantenimiento

³ CORCHO R, Freddy Hernán, Duque Serna José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. 1993. Medellín.

3.2.2. Desarenador

Son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar) y remover (evacuar) después, el material sólido que lleva el agua mediante un proceso de sedimentación.

La sedimentación es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo del río, embalse, canal artificial, o dispositivo construido para tal fin. Toda corriente de agua, caracterizada por su caudal, tirante de agua, velocidad y forma de la sección tiene una capacidad de transportar material sólido en suspensión. El cambio de alguna de estas características de la corriente puede hacer que el material transportado se sedimente; o el material existente en el fondo o márgenes del cauce sea erosionado.

Si el desarenador no tiene la eficiencia requerida genera desgaste acelerado de turbinas de centrales hidroeléctricas, obstrucción de sistemas de riego tecnificado, erosión de estructuras hidráulicas posteriores al desarenador, reducción de la capacidad de los canales con el consecuente riesgo de inundación (debido a los grandes volúmenes de sedimentos depositados en el fondo), imposibilidad del consumo directo del agua, etc.

Existen varios tipos de desarenadores que siguen el mismo principio de la sedimentación, pero que difieren de sus formas, tamaños y precios; entre los cuales tenemos:

Desarenadores de flujo horizontal: son utilizados en instalaciones de pequeñas poblaciones y consisten en un ensanchamiento del canal del pretratamiento de forma que se reduzca la velocidad de flujo y decanten las partículas. Debe diseñarse con un canal paralelo para proceder a su limpieza que se realiza manualmente. Suelen instalarse con un canal Parshall a la salida que permite al mismo tiempo mantener la velocidad constante y medir el caudal.

Desarenadores de flujo vertical: El flujo se efectúa desde la parte inferior hacia arriba. Las partículas se sedimentan mientras el agua sube. Pueden ser de formas muy diferentes: circulares, cuadrados, o rectangulares. Se construyen cuando existen inconvenientes de tipo locativo o de espacio. Su costo generalmente es muy elevado. Son muy utilizados en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Desarenadores de flujo inducido: son de tipo rectangulares aireados. En estos equipos se inyecta aire por medio de grupos motosoplantes creando una corriente en espiral de manera que permite la decantación de las arenas y genera una corriente de fondo. Además el aire provoca la separación de las materias orgánicas. De esta forma, dado que el depósito está aireado y se favorece la separación de la materia orgánica, se reduce la producción de malos olores.

El desarenador se divide en varias zonas:

- ✎ **Cámara de quietamiento:** que como su nombre lo indica y gracias a la ampliación de la sección, se disipa la energía de velocidad que venía de la tubería de llegada (Lopez, 1995).
- ✎ **Entrada al desarenador:** Zona en la que se sedimenta el material o las partículas de mayor tamaño.
- ✎ **Zona de Sedimentación:** Zona en la que se sedimentan las partículas de menor tamaño como arcillas y limos.
- ✎ **Zona de Lodos:** Zona en la que se depositan las partículas sedimentadas para luego ser evacuadas del desarenador por canal de lodos.
- ✎ **Salida del desarenador:** zona en la que se garantiza finalmente que el agua salga con la menor cantidad de sedimentos y se evite con ello la obstrucción o el daño por abrasión en las tuberías.

Consideraciones de Diseño

A la hora de diseñar un desarenador es importante tener en cuenta las siguientes especificaciones de diseño.

- ✎ **Periodo de Diseño:** El periodo considerado para el diseño del desarenador puede ser el mismo utilizado en la estructura de captación (Lopez, 1995).
- ✎ **Caudal de diseño:** El caudal de diseño obedecerá al caudal requerido por el distrito de riego según el área a beneficiar y el módulo de riego derivado de los requerimientos hídricos.
- ✎ **Paso Directo:** se recomienda durante el diseño del desarenador considerar una tubería de paso directo reconocida comúnmente como bypass con el fin de no interrumpir el suministro de agua al distrito en caso de alguna emergencia, o cuando se están realizando labores de mantenimiento en la obra.
- ✎ **Relación Longitud Ancho:** (Lopez, 1995) Recomienda una relación longitud a ancho (L/B) entre 3/1 y 5/1.
- ✎ **Profundidad mínima y Máxima:** se recomienda una profundidad mínima de 1.50 m y máxima de 4.50m (Lopez, 1995).
- ✎ **Diámetro crítico de partícula:** (Corcho & Jose, 1993) definen la partícula crítica como aquella que tiene una velocidad de sedimentación tal que si se encuentra a ras con la superficie libre al pasar de la zona de entrada a la zona de sedimentación, llegará al fondo del tanque justo cuando la masa de agua que la transporta pasa de la zona de sedimentación a la zona de salida.

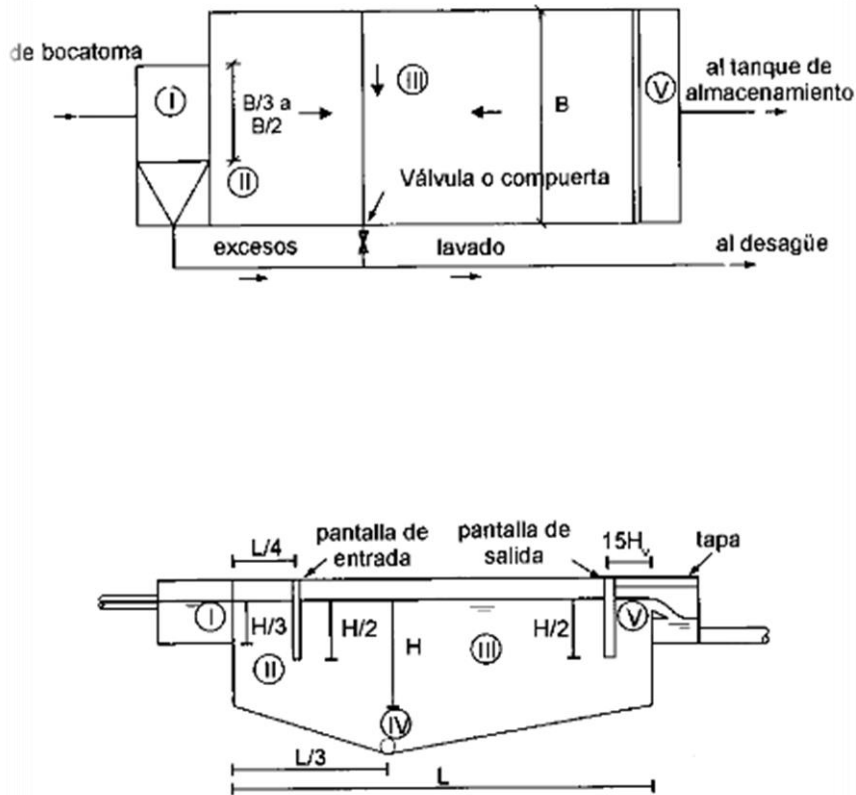


Figura 2. Planta y Corte Longitudinal del Desarenador
Fuente: (Lopez, 1995)

3.2.3. Línea de aducción

Se define línea de aducción en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma, desde la cámara de derivación, hasta el desarenador. Puede ser un canal abierto o un canal cerrado (tubería).

3.2.4. Válvulas

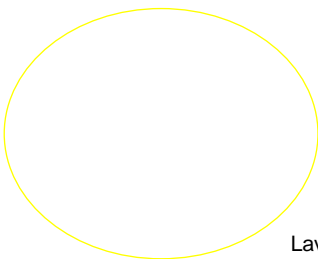
Se instalan en los sistemas de riego válvulas de bronce, Hierro fundido y acero en diferentes diámetros y para distintas presiones de servicio. Dependiendo del tipo de válvula seleccionada, las características de diseño varían de una a otra como espesor de pared, extremos de las válvulas (roscado, liso, bridado), tipo de obturador (cónico, bola, aleta o mariposa, cortina, etc) asientos, guías, sellos, prensa – estopas, mandos de operación, empaques, etc. Las válvulas van incorporadas a la tubería de conducción, distribución y deben quedar plenamente indicadas en los planos.

🌿 **Válvulas de aire o ventosas:** válvulas que permiten el ingreso y la salida de aire en las tuberías de conducción. (Lopez, 1995) menciona que estas cumplen varias funciones entre las cuales se tienen:

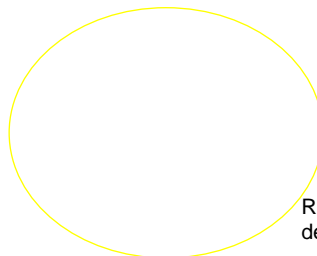
1. Expeler el aire de dentro de la tubería durante su llenado.
2. Expulsar el aire que tiende a acumularse en los puntos altos de la conducción.
3. Admitir aire en el caso de operación de una válvula de lavado que pueda crear presiones negativas en las tuberías.

🌿 **Válvulas de Purga o Lavado:** estas son válvulas ubicadas en los puntos más bajos de la conducción, con el fin de remover periódicamente sedimentos acumulados que producen reducción del área de flujo de la tubería de conducción.

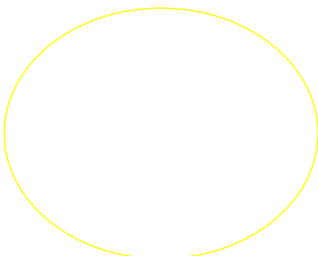
🌿 **Válvulas de Control de Flujo (Corte):** Válvulas que permiten la apertura y el cierre total o parcial de la conducción. Se localizan en diferentes puntos según los requerimientos presentados por el diseñador o por lo menos uno al comienzo de la conducción y al final, y cada 1000 mts. en tramos rectos.



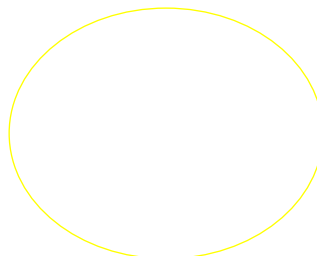
Lavado



Reguladora presión y delimitadora caudal



Control



Ventosas

3.2.5. Redes de conducción y distribución

La conducción consiste en transportar el agua desde el sitio de captación hasta el área de riego. Como generalmente la disponibilidad de agua en las zonas de ladera es reducida, se hace necesario transportarla por medio de ductos cerrados, que pueden ser tubería de P.V.C., asbesto cemento, etc. ó canales revestidos que garanticen una buena eficiencia en la conducción.

En los sistemas de riego en ladera, la red de riego se encuentra constituida normalmente por una o dos tuberías principales, y varias tuberías secundarias o ramales, con varios hidrantes destinados a proveer de agua a las alas de riego en las cuales van los aspersores.

Es muy frecuente que en los sistemas de riego en ladera, la bocatoma se encuentre mucho más alta que la zona en donde se va aplicar el riego, de tal manera que mediante el uso de tuberías en lugar de canales o acequias, el agua puede llegar a los predios con la calidad, el caudal y la presión suficientes para operar el sistema de riego, sin desperdicios ni necesidad de motobombas. En algunos casos, por razones de la topografía, se hace necesario combinar la conducción de agua, utilizando canales (preferiblemente revestidos) y tuberías.

Cada sistema de riego debe disponer del correspondiente plano de la red de conducción tal y cómo quedo en definitiva durante su instalación. En el plano debe aparecer indicada la localización, el diámetro y la presión de trabajo de las tuberías de cada tramo de la red de conducción de agua. En la línea principal y en los ramales también aparece la localización de los principales accesorios y estructuras.⁴

3.2.5.1. Tipos de redes


Dependiendo de la disposición de las viviendas, por razones topográficas, por razones de tenencia de tierra o por el desarrollo urbanístico de la localidad, se puede determinar el tipo de red de distribución.

Tipo ramificado. Son redes de distribución constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones que terminan en puntos ciegos o en pequeñas mallas. Este tipo de red se adapta por el general a poblaciones veredales donde por razones topográficas no es económico ni técnico interconectar los ramales.

Tipo mallado. Estas redes están constituidas por tuberías que por razones del desarrollo urbanístico, por lo general en forma reticular forman una malla. Este tipo de red es el más conveniente por cuanto la superficie de energía es más compensada al producirse el flujo a través de circuitos, lo cual produce un servicio eficiente en presión y caudal.

Sistemas de gravedad. Cuando la fuente de abastecimiento tiene una elevación suficiente para suministrar el agua bajo la acción de la gravedad.

3.2.5.2. Tipos de conducción

 **Conducción Abierta:** En las que se utiliza para el transporte del agua canales construidos en tierra y que pueden o no estar revestidos. Entre este tipo de conducción se tienen

⁴ Manual de operación y mantenimiento para los sistemas de riego en ladera, Julio Cesar Arango Tobón, 1998

- ✓ *Canal con Revestimiento en concreto*
- ✓ *Canales con Revestimiento Prefabricado*
- ✓ *Canales en tierra.*

☞ **Conducción Cerrada:** En este caso la conducción se hace por medio de ductos cerrados (tuberías) que varían en material y diámetros según los requerimientos presentes en el diseño. Existen diversos tipos de tuberías que son de utilidad.

- ✓ *Tubería de PVC*
- ✓ *Tubería de Concreto*
- ✓ *Tubería de polietileno*
- ✓ *Tubería de GRP*
- ✓ *Tubería en Acero*

Condiciones de diseño de la conducción

En este apartado se consideraran las condiciones de diseño de la conducción de tipo cerrada y con la presión generada por la variación topográfica presente entre la captación (punto con mayor elevación) y las tomas prediales.

☞ **Caudal a conducir.** El caudal a conducir por la tubería que constituye la demanda total del distrito de riego es decir el caudal necesario para suplir con los requerimientos hídricos en cada una de las parcelas que constituyen el distrito.

☞ **Presiones de Diseño** Al diseñar una línea de conducción que adquiere su presión gracias a la diferencia topográfica entre sus puntos extremos (bocatoma - toma predial), es necesario definir inicialmente la presión de diseño del proyecto, la cual debe ser inferior a la presión de servicio de la tubería (Lopez, 1995).

☞ **Diseño Hidráulico** El diseño hidráulico permite determinar los diferentes diámetros, RDE, presiones y velocidad que tendrá la línea de conducción principal y distribución.

☞ **Ecuación de Darcy – Weisbach:** Los ingenieros Henry Darcy y Julius Weisbach desarrollaron un modelo basado en el desarrollo matemático de la física clásica que describe la pérdida de energía de una tubería. La pérdida de energía considerando dicho modelo está dado entonces por la siguiente expresión

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde:

- Hf: Pérdida de energía por fricción.
 f: Factor de Fricción.
 L: Longitud de la Tubería.
 D: Diámetro de la Tubería.
 V: Velocidad Media.

🌿 **Ecuación de Hazen Williams:** A. H. Hazen y G.S Williams con el fin de solucionar la dificultad que existía en el planteamiento de Darcy Weisbach con relación a factor de fricción de Darcy presentaron la siguiente ecuación empírica para la determinación de las pérdidas por fricción en una tubería.

$$Q = 0,2785CD^{2,63}J^{0,54}$$

Donde:

- Q:** Caudal (m³/seg)
C: Coeficiente de Rugosidad de Hazen – Williams, que está en función principalmente del material de la tubería y de las condiciones en las que se encuentran las paredes del tubo. En la Tabla 2. Coeficientes de rugosidad típicos se presentan valores comunes de C para diverso materiales.
D: Diámetro Interno de la Tubería
J: Pérdida de Carga Unitaria o Pendiente de la Línea de Energía (m/m de Tubería); dicha perdida la define López (1995) como la diferencia de niveles dividida por la longitud real de la conducción

MATERIAL DE LA TUBERIA	ESTADO	C
Acero Remachado	Nuevo	110
Acero Remachado	Usado	85
Acero Soldado	Nuevo	130
Acero Soldado	Usado	90
Concreto	Buena Terminación	130
Concreto	Terminación Común	120
Asbesto Cemento		140
PVC		150

Tabla 2. Coeficientes de rugosidad típicos
Fuente: (Lopez, 1995)

🌿 **Pérdidas de Cargas Localizadas** Pérdidas ocasionadas por los accesorios que se requieren en la instalación de las líneas de conducción principal y distribución. La expresión para estas es:

$$h_f = K \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde:

K: Coeficiente de Pérdidas de los Accesorios

V: Velocidad

G: Gravedad

🌿 **Velocidad** En el diseño de líneas o redes de conducción principal, es necesario e importante considerar las velocidades con las que se transporta el agua en los ductos; Velocidades muy bajas permiten sedimentación en las tuberías y velocidades mayores pueden ocasionar daños en las mismas. (Lopez, 1995) Recomienda una velocidad mínima de 0.6m/s y como velocidad máxima la recomendada por el fabricante del ducto según su material.

🌿 **Accesorios** Para la correcta operación de las líneas o redes de conducción y distribución es necesaria la ubicación válvulas entre los cuales se tienen.

3.2.6. Cámaras de Quiebre de Presión.

Las cámaras de quiebre de presión son tanques utilizados cuando en la línea de conducción o distribución se requiere modificar la línea piezométrica logrando en los puntos en los que se construye presiones iguales a la presión atmosférica.

Las cámaras de quiebre de presión por lo regular son muy útiles en zonas en las que la topografía es muy escarpada y permiten con su construcción un menor inversión presupuestal en relación con la compra de tubería.

3.2.7. Adecuación predial

Consiste en la red de riego para aplicar directamente el agua en el predio, a partir de la entrega por la red de distribución en una toma definida (**toma predial**), y debe adecuarse básicamente al plan agropecuario propuesto en la zona de estudio. Este sistema puede ser por gravedad o presurizado.

Cuando es presurizado por aspersión, micro aspersión, o goteo el sistema incluye componentes y dispositivos como aspersores, micro aspersores, goteros, equipo de filtrado, tuberías principales y laterales, válvulas de paso, medidores de caudal, reguladores de presión, acometidas, hidrantes, elevadores, dosificadores, etc. Los cuales deben seleccionarse de modo que proporcionen una buena uniformidad en la aplicación y una alta eficiencia.

Toma Predial.

La toma predial hace referencia al conjunto de elementos que permiten la regulación de la presión y la delimitación del caudal que se le entregará a cada usuario del distrito, esto con el fin de generar condiciones de igualdad entre los usuarios y una operación funcional del distrito durante todo un día y en la totalidad del año.

La toma predial o también llamadas cajillas prediales están compuestas por tres compartimentos, los cuales se describen a continuación:

Compartimento 1:

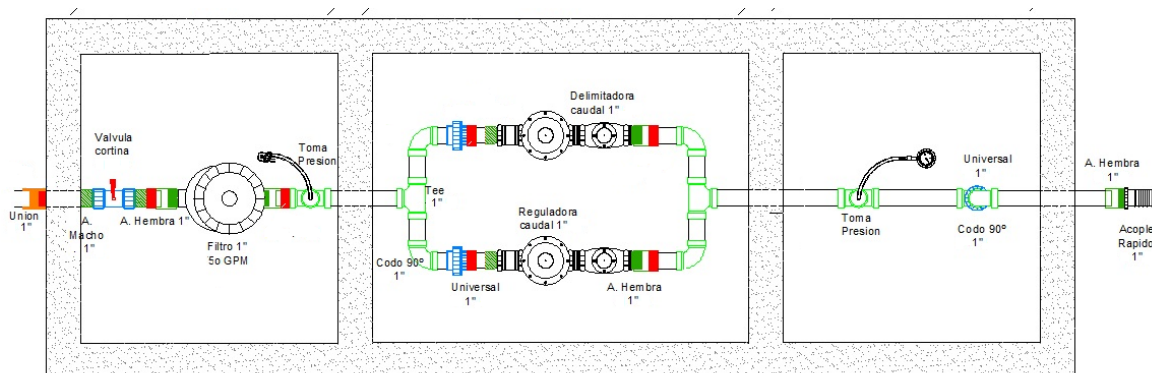
Diseñado para la instalación del filtro de malla o de discos encargado de proteger las válvulas reguladoras de presión y delimitadoras de caudal, en este se encuentra también una válvula de cortina en bronce que facilita la limpieza del filtro y él Toma Presión, la manipulación de estos accesorios puede ser realizada por el usuario o el fontanero encargado.

Compartimento Número 2:

Diseñado para la Protección de las Válvulas Reguladoras de Presión y delimitadoras de caudal, A este compartimento solo tiene acceso el Fontanero encargado ya que estará provisto de cadena y candado para evitar la manipulación y descalibración del sistema por parte de agentes externos.

Compartimento Número 3:

En él se encuentran él toma presión, la universal y la conexión para el ala de Riego seleccionada para cada usuario los cuales estarán a disposición del Usuario.



*Figura 3. Vista en Planta Cajilla Predial
Fuente: Autor, 2014*

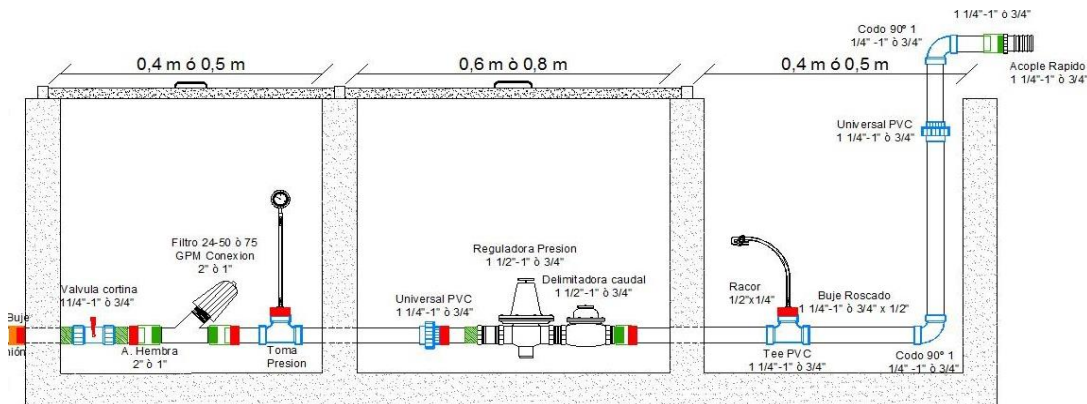


Figura 4. Vista en Perfil Cajilla Predial
Fuente: Autor, 2014

4. METODOLOGIA

Para el desarrollo del presente proyecto se llevó a cabo la metodología referida a continuación:

4.1. Revisión de literatura y material cartográfico de la zona

Se utilizó información del POT del municipio de Tarqui y cartografía del departamento del Huila; adicional se consultaron diversas fuentes relacionadas con el diseño de distritos de riego a pequeña escala y sus elementos constituyentes.

4.2. Localización del proyecto

Se identificó claramente el área de estudio constituida por el área a irrigar y por la cuenca hidrográfica de la fuente abastecedora del distrito.

4.3. Recolección de información

Se identificaron los predios a beneficiar obteniéndose información básica como nombre del usuario, área y cultivo a establecer con riego; esto para iniciar los respectivos diseños.

4.4. Trabajo de campo

Se llevaron a cabo visitas de campo en toda la zona de interés y cada uno de los predios, donde se efectuó la georreferenciación satelital por medio de GPS. Una vez obtenida esta información se proceden a ubicar los puntos en las planchas cartográficas del IGAC y en imagen satelital GOOGLE EARTH.

Con base en la anterior información se diseñó el trazado preliminar de la red, el cual fue posteriormente replanteado mediante levantamientos topográficos en campo;

con la utilización de un equipo (Transito, estación total o GPS) se realiza el recorrido planteado en el trazado preliminar.

El levantamiento topográfico involucro los diferentes accidentes físicos tenidos en cuenta para el diseño de la red, línea principal de conducción, la distribución y la red predial, con el cual se ejecutó el cálculo hidráulico más óptimo.

- Evaluando otras posibles alternativas que sea la más viable económica y técnicamente.
- Se marca con estacas en el terreno la línea de conducción seleccionada.

4.5. Trabajo de oficina

Una vez obtenida la información de trabajo de campo, y los resultados de laboratorio, se procedió a ordenar, procesar, tabular, calcular, diseñar y analizar los resultados obtenidos.

4.5.1. Hidrología:

La información hidrológica suministrada por FUNDISPROS fue considerada en el dimensionamiento de la obra de captación (caudales máximos) y en la determinación de la oferta hídrica disponible (caudales mínimos y medios)

4.5.2. Sedimentología:

Con la información suministrada por parte de FUNDISPROS relacionada con el reporte de laboratorio, se Determinó el diámetro de la partícula con el que se realizó el respectivo dimensionamiento hidráulico del desarenador.

4.5.3. Climatología:

Se realizó una caracterización de la condición climática de la zona de estudio, considerando los reportes de estaciones meteorológicas operadas por el IDEAM.

4.5.4. Demandas de agua:

Con la información derivada del estudio de agrología, en lo relacionado con la determinación por parte del laboratorio de los parámetros de retención de humedad (Capacidad de campo, Punto de Marchitez Permanente y densidad aparente) y con el cálculo de la evapotranspiración potencial que en conjunto con el Kc de cada cultivo define el uso consumo de los mismos, se procedió determinar las demandas de agua representadas por el módulo de riego a nivel decadal para todo un año, por cada serie de suelo y para cada uno de los cultivos que se proyecta establecer en la zona. Finalmente el módulo de riego se definió considerando la década, la serie de suelo y el cultivo que más uso consumo presentó y el caudal del distrito será el resultado del producto entre el módulo de riego obtenido y el área en hectáreas a regar.

4.5.5. Diseño hidráulico:

Se realizó el diseño hidráulico de la captación y el desarenador tomando como punto de partida los estudios previos como lo son el reconocimiento de la zona, la disponibilidad de agua, topografía y sedimentología, para el diseño de la conducción y la distribución se utilizó el software EPANET 2.0 que permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc. utilizando tan solo el interface gráfico. Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.

4.5.6. Diseño Sistema de Riego Intrapredial:

Teniendo en cuenta los cultivos propuestos por los usuarios, se diseñaron parcelas tipo con sistemas de riego modalidad aspersión mediana.

4.5.7. Manual de operaciones:

Considerando los diferentes elementos constituyentes del distrito de riego se elaboró un breve manual en el que se detalla la operación del cada uno de ellos con el fin de que el distrito funcione de manera eficiente.

4.5.8. Presupuesto:

Para finalizar se realizó una cuantificación presupuestal del diseño hidráulico realizado para el distrito de riego.

5. RESULTADOS

5.1. Localización del área del proyecto

El distrito de riego de pequeña escala Asovergel se encuentra ubicado en la parte sur del municipio de Tarqui, entre la ramificación de la cordillera central y la margen izquierda del río Magdalena entre la quebrada Oporapa y las de Lagunilla, Minas y Tinco al norte; al sur del departamento del Huila, el cual beneficiara las veredas de El Vergel, El Tablón de Maito y La Palestina. A esta zona se puede llegar a través de la vía que de Tarqui conduce al centro poblado El Vergel. Desde Neiva, la Capital del Huila hasta el centro poblado El Vergel hay una distancia de 181 km, de los cuales solo 10 km se encuentran sin pavimentar.

El agua para beneficiar el distrito de riego será tomada de la quebrada Maituna, y conducida a través de tubería hasta cada uno de los 183 usuarios, beneficiando 336 hectáreas distribuidas en la zona de influencia del proyecto.

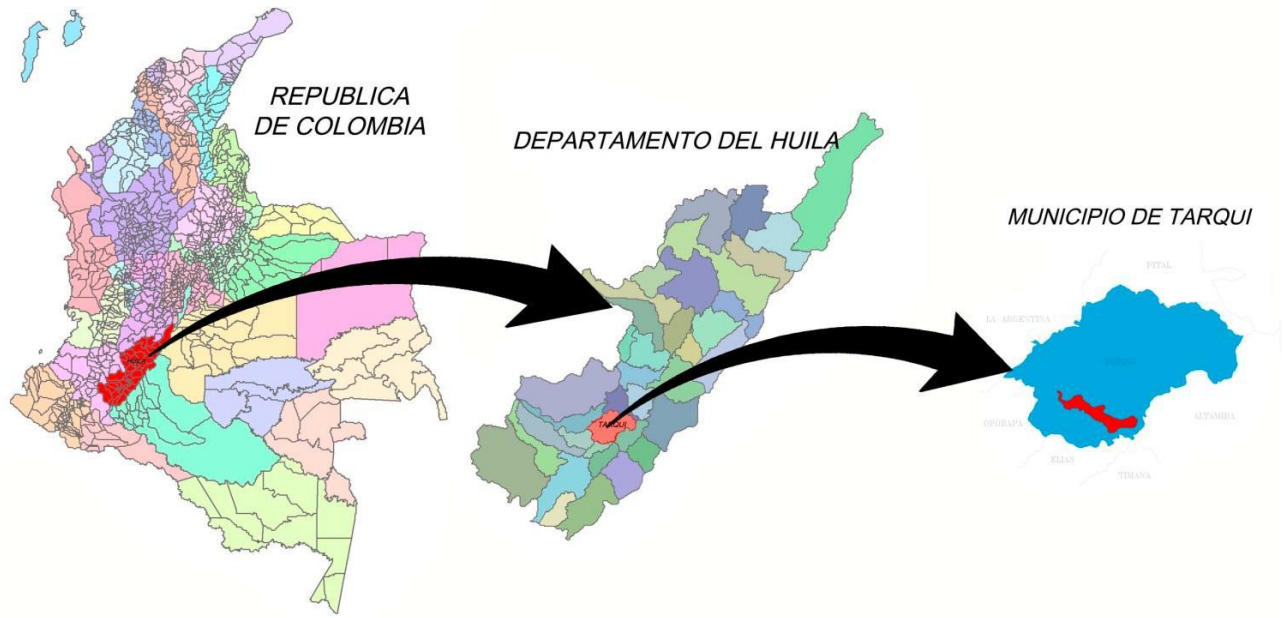


Figura 5. Localización general del proyecto
Fuente: Autor, 2014

5.2. Recolección de información

Tabla 3. Localización Puntos Prediales

Nº DE USUARIOS	NOMBRE DEL USUARIO Y/O REPRESENTANTE	DOCUMENTO DE IDENTIDAD	NOMBRE DEL PREDIO	VEREDA	COORDENADAS		COTA m	AREAS CULTIVOS (Ha)			TOTAL DE Ha
					ESTE	NORTE		Cafe	Uva	Pastos	
1	Abel Artunduaga Osorio	6109764	Los Lagos	El Vergel	1131064.98	720,403,228	1260.917		0.5		0.5
2	Abigail Tovar Chavarro	36100072	El Paraiso	El Vergel	1130965.44	721282512	1278.179			3	3
3	Abraham Meneses Meneses	1081512276	El Alto	El Tablon de Maito	1126958.99	722113208	1368.26	1			1
4	Adison Artunduaga Medina	80728554		El Vergel	1130731.51	720594614	1282.391		0.5		0.5
5	Adolfo Rojas Morera	17116232	La Planada	El Vergel	1131041.54	720926.45	1280.683			3	3
6	Alba Rocio de los Rios Torres	26580076	La esperanza	El Vergel	1133951.18	719625802	1205.69		3		3
7	Albeiro Melo Olaya	17708859	Los Aguacates		1130768.29	720496128	1244.85			1	1
8	Alcibiades Medina Meneces	1660534	Las Mesitas	El Vergel	1127348.23	721627282	1176.555		2		1
9	Alcides Jaramillo Valencia	79663175	La Palma	El Tablon de Maito	1127422.79	722143685	1274.699	1			1
10	Aldemar Orjuela Calderon	18503371	Bella Vista	El Vegon	1131089.35	721551518	1262.576		1		1
11	Alexander Medina	83165403	El Paraiso	El Vergel	1132908.87	718822864	1236.671		5		5
12	Alexander Tovar Artunduaga	83165967	San Jose	El Vergel	1130188.11	721592666	1305.885			4	4
13	Alfredo Gonzales Ochoa	83165764	Finca Buena Vista	El Vergel	1128419.67	722552429	1308.512		2		2
14	Alirio Chaux Perez	4940416	Igeronal	El Vegon	1132573.99	720215512	1235.596	2			2
15	Alirio Rojas Rodriguez	83165496	Villa Yuly	El Vergel	1129018.92	721904167	1280.789		5		5
16	Alveny Tovar Naranjo	26579013	La Planada	El Vergel	1126829.76	722400868	1319.86		2		2
17	Amparo Perdomo Gonzales	26580058	El Chontaduro	El Tablon de Maito	1131051.2	720284377	1262.085	1			1
18	angel maria medina	49409188	Vista Hermosa	El Vergel	1127120.98	722067719	1293.048		1		1
19	Angela Yurany Muñoz Barrera	36296471	El Porvenir	El Tablon de Maito	1128801.27	723057844	1339.479	1			1
20	Anselmo Bermeo Silva	4948723	La Esperanza	El Vegon	1130786.44	720461997	1275.677	2			2
21	Antonio Tovar Trujillo	1660654	Cuevarica	El Vergel	1131255.14	720195482	1257.536			2	2
22	Arcesio Silva Osorio	4940235		El Vergel	1135393.65	720326321	1083.49		0.5		0.5
23	Argemiro Gomez Macias	4610826		El Vergel	1129517.4	721823617	1348.065			5	5
24	Aristobulo Tovar Naranjo	83166333	El Guayabal	El Vergel	1130620.38	720569496	1275.24		2		2
25	Armando Artunduaga Uni	1081512563	Montelargo	EL Vergel	1126455.04	722581775	1380.722		2		1
26	Armando perez	7533513		La Palestina	1126825.73	722442.77	1313.88	1			1
27	Arnobi Perdomo Gonzales	4941324	El Pindal	El Tablon de Maito	1127241.4	722112682	1269.907	1			1

28	Arnulfo Zambrano Bermeo	4940639	La Florencia	El Tablon de Maito	1128507.69	722079671	1245.957	1			1
29	Arturo Palencia Motta	1628426	El Paraiso	El Vegon	1130480.24	721171718	1295.949	2	1		3
30	Augusto Berbeo Escalante	4939707	El Ruby	El Vergel	1127434.15	722339043	1330.162		1		1
31	Aurelio Hoyos Martinez	12240413	Bella Vista	El Tablon de Maito	1127326.07	721989622	1245.605	1			1
32	Bernardo Calle Cadavid	10533985	Casa Loma	El Tablon de Maito	1127681.49	722417473	1316.501	0.5			0.5
33	Bolivar Hoyos Martinez	12264125	el bordo	El Tablon de Maito	1130511.33	720768792	1299.847	1			1
34	Bolivar Muñoz Muñoz	79117691	Villa Leo	El Vergel	1132829.52	718983464	1246.996		0.5		0.5
35	Brigida Artunduaga Castro	26614430	San Jose	El Vergel	1129761.43	721826627	1342.482			4	4
36	Camilo Medina Garzon	83165066	la laguna	El Vergel	1133141.02	719682978	1259.681		4		4
37	Carlos Cabrera Villamil	12100915	La Cruz	El Vergel	1127222.7	721783922	1200.62		2	3	5
38	Carlos Enrique Scarpetta	83041509	Los Lagos	El Tablon de Maito	1132516.48	719937983	1243.186	1			2
39	Cecilia Ramirez Ramirez	36294059	San Jose	El Vergel	1130199.89	721165005	1310.06		1	2	3
40	Cristobal artunduaga	12155086	La Mata de Guadua	El Vergel	1130098.06	721611568	1312.166		3		3
41	Daniel Rivera Bermeo	4940817	El Prado	El Vergel	1130394.93	720897585	1310.069			0.5	0.5
42	Daniel Silva Osorio	4940126	El Triunfo	El Vergel	1131290.55	720183094	1256.455		0.5		0.5
43	Dario Meneses Bermeo	83166789	paraiso	El Tablon de Maito	1127360.79	721961496	1228.096	1			1
44	Delio Barrera Chavarro	4940097	Mi Refugio	El Vergel	1130882.27	720982692	1287.899		1		1
45	Demetrio Ordoñez Grijalba	83165547	La Perla	El Vergel	1130995.81	720418723	1267.161		0.5		0.5
46	Demetrio Ordoñez Navia	4707302	La Concepcion	El Vergel	1130975.15	720448767	1269.91		0.5		0.5
47	Diego Armando Collazos Scarpetta	1080931129	La Loma	El Tablon de Maito	1127368.12	722214267	1313.776	1			1
48	Edgar Rojas Muñoz	4940811	Guayabal	El Vergel	1130444.58	720981893	1304.33	0.5			0.5
49	Edilson Silva Escalante	83166424	El Triunfo	El Vergel	1130945.38	720551766	1272.046		0.5		0.5
50	Edith Rojas Barrera	26452674	El Cajon	El Vergel	1131272.89	720188154	1256.681			3	3
51	Edwar tovar artunduaga	83165221	San Jose	El Vergel	1131644.31	721699428	1251.69		2	2	4
52	Elena Artunduaga Castro	36100038	Penjamo	El Vegon	1128182.78	722637446	1356.726	2			2
53	Elisa Tovar Artunduaga	26578054	La Virginia	El Vergel	1133059.93	719111437	1243.342		2	3	5
54	Elvano Vargas Vega	17655666	El Triunfo	El Vergel	1130525.76	720687921	1293.473		0.25		0.25
55	Epifanio Bermeo	1660617		El Tablon de Maito	1127290.74	722222507	1312.729	1			1
56	Epifanio Bermeo barrera	83044632	La esmeralda	El Tablon de Maito	1131304.67	720180677	1256.746	1			1

57	Ernesto Bermeo Chavarro	12225263	La Eperanza	El Vergel	1127474.95	722122863	1230.73		2		2
58	Ernesto Fajardo Cabrera	83166620		El Vegon	1128591.79	722887097	1321.821	1			1
59	Erney Zambrano Bermeo	12233185	El lidero	El Tablon de Maito	1127429.54	722163688	1276.708	1			1
60	Eroncio Cordoba Cordoba	11789592	El Mirador	El Tablon de Maito	1126998.56	721893677	1266.492	1			1
61	Eufemio Perdomo Meneses	4941343	El Manantial	El Tablon de Maito	1131450.01	720358741	1245.458	1			1
62	Evaristo Ramos Torres	83165525	El Triunfo	El Vergel	1127388.53	722135026	1268.498		2		1
63	Fabio Betancurt Perez	83165599	Cuevarica	El Vergel	1131371.94	720169052	1257.883		1		1
64	Fabio Chaux Perez	4940682	La Esquina	El Vegon	1130834.62	720439973	1273.213	1			1
65	Fabio Nelson Silva Perdomo	83212242	Palestina Baja	La Palestina	1128619.61	722865392	1314.843	1			1
66	Felix Maria Vargas Hoyos	19467850	La Esperanza	El Vegon	1126283.58	722750214	1402.419	1			1
67	Fernando Cabrera Lomelin	12266764	Reforma-Peñitas	El Vergel	1128302.93	722550843	1331.048		2	3	5
68	Fernando Perdomo Fierro	83044844	Los Guayabales	El Tablon de Maito	1131201.09	720184682	1257.401	1			1
69	Ferney Ochoa	83165735	El Triunfo	El Vergel	1126811.79	722196436	1325.7		1		1
70	Francisco Rojas	1660573	La Cruz	El Vergel	1131355.8	720174313	1258.311			5	5
71	Fredy Rengifo Castro	79409701	La Concia	El Vergel	1131178.37	721502436	1260.839		2	3	5
72	Gabino Iquina	10201558		La Palestina	1131916.85	720101331	1238.786	1			1
73	Gerardo Burbano Paz	83166515	La Planada		1126145.05	722891982	1287.89			1	1
74	Gilberto Bermeo Bermeo	12231050	Esperanza	El Tablon de Maito	1127510.7	721892001	1209.866	1			1
75	Gilberto Cabrera Palacios	11570145	San Sebastian	El Tablon de Maito	1126974.56	722093554	1357.639	1			1
76	Gildardo Palencia Castro	83165004	la vega	EL Vegon	1128444.14	721833137	1235.95	2			1
77	Gregorio Artunduaga Muñoz	4940384	Las Avelas	El Vergel	1129925.26	721655.23	1327.409		1		1
78	Griceria Castro De Palencia	36100034	El Cortijo	El Vergel	1130754.53	720788864	1295.698		1		1
79	Gustavo Artunduaga Osorio	12155066	El Mirador	El Vergel	1130636.9	720669747	1292.149		1	1	2
80	Hector Felix Quevedo Ochoa	15885528	Casa Lote	El Vergel	1128521.63	722441338	1286.707		1		1
81	Hector Renza Garzon	83165716	El Limon	El Vegon	1130578.77	720973142	1301.058	1			1
82	Helena Tovar Artunduaga	26579390	San Jose	El Vergel	1133038.45	719234.12	1267.265		2	2	4
83	Henry Ochoa Trujillo	4940888	Triunfo	El Vergel	1131335.34	720370.49	1245.372	1	1		2
84	Hernan Tovar Artunduaga	12155039	La Cabaña	El Vergel	1130320.61	720782432	1293.521	3	2		5
85	Honorio Ochoa Barrera	83166505	el morro	El Vergel	1129013	721972	1294.59			2	2
86	Hugo Bermeo	12238664		El Vergel	1129138.89	721943071	1288.443	1			1
87	Hugo Fernando Rojas Fajardo	1078777313	San Miguel	El Vergel	1131315.29	720811582	1261.436		3	2	5
88	Humberto Chaux Perez	4940911	Las Veguitas	El Vegon	1128458.49	722883675	1343.005	1			1
89	Ilber Artunduaga Calderon	80772737	Los Lagos	El Vergel	1131326.92	720022636	1238.839		1		1

90	Jaime Pastrana Cuellar	12228282	Campo Bello	El Vergel	1131225.22	720208345	1258.455	0.5			0.5
91	Jainober Chaux escarpeta	83166463	El Predegal	El Vergel	1131395.9	720165636	1255.931		1		1
92	Jairo Menza Muñoz	18385135	El Triunfo	El Vergel	1127121.25	722013999	1274.091		2		1
93	Jairo Muñoz Chavarro	4941254		El Tablon de Maito	1127298.03	721632539	1172.437	1			2
94	Jelacio Claros escarpeta	4903102		El Tablon de Maito	1128411.38	722812.76	1341.485	1			1
95	Jesus Antonio Renza Rovis	4928081	el limon	El Vegon	1130896.97	720374596	1268.386	2			2
96	Jose Ailsar Ome Murcia	83230963	Venecia	El Vergel	1132674.55	719587.82	1249.717			4	4
97	Jose Albeiro Meneces	85231345	El Triunfo	El Vegon	1131278.12	720207482	1254.726	2			1
98	Jose Antonio Trejos Cabrera	1081512119	El Triunfo	El Vergel	1130341.5	720881102	1312.26		0.5		0.5
99	Jose Domingo Bolaños Meneses	1654918	El Recreo	El Vergel	1128838.29	722856812	1353.722	0.5			0.5
100	Jose Edgar Chaux Perez	83165040	El Guayabal	El Vegon	1126791.88	722257333	1336.803	1			1
101	Jose Honorio Ordoñez Uribe	83166033	El caimo	El Tablon de Maito	1126811.42	722337659	1325.94	1			1
102	Jose Humberto Claros Ortiz	18411310	El Paraiso	El Vergel	1131458.96	720168902	1247.952		1		1
103	jose ignacio ramos	4940810	el guayabal	El Tablon de Maito	1128832.95	721547819	1217.812	1			1
104	Jose lizardo Chavarro	49413777	El Guadualito	El Vegon	1127380.28	721719537	1190.236	1			1
105	Juan Alfonso Rojas Muñoz	4941312	La estancia	El Vergel	1130299.67	720937056	1309.303	0.5			0.5
106	Juan Carlos Dussan Quiza	12123219	El Guayabal	El Vergel	1129700.7	721424829	1342.56		3	2	5
107	Juan De Dios Bermeo Barrera	83165784	Vista Hermosa	El Tablon de Maito	1127520.81	721757871	1192.113	1			1
108	Justino Scarpetta Jaramillo	4941202	Buena Vista	El Tablón de Maito	1127256.4	721976.88	1249.345	1			1
109	Kevin Yamit Sanchez	79729241	Mirador	El Tablón de Maito	1130440.62	721078237	1301.051	1			1
110	Ligia Castro Ardila	36100042	La Fortuna	El Vergel	1129969.43	721012.34	1325.548			1	1
111	Liliana Ochoa	26492884	La Virginia	El Vergel	1128513	722771306	1323.957		2		2
112	Lorenzo Rojas	4941024	los mangos	El Vegon	1128748.41	722548493	1284.563	2			2
113	Lorenzo Rojas Ramos	83231932	escondite	El Vegon	1128178.35	721975.3	1251.259	2			2
114	Luis Amilcar Alvarez Chavarro	11384600	Patio Bonito	El Vegon	1131622.88	720173157	1244.852		3		3
115	Luis Antonio Quevedo	1083865271	La Caraguaja	El Vergel	1130511.78	721330664	1290.01		2		2
116	Luis Carlos Rengifo Castro	7686733	La Concia	El Vergel	1127187.13	722187788	1311.421		5		5
117	Luis Eduardo Chilito Medina	18503374	Confital	El Tablon de Maito	1130960.71	720291416	1262.685	2			2
118	Luis Eduardo Medina Otaña	4940241	Casa Lote	El Vergel	1127132.29	722220817	1350.001		0.25		0.25
119	Luz Alba Claros Artunduaga	26579149	La Fortuna	EL Vergel	1128719.75	721950173	1252.015		1		1
120	Luz Angela Calderon Manrique	36287430	Bella Vista	El Tablon de	1128726.95	722753681	1312.537	1			1

				Maito							
121	Luz Angela Ome Murcia	36289297		EL Vergel	1126817.73	722457.95	1311.86	1			1
122	Luz mery Palencia De Chaux	26578012	Los Altares	El Vegon	1130363.29	721281477	1292.436	1			1
123	Luz Nely Bohorges	55196981	la falda	La Palestina	1130448.07	720784981	1300.39	1			1
124	Manuel Herney Santacruz Chavarro	12228795	el junquito	El Vergel	1132693.04	718803188	1254.015		1		1
125	Maria Benavides Vargas	36100019	La Cueva rica	El Vergel	1131535.04	720121588	1243.501		1		1
126	Maria Del Carmen Chavarro Sanchez	26579552	El Granadillo	El Vergel	1127518.83	721822297	1201.03		2	3	5
127	Maria Edilma Cuellar De Claros	36100055	El Porvenir	El Vergel	1131016.77	720297813	1260.744		1		1
128	Maria Elida Medina Benavides	55058627	El Divino Niño	El Vergel	1127126.38	722152128	1332.416		2	3	5
129	Maria Gladis Scarpeta Barrera	55196131	La Planada	El Tablon de Maito	1130069.83	721088.48	1321.888	1			1
130	Maria Miriam Barrera De Cetina	2699808	La Milagrosa	El Tablon de Maito	1130427.05	720879863	1308.044	1			1
131	Maria Nelcy Orjuela Calderon	26482682	El Paraiso	El Tablon de Maito	1135194.48	719601915	1121.34	1			1
132	Mariano Barrera Chavarro	83165869	El Guamal	El Vergel	1127095.74	722224116	1362.598		1		1
133	Mariela Benavides Cruz	40382019	el junquito	El Vergel	1130516.87	720966918	1301.65			5	5
134	Mario Hoyos	4881372	El Alto	El Tablon de Maito	1131768.21	720505799	1236.45	2			1
135	Martha Erika Artunduaga Ortiz	26493101	la planada	El Vergel	1130281.82	720986098	1312.501		1		2
136	Martha Ligia Parra Morera	55160443	San Miguel	El Vergel	1126869.64	722192886	1349.265		3	2	5
137	Matias Lopez	12225790	La ilucion	El Vergel	1130925.21	720351195	1268.245		0.5		0.5
138	Mercedes Fierro	36294618	El Respaldo	El Tablon de Maito	1130395.58	720888344	1309.598	1			1
139	Miguel Angel Calderon Tovar	4940548	Casa Blanca	El Vergel	1131923.98	720126.02	1237.65		1		1
140	Miguel Artunduaga Medina	83165794	Casa Lote	El Vergel	1127027.48	721884316	1259.938		1		1
141	Mireya tovar Artunduaga	26579170	El Paraiso	El Vergel	1128506.39	722643556	1312.957			4	4
142	Nolberto Chavarro Palencia	4941353	EL Bosque	El Vegon	1129740.58	721137235	1338.591	2			2
143	Oiden Cabrera Cuellas	13471351	Casa Lote	El Vergel	1127130.69	722237.11	1354.933		0.25		0.25
144	Olga Maria Artunduaga Castro	26616626	La Virginia	El Vergel	1128832.49	722919.85	1353.955		5		5
145	Oscar Mauricio Osso Muñoz	12201845	El Cachingal	El Tablon de Maito	1128107.16	722508495	1331.511	1			1
146	Pablito Chaux Palencia	83166143	Campoalegre	El Vegon	1127412.88	721935161	1222.474	1			1
147	Paulo Cesar Scarpetta mendez	12194660	Las Acacias	El Vegon	1126819.75	722269492	1343.87	3		2	5
148	Pedro Maria Scarpetta	83912359	El Mirador 1	El Tablon de Maito	1133030.6	719414447	1265.498	2			2
149	Pedro Nel Perdomo Gonzales	83231891	El Porvenir	El Tablon de	1127229.97	722018574	1252.21	1			1

				Maito							
150	Rafael Tovar Artunduaga	83165321	San Jose	El Vergel	1130446.19	720826306	1303.527		2	2	4
151	Ramiro Bermeo Chavarro	12198597	La Fortuna	El Tablon de Maito	1128479.86	722251582	1263.063	1			1
152	Ramiro Chaux Calderon	4941133	La esperanza	El Vergel	1132607.95	720184.78	1237.11		1		1
153	Ramon Chaux Perez	4940408	Higueronal	El Vegon	1131408.72	720193648	1250.71	1			1
154	Reinaldo Rojas Morera	17122692	Los Dindes	El Vergel	1131027.5	720947785	1281.722		3		3
155	Robert Artunduaga Osorio	83165198	La Virginia	El Vergel	1128584.45	722816411	1316.499		1	1	2
156	Roberto Rojas Ramos	12233777	El Triunfo	El Vegon	1132788.68	719127177	1222.412	2			1
157	Rodrigo Tovar Tovar	4904383	El Madroñal	El Vergel	1130484.53	720776.35	1300.176		3	2	5
158	Rolando Garzon Lopez	83166039	Casa Lote	El Vergel	1129687.18	721872237	1341.654		0.25		0.25
159	Roque Ochoa Trujillo	12155044	La Muralla	El Vergel	1127255.88	721663898	1174.112	1			1
160	Rosa Helena Chavarro De SantaCruz	26579943		El Tablon de Maito	1130228.57	721154552	1312.096		1		1
161	Rosalía Trujillo Ramirez	26537106		El Vergel	1130599.59	720907765	1303.137		1		1
162	Rubiela Nuñez De Ochoa	26577886	La esperanza	El Vergel	1127221.87	721761426	1198.384		1		1
163	Salomon Claros	4941033	Los Aguacales	El Tablon de Maito	1133291.03	719093783	1202.016	1			1
164	Sandra Milen Bermeo de los Rios	1080930280	Sinai	El Vergel	1130823.41	720641201	1289.399			2	2
165	Serafin Tovar Naranjo	86165984	La Planada	El Vergel	1126826.79	722254002	1342.14		4	1	5
166	Severiano Ramos Perdomo	1081514040	el Hueco	El Tablon de Maito	1135355.59	720270615	1087.82	1			1
167	Sigifredo Galeano Cabal	14442870	El mirador	El Vergel	1130276.32	720831467	1290.162			5	5
168	Soledad Artunduaga Medina	26579372	La Planada		1128964.77	721590824	1288			1	1
169	Tiberio Diaz Rico	419851	El Guamal	El Vergel	1127581.44	722329038	1290.741	1			2
170	Tiberio Scarpetta Jaramillo	4941205	Guadualito	El Vergel	1130868.71	720964536	1287.698	1			1
171	Tirso Eber santacruz Chavarro	83165083	La Cruz	El Vergel	1130343.94	721195715	1303.788		1		1
172	Tito collazos	4941281	Gethsemani	El Tablon de Maito	1127216.58	722089243	1266.967	2			2
173	Victor Andres Tovar Trujillo	1081514122	El Guayabal	El Vergel	1130726.64	721140853	1291.552			1	1
174	Victor Felix Collazos Manrique	4940717	Mi Fortuna	El Tablon de Maito	1130869	720392547	1268.319	2			1
175	Victor Felix Tovar Chavarro	12188963	La Planada	El Vergel	1128215.15	722681327	1361.419		1	4	5
176	Willian Artunduaga Osorio	83164746	Villa Hermosa	El Vergel	1127262.57	721740878	1195.477		0.5		0.5
177	Willian claros Scarpetta	80167046	El Mirador	El Tablon de Maito	1128438.04	722396.65	1283.941	1			1
178	Willian Rene Claros Artunduaga	83166873	La camacha	El Vegon	1131154.98	720448.75	1266.053	2			2
179	Yamilda Perdomo Claros	26578516	El Llano	El Vergel	1126219.25	723143102	1436.71			1	1
180	Yanet chaux bermeo	1081514367	La Ceja	El Vegon	1131015.59	720320119	1261.67	1			1

181	Yeison Leandro Ñañez Perdomo	1081513566		La Palestina	1130784.02	720731237	1294.59	1			1
182	Yeniver Ochoa Trujillo	83166385	El Limon	El Vergel	1131620	720032	1261.67		1		1
183	Yoany Ochoa Chau	26492911	San Isidro	El Vergel	1128435.29	722879833	1341.044		0.5		0.5
		café	uva	pastos	AREA						
		100.5	131	104.5	336 Has						
					TOTAL						

Fuente: Autor, 2014

5.3. Levantamiento topográfico

En el Levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico del Distrito de Riego El Vergel se utilizó una Estación Total Electrónica TOPCON GTS 239W, se efectuó por el Método de Poligonal Abierta, en el cual se realizan cambios de estación con una distancia aproximada de 30 a 40 mts entre sí, las cuales varían dependiendo de las características del terreno, con unas coordenadas geográficas norte, este y altura sobre el nivel del mar proporcionadas por un sistema de posicionamiento global GPS.



Figura 6. Estación Total TOPCON GTS 239W
Fuente: Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda, 2012

Dentro de estos cambios de estación se realiza una constante verificación de coordenadas al moverse de lugar y tomando línea atrás, ya que por la clase de software la estación Total Electrónica así lo exige. Esto hace que el error que se presente sea mínimo comparado con el obtenido en el levantamiento topográfico con GPS.

La cartera de campo se evidencia en el ANEXO E.

5.4. Hidrología.

El estudio de hidrología fue proporcionado por parte del departamento de hidroclimatología de la empresa FUNDISPROS.

Los resultados suministrados de caudales máximos, medios y mínimos se relacionan en las siguientes tablas.

Tabla 4. Cálculo de caudales medios para la microcuenca quebrada La Maituna

FUENTE HÍDRICA	FACTORES				Q _{med} (m³/s)	RENDIM.* (lt/s-Km²)
	ÁREA (Km²)	Im (m/Km)	Pma (mm/año)	% Bosque		
MICROCUEENCA QUEBRADA LA MAITUNA						
Quebrada La Maituna	80.34	466.4	967.5	43	1.66	20.61
ÁREA DESDE EL NACIMIENTO QUEBRADA LA MAITUNA HASTA BOCATOMA DEL PROYECTO						
Quebrada La Maituna	59.23	455.8	967.5	43	1.19	20.09

* El rendimiento hídrico de una cuenca está referido al caudal medio multianual por unidad de área que se genera en un punto determinado de la cuenca.

Fuente: Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA, 2014

Tabla 5. Cálculo de caudales máximos para la microcuenca quebrada La Maituna

FUENTE HÍDRICA	ÁREA (Km²)	CAUDALES MÁXIMOS (m³/s)					
		PERIODOS DE RETORNO (AÑOS)					
		2.33	5	10	25	50	100
MICROCUEENCA QUEBRADA LA MAITUNA							
Quebrada La Maituna	80.34	42.5	54.2	63.7	75.7	84.6	93.4
ÁREA DESDE EL NACIMIENTO QUEBRADA LA MAITUNA HASTA BOCATOMA DEL PROYECTO							
Quebrada La Maituna	59.23	33.4	42.6	50.1	59.5	66.5	73.4

Fuente: Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA, 2014

Tabla 6. Cálculo de caudales mínimos o de máximo estiaje para la microcuenca quebrada La Maituna

FUENTE HÍDRICAS	FACTORES				Q _{min} (m ³ /s)
	ÁREA (Km ²)	ε	Pma (mm/año)	λ	
MICROCUEENCA QUEBRADA LA MAITUNA					
Quebrada La Maituna	80.34	0.64	967.50	1.0	0.31340
ÁREA DESDE EL NACIMIENTO QUEBRADA LA MAITUNA HASTA BOCATOMA DEL PROYECTO					
Quebrada La Maituna	59.23	0.64	967.50	1.0	0.23105

Fuente: Ingeniería de Riegos y Obras Civiles LTDA, 2014

5.5. Sedimentología

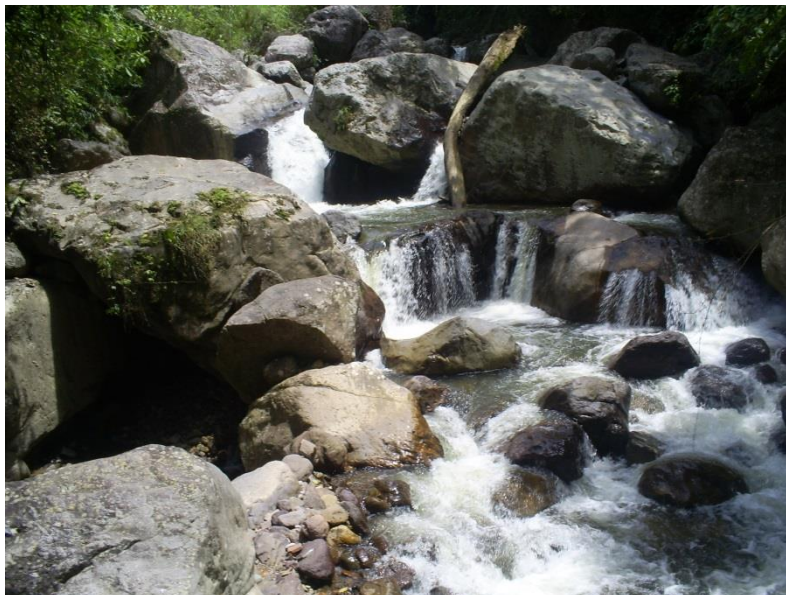


Figura 7. Quebrada la Maituna
Fuente: Autor, 2014

5.5.1. Transporte de sedimentos quebrada La Maituna

Los sedimentos son conjuntos de partículas de diverso, tamaño y forma que llevan las corrientes de agua en su seno, cuyo origen se debe a procesos geológicos de

meteorización, erosión y denudación.

El suelo es removido constantemente de la superficie de la tierra por la acción de algunos agentes de erosión, como son: el agua, el viento y la gravedad que actúan sobre las formaciones superficiales y subterráneas de la corteza terrestre. Este material suelto es transportado por el viento o por las corrientes de agua hacia lugares más bajos en donde son depositados en lagos, estuario y océanos.

La erosión producida por el agua ocasiona fenómenos espectaculares en las tierras del norte del departamento, en donde se encuentra el llamado "Desierto de La Tatacoa", y puede ser imperceptible, como la erosión laminar que se presenta en el sur del Huila (IGAC 1995).

(Linsley, Kohler, & Paulus, 1977) (1981) Manifiestan que dado que el agua es uno de los principales agentes de erosión y vehículo principal de transporte del material erodado, se hace importante determinar las tasas de transporte y señalar los medios para controlar la erosión en los sitios donde se produce, tanto para conservar el suelo en su sitio, como para minimizar la acumulación en valles y tierras fértiles.

No se hicieron estudios de sedimentología, ya que esta agua según los análisis realizados en el Laboratorio de Aguas de la Universidad Surcolombiana no presenta sólidos sedimentables para hacer la prueba de sedimentología. Por tal razón se opta por realizar un estudio granulometría de partículas de fondo, para considerar el tamaño de las partículas para el diseño del desarenador (ver resultados ensayo granulometría).

El propósito del análisis granulométrico es determinar el tamaño de las partículas que se encuentran en el fondo del lecho del cauce y fijar, en porcentaje su peso total la cantidad de granos de distintos tamaños que el mismo contiene. El método más usado y más directo para separar las partículas de distinto tamaños consiste en el uso de tamices.

Las muestras de partículas de fondo se tomaron sobre el cauce de la quebrada La Maituna y se analizaron en el Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Surcolombiana.

Teniendo en cuenta los resultados de la granulometría se puede determinar que las partículas de mayor tamaño retenidas en el tamiz de 1/2" representan el 0.17% (4.80 gr) de la masa total de la muestra analizada (2755.9 gr). El mayor porcentaje de partículas fueron retenidas en el tamiz 40 con un 21.41% (590.0 gr) considerada arena gruesa. El menor porcentaje de partículas fueron retenidas en el tamiz 200 con un 0.41% (11.30 gr) considerada arena muy fina. Y en el fondo el porcentaje de partículas que fueron retenidas con un 0.50% (13.90 gr).

Figura 8. Granulometría Sedimentos Quebrada La Maituna



Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO: GRANULOMETRÍA

PROYECTO:

LOCALIZACION: QUEBRADA LA MAITUNA, VEREDA PALESTINA, MCPIO TARQUI

INGENIERA: OLGA PATRICIA GONZALEZ VALENCIANO

PESO: 2755.9 gr.

TAMIZ	AFERTURA DEL TAMIZ EN mm	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% EN PESO QUE PASA
4"	101.600	0.00	0.00	0.00	100.00
3 1/2"	88.900	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	4.80	0.17	0.17	99.83
3/8"	9.525	10.90	0.40	0.57	99.43
4	4.760	62.90	2.28	2.85	97.15
8	2.380	160.30	5.82	8.67	91.33
10	2.000	66.00	2.39	11.06	88.94
12	1.680	67.20	2.44	13.50	86.50
16	1.190	274.80	9.97	23.47	76.53
20	0.840	351.20	12.74	36.22	63.78
30	0.590	577.40	20.95	57.17	42.83
40	0.420	590.00	21.41	78.58	21.42
50	0.297	345.10	12.52	91.10	8.90
100	0.149	194.30	7.05	98.15	1.85
140	0.105	25.80	0.94	99.09	0.91
200	0.074	11.30	0.41	99.50	0.50
FONDO		13.90	0.50	100.00	0.00
SUBTOTAL		2755.9	100.00		

OBSERVACIONES:

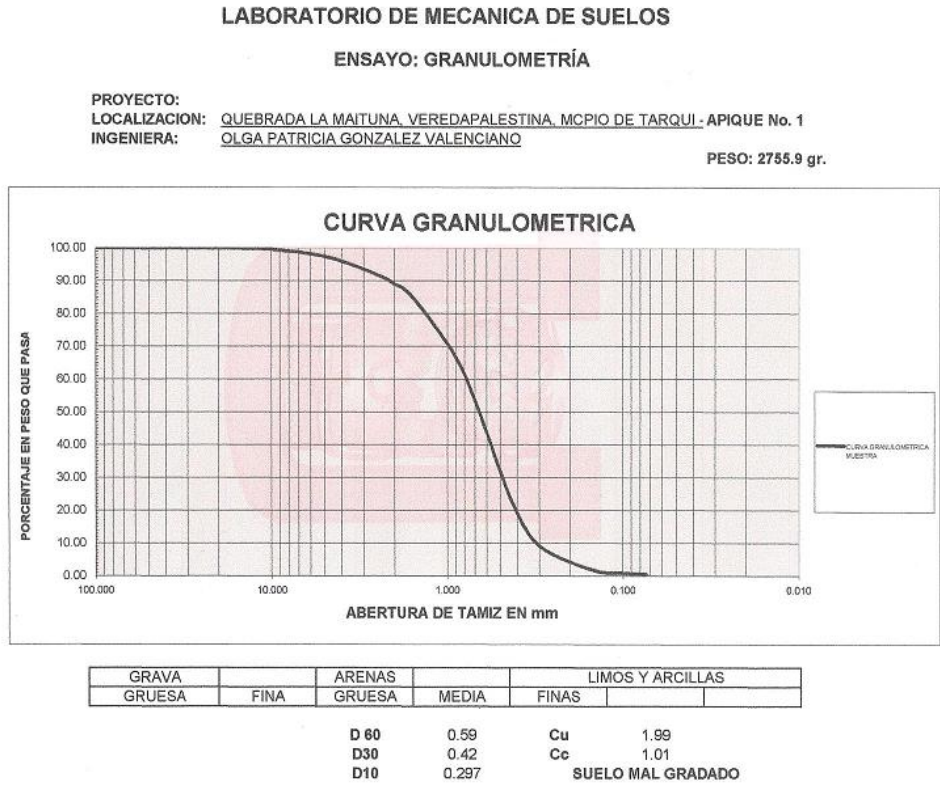
Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos USCO, Material suministrado por FUNDISPROS

Figura 9. Estudio Sedimentología. Curva Granulométrica

Avenida Pastirana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752434
 WWW.USCO.EDU.CO
 NEIVA - HUILA



Universidad Surcolombiana
 NIT 891.180.084-2



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos USCO, Material suministrado por FUNDISPROS

5.6. Agrología

El análisis edafológico se realizó con base en documentos existentes relacionado con el medio físico, así como la revisión y evaluación del estudio de suelos elaborado por el IGAC en 1994, del cual se realizó la verificación de campo e inventario de las unidades cartográficas y su contenido pedológico sobre un área de influencia de aproximada de 1467.60 hectáreas, teniendo en cuenta las series de suelos más representativas en donde se localizaran usuarios beneficiarios del minidistrito de riego de riego ASOVERGEL

La metodología utilizada se estableció de acuerdo a las especificaciones dadas por el IGAC para los estudios de agrología en donde los tipos de relieve fueron agrupados en unidades cartográficas, sobre las cuales se identificaron unidades de paisaje, establecidas mediante el análisis integrado de la geomorfología, geología, material parental, vegetación y enmarcadas dentro de condiciones climáticas

definidas, tendientes a la corroboración del contenido pedológico que menciona el IGAC.

Las agrupaciones de suelos que se presentan, consideran una serie de variables tales como: la textura, estructura, susceptibilidad a la erosión, drenaje natural, profundidad efectividad, presencia de macros y microorganismos, además de las condiciones físicas y químicas de cada serie de suelos seleccionada. Las características generales de cada unidad cartográfica se representan en las descripciones de los perfiles modales de cada una de las series de suelos muestreadas las cuales se separaron cartográficamente con base en su concepto taxonómico, con su respectiva fase y ubicación en el área de estudio.

Descripción del área de estudio.

La microcuenca quebrada LA MAITUNA nace en el ecosistema estratégico de la serranía de Las Minas en la cota 2100 m.s.n.m y recorre 21.02 Km hasta su desembocadura en el río Magdalena en la cota 875 m.s.n.m. y su pendiente varía desde 22% hasta el 4.5% en la desembocadura.

El estudio se hizo en una extensión de 1467.60 hectáreas aproximadamente, que corresponde al 4.22% de la extensión del total del territorio del municipio. Para el muestreo de suelos y análisis se tuvo en cuenta las series de suelos que ocupaban mayor área y se encontraba un mayor número de usuarios que desarrollaban alguna actividad agropecuaria.

La descripción de los suelos en el área de estudio, se realizó según los parámetros establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en el Estudio General de Suelos del departamento del Huila 1994; haciendo los respectivos ajustes con base en la información del Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Tarqui, 1999 y el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Magdalena POMAM - Volumen I Tomo B Geomorfología y Suelos. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1997.

La metodología utilizada se estableció de acuerdo a las especificaciones dadas por el IGAC para los estudios de agrología en donde los tipos de relieve fueron agrupados en unidades cartográficas, sobre las cuales se identificaron unidades de paisaje, establecidas mediante el análisis integrado de la geomorfología, geología, material parental, vegetación y enmarcadas dentro de condiciones climáticas definidas, tendientes a la corroboración del contenido pedológico que menciona el IGAC.

Las agrupaciones de suelos que se presentan, consideran una serie de variables tales como: la textura, estructura, susceptibilidad a la erosión, drenaje natural, profundidad efectividad, presencia de macros y microorganismos, además de las condiciones físicas y químicas de cada serie de suelos seleccionada. Las características generales de cada unidad cartográfica se representan en las descripciones de los perfiles modales de cada una de las series de suelos

muestreadas las cuales se separaron cartográficamente con base en su concepto taxonómico, con su respectiva fase y ubicación en el área de estudio.

Las características geomorfológicas, litológicas y pedológicas de los suelos de la zona de estudio se resumen en el Cuadro 1 y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra el porcentaje de cobertura de cada unidad de suelo en el área de estudio.

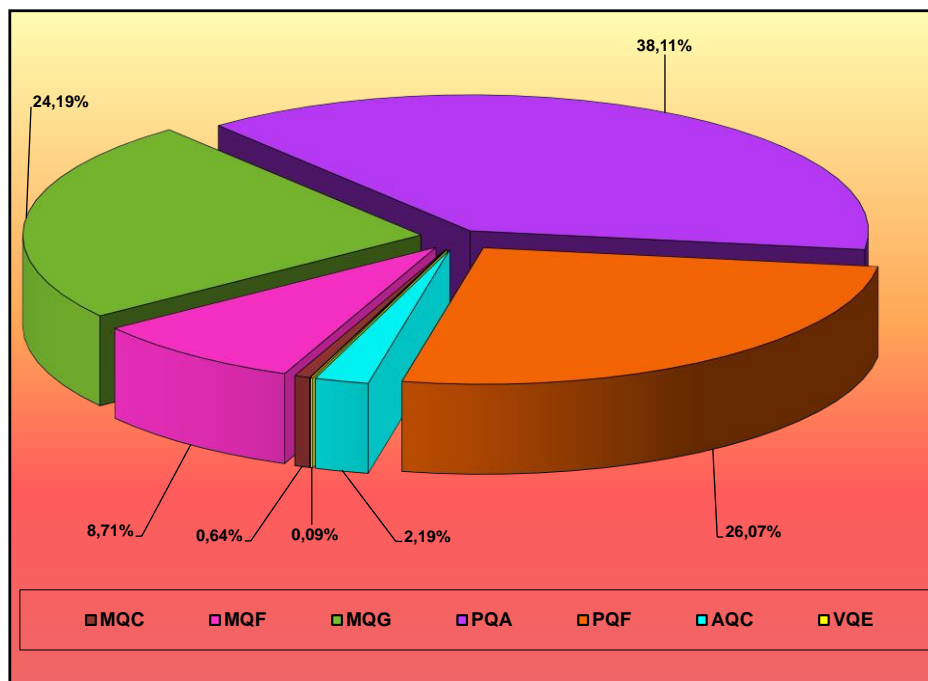
Cuadro 1. Fisiografía y taxonomía de los suelos del área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila

SÍMBOLO	NOMBRE	PAISAJE	CLIMA	PEND. (%)	EROSIÓN	RELIEVE	CONTENIDO PEDOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS				LITOLOGIA/ SEDIMENTOS	FASES	ÁREA (has)	%			
								PROFUNDIDAD	DRENAJE	ACIDEZ	FERTILIDAD							
MQC	Suelos de montaña de clima medio y húmedo	Montaña	Medio y húmedo	50 - 75	Débil o Nula	Filas y Vigas - Escarpado	Asociación Typic Humitropepts - Typic Hapludands	Superficiales a moderadamente profundos	Bien drenados	Ácidos	Moderada a Baja	Rocas ígneas (granodioritas, riolitas, andesitas) parcialmente cubiertas por cenizas volcánicas	f	9.33	0.64			
MQF				25 - 50 50 - 75 > 75	Débil o Nula - Moderada	Escarpes Cañones y Taludes - Fuertemente Quebrado - Escarpado - Fuertemente Escarpado	Grupo Indiferenciado Lithic Troporhents - Typic Troporhents - Afloramientos Rocosos	Superficiales	Bien a excesivamente drenados	Ácidos	Moderada y baja	Materiales muy variados: areniscas, lutitas, conglomerados, cuarcitas	e f2 g2	127.83	8.71			
MQG				7 - 12 12 - 25 25 - 50 50 - 75	Débil o Nula - Moderada	Relieves Estructurales Crestones y Flatirones - Ondulado - Ligeramente Ondulado - Fuertemente Quebrado - Escarpado	Asociación Typic Humitropepts - Oxic Dystropepts	Moderadamente profundos a profundos	Bien drenados	Ácidos	Baja	Areniscas, arcillas y pizarras	c d e f2	355.04	24.19			
PQA				Suelos de piedemonte de clima medio y húmedo	Piedemonte		3 - 7	Débil o Nula	Abanicos y Glacis de Erosión - Ligeramente Ondulado	Asociación Typic Argiudolls - Typic Hapludalfs	Superficiales a moderadamente profundos	Bien drenados	Ligeramente ácidos	Moderada	Materiales detríticos de variada naturaleza	b	559.24	38.11
PQF							12 - 25	Débil o Nula - Moderada	Abanicos y Glacis de Erosión - Quebrado	Asociación Ustoxic Humitropepts - Entic Hapludolls - Typic Troporhents	Muy superficiales y moderadamente profundos	Bien drenados	Ácidos	Moderada	Material detríticos en matriz arcillosa	d d2	382.65	26.07

SÍMBOLO	NOMBRE	PAISAJE	CLIMA	PEND. (%)	EROSIÓN	RELIEVE	CONTENIDO PEDOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS				LITOLÓGIA/ SEDIMENTOS	FASES	ÁREA (has)	%
								PROFUNDIDAD	DRENAJE	ACIDEZ	FERTILIDAD				
AQC	Suelos de altiplanicie disectada de clima medio y húmedo	Altiplanicie		12 - 25	Débil o Nula	Colinas y Lomas - Quebrado	Asociación Mollic Hapludalfs - Typic Dystropepts	Superficiales y profundos	Bien drenados	Ácidos	Moderada	Arcillas residuales de la alteración de rocas volcánicas, parcialmente cubiertas por ceniza volcánica	d	32.17	2.19
VQE	Suelos de los valles de clima medio y húmedo	Valle		0 - 3	Débil o Nula	Terrazas - Plano	Asociación Typic Tropofluvents - Aquic Dystropepts - Aquic Tropofluvents	Moderadamente profundos y superficiales	Bien a imperfectamente drenados	Ácidos	Moderada y Baja	Aluviones gruesos y pedregosos	a	1.33	0.09
TOTAL												1467.60	100		

Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento del Huila (IGAC-1994), Esquema de Ordenamiento Territorial EOT, del municipio de Tarqui, 1999, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Magdalena POMAM - Volumen I Tomo B Geomorfología y Suelos. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1997 y Grupo Consultor, (2012).

Gráfica 1. Unidades de suelo del área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento Huila



Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento del Huila (IGAC-1994), Esquema de Ordenamiento Territorial EOT, del municipio de Tarqui, 1999, Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Magdalena POMAM - Volumen I Tomo B Geomorfología y Suelos. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1997 y Autor, (2014).

El suelo, conforme actúan factores y procesos formadores, va adquiriendo un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas con una dimensión horizontal y otra vertical. Como regla general, el contenido en materia orgánica y la actividad biológica decrecen con la profundidad. Las variaciones producidas en la componente horizontal se deben, también generalmente, a cambios en factores naturales como vegetación o topografía o a cambios relacionados con el uso/manejo; actividades agrícolas, ganaderas o forestales.

El perfil del suelo es un corte vertical del terreno, que permite estudiar el suelo en su conjunto desde la superficie hasta el material original. Al observar un perfil se pueden distinguir capas que se denominan horizontes, ya que su disposición suele ser horizontal. Cada horizonte presenta características y propiedades más o menos diferentes, de ahí que sea muy importante su identificación para estudiarlos, describirlos y muestrearlos separadamente. Se les asigna una letra en función de sus características para diferenciarlos entre sí dentro del perfil.

Un horizonte de diagnóstico es el conjunto de horizontes edáficos que presentan características similares y que son indicativas de determinadas clases de suelos. Los horizontes que identificamos en un perfil tienen algunas características diferentes, de ahí que los separemos al estudiar el suelo, pero puede ocurrir que reúnan características comunes a la hora de clasificarlo. Es común la presencia de varios horizontes B o A. Para fines de taxonomía, estos se unen para establecer los horizontes diagnósticos y a la hora de clasificar el suelo actúan como uno sólo. Se distinguen dentro de los horizontes de diagnóstico los epipedones, horizontes diagnóstico superficiales, y endopedones, horizontes diagnóstico subsuperficiales. El número de horizontes diagnóstico varía en función de la taxonomía elegida para clasificar los suelos. La taxonomía de FAO establece 40.

Para el presente estudio inicialmente se realizó una recopilación y análisis de los principales estudios realizados sobre el tema, documentos cartográficos relacionados con el medio físico del área de estudio, mapas foto geológicos, mapas de zona de vida o formaciones vegetales de Colombia, Estudio General de Suelos del Departamento del Huila. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 1994, fotografías aéreas de la zona de estudio, Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Tarqui, 1999 y el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Magdalena POMAM. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1997.

El análisis e interpretación de estos estudios, indicaron las pautas para la realización del trabajo de campo. Escogiendo el método de comprobación para la escogencia de los sitios de muestreo.

Este método consiste en una comprobación de las unidades de suelos descritas en el Esquema de Ordenamiento Territorial EOT del municipio de Tarqui, 1999; el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Alta del Río Magdalena POMAM - Volumen I Tomo B Geomorfología y Suelos. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, 1997 y el Estudio General de Suelos Departamento del Huila, IGAC, 1994; a través de un muestreo de caracterización físico-químico.

Inicialmente se tomó el mapa de suelos del departamento del Huila, se le sobrepuso el

plano del área de estudio obtenido del levantamiento topográfico realizado en campo y con apoyo de la cartografía del EOT del municipios de Tarqui, 1999, se definió las unidades cartográficas incluidas en dicha área. De este ejercicio se seleccionaron 3 series de suelos representativas para el área de estudio; teniendo en cuenta que las series de suelos seleccionadas fueran las de mayor área y donde se localizara un mayor número de lotes que se beneficiaran directamente del agua para riego de sus cultivos con la construcción del minidistrito de riego de ASOVERGEL. Posteriormente se georeferenció un sitio de muestreo para cada serie de suelos y con base en la información del Estudio General de Suelos del Departamento del Huila, IGAC, 1994; se realizó su respectiva calicata y descripción de dicho perfil.

El contenido pedológico de las series de suelos seleccionadas en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL son: Asociación Typic Humitropepts - Oxíc Dystropepts, de símbolo **MQG**; Asociación Typic Argiudolls - Typic Hapludalfs, de símbolo **PQA** y Asociación Ustoxic Humitropepts - Entic Hapludolls - Typic Troprothents, de símbolo **PQF**.

De acuerdo con el grado de pendiente y la erosión se separaron las siguientes fases:

MQGf2: Suelos de relieve escarpado con pendientes 50 - 75% y erosión moderada.

PQAb: Suelos de relieve ligeramente ondulado con pendientes 3 - 7% y erosión débil o nula.

PQFd2: Suelos de relieve quebrado con pendientes 12 - 25% y erosión moderada.

Se ubicaron los puntos de muestreo sobre el mapa, considerando que quedará en cada unidad cartográfica y también observando el acceso al sitio. Estos puntos se ubicaron en campo mediante la ayuda de un GPS, al momento de georeferenciar los puntos se replantearon los que quedan en sitios fuera de estudio, es decir, casas, pantanos, ríos, en estos casos los puntos se cambiaron teniendo en cuenta mediante la cartografía que no se salieran de la unidad cartográfica correspondiente y se georeferenciaba la nueva ubicación.

Se llevaron a cabo en cada punto de muestreo seleccionado las siguientes labores:

- ✎ Toma o recolección de muestras para análisis físico-químico con profundidad de muestreo de 0 – 50 cm.
- ✎ Entrega a laboratorio de la USCO para estudios de propiedades físicas (textura, C.C, PMP, Da) y análisis completo de Propiedades Químicas con recomendaciones técnicas para cultivo.
- ✎ Estudio de infiltración básica Ib en campo en las 8 unidades cartográficas de muestreo seleccionadas. 144

Descripción de perfiles por el método del perfil extendido, separando horizontes, determinando a cada uno la profundidad, textura al tacto, estructura, consistencia, color, porosidad, pedregosidad, presencia de macroorganismos y raíces entre otros. Mediante la realización de calicatas. Cada calicata se hizo de 1.0 m x 1.0 m y hasta una profundidad de 1.20 m máximo. Estas calicatas se describen en forma detallada en el 144B.

La clasificación de estos suelos se realizó según las normas establecidas en el Manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos de los EUA, con algunas modificaciones introducidas por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC), con el objeto de adaptar el criterio básico taxonómico de la serie de suelos, caracterizándola cartográficamente, usando la fórmula que se muestra en el mapa respectivo en la cual se indica: serie, el tipo del suelo, la textura del horizonte superficial, el drenaje natural, la pendiente, la profundidad efectiva y el grado de erosión.

Teniendo en cuenta el área de estudio, se definió realizar tres (3) calicatas estratégicamente ubicadas en el área de estudio dentro de tres lotes de usuarios del minidistrito de riego ASOVERGEL para cada serie de suelos y tres (3) tomas de muestras para análisis físico-químicos; definiendo de esta manera la unidad de medida para muestreo en 1467.60 ha que corresponde al área de estudio; escogiendo entonces los siguientes predios:

Cuadro 2. Sitios de muestreo seleccionados en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila

No. PERFIL	UNIDAD DE SUELO	COORDENADAS		VEREDA	USUARIO	NOMBRE PREDIO
		ESTE	NORTE			
1	MQGf2	1127216.58	722089.24	TABLÓN DE MAITO	VÍCTOR COLLAZOS	LA ESPERANZA
2	PQAb	1131622.88	720173.15	EL VERGEL	LUIS CARLOS RENGIFO	LA CONCIA
3	PQFd2	1133291.03	719093.783	EL VERGEL	SANDRA MILENA BERMEO	LA Balsa

Fuente: Autor, 2014.

Las calicatas que se hicieron para describir los perfiles modales o típicos de cada serie, se encuentran localizados en el plano adjunto series de suelos, junto con los sitios de pruebas de infiltración, lugares que sirvieron para tomar las muestras de suelos y que fueron enviadas posteriormente a los laboratorios de la Universidad Surcolombiana de Neiva, para los respectivos análisis físicos y de fertilidad.

A continuación se relacionan los resultados obtenidos y que serán de utilidad en la estimación de los requerimientos hídricos.

Cuadro 3. Propiedades hidrofísicas del área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila

No. PERFIL	UNIDAD DE SUELO	USUARIO	PREDIO	MUESTRA LAB.	PROF. HORIZ. (cm)	COLOR	FRACCIÓN (%)		TEXTURA	DENSIDAD APARENTE (gr/cm³)	HUMEDAD (%)		INFILTRACIÓN (cm/hr)
							A:	L:			Ar:	CC 0.3 bar (%)	
1	MQGf2	VÍCTOR COLLAZOS	LA ESPERANZA	M1	0 - 30	10YR3/3	A:	77.30	FRANCO ARENOSO	1.35	18.94	8.91	3.89 (Moderada)
							L:	12.28					
							Ar:	10.42					
				M2	30 - 57	10YR4/3	A:	78.40	FRANCO ARENOSO	--	--	--	
							L:	10.58					
							Ar:	11.02					
				M3	57 - 120	10YR7/4	A:	74.40	FRANCO ARENOSO	--	--	--	
							L:	12.70					
							Ar:	12.90					
2	PQAb	LUIS CARLOS RENGIFO	LA CONCIA	M1	0 - 30	10YR5/4	A:	55.80	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.48	39.15	20.89	0.75 (Moderadamente Lenta)
							L:	23.20					
							Ar:	21.00					
				M2	30 - 120	10YR5/3	A:	72.00	FRANCO ARENOSO	--	--	--	
							L:	12.00					
							Ar:	16.00					
3	PQFd2	SANDRA MILENA BERMEO	LA BALSA	M1	0 - 20	10YR4/3	A:	73.20	FRANCO ARENOSO	1.52	23.56	10.73	0.33 (Lenta)
							L:	17.60					
							Ar:	9.20					
				M2	20 - 50	10YR3/3	A:	62.40	FRANCO ARCILLO ARENOSO	--	--	--	
							L:	15.40					
							Ar:	22.20					
				M3	50 - 120	10YR5/4	A:	68.76	FRANCO ARENOSO	--	--	--	
							L:	14.24					
							Ar:	17.00					

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2014

Cuadro 4. Resultados de los análisis químicos de suelos en laboratorio en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila

UNIDAD DE SUELO	MUESTRA No	PROF. (cm)	pH	% MO	CIC	P	Ca	Mg	Na	K	BT	% SB	Al	Ca/Mg	Ca + Mg/K	Mg/K	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE
MQG	1	0-30	5.34	1.38	19.14	21.50	14.59	2.89	0.27	1.79	19.54	102.09	0.08	5.05	9.77	1.61	FA	1.35
PQA	1	0-20	4.92	1.01	11.97	8.40	5.40	1.33	0.35	0.67	7.75	64.75	ND	4.06	10.05	1.99	FArA	1.52
PQF	1	0-30	5.12	1.65	8.39	10.40	3.34	1.70	0.47	0.34	5.85	69.73	ND	1.96	14.82	5.00	FA	1.48
PROMEDIO			5.13	1.35	13.17	13.43	7.78	1.97	0.36	0.93	11.05	78.86	0.08	3.69	11.55	2.87		1.45

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2014

Cuadro 5. Resultados e interpretación análisis químico de suelos en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila

PERFIL	UNIDAD DE SUELO	% M.O.	% C	% NT	%NA	C/N	N (ppm)	N Disp. (kg/ha)	P (kg/ha)	P ₂ O ₅ Disp. (kg/ha)	K (kg/ha)	K ₂ O Disp. (kg/ha)	Ca (kg/ha)	CaO Disp. (kg/ha)	Mg (kg/ha)	MgO Disp. (kg/ha)
1	MQG	1.38	0.80	0.069	0.0010	11.59	9.66	40.50	87.08	199.40	2827.31	3421.04	11817.90	16545.06	1404.54	2387.72
2	PQA	1.01	0.59	0.051	0.0008	11.68	7.07	24.32	25.54	58.48	794.35	961.17	3283.20	4596.48	485.18	824.81
3	PQF	1.65	0.96	0.083	0.0012	11.64	11.55	53.28	46.18	105.74	588.74	712.38	2965.92	4152.29	905.76	1539.79

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2014

Cuadro 6. Cobertura y uso actual del suelo en el área de estudio para el minidistrito de riego ASOVERGEL municipio de Tarqui departamento del Huila

CLASE	SUBCLASE	SISTEMAS	SÍMBOLO	ÁREA (ha)	%
USO AGROPECUARIO					
TIERRAS DE USO AGRÍCOLA	CULTIVOS PERMANENTES	Café	Cc	22.49	1.53
		Consociación: Café/Cacao	Cc/Ca	52.75	3.59
		Consociación: Café/Caña panelera	Cc/Cp	41.75	2.84
		Consociación: Café/Plátano	Cc/PI	24.34	1.66
		Consociación: Café/Rastrojo	Cc/Ra	13.69	0.93
		Consociación: Café/Caña panelera/Plátano	Cc/Cp/PI	6.00	0.41
		Consociación: Café/Plátano/Yuca	Cc/PI/Yc	158.90	10.83
		Consociación: Café/Yuca/Plátano	Cc/Yc/PI	5.49	0.37
TIERRAS CON USO PECUARIO	PASTOS	Pastos manejados	Pm	138.63	9.45
		Pasto natural	Pn	560.62	38.20
		Consociación: Pasto natural/Guadua	Pn/Gu	0.29	0.02
		Pasto con rastrojo	Pr	343.02	23.27
TIERRAS SIN USO AGROPECUARIO	Tierras eriales		Te	10.68	0.73
	Zona urbana		Zu	22.58	1.54
USO PROTECTOR					
BOSQUES	BOSQUE SECUNDARIO	Bosque secundario	Bs	16.96	1.16
COBERTURAS NATURALES	VEGETACIÓN NATURAL ARBUSTIVA	Rastrojo	Ra	49.41	3.37
TOTAL				1467.60	100

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2014

5.7. Caracterización climatológica

Con la información de registros climatológicos de otros estudios realizados en la región y la información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, se efectuó el inventario preliminar de las estaciones meteorológicas y se seleccionaron aquellas que se consideraron de utilidad para los propósitos y el alcance del estudio.

Tabla 7. Estación meteorológica empleada para la determinación del análisis climático del área de influencia del proyecto

Nº	ESTACIÓN	MUNICIPIO	TIPO	DPTO.	COORDENADAS	ELEV. (m.s.n.m.)	AÑOS DE REGISTRO
1	Tarquí	Tarquí	PM	Huila	2°06' N - 75°49' W	830	1990 - 2009
2	La Betulia	Agrado	CO	Huila	2°16' N - 75°42' W	780	1989 - 2009

CO: Climatológica Ordinaria

PM: Pluviométrica

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2014

El record de información con que se cuenta para el análisis climático de la zona se considera significativo, dado a que existen estaciones climatológicas cerca del área de estudio. De acuerdo con las estaciones operadas por el IDEAM (Ver Información climatológica), se escogió una (1) estación representativa, localizada en el municipio de Tarquí: (pluviométrica – Estación Tarquí).

En el siguiente cuadro se relacionan los registros mensuales y anuales extraídos de la información climatológica que se presenta en su totalidad en el ANEXO D. Registros Meteorológicos

D

Cuadro 7. Información climatológica del área de influencia del proyecto

PARÁMETRO	UNID	VALOR (mensual)												TOTAL ANUAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Temperatura	°C	24.4	24.5	24.3	24.1	24.2	23.9	23.8	24.3	24.9	24.8	24.3	24.2	24.3
Humedad Relativa	%	77	77	79	80	79	77	73	70	68	73	78	79	76
Velocidad del Viento	m/s													
Brillo Solar	horas													
Evaporación del Tanque														
Evapotranspiración Potencial	mm	108.76	99.91	107.85	103.00	107.84	100.84	102.49	108.75	113.31	114.77	104.28	106.06	1277.85

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2010

5.7.1. Precipitación.

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

La distribución temporal de los aguaceros se determina con el cálculo para cada estación del coeficiente pluviométrico o relación entre lo que llueve realmente cada mes y lo que debería llover si la precipitación fuera uniforme a lo largo del año. Así, con base en tal coeficiente, se identificaron claramente los periodos lluviosos o secos que durante el año son característicos para el sitio.

Para el cálculo del índice mencionado, se utilizó la expresión:

$$Cp_i = \frac{P_i}{\bar{P}}$$

Dónde:

Cp_i : Índice pluviométrico para el mes “i”

P_i : Precipitación observada para el mes “i” (mm)

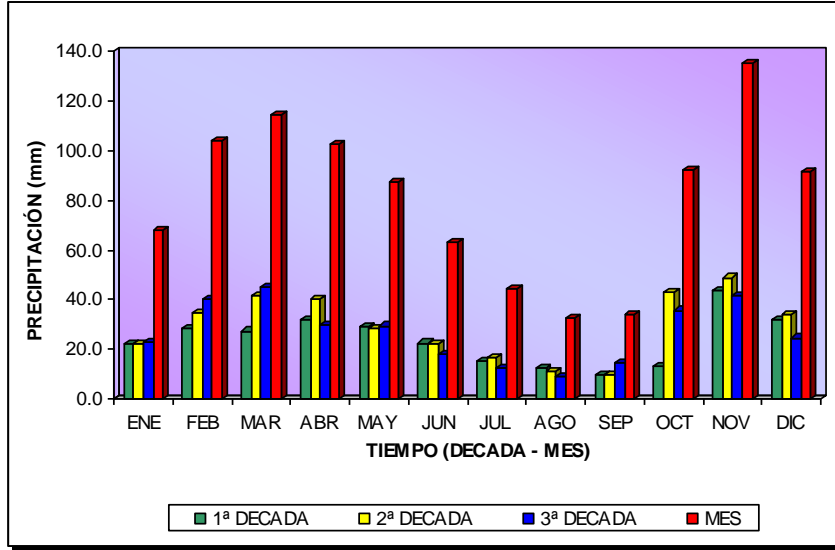
\bar{P} : Precipitación promedia mensual $= \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (P_i)$

En la Tabla 8 y Gráfica 2, se muestra el comportamiento de las precipitaciones medias decadales, mensuales y anuales para la estación seleccionada (Tarqui) para el análisis.

Tabla 8. Estudio Demandas de Agua. Distribución media decadal, mensual y anual de precipitación de la estación seleccionada en el área de influencia del proyecto

PERIODOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
1ª DÉCADA	22.4	28.6	27.5	32.1	29.5	22.7	15.5	12.7	9.7	13.4	43.9	32.2	290.2
2ª DÉCADA	22.1	34.9	41.8	40.1	28.3	22.4	16.5	11.1	9.6	42.9	48.9	34.3	352.8
3ª DÉCADA	23.2	40.5	44.9	30.1	29.6	17.9	12.4	9.1	14.5	35.8	41.9	24.7	324.5
TOTAL	67.7	104.1	114.1	102.3	87.4	62.9	44.3	32.9	33.8	92.0	134.7	91.2	967.5

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2010



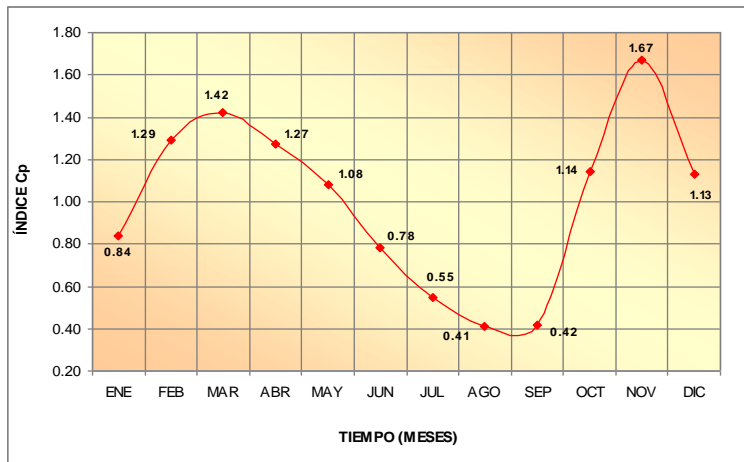
Gráfica 2. Promedios decadales, mensuales multianuales de precipitación de la estación Tarqui
Fuente: Autor, 2014

En la Tabla 9 se presentan los valores obtenidos para el índice pluviométrico de la estación y su representación gráfica se muestra en la Gráfica 3, junto con la identificación de los periodos húmedos o secos para la misma.

Tabla 9. Índice pluviométrico para la estación seleccionada del área de influencia del proyecto

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
TARQUÍ	67.7	104.1	114.1	102.3	87.4	62.9	44.3	32.9	33.8	92	134.7	91.2	80.6
Índice Cp	0.84	1.29	1.42	1.27	1.08	0.78	0.55	0.41	0.42	1.14	1.67	1.13	

Fuente: Grupo Consultor, 2010



Gráfica 3. Régimen de lluvias en la estación Tarqui
Fuente: Autor, 2014

Con los resultados mostrados por el histograma y los índices pluviométricos, se determina que el régimen de precipitación del área de influencia del proyecto a través del año (tanto decadal como mensual) se caracteriza por las temporadas lluviosas que se presentan entre los meses de febrero a mayo, la primera, y de octubre a diciembre la segunda, siendo más intensa la segunda temporada, con valores máximos en los meses de octubre a diciembre (91.2 y 134.7 mm).

El periodo seco o de verano se presenta entre mediados del mes de mayo y se prolonga hacia mediados de octubre, con valores de precipitación mensual que oscilan entre 32.9 mm a 87.4. El mes con más baja precipitación es agosto, con valor de 32.9 mm.

También se observa que la lluvia caída en las décadas de cada mes, no presentan una marcada diferencia entre ellas, es decir, tienden a ser homogéneas o llueve uniformemente todo el mes.

Este anterior comportamiento define entonces una media anual multianual de 967.5 mm para la estación Tarqui.

En general, de lo anterior se puede concluir que en promedio el 45.0% de las lluvias anuales ocurren durante los cinco meses del periodo seco y el 55.0% se presenta en los siete meses de invierno mencionados.

Ordenando los valores de las estaciones base de mayor a menor se calculó la precipitación con probabilidad de ocurrencia del 50% y 75%, los cuales se obtuvieron transformando los datos de frecuencia a probabilidad con la expresión (Tabla 7):

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100$$

Dónde:

m: Número de orden

n: Número de años de registro

Tabla 10. Precipitación Decadal estación Tarqui (Probabilidad del 50% y 75%)

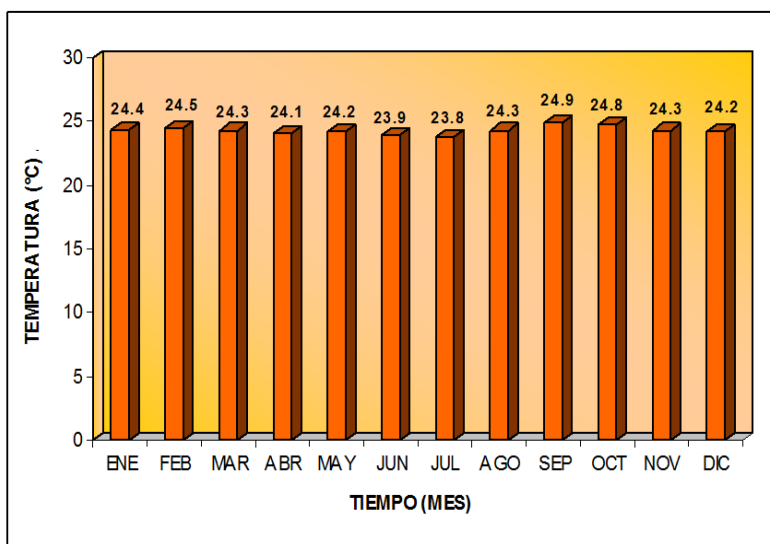
No. ORDEN	PR (%)	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5.0	133.0	204.0	174.9	177.6	160.2	232.4	173.6	145.7	171.4	163.6	136.8	124.6	171.2	101.7	110.8	193.7	72.4	50.5
2	10.0	106.4	135.2	128.8	105.3	140.2	153.6	110.4	145.0	163.3	154.7	128.6	98.2	129.0	80.0	95.1	138.8	66.0	46.6
3	15.0	101.6	126.2	98.4	100.6	118.6	148.3	103.0	128.9	161.1	99.2	104.2	92.7	91.4	43.4	72.1	78.7	64.9	36.0
4	20.0	81.3	106.1	92.9	88.3	106.8	139.9	92.0	112.0	121.4	93.3	95.0	82.8	86.8	36.7	60.7	69.7	34.3	24.6
5	25.0	74.9	102.6	60.5	87.1	85.6	110.9	79.9	105.4	97.4	80.0	78.3	76.0	65.8	36.1	51.9	58.3	27.9	19.1
6	30.0	70.5	97.1	39.8	77.0	61.9	83.0	68.1	99.9	83.5	78.4	71.0	71.1	51.0	35.8	51.5	55.8	25.5	18.5
7	35.0	69.3	86.1	39.4	73.3	44.1	58.6	60.1	97.1	71.1	64.9	66.8	50.5	47.5	28.5	50.0	34.8	18.6	14.2
8	40.0	59.5	79.6	36.1	72.3	40.3	52.3	58.6	76.3	68.1	59.8	62.2	50.0	23.4	23.5	36.9	27.1	10.3	8.6
9	45.0	59.0	65.6	30.6	71.3	40.1	37.4	57.8	71.5	67.0	52.4	61.1	47.6	17.2	22.2	29.9	23.9	8.6	8.1
10	50.0	57.9	57.3	26.9	67.8	33.8	33.1	55.1	70.5	62.9	52.3	53.3	36.7	16.6	21.3	22.7	11.2	8.3	6.3
11	55.0	49.8	50.1	20.3	50.8	33.7	31.0	52.2	58.5	40.8	34.9	52.7	34.3	14.6	11.0	20.3	11.1	5.1	5.1
12	60.0	48.3	46.8	15.5	35.9	28.9	28.1	33.3	49.7	22.7	30.5	46.2	31.8	11.5	9.4	13.6	8.1	3.5	4.2
13	65.0	44.8	42.3	12.3	29.7	26.2	20.9	32.7	45.3	22.3	21.3	40.8	30.8	2.2	8.5	11.2	7.8	1.6	3.8
14	70.0	33.2	35.3	10.3	24.0	15.8	15.0	32.0	44.1	20.9	18.7	28.1	28.9	1.8	2.7	3.2	4.0	1.3	0.4
15	75.0	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
16	80.0	6.2	31.7	5.1	19.4	6.3	5.8	3.2	20.3	12.3	13.1	7.2	16.1	0.8	0.0	0.7	0.2	0.2	0.0
17	85.0	1.6	23.5	3.5	6.4	0.2	1.2	0.0	17.4	10.4	0.0	0.5	10.3				0.0	0.0	0.0
18	90.0	1.5	6.3	0.0	5.6	0.0	0.6	0.0	0.0	10.0	0.0								
19	95.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0											
No. ORDEN	PR (%)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5.0	38.7	30.8	45.0	41.5	41.5	65.0	72.6	80.4	169.9	101.0	124.2	185.6	278.8	160.7	181.1	122.0	241.5	98.5
2	10.0	38.2	15.7	35.6	23.7	28.5	31.6	50.3	24.3	59.2	55.8	85.9	110.5	198.1	148.4	158.7	120.0	135.3	83.0
3	15.0	32.4	13.9	25.2	21.7	24.3	26.8	30.5	15.6	53.1	51.9	61.0	110.4	143.9	102.9	146.5	109.7	133.6	61.5
4	20.0	21.4	12.8	11.4	14.5	22.3	26.2	27.4	14.6	46.5	48.3	59.7	99.9	134.9	98.7	125.7	95.1	118.8	59.6
5	25.0	20.2	12.7	8.6	14.1	20.8	22.4	19.6	14.3	36.4	43.5	57.9	87.7	104.3	87.3	123.4	91.3	113.7	46.9
6	30.0	18.5	10.4	8.2	6.6	18.1	10.2	14.3	14.1	32.4	39.5	51.0	82.3	104.1	84.6	105.6	88.1	100.8	38.8
7	35.0	10.4	8.9	7.8	6.6	14.8	9.3	13.6	9.7	26.0	31.0	48.8	81.0	69.4	83.2	91.6	83.5	100.2	35.7
8	40.0	10.3	6.4	5.8	4.5	8.2	7.4	13.0	7.5	25.8	30.9	41.9	77.0	66.8	79.2	91.3	77.3	80.8	35.1
9	45.0	8.9	5.5	5.2	3.3	7.5	6.9	9.3	6.6	25.0	20.7	39.8	73.7	60.1	79.1	85.9	76.2	80.2	33.0
10	50.0	8.6	4.7	5.0	2.5	2.2	6.5	8.2	3.6	24.8	4.2	30.7	58.4	53.5	77.0	73.7	59.3	76.6	32.5
11	55.0	7.7	2.0	4.8	0.4	2.1	6.4	2.5	0.2	23.0	2.3	29.3	57.5	52.3	64.1	44.9	46.2	72.8	26.7
12	60.0	7.4	0.7	1.0	0.3	0.5	4.7	2.3	0.0	15.3	0.3	16.4	55.4	49.9	60.4	41.1	38.4	70.8	21.6
13	65.0	5.4	0.4	0.8	0.1	0.5	2.4	0.9	0.0	7.7	0.1	11.8	52.4	34.7	53.8	34.7	31.9	59.6	21.5
14	70.0	4.5	0.3	0.5	0.0	0.1	0.2	0.5	0.0	7.2	0.0	10.4	44.8	15.2	49.7	30.7	30.1	53.1	19.6
15	75.0	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
16	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	2.8	9.5	8.4	24.9	12.3	8.4	37.2	10.9
17	85.0				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	5.4	3.3	9.5	10.3	0.0	35.4	10.2
18	90.0				0.0	0.0	0.0			0.0					2.8	10.0		0.0	0.0
19	95.0																		

Fuente: Autor, 2014

5.7.2. Temperatura

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

Con base en los registros de Temperatura (Cuadro 7) de la estación La Betulia, se elaboró el histograma (Gráfica 4).



Gráfica 4. Valores medios mensuales multianuales de Temperatura de la estación La Betulia

Fuente: Autor, 2014

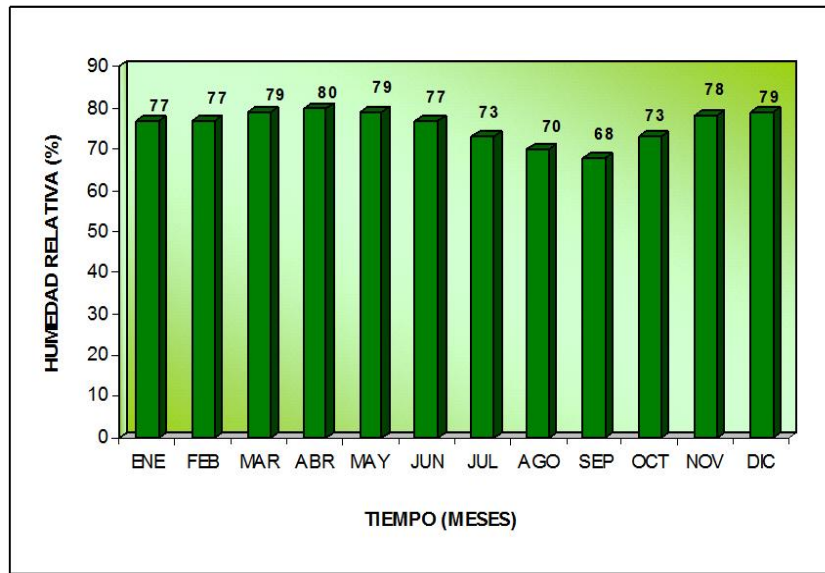
La dinámica de la temperatura presenta un comportamiento bimodal inverso al de las precipitaciones en donde el período lluvioso registra las menores temperaturas dada la influencia de la nubosidad asociada a la precipitación, que actúa como barrera al impedir la llegada directa de los rayos solares.

De acuerdo con la información proporcionada por la estación climatológica seleccionada, los meses de mayor temperatura corresponden a los meses de septiembre y octubre con valores de temperatura que oscilan entre 24.8 a 24.9°C; los meses de menor temperatura corresponden a junio y julio, con temperaturas entre 23.8 a 23.9°C. La variación máxima encontrada es de 1.1 °C.

5.7.3. Humedad relativa

La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua

contenida en un volumen de aire y la que tendría si estuviese saturado a la temperatura a que se encuentra dicho aire. También, se encuentra directamente relacionada con los ciclos de precipitación e inversamente proporcional a los de temperatura. El comportamiento de la humedad relativa obedece a un régimen asociado al de la temperatura, donde al incrementarse esta última, aumenta la capacidad atmosférica de retener vapor de agua y si ésta no recibe aportes adicionales de vapor, la humedad disminuye⁵.



Gráfica 5. Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa de la estación La Betulia
Fuente: Autor, 2014

Los registros de humedad relativa, presentan un comportamiento relativamente homogéneo a lo largo de todo el año en el área del Proyecto

Durante los meses más cálidos, la humedad relativa es baja mientras que en la temporada húmeda la relación se invierte. Esto significa que los mayores valores de humedad se presentan en los meses de marzo a mayo para el primer semestre del año, y, noviembre y diciembre para el segundo, alcanzando valores hasta del 80% según los datos reportados por la estación La Betulia y los meses de menor humedad están entre julio y septiembre, con valores hasta de 68%.

5.7.4. Evapotranspiración potencial

La ETP se refiere a la cantidad de agua usada por el cultivo en la transpiración a través de las hojas y en la evaporación directa desde la superficie del suelo, sin tener en cuenta los

⁵ GUILLO A Y OTROS. Guía para la elaboración de Estudios del Medio Físico. MOPT. Madrid, 1994

aportes de las aguas subterráneas ni las pérdidas por percolación. Es decir, la evapotranspiración es la cantidad de agua perdida por el cultivo que debemos reponer en el riego. La evapotranspiración depende de la interacción de factores climáticos, entre otros.

La ETP varía en el curso del año, siendo mínima en períodos de invierno y máxima en períodos de verano. También varía con la latitud y la longitud (zona geográfica) que se considere.

Para lograr lo anterior, el cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP) se realizó por el método de Thornthwaite (1948), puesto que es el que mejor se ha comportado en zonas tropicales, además, por la disponibilidad de la información de las estaciones. Para el cálculo de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite, se tiene en cuenta los datos de temperatura, ya que la ecuación utilizada está en función de ésta.

$$ETP = 1.6K_a \left(10 \frac{T_j}{I} \right)^a$$

Donde:

ETP: Evapotranspiración potencial mensual (cm)

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

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

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

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

$$a = 675 \times 10^{-9} (I)^3 - 771 \times 10^{-7} (I)^2 + 179 \times 10^{-4} (I) + 0.49239$$

Para balances hídricos a nivel diario, el valor de la ETP debe obtenerse diariamente. Para los balances hídricos mensuales y/o decadales, si la ETP debe obtenerse a partir del cálculo de las fórmulas empíricas, este valor se calcula en forma mensual para ambos casos.⁶

Con base en la evapotranspiración potencial mensual, se debe calcular la decadal, dividiendo su valor por el número de días del mes y multiplicándolo por el número de días de la década.

⁶ CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA CONSERVACIÓN INTEGRAL DE LA LADERA - CECIL, INSTITUTO NACIONAL DE ADECUACIÓN DE TIERRAS - INAT, AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN – JICA. Curso Avanzado: Módulo “Área de manejo de aguas”. ITA – Valsalice – Comunidad Salesiana – Fusagasuga, 1990

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

Tabla 11. Cálculo de ETP decadal por Thornthwaite para el área del proyecto

MES	T	I	a	Ka	ETP (cm)	ETP (mm)
ENERO	24.4	11.02	3.05	1.03	10.876	108.76
1ª DÉCADA						35.08
2ª DÉCADA						35.08
3ª DÉCADA						38.59
FEBRERO	24.5	11.09	3.05	0.94	9.991	99.91
1ª DÉCADA						35.68
2ª DÉCADA						35.68
3ª DÉCADA						28.54
MES	T	I	a	Ka	ETP (cm)	ETP (mm)
MARZO	24.3	10.95	3.05	1.04	10.785	107.85
1ª DÉCADA						34.79
2ª DÉCADA						34.79
3ª DÉCADA						38.27
ABRIL	24.1	10.82	3.05	1.01	10.300	103.00
1ª DÉCADA						34.33
2ª DÉCADA						34.33
3ª DÉCADA						34.33
MAYO	24.2	10.89	3.05	1.05	10.784	107.84
1ª DÉCADA						34.79
2ª DÉCADA						34.79
3ª DÉCADA						38.26
JUNIO	23.9	10.68	3.05	1.02	10.084	100.84
1ª DÉCADA						33.61
2ª DÉCADA						33.61
3ª DÉCADA						33.61

JULIO	23.8	10.61	3.05	1.05	10.249	102.49
1ª DÉCADA						33.06
2ª DÉCADA						33.06
3ª DÉCADA						36.37
AGOSTO	24.3	10.95	3.05	1.04	10.875	108.75
1ª DÉCADA						35.08
2ª DÉCADA						35.08
3ª DÉCADA						38.59
SEPTIEMBRE	24.9	11.37	3.05	1.01	11.331	113.31
1ª DÉCADA						37.77
2ª DÉCADA						37.77
3ª DÉCADA						37.77
OCTUBRE	24.8	11.30	3.05	1.04	11.477	114.77
1ª DÉCADA						37.02
2ª DÉCADA						37.02
3ª DÉCADA						40.72
NOVIEMBRE	24.3	10.95	3.05	1.00	10.428	104.28
1ª DÉCADA						34.76
2ª DÉCADA						34.76
3ª DÉCADA						34.76
DICIEMBRE	24.2	10.89	3.05	1.03	10.606	106.06
1ª DÉCADA						34.21
2ª DÉCADA						34.21
3ª DÉCADA						37.63
TOTAL ANUAL		131.52				1277.85

Fuente: Autor, 2014

Partiendo de los datos de temperatura de la estación tenida en cuenta para el área de influencia, se calculó mediante inferencia dicha variable para el área del proyecto. Los valores de evapotranspiración potencial media permiten ver que son homogéneos para la zona. El mes de octubre es el de mayor déficit en todo el año con valor de 114.77 mm, en el mes de octubre se presenta la década de mayor evapotranspiración siendo esta la tercera con un valor de 40.72 mm, representando una evapotranspiración diaria de 3.70 mm. El área del proyecto presenta una evapotranspiración potencial aproximada de 1277.85 mm al año.

5.8. Demandas de agua.

Como uno de los objetivos del presente proyecto es el diseño de un distrito de riego, es necesario para ello cuantificar la cantidad de agua que se requiere para abastecer las necesidades hídricas de los cultivos propuestos por los productores usuarios del distrito. Para cumplir objetivamente lo expuesto con anterioridad, es necesario establecer para la zona el balance hídrico agrícola.

5.8.1. Balance hídrico agrícola

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

Los análisis de las propiedades físicas e hidrodinámicas del suelo se realizaron en cada serie de suelo con mayor influencia en el área del proyecto (MQGf₂, PQAb, PQFd₂), y se tuvieron en cuenta para determinar las propiedades físicas generales para el área del proyecto mediante el promedio ponderado (Tablas 12 y 13).

Tabla 12. Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente para cada una de las series de suelos representativas del área de estudio

No. SUELO	UNIDAD DE SUELO	HORIZONTE PROFUNDIDAD (cm)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	CAPACIDAD DE CAMPO (%)	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (%)
1	MQGf ₂ (A = 292.72 Has)	0 – 30	1.35	18.94	8.91
		30 – 57			
		57 – 120			
2	PQAb (A = 535.38 Has)	0 – 30	1.48	39.15	20.89
		30 – 120			
3	PQFd ₂ (A = 114.63 Has)	0 – 20	1.52	23.56	10.73
		20 – 50			
		50 – 100			

Fuente: Laboratorio de suelos Universidad Surcolombiana (LABSUS) - Estudio Agrológico, 2010

Tabla 13. Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente ponderada para el área de estudio

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	CAPACIDAD DE CAMPO (%)	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (%)
1.44	30.98	15.93

Fuente: Autor, 2014

El agua disponible o humedad aprovechable es la cantidad de agua del suelo que está disponible para el cultivo. Se encuentra entre el agua que se pierde por percolación y el agua no disponible, es decir, toda el agua contenida entre Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), y se puede expresar como altura de agua.

El requerimiento se determinó para los cultivos establecidos, que tradicionalmente se explotan en la zona. La Tabla 14 muestra los cultivos establecidos de mayor representatividad en la zona según las encuestas realizadas en trabajo de campo.

Tabla 14. Cultivos establecidos de mayor representatividad en el área de estudio

No.	CULTIVO	ÁREA ESTABLECIDA (Has)
1	Café	100.50
2	Pasto	104,5
3	Uva	131
TOTAL		336

Fuente: Autor, 2014

Precipitación efectiva

Considerada esta como la fracción de la precipitación que es aprovechable por las plantas, no considera aquella precipitación que se convierte en escorrentía y la que se percola.

Se considera la precipitación de diseño aquella que corresponde al 75% de probabilidad de ocurrencia o sea la que es excedida una vez cada 3 a 4 años. Se obtiene mediante el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, a saber:

$$Pe = f(D) \times (1.25249 \times P^{0.82416} - 2.9362) \times (10^{0.000955 \times ETc})$$

Dónde:

Pe: Precipitación efectiva (mm)

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

P: Precipitación media con 75% de probabilidad de ocurrencia

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm)

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

CAS (mm)	20	25	27.5	50	62.5	75	100	125	150	175	200
Factor	0.73	0.77	0.86	0.93	0.97	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08

A continuación se definen algunos conceptos útiles en la determinación de las necesidades de riego.

Lámina de Agua Aprovechable (LAA)

La lámina de agua aprovechable se determinó mediante la siguiente expresión:

$$LAA = \frac{(CC - PM) \times \rho_a \times Pr}{\rho_w}$$

Dónde:

LAA: Lámina de agua aprovechable (cm)

CC: Capacidad de campo del suelo promedio ponderado en términos de fracción

PMP: Punto de marchitez permanente del suelo promedio ponderado en términos de fracción

ρ_a : Densidad aparente del suelo (gr/cm³)

Pr: Profundidad radicular efectiva (cm) (café = 80, pasto = 40, uva = 60) Estudio FAO Riego y drenaje 56 (Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, 2006. p. 164 -165).

ρ_w : Densidad del agua (gr/cm³)

Lámina Neta (Ln)

La lámina neta de riego corresponde a la humedad de déficit y como ya se definió anteriormente, es la cantidad de agua que debe quedar en la zona de raíces de las plantas, para llevar el suelo a capacidad de campo después de un riego, y que a su vez, corresponderá a la cantidad de agua que puede consumir el cultivo entre dos riegos consecutivos. Para determinar la lámina neta de riego, es necesario conocer la humedad aprovechable del suelo, el umbral de riego y la profundidad de raíces que se van a mojar. Entonces:

$$Ln = \frac{LAA \times UR(\%)}{100}$$

Dónde:

Ln: Lámina neta de riego a reponer (mm)

LAA: Lámina de agua aprovechable (mm)

UR: Umbral de riego (%)

Umbral o criterio de riego (UR).

Indica que en la medida que disminuye el contenido de agua del suelo, aumenta la energía de retención de agua. Esto quiere decir que la humedad aprovechable del suelo (CC - PMP), no se encuentra igualmente disponible para los cultivos en todo su rango (CC = 1/3 atm y PMP = 15 atm). Por esto, es necesario regar cuando la humedad aprovechable del suelo o capacidad de almacenamiento del suelo (CAS) llegue a un valor umbral (UR) que no afecte el desarrollo de los cultivos.

El valor de umbral de riego varía según la especie y según cuánto evapotranspira la planta. Mientras mayor es la evapotranspiración mayor debe ser el flujo de agua del suelo hacia las raíces, por lo tanto, mayor es la demanda de agua. Esto determinará que el umbral de riego sea más estrecho, ya que debe siempre estar disponible una gran cantidad de agua.

Para decidir el umbral de riego se considerarán varios factores como: el suelo, sensibilidad de la especie vegetal a los déficits hídricos y la evapotranspiración. Para el presente proyecto se estima un UR del 40% para el cultivo de café, 60% para el cultivo de pasto y 50% para el cultivo de uva. Estudio FAO Riego y drenaje 56 (Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma, 2006. p. 164 -165).

Lámina Bruta (Lb)

La lámina bruta, o necesidad bruta, es la cantidad de agua que debe aplicarse en cada riego a la superficie del terreno, de manera de asegurar una penetración suficiente de agua que permita retener en la zona radicular la lámina neta (Ln).

Recordemos que no es posible lograr un 100% de eficiencia en la aplicación de agua y que no toda el agua que penetra, es retenida en la zona radicular del cultivo. Existen pérdidas inevitables, causadas por la desuniformidad en la aplicación de agua en el campo, por la percolación más abajo de la zona radicular y por el escurrimiento superficial.

Para estar seguro que la cantidad de agua neta que debe ser reemplazada en cada riego penetra y es retenida en la zona radicular, es necesario aplicar una mayor cantidad de agua al terreno, con el fin de contrarrestar las pérdidas. Esta cantidad de agua se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$Lb = \frac{Ln}{Ea}$$

Dónde:

Lb: Lámina bruta (mm)

Ln: Lámina neta de riego (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación del equipo de riego (%/100)

La eficiencia de aplicación (Ea)

está muy relacionada con el método de riego que se utilice.

Con el riego se debe aplicar la cantidad de agua necesaria para elevar el contenido de

agua del suelo a capacidad de campo. El volumen real que se requiere, va a depender de la eficiencia del método de riego que se utilice. La eficiencia de aplicación es el cociente entre el volumen de agua que es necesario reponer en la zona de raíces y el volumen aplicado durante el riego, se expresa como porcentaje.

Para un método de riego determinado, la eficiencia de aplicación depende de: la calidad del diseño del método, la habilidad del regador u operador del equipo de riego y las características del terreno. Para el presente proyecto se estima una E_a para el caso de cultivos tecnificados con riego presurizado del 95%.

Frecuencia de riego (Fr)

La frecuencia de riego permite estimar el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos y corresponde al período en que el cultivo agota la lámina neta. Para estimar la frecuencia de riego es necesario conocer la lámina neta y la evapotranspiración real del cultivo (ETc) o Uso consumo (Uc) en mm/día. La frecuencia de riego se puede obtener de la siguiente expresión:

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

Dónde:

- Fr: Frecuencia de riego (días)
- Ln: Lámina neta de riego (mm)
- ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Módulo de Riego

Es el caudal requerido por unidad de área y se calcula de la siguiente manera:

$$MR = \frac{A \times Lb \times K}{Fr \times Jr}$$

Dónde:

- A: Área de la parcela (Has)
- Lb: Lámina bruta (cm)
- K: Factor de conversión a litros por segundo ($K = 27.78$)
- Fr: Frecuencia de riego (días)
- Jr: La jornada de riego (horas)

Finalmente se toma de la década más crítica el Modulo de Riego para cada cultivo predominante en la zona, en sus diferentes etapas de desarrollo, teniendo en cuenta cada Unidad de suelo.

Cuadro 8. Estudio Demandas de Agua. Balance hídrico Agrícola

• **Cultivo de café**

Cultivo		CAFÉ																	
Área (has)		100.50																	
Método de riego																			
Caudal de la Concesión (lt/s)		171,5																	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1	0.7	1.4	1.1	1	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*CAS	(mm)	3.10	22.18	2.12	13.45	3.43	6.44	5.11	26.81	12.96	9.58	15.07	14.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	35.1	35.1	38.6	35.7	35.7	28.5	34.8	34.8	38.3	34.3	34.3	34.3	34.8	34.8	38.3	33.6	33.6	33.6
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	21.1	21.1	23.2	21.4	21.4	17.1	31.3	31.3	34.5	30.9	30.9	30.9	31.32	31.32	34.5	30.2	30.2	30.2
Uc (Uso Consuntivo)	(mm/día)	2.11	2.11	2.11	2.14	2.14	2.14	3.13	3.13	3.13	3.09	3.09	3.09	3.13	3.13	3.13	3.02	3.02	3.02
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	-18.0	1.1	-21.0	-8.0	-18.0	-10.7	-26.2	-4.5	-21.5	-21.3	-15.8	-16.7	-31.3	-31.3	-34.5	-30.2	-30.2	-30.2
Eficiencia de Riego	Conducción																		
	Distribución																		
	Aplicación	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Demanda Bruta	(mm)	-21.1	1.3	-24.8	-9.4	-21.2	-12.5	-30.8	-5.3	-25.3	-25	-18.6	-19.6	-36.8	-36.8	-40.6	-35.6	-35.6	-35.6
Frecuencia de riego	días	32.9	32.9	32.9	32.4	32.4	32.4	22.1	22.1	22.1	22.5	22.5	22.5	22.1	22.1	22.1	22.9	22.9	22.9
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.34	0.34	0.34	0.35	0.35	0.35	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52	0.52	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75	0.76	0.76	0.76	0.74	0.74	0.74

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.044

Cultivo	CAFÉ																		
Área (has)	100.50																		
Método de riego																			
Caudal de la Concesión (lt/s)	171,5																		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0	0	0	0.5	0	6.5	0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*CAS	(mm)	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.19	0.00	2.68	18.43	7.10	21.82	17.70	5.95	27.19	7.44
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	33.1	33.1	36.4	35.1	35.1	38.6	37.8	37.8	37.8	37	37	40.7	34.8	34.8	34.8	34.2	34.2	37.6
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	19.9	19.9	21.8	21.1	21.1	23.2	22.7	22.7	22.7	33.3	33.3	36.6	31.3	31.3	31.3	30.8	30.8	33.8
Uc (Uso Consuntivo)	(mm/día)	1.99	1.99	1.99	2.11	2.11	2.11	2.27	2.27	2.27	3.33	3.33	3.33	3.13	3.13	3.13	3.08	3.08	3.08
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	-19.2	-19.9	-21.8	-21.1	-21.1	-23.2	-22.7	-22.7	-19.5	-33.3	-30.6	-18.2	-24.2	-9.5	-13.6	-24.8	-3.6	-26.4
Eficiencia de Riego	Conducción																		
	Distribución																		
	Aplicación	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
Demanda Bruta	(mm)	-22.6	-23.4	-25.7	-24.8	-24.8	-27.2	-26.7	-26.7	-22.9	-39.2	-36	-21.4	-28.5	-11.2	-16	-29.2	-4.2	-31.1
Frecuencia de riego	días	34.9	34.9	34.9	32.9	32.9	32.9	30.6	30.6	30.6	20.8	20.8	20.8	22.1	22.1	22.1	22.5	22.5	22.5
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.32	0.32	0.32	0.34	0.34	0.34	0.37	0.37	0.37	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.39	0.39	0.39	0.41	0.41	0.41	0.44	0.44	0.44	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.48	0.48	0.48	0.51	0.51	0.51	0.55	0.55	0.55	0.80	0.80	0.80	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.75

Fuente: Autor, 2014

Cultivo de pasto en el tipo de suelo 1 en el área del proyecto

Cultivo	PASTO																		
Área (has)	104.50																		
Método de riego																			
Caudal de la Concesión (lt/s)	171,5																		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1	0.7	1.4	1.1	1	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*CAS	(mm)	3.03	21.67	2.07	13.14	3.35	6.32	4.88	25.60	12.32	9.15	14.41	13.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	35.1	35.1	38.6	35.7	35.7	28.5	34.8	34.8	38.3	34.3	34.3	34.3	34.8	34.8	38.3	33.6	33.6	33.6
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	10.5	10.5	11.6	10.7	10.7	8.6	10.4	10.4	11.5	10.3	10.3	10.3	26.10	26.10	28.7	25.2	25.2	25.2
Uc (Uso Consuntivo)	(mm/día)	1.05	1.05	1.05	1.07	1.07	1.07	1.04	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03	2.61	2.61	2.61	2.52	2.52	2.52
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	-7.5	11.1	-9.5	2.4	-7.4	-2.2	-5.6	15.2	0.8	-1.1	4.1	3.3	-26.1	-26.1	-28.7	-25.2	-25.2	-25.2
Eficiencia de Riego	Conducción																		
	Distribución																		
	Aplicación	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Demanda Bruta	(mm)	-8.8	13.1	-11.2	2.9	-8.7	-2.6	-6.5	17.8	1	-1.3	4.8	3.9	-30.7	-30.7	-33.8	-29.6	-29.6	-29.6
Frecuencia de riego	días	49.4	49.4	49.4	48.6	48.6	48.7	49.8	49.8	49.8	50.5	50.5	50.5	19.9	19.9	19.9	20.6	20.6	20.6
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.64	0.64	0.64	0.62	0.62	0.62

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.044

Cultivo	PASTO																		
Área (has)	104.50																		
Método de riego																			
Caudal de la Concesión (lt/s)	171,5																		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0	0	0	0.5	0	6.5	0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*CAS	(mm)	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.23	0.00	2.65	18.19	7.02	21.57	17.50	5.89	26.89	7.35
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	33.1	33.1	36.4	35.1	35.1	38.6	37.8	37.8	37.8	37	37	40.7	34.8	34.8	34.8	34.2	34.2	37.6
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	24.8	24.8	27.3	26.3	26.3	29.0	28.4	28.4	28.4	27.8	27.8	30.5	26.1	26.1	26.1	25.7	25.7	28.2
Uc (Uso Consuntivo)	(mm/día)	2.48	2.48	2.48	2.63	2.63	2.63	2.84	2.84	2.84	2.78	2.78	2.78	2.61	2.61	2.61	2.57	2.57	2.56
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	-24.2	-24.8	-27.3	-26.3	-26.3	-29.0	-28.4	-28.4	-25.1	-27.8	-25.1	-12.3	-19.1	-4.5	-8.6	-19.8	1.2	-20.9
Eficiencia de Riego	Conducción																		
	Distribución																		
	Aplicación	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	
Demanda Bruta	(mm)	-28.5	-29.2	-32.1	-31	-31	-34.1	-33.4	-33.4	-29.5	-32.6	-29.5	-14.5	-22.4	-5.3	-10.1	-23.3	1.5	-24.5
Frecuencia de riego	días	21	21	21	19.8	19.8	19.8	18.3	18.3	18.3	18.7	18.7	18.7	19.9	19.9	19.9	20.3	20.3	20.3
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.48	0.48	0.48	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.60	0.60	0.60	0.64	0.64	0.64	0.69	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68	0.64	0.64	0.64	0.62	0.62	0.62

Fuente: Autor, 2014

Cultivo de uva en el tipo de suelo 1 en el área del proyecto

Cultivo		UVA																	
Área (has)		131																	
Método de riego																			
Caudal de la Concesión (lt/s)		171,5																	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1	0.7	1.4	1.1	1	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*CAS	(mm)	3.07	21.92	2.09	13.30	3.39	6.38	4.93	25.90	12.48	9.26	14.57	13.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	35.1	35.1	38.6	35.7	35.7	28.5	34.8	34.8	38.3	34.3	34.3	34.3	34.8	34.8	38.3	33.6	33.6	33.6
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	15.8	15.8	17.4	16.1	16.1	12.8	15.7	15.7	17.2	15.4	15.4	15.4	20.88	20.88	23.0	26.9	26.9	26.9
Uc (Uso Consuntivo)	(mm/día)	1.58	1.58	1.58	1.61	1.61	1.60	1.57	1.57	1.57	1.54	1.54	1.54	2.09	2.09	2.09	2.69	2.69	2.69
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	-12.7	6.1	-15.3	-2.8	-12.7	-6.4	-10.7	10.2	-4.8	-6.2	-0.9	-1.7	-20.9	-20.9	-23.0	-26.9	-26.9	-26.9
Eficiencia de Riego	Conducción																		
	Distribución																		
	Aplicación	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Demanda Bruta	(mm)	-15	7.2	-18	-3.3	-14.9	-7.6	-12.6	12	-5.6	-7.3	-1	-2	-24.6	-24.6	-27	-31.6	-31.6	-31.6
Frecuencia de riego	días	41.2	41.2	41.2	40.5	40.5	40.6	41.5	41.5	41.5	42.1	42.1	42.1	31.1	31.1	31.1	24.2	24.2	24.2
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.41	0.41	0.41	0.50	0.50	0.50
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.38	0.38	0.38	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.51	0.51	0.51	0.65	0.65	0.65

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.044

Cultivo	UVA																		
Área (has)	131																		
Método de riego																			
Caudal de la Concesión (lt/s)	171,5																		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0	0	0	0.5	0	6.5	0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*CAS	(mm)	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.21	0.00	2.60	17.79	6.78	20.84	16.91	5.69	25.99	7.08
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	33.1	33.1	36.4	35.1	35.1	38.6	37.8	37.8	37.8	37	37	40.7	34.8	34.8	34.8	34.2	34.2	37.6
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.65	0.65	0.65	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	26.5	26.5	29.1	28.1	28.1	30.9	24.6	24.6	24.6	18.5	18.5	20.4	10.4	10.4	10.4	10.3	10.3	11.3
Uc (Uso Consuntivo)	(mm/día)	2.65	2.65	2.65	2.81	2.81	2.81	2.46	2.46	2.46	1.85	1.85	1.85	1.04	1.04	1.04	1.03	1.03	1.03
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	-25.8	-26.5	-29.1	-28.1	-28.1	-30.9	-24.6	-24.6	-21.4	-18.5	-15.9	-2.6	-3.7	10.4	6.5	-4.6	15.7	-4.2
Eficiencia de Riego	Conducción																		
	Distribución																		
	Aplicación	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Demanda Bruta	(mm)	-30.4	-31.2	-34.3	-33	-33	-36.3	-28.9	-28.9	-25.1	-21.8	-18.7	-3	-4.3	12.2	7.6	-5.4	18.5	-4.9
Frecuencia de riego	días	24.6	24.6	24.6	23.2	23.2	23.2	26.5	26.5	26.5	35.1	35.1	35.1	62.3	62.3	62.3	63.4	63.4	63.4
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.36	0.36	0.36	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.64	0.64	0.64	0.68	0.68	0.68	0.60	0.60	0.60	0.45	0.45	0.45	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Fuente: Autor, 2014

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

En la Tabla 15 se resumen los Módulos de Riego determinados para los cultivos representativos para el área de estudio y el caudal necesario para regar los cultivos establecidos en el área de estudio; considerando la década de mayor valor en cada Unidad de Suelo.

Tabla 15. Módulos de Riego (lt/s-ha) y caudal requerido (lt/s), determinados para los cultivos representativos para el área de estudio, considerando cada Unidad de Suelo

CULTIVOS	ÁREA (Has)	MÓDULOS DE RIEGO PARA CADA TIPO DE SUELO CON DIFERENTES JORNADAS DE RIEGO (lt/s-ha)			CAUDAL REQUERIDO (lt/s)	CAUDAL REQUERIDO (lt/s)	CAUDAL REQUERIDO (lt/s)
		Jr = 24 horas	Jr = 18 horas	Jr = 12 horas	Jr = 24 horas	Jr = 18 horas	Jr = 12 horas
PASTO	104.5	0.3	0.5	0.7	31.35	52.25	73.15
UVA	131	0.3	0.5	0.7	39.3	65.5	91.7
CAFÉ	100.5	0.4	0.5	0.8	40.2	50.25	80.4
TOTAL	336		0.5		110.85	168	245.25

Fuente: Autor, 2014

Finalmente considerando lo establecido en la tabla anterior se determinará que el módulo de riego para el que se diseñarán las obras será de **0.5 lps-ha** para una jornada de riego de 18 horas.

5.9. Diseño de obras

5.9.1. Diseño hidráulico de captación.

La obra de toma para el Distrito de Riego **ASOVERGEL** se realizará en la margen Derecha de la Quebrada La Maituna, coordenadas 1125969.639, 723739196.956, cota 1502.956 m; se realizará una captación tipo lateral, además se construirá un muro de gravedad de 1.0m de alto que garantiza el nivel de agua necesario a la

captación, teniendo en cuenta la disminución del caudal en época de verano el caudal a captar será de 168 Lit/seg



Figura 10. Diseño Obra de Toma. Posible sitio de Bocatoma

Diseño rejilla

Para el caudal de diseño se mayor el caudal necesario previendo obstrucción en la rejilla por material de arrastre, se diseñará para que con un nivel mínimo de la Quebrada pueda captar un caudal de dos veces el requerido según la demanda:

Caudal de diseño= 2* Caudal máximo necesario

Caudal Diseño = 2*168 LPS= 336 LPS =0.336 m³/sg

Se recomienda la utilización de rejillas redondas de 1" de diámetro separados 1" ángulo de inclinación respecto a la horizontal 75° para limpieza mecánica.

El vertedero lateral de captación se diseñó como vertedero frontal de cresta delgada.

$$Q = 1.84 L e H^{3/2}$$

Donde:

Q = caudal a captar (m³/s)

Le = Longitud efectiva del vertedero (m)

H = Carga sobre la cresta del vertedero (m)

Pérdidas en rejilla

Para calcular la pérdida que se produce en la rejilla se utiliza la fórmula de Kirshmmer

$$h = B \left(\frac{w}{b} \right)^{4/3} hv \sin \theta$$

Donde:

h = pérdida de carga en m.

B = factor de forma 1.79 varillas circulares

w = espesor barra en m.

hv = carga de velocidad en m. (hv = v²/2g)

v = velocidad de aproximación, m/s

(se toma 0.7 m/sg, para ejecutar limpieza mecánica por acción hidráulica del agua sobre la rejilla)

θ = ángulo de la varilla con la horizontal

b = espacio mínimo entre barras, en metros

Calculo de carga de velocidad

$$hv = \frac{v^2}{2g} \quad hv = \frac{(0.7)^2}{2(9.81)}$$

$$hv = 0.02500$$

Calculo de pérdida de carga

$$h = B \left(\frac{w}{b} \right)^{4/3} hv \sin \theta$$

$$h = 1.79 \left(\frac{0.0254}{0.0254} \right)^{4/3} \times 0.02500 \times \sin 75^\circ$$

$$h = 0.0432 \text{ m} = 4.32 \text{ cm}$$

Las pérdidas se afectan por un valor de seguridad de 2 a 3 veces, entonces:

$$h = 4.32 \text{ cm} \times 2 = 8.65 \approx 9 \text{ cm}$$

Si se asume una carga de $H = 0.45$ m se tiene que el nivel de agua dentro de la caja de derivación es $45 - 9 = 36$ cm por encima de la cresta del vertedero.

$$H = 36 \text{ cm}$$

Como el vertedero trabaja sumergido se utiliza la fórmula de Villemonte

$$Q = Q_1 (1 - S^n)^{0.385}$$

Dónde:

Q : Caudal a captar

Q_1 : Caudal captado si el vertedero fuera libre

S : sumergencia

n : exponente en la fórmula como vertedero libre

La sumergencia se calcula así:

$$S = (H - \text{perdidas}) / H \quad S = (0.45 - 0.09) / 0.45$$

$$S = 0.8$$

De la expresión de Villemonte se tiene que:

$$Q_1 = Q / (1 - S^n)^{0.385} \quad Q_1 = 0.343 / (1 - 0.8^{1.5})^{0.385}$$

$$Q_1 = 0.565 \text{ m}^3 / \text{Seg}$$

Por Francis Tenemos

$$Q = 1.84 Le H^{3/2}$$

Por lo tanto la longitud efectiva del vertedero es:

$$Le = Q_1 / (1.84 H^{3/2}) \quad Le = 0.565 / (1.84 (0.45)^{3/2})$$

$$Le = 1.02 \text{ m}$$

Numero espacios en la reja = Le / \varnothing Varilla

$$\text{No. Espacios} = 1.02 \text{ m} / 0.0254 \text{ m} = 40.15 \approx 40 \text{ espacios}$$

$$\text{No. Varillas} = \text{No. espacios} - 1 = 40 - 1 = 39 \text{ varillas}$$

$$\text{Longitud total} = (40+39) \cdot 0.0254 = 2.01 \text{ m}$$

Se realiza el chequeo con la expresión de vertedero lateral

$$Q = 1.86 L_e^{0.9} H^{1.6}$$

Donde:

Q = Caudal captado, en m³/Seg

Le = Longitud efectiva, en m

H = Carga sobre la cresta, en m

Longitud Efectiva

$$L_e = (Q / (1.86 H^{1.6}))^{1/0.9} \quad L_e = (0.565 / (1.86 (0.45)^{1.6}))^{1/0.9}$$

$$L_e = 1.10 \text{ m}$$

Como se observa, la diferencia entre las **Le** calculadas es pequeña, luego se adopta 1.10 m

$$\text{Numero espacios en la reja} = L_e / \emptyset \text{ Varilla}$$

$$\text{No. Espacios} = 1.10 \text{ m} / 0.0254 \text{ m} = 43.31 \approx 43 \text{ espacios}$$

$$\text{No. Varillas} = \text{No. espacios} - 1 = 43 - 1 = 42 \text{ varillas}$$

$$\text{Longitud total} = (43+42) \cdot 0.0254 = 2.20 \text{ m}$$

Cámara de derivación

En el sitio donde se construirá la cámara de derivación se encontró una roca de gran tamaño y buena estabilidad a juntos lados de la quebrada, estas se perfilaran utilizando demoledor quedando la obra completamente protegida en medio del peñón, además se perforara con taladro y con ayuda de epóxico se anclaran las varillas que harán parte del refuerzo de la obra.

Las dimensiones se ajustaran al espacio disponible en la obra de toma y teniendo en cuenta que el área debe ser apropiada para ingresar a la cámara a realizar la respectiva limpieza; entonces las medidas de la cajilla del Distrito Asovergel quedaran así:

Largo = 2.2 m

Ancho en la base = 1.4 m y Ancho superior 1m

H = 2 m

Esta cámara contara internamente con un vertedero que cumple la función de pre desarenador, pues el agua que ingresara a la cámara pasara por encima de este y los sedimentos quedaran en el primer compartimiento que contara con una tubería para su evacuación.

El ingreso para el mantenimiento se hará a través de dos aberturas superiores que tendrán tapa, cadena y candado; demás se instalara una escalera para facilitar el descenso del operario para el mantenimiento.

5.9.2. Diseño hidráulico del desarenador

Para evitar problemas de sedimentación y obstrucción en las líneas de conducción del Distrito de Riego; se ha proyectado la construcción de un desarenador tipo convencional, ubicado en las coordenadas 1126031.27 mE, 723675.44 mN, Cota terreno 1488.6 m.

Diseño Hidráulico.

Condiciones de diseño del Desarenador.

Caudal de Diseño Q	168 Lit/seg
	0.168 m³/seg
Diámetro de Partículas a Remover	0.149 mm
Grado de Remoción	87.5 %
Temperatura	20 °C
Grado del Desarenador (n)	3
Relación Longitud - Ancho	3

Calculo de la viscosidad del agua a T °C

Viscosidad del Agua a 10 °C, $\mu_{10^{\circ}C} = 0.0131$

$$\mu_{T^{\circ}C} = \mu_{10^{\circ}C} \frac{33,3}{T^{\circ}C + 23,3}$$

Viscosidad del Agua a 20 °C, $\mu_{20^{\circ}C} = 0.0101 \text{ cm}^2/\text{sg}$

.Cálculo de la Velocidad de sedimentación de la partícula Vs a T °C Según Stokes

$$V_s = \frac{g}{T^{\circ}C} \times \frac{(p_s - p)}{u} \times d^2$$

Dónde:

d = diámetro de partículas (0.0149cm)

ps = Peso específico de las partículas (2.65 gr/cm³)

ρ = Peso específico del fluido (1 gr/ cm³)

μ = Viscosidad cinemática del fluido (0.0101 cm²/sg)

g = Aceleración de la gravedad (981 cm/sg)

$$V_s = \frac{981}{20^{\circ}C} \times \frac{(2.65-1)}{0.0101} \times (0.0149)^2$$

$$V_s = 1.78 \text{ cm / sg}$$

Calculo de la Velocidad de Sedimentación Vs a T °C Según Allen Hazen

Tabla 16. Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación

Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación					
Material	Partículas limite	Numero Reynolds	Velocidad Sedimentación	Régimen	Ley Aplicada
Grava	1	> 10.000	≈ 100	Turbulento	Newton
Arena gruesa y media	0.10	≈ 1000	10	Transición	Allen
	0.08	≈ 660	8.3	Transición	
	0.05	≈ 380	6.3	Transición	
	0.05	≈ 27	5.3	Transición	
	0.04	≈ 17	4.2	Transición	
	0.03	≈ 10	3.2	Transición	
	0.02	≈ 4	2.1	Transición	
Arena fina	0.015	≈ 2	1.5	Transición	
	0.010	≈ 0.8	0.8	Laminar	Stokes
	0.008	≈ 0.5	0.6	Laminar	
	0.006	≈ 0.24	0.4	Laminar	
	0.005	< 1.0	0.3	Laminar	
	0.004	< 1.0	0.2	Laminar	
	0.003	< 1.0	0.13	Laminar	
	0.002	< 1.0	0.06	Laminar	
0.001	< 1.0	0.015	Laminar		

La Velocidad de la Tabla está dada para Arenas de Peso Especifico = 2.65 y en agua con Temperatura = 10 ° C

Según Tabla No. 16 para T =10 ° C y diámetro de la partícula de 0.0149 cm

Velocidad de Sedimentación = 1.48 cm/sg

$$V_{S_{T^{\circ}C}} = V_{S_{10^{\circ}C}} \frac{T^{\circ}C + 23.3}{33.3}$$

Velocidad de Sedimentación Vs a 20 ° C = 1.93 cm/sg

Se toma un valor promedio para la velocidad de Sedimentación:

$$V_{S_{20^{\circ}C}} = \frac{1.78+1.93}{2} \quad V_{S_{20^{\circ}C}} = 1.86 \text{ cm/sg}$$

Se asume una profundidad útil para el Desarenador $H= 1.5 \text{ m}$
Sobre altura escogida para todos los muros = 0.2 m

Tiempo que demora la partícula en caer al fondo

$$t = \frac{H}{V_s} \quad t = \frac{150}{1.86}$$

$$t = 80.74 \text{ sg}$$

Calculo del tiempo de retención "a"

Tabla 17. Valores de a/t

Valores de a/t			
Condiciones	Remoción 50%	Remoción 75%	Remoción 87,5%
Máximo Teórico	0.500	0.750	0.875
Depósitos con muy buenos deflectores	0.730	1.520	2.370
Depósitos con buenos deflectores	0.760	1.660	2.750
Deposito con deficientes deflectores o sin ellos	1.000	3.000	7.000

Según Tabla No. 17 para un grado 3 y grado de remoción de 87.5%

$$a/t = 2.750$$

Dónde:

a = Periodo de Retención

t = Tiempo de sedimentación

Se tiene:

$$a = 2.75 \text{ t} \quad a = 2.75 \cdot 80.74 \text{ sg}$$

$$a = 222.03 \text{ sg} = 0.062 \text{ h}$$

Calculo de la Capacidad del Desarenador "C"

$$C = Q(\text{m}^3/\text{sg}) \cdot a \quad C = 0.168 \text{ m}^3/\text{sg} \cdot 222.03 \text{ sg}$$

$$C = 37.3 \text{ m}^3$$

Calculo de la Superficie del Desarenador perteneciente a la zona de Sedimentación "As"

$$As = C/H \quad As = 37.3 \text{ m}^3 / 1.5 \text{ m}$$

$$As = 24.87 \text{ m}^2$$

Se compara la superficie disponible con la requerida

$$A_{req} = Q (\text{m}^3/\text{sg}) / V_s(\text{m}/\text{sg})$$

$$A_{req} = 0.168 \text{ m}^3/\text{sg} / 0.0186 \text{ m}/\text{sg}$$

$$A_{req} = 9.03 \text{ m}^2$$

As > Areq

$$24.87 \text{ m}^2 > 9.03 \text{ m}^2 \text{ Ok!!!}$$

Calculo de las dimensiones de la zona de sedimentación "L" y "b"

Relación Longitud – Ancho: 3

$$As = L \cdot b \quad L=3b$$

Reemplazando L

$$As = 3b \cdot b \quad As = 3b^2$$

$$b = (As/3)^{1/2} \quad b = (25.39 \text{ m}^2/3)^{1/2}$$

$$b = 2.91 \text{ m} \approx 3.0 \text{ m} \quad b = 3.00 \text{ m}$$

$$L = 3b \quad L = 3 \cdot (3.2) \quad L = 8.73 \text{ m} \approx 9.00 \text{ m}$$

Por construcción se adoptan las medidas b: 3.0 m y L: 9.0 m, las cuales cumplen con la condición de área.

$$As = b * l \quad As = 3.0 \text{ m} * 9.0 \text{ m}$$

$$As = 27 \text{ m}$$

Calculo de la carga Hidráulica Superficial del Tanque “q”

$$Q = Qd(m^3/sg)/As \quad Q = (0.168 \text{ m}^3/sg / 27 \text{ m}^2) * 86400$$

$$Q = 537.6 \text{ m}^3/ \text{m}^2\text{-día}$$

Calculo del volumen de la zona de sedimentación “Vzs”

$$Vzs = L * b * H \quad Vzs = 9.0 \text{ m} * 3.0 \text{ m} * 1.5 \text{ m}$$

$$Vzs = 40.5 \text{ m}^3$$

Calculo del volumen de la zona de lodos “VI”

El volumen de la tolva de lodos debe ser el 20% del volumen de la zona de sedimentación

$$VI = 20\% * Vzs \quad VI = 20\% * 40.5 \text{ m}^3$$

$$VI = 8.1 \text{ m}^3$$

En el Diseño es común Proveer al Desarenador de una Tolva de Lodos de 0.4m a 0.6 m de Profundidad Respecto de la profundidad Útil de la zona de sedimentación y con pendientes hacia el canal central (Canal de lodos).

Altura de la tolva de lodos = 0.5 m

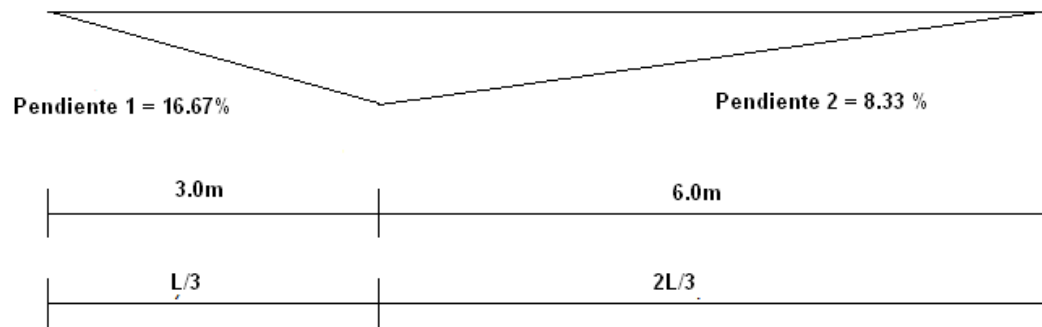
Se utiliza una tolva de doble pendiente en el sentido longitudinal

$$L/3 = 9.0 \text{ m} / 3 = 3.0 \text{ m}$$

$$2L/3 = 2(9.0 \text{ m}) / 3 = 6.0 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente 1 (\%)} = (0.5 \text{ m} / 3.0 \text{ m}) * 100 = 16.67 \%$$

$$\text{Pendiente 2 (\%)} = (0.5 \text{ m} / 6.0 \text{ m}) * 100 = 8.33 \%$$



Diseño de la pantalla deflectora

Velocidad máxima = 0.20 m/sg (Velocidad de paso del agua)

Calculo del área efectiva de los orificios

$$A_e = Q_d(m^3/sg) / V_{max}(m/sg) \quad A_e = 0.168 m^3/sg / 0.20 m/sg$$

$$A_e = 0.84 m^2$$

Se utilizan orificios circulares de diámetro 8 Pulgadas

$$\text{Área Orificios } A_o = \pi r^2/4 \quad A_o = 3.1416(8 \cdot 0.0254)^2/4$$

$$A_o = 0.0324 m^2$$

$$\text{Numero de orificios} = A_e/A_o$$

$$\text{Numero de orificios} = 0.84 m^2 / 0.0324 m^2$$

$$\text{Numero de orificios} = 26 \text{ Orificios}$$

$$\text{Espesor de la pantalla} = 0.10 m$$

$$H \text{ pantalla} = 1.0 m$$

$$\text{Largo de la pantalla} = 3.0 m$$

Cortina para sólidos flotantes

Se utilizaran dos Pantallas para Sólidos Flotantes de 0.15 m de Espesor y 1.0 m de Altura en todo el ancho del desarenador:

$$\text{Ubicación cortina de sólidos N}^\circ 1 \text{ a } L/4 = 9/4 = 2.25 = \mathbf{2.3 m}$$

$$\text{Ubicación cortina de sólidos N}^\circ 2 \text{ a } \mathbf{1.5 m} \text{ del Vertedero de salida}$$

Calculo de cámara de Entrada y Salida

Según Corcho se sugiere un ancho entre $b/2$ y $b/3$, L debe ser igual o mayor a la longitud de la cresta del vertedero de Excesos. La Profundidad puede ser aproximadamente $H/3$.

$$\begin{aligned} \text{Profundidad} &= H/3 & \text{Profundidad} &= (1.5 \text{ m} / 3) + 0.2 \text{ m} \\ & & \text{Profundidad} &= 1.0 \text{ m} \end{aligned}$$

Se tomara todo el ancho del Desarenador = **3.0 m**

L (Asumida) = 1 m

Distancia de Zona de entrada a zona de Sedimentación= 1 m

Diseño del vertedero de salida

Se utiliza un vertedero a todo lo ancho del desarenador, diseñado a partir de la fórmula de Francis

$$Q_s = C * b * H^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño del desarenador (m^3/sg)

C = Coeficiente para vertederos de pared delgada (1.84)

H = Carga sobre la cresta (m)

b = Ancho del vertedero (m)

$$H = \left(\frac{Q}{C * b} \right)^{2/3} \qquad H = \left(\frac{0.1}{1.84 * 3.2} \right)^{2/3}$$

$$H = 0.101 \text{ m} \rightarrow 10 \text{ cm}$$

Velocidad de salida sobre el vertedero

$$V = Q/b * H \qquad V = 0.168 \text{ m}^3/\text{sg} / (3.0 \text{ m} * 0.101) \text{ m}$$

$$V = 0.554 \text{ m}/\text{sg}$$

5.9.3. Diseño hidráulico de la red.

El objetivo de evaluar la red hidráulica existente tiene como objetivo conocer el comportamiento del distrito garantizando la entrega de agua apta para riego bajo las condiciones de presión y caudal adecuadas para el correcto funcionamiento de un ala regadora en cada uno de los predios, por tal razón se diseñaron las redes en material de PVC (Polivinilo de Cloruro), que por sus características técnicas, físicas y químicas garantizan al proyecto una vida útil mayor de 20 años y su costo es relativamente económico, comparado con otro tipo de tuberías, además de ser comercial, fácil de instalar, disponibilidad en el mercado de accesorios y otros, etc. Las principales características de las tuberías de PVC son: Resistencia al óxido y a la corrosión, Resistencia a las incrustaciones, las pérdidas de presión hidráulica son reducidas al mínimo, Resistencia a la electrólisis, Auto extingible, Superficies internas muy lisas, Impermeable ante líquidos y gases, Resistente al tiempo, Baja conductividad térmica, Inmune al ataque de roedores y bacterias, No comunica olor ni sabor, Liviana y fácil de transportar, Económica en su costo, instalación y mantenimiento, Alta flexibilidad, Rigidez.

EI EPANET permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc utilizando tan solo el interface gráfico. Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.

Para el cálculo de las pérdidas de presión en la tubería y determinar la línea piezométrica, se utilizó en el software la siguiente metodología de cálculo:

De la fórmula de Hazen Williams:

$$J = 0.2083 (100/C)^{1.85} \times (Q^{1.85} / D^{4.866})$$

$$J = 0.0985 Q^{1.85} / D^{4.866}$$

Dónde:

- J = Pérdidas de presión en mts/100 mts de conducción.
- Q = Flujo en Galones por minuto.
- D = Diámetro interior del tubo en pulgadas.
- C = Coeficiente de fricción constante para PVC

Dentro de los criterios de diseño se considera que en tramos rectos sin accesorios y bien alineados, puede emplearse $C = 160$; en caso contrario, utilizar $C = 150$ o por el sistema de las longitudes equivalentes.

Se consideró para los cálculos hidráulicos, los diámetros reales de las tuberías de PVC, ya que el área de flujo efectiva en estas, es mayor que en otras tuberías de materiales convencionales.

La fórmula de Hazen Williams, también se emplea con gran frecuencia en el sistema métrico, bajo las siguientes expresiones:

$$Q = 0.2785 \times CD^{2.63} \times J^{0.54} \quad ; \quad V = 0.3547 \times CD^{0.63} \times J^{0.54}$$

De las cuales se tiene:

- Q = Flujo en metros cúbicos por segundo.
- C = Coeficiente de Fricción.
- D = Diámetro del tubo en metros.
- J = Pérdidas de carga en metros por metro de conducción
- V = Velocidad en mts / seg.

De esta forma se efectuaron los cálculos de pérdidas por fricción por metro lineal de tubería y se determinaron las cotas piezométricas y la presión disponible en las redes de conducción, distribución y prediales.

En cuanto al cálculo de las sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete se tiene en cuenta la velocidad del flujo y la celeridad de la onda que depende del material en que se fabrica la tubería para nuestro caso el PVC tiene una metodología

Metodología para cálculo de golpe de ariete en tubería PVC.

$$P = a V/g$$

$$\text{Con: } a = 1420 / (1 + (K/E) (RDE-2))^{0.5}$$

En donde:

P=Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula.

a=Velocidad de la onda (m/s).

V=Cambio de velocidad del agua (m/s).

g=Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2

K=Módulo de compresión del agua = $2.06 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$

E=Módulo de elasticidad de la Tubería ($2.81 \times 10^{10} \text{ Kg/cm}^2$ Para PVC Tipo 1, Grado1)

RDE = Relación diámetro exterior/espesor mínimo.

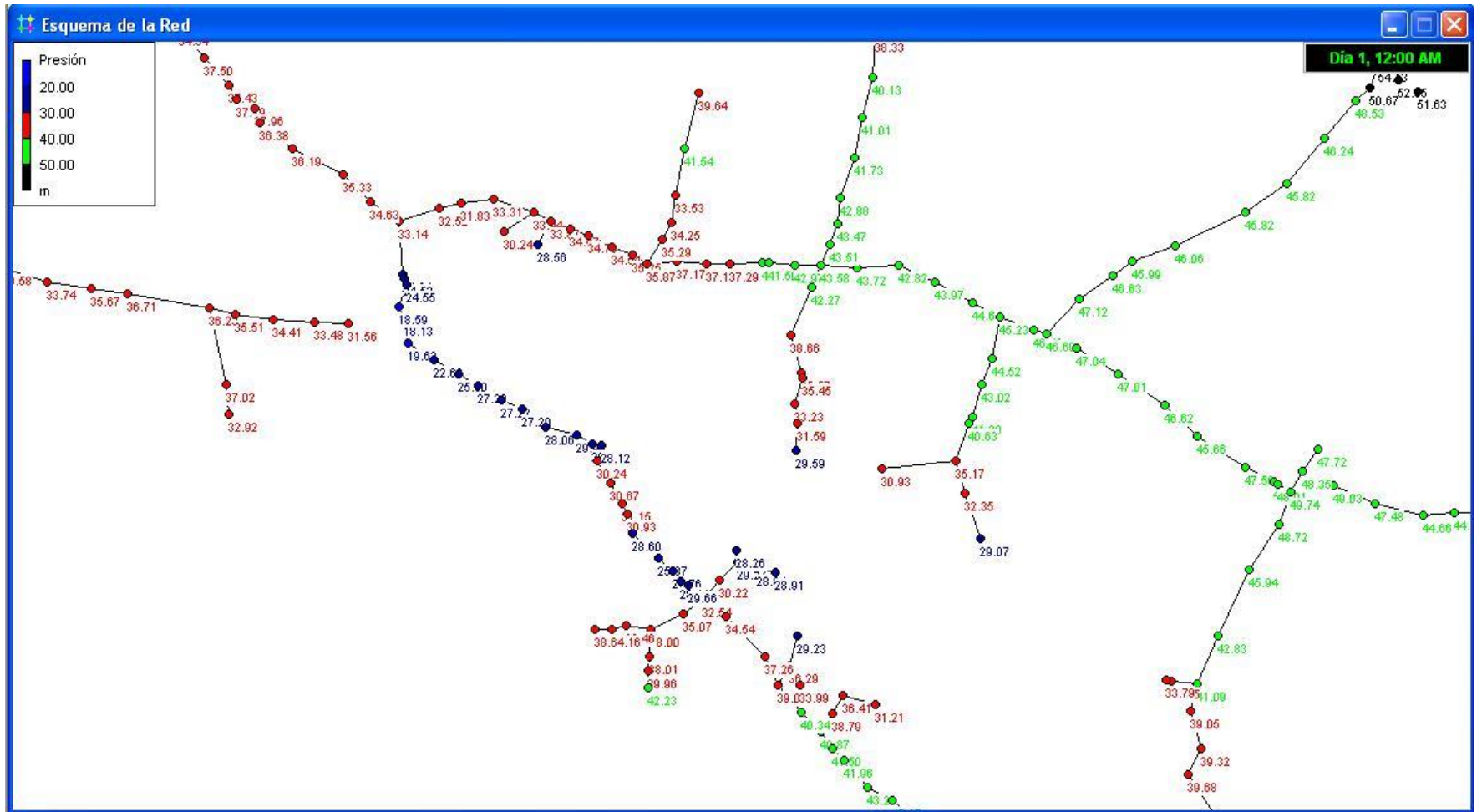
Valores de "a" en función del RDE	
RDE	a(m/s)
21	368
26	330
32.5	294
41	261

Los cuadros hidráulicos obtenidos como producto de la simulación de la línea de conducción y distribución se presentan en el ANEXO E. CARTERA DE CAMPO

Anexo F. CUADROS HIDRAULICOS

F.

Figura 11. Simulación Hidráulica realizada a la Red de Conducción y Distribución



Fuente: Autor, 2014

5.9.4. estaciones de control de presión, caudal y sedimentos (ECOPRE CAS)

La ubicación de los futuros usuarios del Distrito de Riego hace que el trazado de las tuberías de conducción y distribución atravesase por zonas de topografía bastante escarpada, pensando en la economía del proyecto en el momento de la selección de los RDE de la tubería que puedan soportar las altas presiones presentadas, se diseñaron estaciones reguladoras de, caudal y sedimentos.

La metodología para su diseño se describe a continuación calculando la estación de control de presión, caudal y sedimentación que se construirá cerca a la vereda la palestina:

Datos Característicos de la Estructura

Espesor de los Muros	0.2
Espesor de la Placa	0.3
Espesor del Vertedero	0.2
Borde Libre	0.3
Diametro de la Tuberia	14

En el Diseño de la estación de control de presión, caudal y sedimentación se utilizó el software H Canales para calcular el Tirante Normal sección Rectangular que es igual a la lámina de Agua presente en la estructura.

Calculo del Ancho de la estación de control de presión, caudal y sedimentación

Cálculo de tirante normal sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

Lugar: Proyecto:
 Tramo: Revestimiento:

Datos :

Caudal (Q) m³/s
 Ancho de solera (b) m
 Talud (Z)
 Rugosidad (n)
 Pendiente (S) m/m

Resultados :

Tirante normal (y) m Perímetro (p) m
 Área hidráulica (A) m² Radio hidráulico (R) m
 Espejo de agua (T) m Velocidad (v) m/s
 Número de Froude (F) Energía específica (E) m-Kg/Kg
 Tipo de flujo

Realiza la impresión de la pantalla

Ingresando el caudal en m³/seg se dimensiona el ancho de la solera (que para este caso es igual al ancho de la estación de control de presión, caudal y sedimentación) teniendo en cuenta la rugosidad del concreto y la pendiente deseada.

De esta forma se obtuvo los siguientes resultados:

Ancho de la Solera	b=	1.5	m
Tirante Normal (redondeando)	y=	0.4	m
Velocidad	v=	0.14	m/seg

Se ha proyectado una Altura entre la Tubería de entrada y el Tirante Normal igual a **0.1 m**

$$hy = 0.1 \text{ m}$$

Calculo de la Longitud de Amortiguación

Se adoptó la Metodología del Cálculo de un Resalto Hidráulico utilizada en el software Hcanales Teniendo en cuenta que El resalto Hidráulico es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerada, en un tramo relativamente corto. En el Resalto Hidráulico, en un corto tramo, el tirante cambia de un valor inferior al crítico a otro superior a este.

Ingresando los Valores obtenidos con anterioridad se tiene que:

Longitud del Resalto	=	Longitud de Amortiguación	
Longitud de Amortiguación	L =	1.92	m
Longitud de Amortiguación	L =	2	m

Calculo del Vertedero de Salida (Método de Francis)

$$H = \left[\frac{Q}{C * b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dónde:

Q = Caudal de Diseño **m3/seg**

C = Coeficiente 1.84

b = Ancho de la estación de control de presión, caudal y sedimentación m

Reemplazando Valores se Tiene:

Q =	168	Lit/seg
	0.168	m3/seg
C =	1.84	
b =	1.5	m
H =	0.16	m

Se asume la Altura del Vertedero de salida igual al Tirante Normal calculado más una sobre altura de 0.1 m

h = Se Asume = Tirante Normal "y" + 0.1 m

$$h = 0.4 \text{ m} + 0.1 \text{ m} = 0.5 \text{ m}$$

Se calcula la ubicación del vertedero de salida utilizando la misma metodología expresada por Francis:

$$Q = CLH^{\frac{3}{2}}$$

$$L = \frac{Q}{C * H^{\frac{3}{2}}}$$

Dónde:

Q = Caudal de Diseño **m³/seg**

C = Coeficiente 1.84

L = Longitud de Ubicación del Vertedero de salida m a partir del muro deflector

H = Carga sobre el Vertedero de Salida m

Q =	0.17	m³/seg
C =	1.84	
H =	0.16	m
L =	1.50	m

Calculo del Muro Deflector

Se toma el Empuje Total Producido en el punto Calculado con el Programa Calculo de Anclajes Recomendado por Pavco S.A. el cual calcula los empujes Dinamicos e Hidrostaticos Partiendo de la velocidad y Presion Presentes y asumiendo una curva de 90°

Diámetro (pulg)	Diámetro (cm)	Velocidad (m/s)	Ángulo (°)	Área Transversal Tubería (cm ²)	Presión de Servicio (PSI)	Presión de Servicio (kg/cm ²)	Empuje Dinámico Producido (kg)	Empuje Hidrostático Producido (kg)	Empuje Total (kg)
14	35.56	1.60	90.00	993.15	128.70	9.05	36.69	12708.82	12745.51

Teniendo en cuenta el Empuje Total Producido se dimensiona el Muro Deflector de Tal Forma Resista las Fuerzas Actuales sobre el:

Altura del Muro Deflector:

$$h = d \text{ (m) + Borde Libre}$$

Donde:

d = Diámetro de la Tubería de llegada m

$$h = 0.3556 \text{ m} + 0.3 = 0.65 \text{ m} = 0.7 \text{ m}$$

Se asume el Espesor del Muro deflector = 0.30 m a 1.0 m de la entrada de la tubería.

Tubería de Excesos:

Tubería del mismo Diámetro de la tubería de entrada con la capacidad de evacuar el total del caudal, se ubicara entre el muro deflector y el vertedero de salida con un borde libre hte.

$$hte = (\text{Borde Libre} + \text{Altura entre el Tirante y La Tuberia "hy"}) / 2$$

$$hte = (0.3 + 0.1) / 2 = 0.2 \text{ m}$$

Tabla 18. Descripción Dimensiones de las estaciones de control de presión, caudal y sedimentación.

UBICACIÓN	CAUDAL Lit /seg	DIAMET PULG	PRESION A ROMPER PSI	TIRANTE NORMAL "y" m	LONGITUD DE AMORTIGUA CION m	DIMENSIONES m						MURO DEFLECTOR m	
						L	B	H	E. Muro y Vertedero	Espeso r Placa	Borde Libre	E.	H.
La Palestina	168	14	87.54	0.4	2	3.30	1.5	1.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.7
El Tablón de Maito	9	3	128.7	0.2	1	1.7	0.5	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
El Vergel	108.5	12	40.12	0.4	2	3	1.1	1.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.7
Predios La Cruz	10	4	70.89	0.2	1	1.7	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4

Fuente: Autor, 2014

5.9.5. Diseño de riego Intrapredial

Teniendo en cuenta los cultivos seleccionados en el Plan Agropecuario Formulado, las características de los suelos y la demanda Neta Máxima, se escogió el sistema de riego a presión modalidad Aspersión Mediana.

El esquema de riego predial se proyectó de manera que todos los predios tuvieran acceso directo a la red de distribución por una toma predial con la presión suficiente para el correcto funcionamiento del sistema de riego.

Por lo tanto los aspersores se seleccionaron de modo que proporcionen una buena uniformidad en la aplicación y una alta eficiencia para garantizar un riego óptimo que redunde en alta producción y productividad; los aspersores elegidos presentan las siguientes características:

Tabla 19. Estudio Obras y Equipos de Riego Predial. Referencia Unidades de Riego

No.	Referencia Aspersor	Diámetro conexión	Boquilla	Presión trabajo (PSI)	Caudal (GPM)	Caudal (Lit/seg)	Diámetro húmedo (m)
1	Senninger 5123-PC # 15	3/4" Rosca macho	Café 5.95 mm	30	8.51	0.5	28 - 30
2	Senninger 7025RD-2 #18 y #8	1" Rosca Macho o Rosca Hembra	7.14 mm y un propagador lavanda 3.18 mm	35	15.9	1.0	36 - 39
3	Senninger 8025HR-1 # 24	1 1/4 " Rosca Macho o Rosca Hembra	9.53 mm	35	23.6	1.5	39 – 45.1
4	Senninger 8025HR-1 # 28	1 1/4" Rosca Macho o Rosca Hembra	11.11 mm	35	31.8	2.0	43.3 – 47.5
5	Senninger 8025HR-1 # 32	1 1/4" Macho o Hembra	12.7 mm	35	41	2.5	45.7 - 50

Fuente: Autor, 2014

KIT DE RIEGO

Las unidades de riego mencionadas anteriormente hacen parte de un Kit de Riego que será entregado a cada usuario dependiendo del caudal y la presión en su punto de entrega, también hacen Parte de este un Trípode y manguera Plana de diámetro igual al de la conexión de la unidad de riego, además de los accesorios necesarios para su conexión como abrazaderas industriales y acoples rápidos.

El objetivo de entregar este Kit de Riego es garantizar que los usuarios puedan regar por lo menos una hectárea de sus predios teniendo en cuenta que tendrán la posibilidad de seguir expandiéndose por cuenta propia buscando aprovechar la totalidad del caudal entregado a cada uno de ellos.

Componentes del kit de Riego:

Tabla 20. Componentes del Kit de Riego

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Aspersor	UN	1
Trípode	UN	1
Manguera Plana	ML	50 - 100
Abrazadera Industrial	UN	4
Acople Rápido pieza C y F	UN	2

Fuente: Autor, 2014

Los diámetros de los accesorios descritos dependen del diámetro de la conexión de la unidad de riego, de esta manera se forman 5 Kits de Riego Diferentes los cuales se entregaran dependiendo del caudal de cada uno de los usuarios.

Cálculos Parcelas Tipo

A las diferentes parcelas Tipo del Distrito de Riego El Vergel se les realizaron los cálculos de Espaciamiento máximo permisible, Grado de Aplicación y cálculo del lateral modalidad aspersion, siguiendo la metodología propuesta por Miguel German Cifuentes Perdomo 1998; las memorias técnicas se encuentran en los talleres 2, 3 y 6 que se muestran a continuación. Los talleres que hacen parte de este documento fueron realizados para el módulo de riego de 0.5 lps y aspersor Senninger 5123-PC # 15, los demás cálculos restantes se resumen en la tabla 21 y 22.

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO MÁXIMO PERMISIBLE PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (EMP)”

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: DISTRITO DE RIEGO EL VERGEL	SECTOR RIEGO (S.R) No.	
Unidad de riego: Senninger 5123-PC # 15	PSI:30	Q:7.94 GPM	Ø Húmedo: 28 m
Forma 101 rincipal sistema riego:			Vel. Viento = 6.4 km/hr

1. MÉTODO DE LA DIAGONAL		
	CUADRO Y/O RECTÁNGULO	TRIÁNGULO
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	$EMP = \left[(E_L)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	$EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$
	E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)	
	$EMP = \left[(17)^2 + (17)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} (28)$	$EMP = \left[(\quad)^2 + (\quad)^2 \right]^{1/2} \leq (\quad)$
	$EMP = 24.04m \leq 18.667m$	$EMP = [\quad] \leq [\quad]$

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

2. MÉTODO DEL “CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO”							
$E_{MP} = (F_{v.v.}) (\theta_H) \approx E_P$ E_{MP} = Espaciamiento máximo permisible $F_{v.v.}$ = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $E_{MP} = (63.33\%) (28\text{ m})$ $E_{MP} = \underline{17.73} (m) = E_P$	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (F.v.v)						
	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTÁNGULO		CUADRO		TRIÁNGULO	
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)
	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115.5% de E_P
	0 – 5	75		75		75	
	5 – 8	50		50		50	
	> 8	30		30		30	

$E_{MP} = (F.v.v)(E_P) = E_L$ $E_{MP} = (100\%)(17.73) = E_L = 17.73 \text{ m}$ $E_L =$ Espaciamiento entre unidades riego (m) NOTA: Tener en cuenta forma operación sistema de riego	OBSERVACIÓN: E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P
3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO "SENTIDO COMÚN"	
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslapes, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea	
OBSERVACIÓN: Se seleccionó el método No. 2	

FUENTE: MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

TALLER No. 3 RIEGO A PRESIÓN: ASPERSIÓN. "CÁLCULO DEL GRADO O VELOCIDAD DE APLICACIÓN DEL AGUA, EN UNA UNIDAD DE RIEGO" (Ga)

DATOS BÁSICOS		
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: DISTRITO DE RIEGO EL VERGEL	SECTOR RIEGO (S.R) No.
Unidad de riego: Senninger 5123-PC # 15	PSI:30 Q:7.94 GPM	Ø Húmedo: 28 m
Forma operación sistema riego:	Vel. Viento:6.4 km/hr	lb = 3.4 cm/hr

GRADO DE APLICACIÓN (Ga) UNIDAD DE RIEGO	CORRECCIÓN POR PENDIENTE DEL TERRENO	
$Ga = \left[\frac{(360)(Q_{UR})}{(E_L)(E_P)} \right]$ <p>(360) = Factor de conversión para obtener el Ga en cm/hr Q_{UR} = Caudal de unidad de riego (LPS) E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre líneas de riego sobre la tubería principal (m)</p>	% DE PENDIENTE	REDUCCIÓN Ga en %
	Hasta 4.9	0
	De 5 a 6.9	10
	De 7 a 8.9	20
	De 9 a 10.9	30

$Ga = \left[\frac{(360)(0.5)}{(17)(17)} \right]$ Ga = <u>0.6228</u> cm/hr	De 11 a 12.9	40
	De 13 a 16.9	50
	De 17 a 20	60
	> 20	75
CORRECCIÓN: Pendiente del terreno: <u>3</u> % Reducción Ga: <u>0</u> % Gac (Grado de aplicación corregida) = (Ga) (% corrección) Gac = (2.49)(10%) = _____ cm/Hr		
CHEQUEO: Gac ≤ Ib (ideal) (0.6228) ≤ (3.4) Resultado: (SI) (NO)	Gac > Ib (Escorrentía) (0.6228) > (3.4) Resultado: (SI) (NO)	Gac < 0.45 cm/hr (Evapora) (0.6228) < (0.45) Resultado: (SI) (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear la selección de la unidad de riego		

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

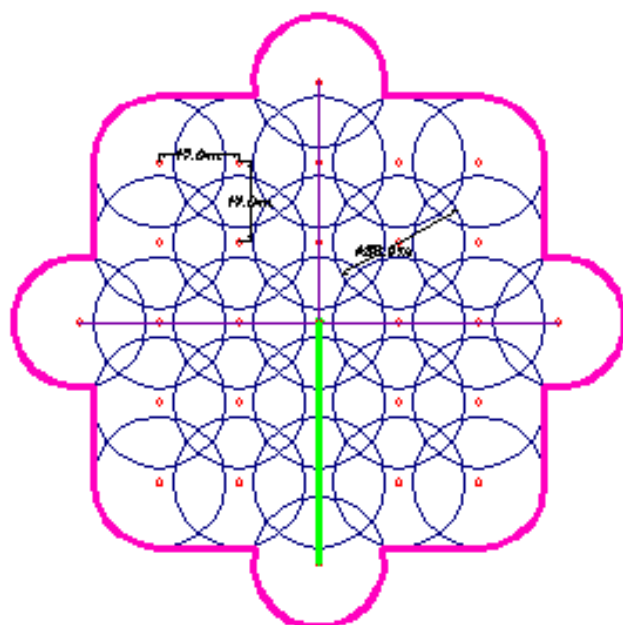
TALLER No. 6 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J _f)				
MODALIDAD: Aspersión		HUERTO: Distrito de Riego El Vergel		SECTOR RIEGO (SR):
VARIABLES			VALORES	
J_f = (F)(L)(j)				
F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1)			1	
L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente				
j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante				
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S = 6			F 1	
Q = Caudal total a conducir = (No. U.R)(Q _{UNITARIO}) = (6)(5.16)			7.94 GPM	
Q _{UR} = Caudal unidad de riego			7.94 GPM	
N _s = Número de espacios entre unidades de riego			2	
T _i = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego			17 m	
T _f = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado			0 m	
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral			17 m	
L _R = Longitud real = (N _s)(E _L) + (T _i) + (T _f) = (2)(17) + (17) + (0)			51 m	
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)			1.8 m	
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (51) + (1.8)			52.8 m	
θ = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)			Manguera 3/4"	
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); según fabricante			0.002205	
J_f = (F)(L)(j) = (0.435)(79.6)(0.07842)			0.1164 m	
CHEQUEO: J ≤ J_{Permisible} (El 20% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo) (0.1164) ≤ (6) en m. Si el resultado es NO, recalcular			OK	
1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
Tee Pasiva	1	3/4"	7.94	0.4
Codo 90°	2	3/4"	7.94	1.4
Sumatoria L_e (m)				1.8

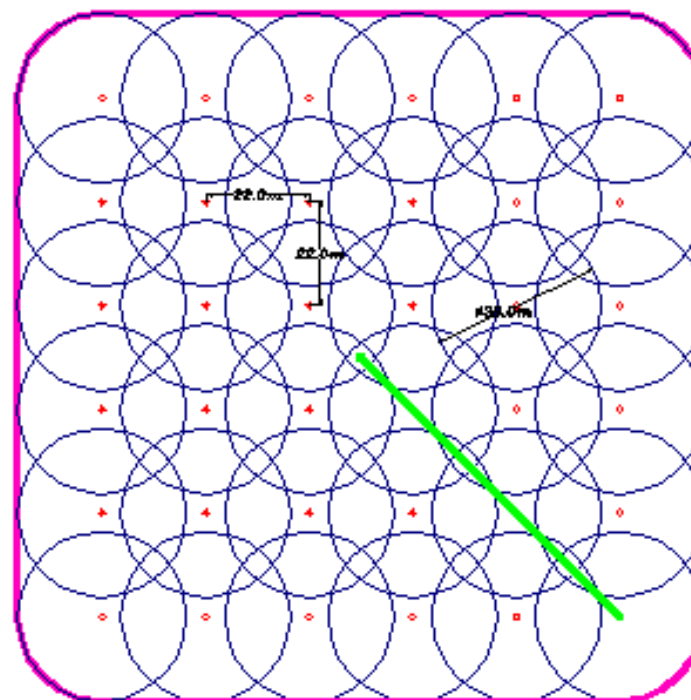
1.2 CALCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera 3/4"
RDE tubo	
θ_i = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.01905
R = Radio interno (m)	0.009525
A = Área tubo = $(\pi)(R^2)(m^2)$	0.000285022
Q = Caudal (m^3/seg)	0.0005 m/seg
$V = \frac{Q}{A} = \frac{(0.0005)}{(0.000285022)}$	1.75
$V_{PERMISIBLE}$ (m/seg) según fabricante	
CHEQUEO: $V \leq V_P ; (1.75) \leq (2)$	(SI) ✓
	(NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

FUENTE: MIGUEL GERMÁN CIFUENTES PERDOMO – MIGERCIPER

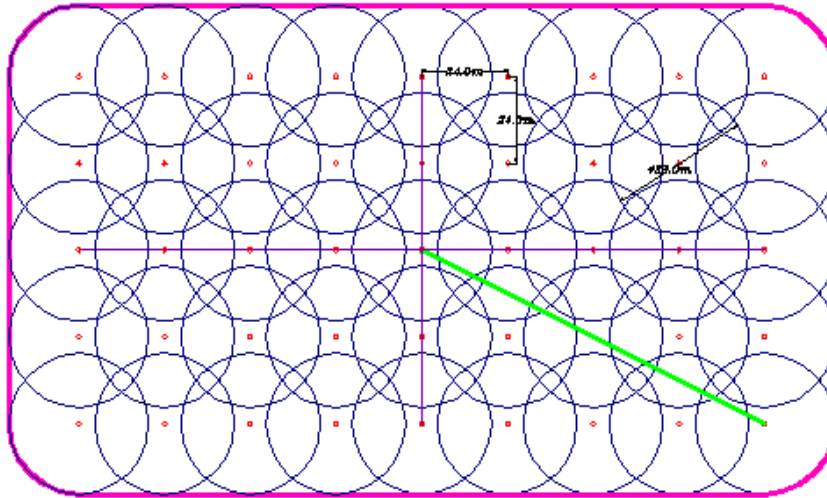
Figura 12. Estudio Diseño De Obras. Cajilla Predial Tipo 2-A. Vista Planta.



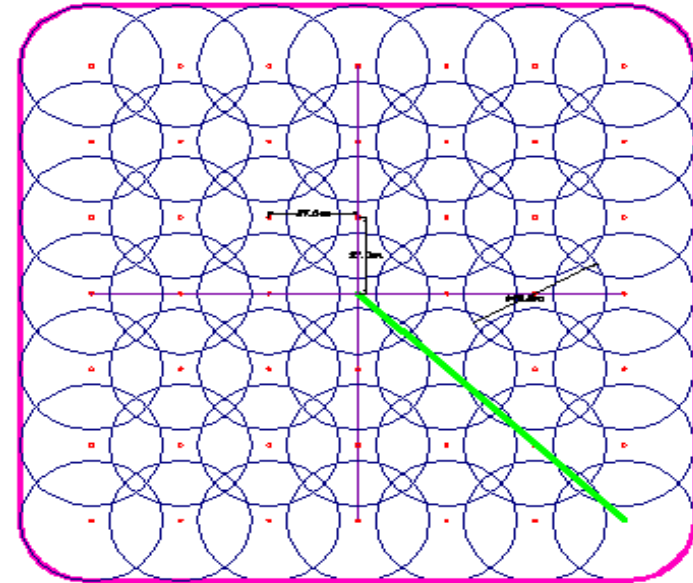
Parcela Tipo No.1: (0.5 Lit/seg) UR
 Senninger 5123-PC # 15, Ø Hdo 28 m,
 Espaciamientos 17 X 17 m,30 PSI;
 Long. Lateral Critico 51 m de Manguera
 Plana Ø 1", 29 Posiciones; Area a
 Regar: 1 Ha 559 m²



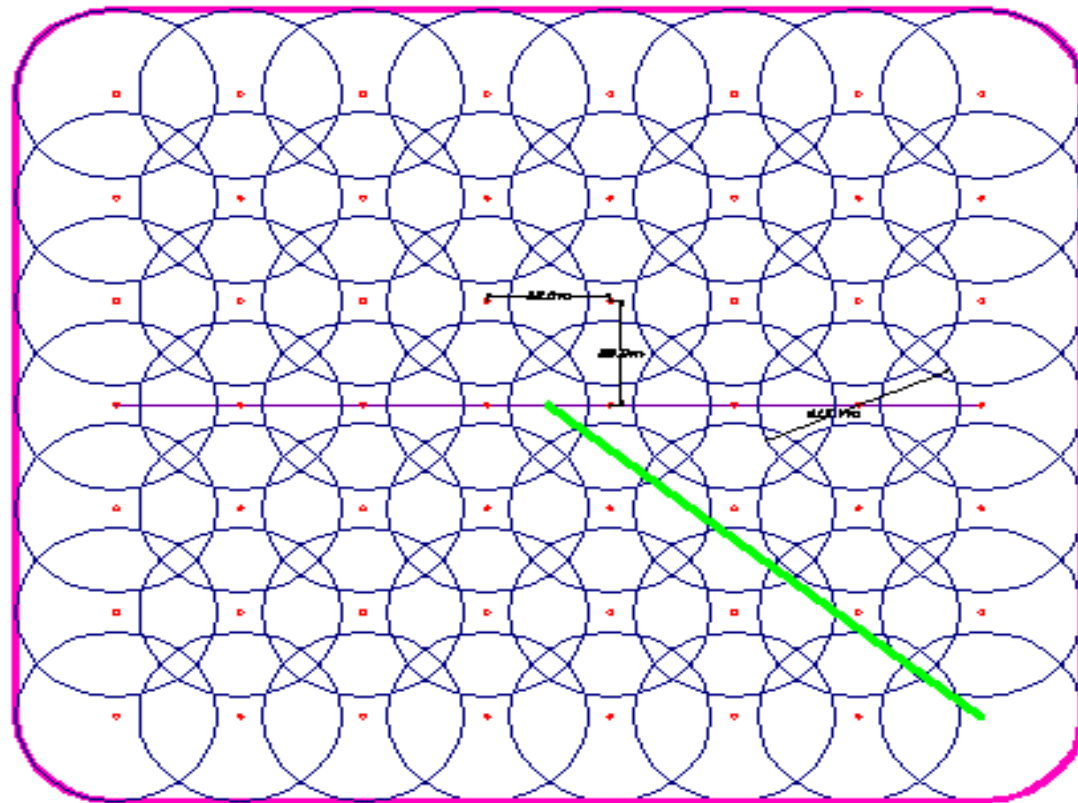
Parcela Tipo No.2: (1.0 Lit/seg) UR
 Senninger 7025RD- 2 # 18 y # 8, Ø
 Hdo 36 m, Espaciamientos 22 X 22 m,
 35 PSI; Long. Lateral Critico 77.7 m de
 Manguera Plana Ø 2", 36 Posiciones;
 Area a Regar: 2 Ha 1037 m²



Parcela Tipo No.3: (1.5 Lit/seg) UR
 Senninger 8025H R- 1 # 24 , Ø Hdo 39
 m, Espaciamientos 24 X 24 m, 35 PSI;
 Long. Lateral Critico 107 m de
 Manguera Plana Ø 2", 45 Posiciones;
 Área a Regar: 3 Has 858 m²



Parcela Tipo No.4: (2.0 Lit/seg) UR
 Senninger 8025RD- 1 # 28 , Ø Hdo
 43.3 m, Espaciamientos 27 X 27 m, 35
 PSI; Long. Lateral Critico 114.5 m de
 Manguera Plana Ø 2", 49 Posiciones;
 Área a Regar: 4 Has 1744 m²



Parcela Tipo No.5: (2.5 Lit/seg) UR
 Senninger 8025 RD- 1# 32 , Ø Hdo
 45.7 m, Espaciamientos 28 X 28 m, 35
 PSI; Long. Lateral Critico 129 m de
 Manguera Plana Ø 2", 56 Posiciones;
 Área a Rregar: 5 Has 1203 m²

Tabla 21. Estudio Obras y Equipos de Riego Predial. Características Parcelas de Uso Racional del Agua

Diseño Riego Aspersión	Caudal (lt/seg)	Caudal UR (LPH)	Espaciamiento Maximo Permisible	SP X SL (m)	Grado de Aplicación Ga (Cm/hr)	Ib Ideal	Escorrentia	Evapora	Turnos de Riego	Ha a beneficiar con kit de Riego
Parcela Tipo 1	0.5	1800	17.73	17 X 17	0.6228	Ok	No	No	29	1.0559
Parcela Tipo 2	1	3600	22.8	22 X 22	0.7438	Ok	No	No	36	2.1037
Parcela Tipo 3	1.5	5400	24.7	24 X 24	0.9375	Ok	No	No	45	3.0858
Parcela Tipo 4	2	7200	27.42	27 X 27	0.9877	Ok	No	No	49	4.1744
Parcela Tipo 5	2.5	9000	28.94	28 X 28	1.148	Ok	No	No	56	5.1203

Ib: Infiltración Basica UC: Uso Consumo LN: Lamina Neta
 LB: Lamina Bruta FR: Frecuencia de Riego

Diseño Riego Aspersión	UC (mm/día)	LN (mm)	Eficiencia (%)	LB (mm)	Intensidad Aplicación UR (mm/hr)	Tiempo de Riego por turno (hr)	Tiempo Total de Riego (hr)	Jornada de Riego (hr)	Tiempo Total de Riego (días)	FR (días)	Chequeo (Tiempo total de riego < FR)
Parcela Tipo 1	2.81	78,02	80	97,525	6.23	15,7	453,97	18	25,2	27,8	OK
Parcela Tipo 2	2.81	78,02	80	97,525	7.44	13,1	471,90	18	26,2	27,8	OK
Parcela Tipo 3	2.81	78,02	80	97,525	9.38	10,4	467,87	18	26,0	27,8	OK
Parcela Tipo 4	2.81	78,02	80	97,525	9.88	9,9	483,68	18	26,9	27,8	OK
Parcela Tipo 5	2.81	78,02	80	97,525	11.48	8,5	475,73	18	26,4	27,8	OK

Tabla 22. Estudio Obras y Equipos de Riego Predial. Memorias de Cálculo de Lateral Crítico

Caudal (lt/seg)	Caudal (m3/h)	Ø Manguera Pul	Perdidas en m/m	Long. de Manguera	Longitud Equivalente Tubería Lateral					Long. Total	J mca	J PSI	J <= El 20% Presion de Trabajo de la UR	Chequeo	Presion de Trabajo UR m.c.a	Altura del Elevador	CDT Necesaria m.c.a
					Accesorio	Ø	Cantidad	Le	Le T								
0.5	1,8	3/4	0.00221	51	Codo 90	3/4	2	0,7	0,7	51,7	0,11	0,15	0,1545 <=6	OK	21,08	1.8	22,99
1	3,6	1	0.00189	63	Codo 90	1	2	1,1	1,1	64,1	0,12	0,17	0,1724 <=7	OK	24,60	1.8	26,52
1.5	5,4	1 1/4	0.00133	68	Codo 90	1 1/4	2	1,7	1,7	69,7	0,13	0,19	0,1875 <=7	OK	24,60	1.8	26,53
2	7,2	1 1/4	0.00220	77	Codo 90	1 1/4	2	1,7	1,7	78,7	0,16	0,22	0,224 <=7	OK	24,60	1.8	26,55
2.5	9,0	1 1/4	0.00326	80	Codo 90	1 1/4	2	1,7	1,7	81,7	0,27	0,38	0,379 <=7	OK	24,60	1.8	26,66

Ø: Diámetro Le: Longitud Equivalente Le T: Longitud Equivalente Total
 J: Perdidas de Fricción UR: Unidad de Riego CDT: Cabeza Dinámica Total

6. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

6.1. Descripción del Sistema y sus Componentes

El Distrito de Riego Asovergel se encuentra ubicado al sur occidente del departamento del Huila, en el municipio de Tarqui a 13 Km al sur del casco Urbano, este beneficiará a las veredas La Palestina, El Tablón de Maito. El Vegón y El Vergel, a esta zona se puede llegar por dos vías, una que conduce por el municipio de Tarqui y la otra por la Troncal del Magdalena que pasa por El Centro Poblado de Maito, las cuales son vías carreteables.

El proyecto cubrirá un área de 336 Has de propiedad de 183 usuarios y Familias Beneficiadas.

La captación se realizara de la Quebrada La Maituna, la aducción se diseñó en tubería de 14", el Desarenador es de tipo convencional y la red de conducción principal y de distribución se instalara en tubería PVC en diámetros de 14", 12", 10", 8", 6", 4", 3", 2" 2 ½", 1 1/2", 1", ¾" y ½", con RDE que van desde 51 hasta 13.5.

A continuación se describen el Distrito de riego y sus componentes:

Bocatoma

La obra de toma para el Distrito de Riego ASOVERGEL se realizara en la margen Derecha de la Quebrada La Maituna, coordenadas 1125969.639, 723739196.956, cota 1502.956 m; se realizara una captación tipo lateral, además se construirá un muro de gravedad de 1.0m de alto que garantiza el nivel de agua necesario a la captación, teniendo en cuenta la disminución del caudal en época de verano

Aducción

La aducción tiene una longitud de 98 mts en un tubería PVC de diametro de 14" RDE 41.

Desarenador

Para evitar problemas de sedimentación y obstrucción en las líneas de conducción del Distrito de Riego; se ha proyectado la construcción de un desarenador tipo convencional, ubicado en las coordenadas 1126031.27 mE, 723675.44 mN, Cota terreno 1488.6 m con una valvula de 8" y tubería de 8" para el lavado, una pantalla deflectora con orificios de 8".

Conducción Principal 1

Se diseña con tubería de PVC presión con diámetros de 14", 12", 10", 8", 6", 4", 3", 2", 1 1/2", y 3/4" Con RDE desde 51 hasta 13.5.

Estación de control de presión, caudal y sedimentos (ECOPRECA)

Al realizar el diseño hidráulico se constató que las presiones estáticas en las partes bajas del área del proyecto eran muy altas, por tal razón se diseñaron dos estaciones de control de presión, caudal y sedimentación sobre la conducción Principal, la primera sobre la tubería de 14" RDE 32.5 ubicada en las coordenadas, 1126235.92, 722813.22, y la segunda sobre la tubería de 12" RDE 41, en las coordenadas 1129530.46, 721784.17; También se diseñaron dos estaciones de control de presión, caudal y sedimentación de menor capacidad en la salida del ramal de la vereda el Tablón de Maito en las coordenadas 1127191.58, 722179.84 y la otra sobre la tubería que conduce hasta los usuarios de la parte baja del Vergel en las coordenadas 1133141.02, 719682.98. Así se tiene como resultado la reducción de la presión estática y por consiguiente la disminución en los RDE en la tubería, que trae como consecuencia la viabilidad económica del proyecto.

Anclajes

En esta conducción se proyectan además anclajes con dimensiones suficientes para absorber los esfuerzos generados por la presión estática y dinámica en los cambios de dirección y válvulas.

Encofrados

Se deben construir encofrados para proteger la tubería PVC en el cruce sobre drenajes naturales, solo se hizo necesario el encofrado de ciertas zonas donde cruza la tubería de diámetro de 14", 12", 10", 4", 3" y 2 1/2", 2" y 1".

En estos encofrados el tubo se recubre inicialmente con malla de pañete para que el concreto se adhiera al PVC, luego se realiza el figurado del hierro y finalmente se funde, en la siguiente tabla se presentan los encofrados tipo y en los planos los detalles de construcción

Manual de Operación. Encofrados Tipo

ENCOFRADO TIPO	DIAMETRO TUBERIA	ANCHO (m)	ALTO (m)	CANTIDAD (ml)
1	14"	0.6	0.6	203
2	12",10"	0.45	0.45	42
3	4" y 3"	0.30	0.30	141
3	2 1/2", 2" y 1"	0.20	0.20	92

Pasos Elevados y Viaductos

La tubería de conducción principal en su recorrido cruza varios Drenajes naturales, caños y quebradas pequeñas, por tal razón se resolvió diseñar pasos elevados y viaductos colgantes sobre la quebrada Agua Azul y El Urayaco, además de otros caños y drenajes naturales de mayor longitud.

Manual de Operación. Ubicación de pasos elevados

Numero	Nº Punto de Inicio	Nº Punto Final	Diametro Pulg	RDE	Distancia m
1	1017	1028	14	41	16
2	1040	1041	14	41	16
3	1042	1043	14	41	26
4	1051	1052	14	41	20
5	1058	1059	14	41	15
6	1069	1070	14	41	20
7	1096	1097	14	41	16
8	1100	1101	14	41	17
9	1103	1104	14	41	9
10	1105	1106	14	41	7
11	1111	1112	14	41	11

Numero	Nº Punto de Inicio	Nº Punto Final	Diametro Pulg	RDE	Distancia m
12	1170	1171	14	32.5	14
13	1189	1190	14	26	25
14	1267	1268	14	26	19
15	1268	1269	14	26	28
16	1292	1293	14	21	13
17	1518	1519	12	21	20
18	1849	1839	2.5	26	28
19	2078	2079	2.5	26	12
20	1977	1978	3	26	26

Manual De Operación. Ubicación Viaductos

Numero	Nº Punto de Inicio	Nº Punto Final	Diámetro Pulg	RDE	Distancia m
1	1081	1082	14	41	42
2	1132	1133	14	21	62
3	1144	1145	14	32.5	48
4	1443	1444	12	21	49

Válvulas

Para el correcto funcionamiento de la red de conducción se instalarán válvulas de lavado en los puntos bajos, en los puntos altos válvulas de doble efecto o trifuncional.

Prediales

Área y Usuarios Beneficiados

El área a irrigar corresponde a 336 Has distribuidas en 183 Usuarios futuros Beneficiados del Distrito de Riego El Vergel.

Toma Predial

Se instalará una toma predial en cada uno de los predios a beneficiar, la cual consta de una o dos válvulas reguladoras de presión, una o dos reguladoras de caudal y una válvula de control de diferentes diámetros de acuerdo al caudal de cada usuario, que van protegidas por una cajilla con tapa, provista de cadena y candado, con el propósito de que no se altere la calibración de las válvulas y así garantizar el caudal de 0.5 LPS, 1 LPS, 1.5, 2 y 2.5 LPS a entregar a cada usuario, de acuerdo a las hectáreas a beneficiar, 1, 2, 3, 4 y 5 Has respectivamente.

Unidades de Riego

Las unidades de riego a instalar dependen del caudal de cada usuario, las cuales son:

Manual de Operación. Unidades De Riego Seleccionadas

No.	Referencia Aspersor	Diámetro conexión	Boquilla	Presión trabajo (PSI)	Caudal (GPM)	Diámetro húmedo (m)
1	Senninger 5123-PC # 15	¾" Rosca macho	Café 5.95 mm	30	8.51	28 - 30
2	Senninger 7025RD-2 #18 y #8	1" Rosca Macho o Rosca Hembra	7.14 mm y un propagador lavanda 3.18 mm	35	15.9	36 - 39
3	Senninger 8025HR-1 # 24	1 ¼ " Rosca Macho o Rosca Hembra	9.53 mm	35	23.6	39 – 45.1
4	Senninger 8025HR-1 # 28	1 ¼ " Rosca Macho o Rosca Hembra	11.11 mm	35	31.8	43.3 – 47.5

NORMAS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Bocatoma:

La bocatoma que se propuso en el diseño hidráulico para el distrito es una bocatoma de lateral, la operación de esta se describe brevemente a continuación.

Operación Bocatoma Lateral



Operación normal de la Bocatoma

La bocatoma opera normalmente de la siguiente manera:

1. La bocatoma cuenta con una válvula de control que permite suspender el paso del agua en el momento que sea necesario dependiendo de las circunstancias, con el objetivo de proteger la aducción y el desarenador o para facilitar el mantenimiento y limpieza de dichas obras.
2. El agua pasa por encima de la presa, entra por el canal recolector hasta la cámara de recolección, pasando por encima del vertedero, luego entra por la tubería de aducción para ser conducida hasta el desarenador.
3. Se recomienda mantener destapado el tubo de lavado de la cámara de derivación y el de lavado de la presa para evacuar permanentemente la gran cantidad de arena que transporta la quebrada y evitar obstrucción en la cámara derivadora, además de esto se debe insertar una varilla periódicamente en estos tubos par prevenir el atascamiento y permitir la constante evacuación de los sedimentos.
4. En el caso de que se presente mucha turbiedad en la Quebrada es necesario suspender la entrada de agua al sistema, lo cual se hace cerrando la válvula de salida de la bocatoma.

Lavado de la Bocatoma

1. Para el normal funcionamiento de esta obra, simplemente basta con mantener la rejilla de captación libre de hojas, troncos, rocas y demás que pueden obstruir la entrada del agua
2. Además se debe lavar la cámara de recolección cuando se requiera, dependiendo de la turbiedad del agua
3. En el momento en que se observe colmatada de sedimentos la presa se debe destapar el tubo de evacuación además de ingresar a la cámara y ayudarle a evacuar arena con pala.
4. La frecuencia de este mantenimiento depende de las condiciones que presente el agua de la fuente de abastecimiento.

Desarenador

Son tanques cuya función es disminuir la velocidad del agua para separar las arenas y elementos sólidos que lleva en su recorrido, evitando de esta manera que entren al sistema y colmaten las tuberías; deben ubicarse lo más cerca posible a la bocatoma.



Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

Partes del Desarenador

- **Zona de entrada:** Es la cámara donde se disipa la energía del agua que llega con alguna velocidad de la captación. En esta zona se orientan las líneas de corriente mediante un dispositivo denominado pantalla deflectora, a fin de eliminar turbulencias en la zona de sedimentación.



- **Zona de sedimentación:** Cuyas características de régimen de flujo permiten la remoción de los sólidos del agua.



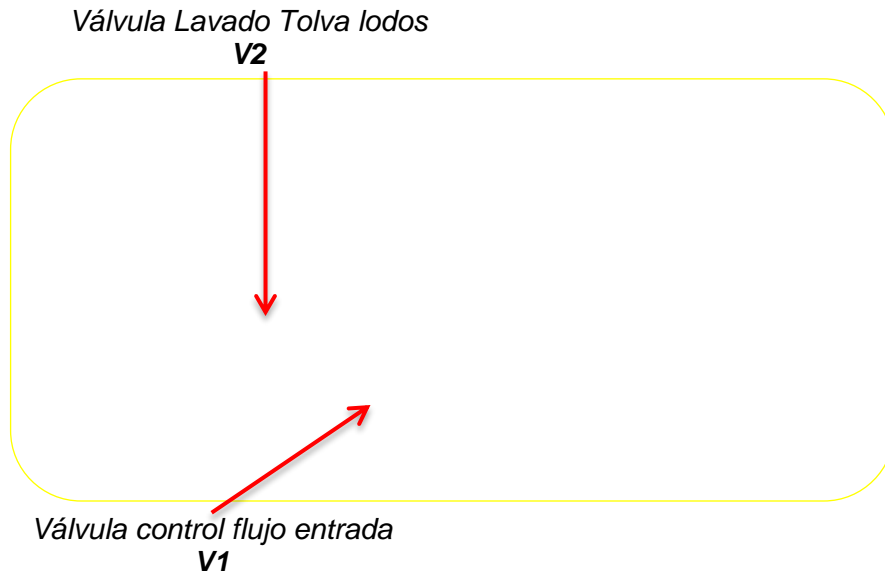
- **Zona de Lodos:** lugar donde recibe y almacena las partículas sedimentadas y salida para la evacuación de las mismas.



- **Zona de Salida:** equivale a un tanque de regulación, que se llena con agua limpia de sedimentos que pasa por encima del muro vertedero. Desde este tanque pasa el agua a las tuberías mediante la operación de la válvula principal.



Operación normal de la Desarenador



En el caso de la operación normal del Distrito de Riego se debe seguir el procedimiento descrito:

1. Abrir la válvula V1 y cerrar la válvula V2
2. Supervisar el vertedero de excesos y la tubería de desagüe en época de aguas máximas.

Cuando se requiera suspender el servicio se deben cerrar las válvulas V1 y V2

Lavado del Desarenador

El mantenimiento de los desarenadores incluye actividades periódicas que consisten principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. La evacuación de los sedimentos que se depositan en el fondo de la unidad será cada dos (2) semanas o menos dependiendo de la calidad del agua y del volumen del tanque. Si el agua es muy turbia la remoción de sedimentos se debe realizar con mayor frecuencia

El procedimiento es:

1. Cerrar la válvula V1 abrir la válvula V2
3. Cuando el nivel sea de aproximadamente 20 cms, agitar el agua con la ayuda de un cepillo de cerda dura, con el propósito de diluir los sedimentos que se depositan en el fondo.
4. Evacuar por completo la mezcla agua- sedimentos con la ayuda del cepillo.
5. Cerrar la válvula V2 y abrir la válvula V1 hasta alcanzar el nivel de 20 cms
6. Repetir el procedimiento 1,2,3 y 4 cuantas veces sea necesario hasta que el agua salga completamente limpia.

7. Cepillar las paredes de la zona de entrada, zona de sedimentación, zona de salida, cajilla de salida de sedimentos, vertedero de excesos y pantalla deflectora.

Conducción Principal y Red de Distribución

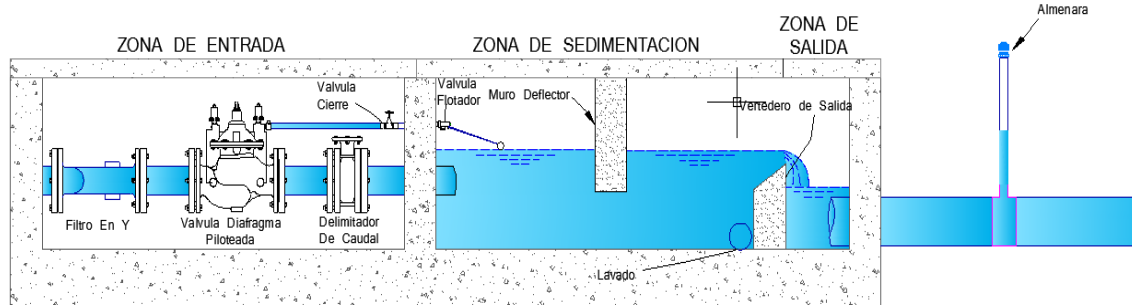
Las tuberías utilizadas para conducciones cerradas son construidas con diferentes materiales; los más comunes son: acero, asbesto cemento, hierro fundido, concreto o plástico (PVC).

Todas las tuberías son construidas para resistir diferentes presiones de trabajo y aun dentro del mismo material hay diferentes especificaciones de presión, en el caso de las tuberías PVC están fabricadas para resistir rangos de presión como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23. Manual de Operación. Relación Diámetro Espesor (RDE) Para Tuberías de PVC

RDE	Presión máxima servicio (PSI)	Diámetros comerciales disponibles (in)
13,5	315	14 (fabricación especial)
21	200	16,14,4,3, 2 ½, 2
26	160	16,14,6, 4,3, 2 ½, 2, 1 ½, 1 ¼
32,5	125	16,14,6, 4,3, 2
41	100	16,10,8,6,4,3,2
51	80	12,4,3

Estaciones de Control de Presión, Caudal y Sedimentación: Para controlar las presiones excesivas y disminuir los costos por pago de tuberías de alta resistencia, los Distritos de riego con cambios bruscos de pendiente deben disponer de las correspondientes estaciones de control de presión caudal y sedimentación ubicadas en los sitios necesarios. Las estaciones de control de presión, caudal y sedimentación consisten en tanques abiertos, en los que el agua pierde su presión al volver a estar en contacto con el aire.



Válvulas: Se instalan en los sistemas de riego válvulas de bronce, hierro fundido y acero en diferentes diámetros y para distintas presiones de servicio. Dependiendo del tipo de válvula seleccionando las características de diseño, varían de una a otra como espesor de pared, extremos de las válvulas (roscado, liso, bridado), tipo de obturador (cónico, bola, aleta o mariposa, cortina etc.) asientos, guías, sellos, prensa - estopas, mandos de operación, empaques, etc. Las válvulas van incorporadas a la tubería de conducción, distribución y deben quedar plenamente indicadas en los planos en los puntos finalmente instaladas

TIPOS DE VALVULAS SEGÚN FUNCION

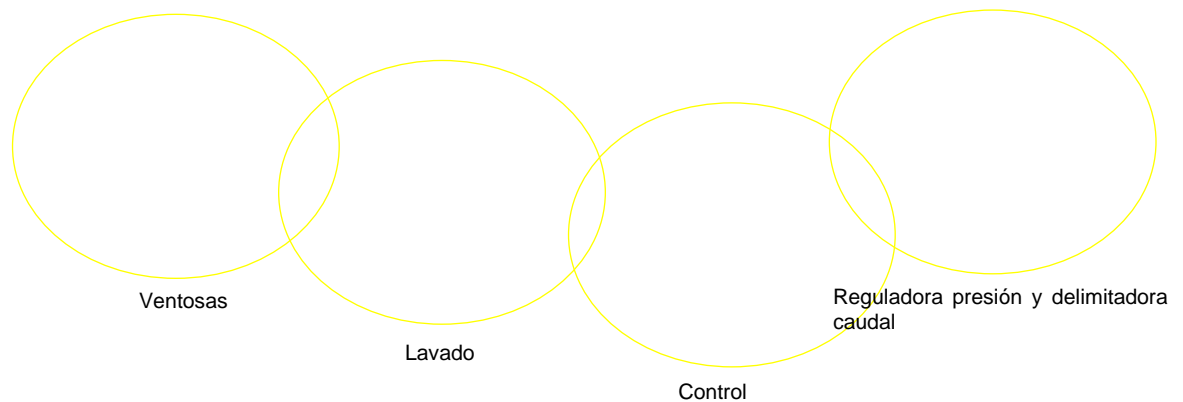
VENTOSA. Las válvulas de ventosa sirven para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería mezclado con el agua o bien para que, al producirse el vacío en la tubería dejen que el aire entre en la misma y eviten que la tubería se aplaste debido a la presión atmosférica

CONTROL. Se deben instalar al comienzo de la conducción, al final y cada 1000 m en tramos rectos, además al inicio de cada ramal, esto con el objetivo de aislar, en caso de rotura tramos de tubería

PURGA. Están localizadas en los puntos bajos del recorrido de las tuberías, donde se acumulan sedimentos, que reducen e impiden el paso de agua.

DELIMITADORAS DE CAUDAL. El objetivo de instalar este dispositivo es mantener el caudal homogéneo en todos los prediales sin importar su localización topográfica o limitar la cantidad de agua a circular en la tubería principal

REGULADORAS DE PRESION. Se instalan en aquellos puntos donde es necesario reducir la presión sin la necesidad de llevarla a la presión atmosférica como lo haría la estación de control de presión, caudal y sedimentación (ECOPRECA), se utiliza en conducción principal, red de distribución para reducir los costos en RDE de tubería. En domiciliarias es usada para garantizar condiciones hidráulicas a todos los prediales



Operación Tubería Principal y Red de Distribución

Para poner en funcionamiento el sistema por primera vez, para suspender el servicio de agua para el riego o para restablecerlo después de un corte, es necesario tomar precauciones que eviten la disminución o la interrupción del caudal y la rotura de tubos, debidas a la presencia de aire, o a la ocurrencia de una sobrepresión o de un vacío.

Para el llenado se debe proceder así:

- Informar a los usuarios del Distrito de riego con la debida anterioridad
- Indicar a los agricultores que deben dejar conectados los aspersores
- Abrir la compuerta de la cámara de derivación y llenar el desarenador
- Desde la válvula principal, iniciar lentamente el llenado de la tubería, con una pequeña parte del caudal total que el sistema requiere.
- ·Vigilar la salida de aire en las ventosas.
- ·Comprobar la llegada de agua a cada una de las válvulas de purga y luego cerrarlas lentamente.
- ·Aumentar el caudal hasta la cantidad requerida por el sistema de riego

Para el vaciado se debe proceder así:

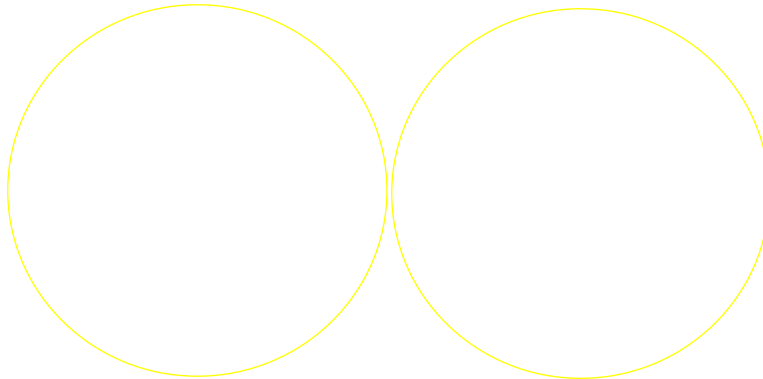
Informar a los usuarios del sistema de riego sobre el día y la hora del corte del servicio.

- Revisar el funcionamiento de las válvulas ventosas antes y durante el vaciado de las tuberías.
- Cerrar lentamente la válvula principal.
- Procurar que el vaciado se realice lentamente
- Vaciar totalmente las tuberías antes del siguiente llenado, abriendo parcialmente las válvulas de purga.



Mantenimiento Tubería Principal y Red de Distribución

La duración de las tuberías depende en gran medida del cuidado que se tenga desde el momento del transporte, la instalación y las obras de protección que se construyan para asegurar su durabilidad; tales como: anclajes en los cambios de dirección, encofrados, viaductos, entre otros



Además también resulta muy importante la instalación de accesorios y válvulas que contribuyen al óptimo funcionamiento del Distrito de Riego y a la preservación de las tuberías.

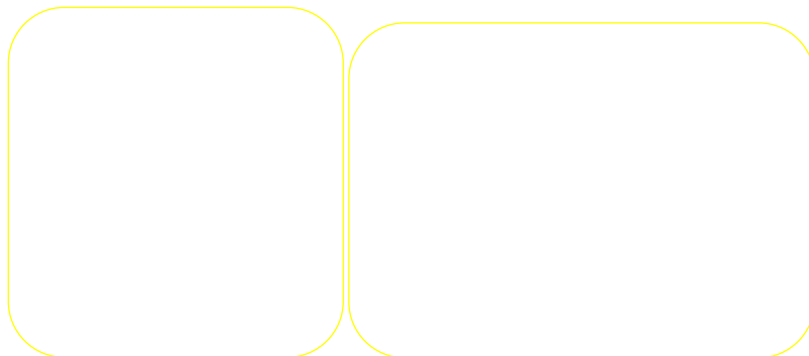
A continuación se presentan algunos consejos que se deben tener en cuenta para el cuidado de las tuberías:

1. Encofrar aquellos tramos de tubería donde es imposible enterrarla
2. Cerciorarse del buen amarre de las tuberías en los pasos elevados, apretar constantemente los tornillos en las abrazaderas y en los soportes.
3. Instalar abrazaderas de seguridad con varilla en las campanas que limiten el movimiento en el caso de tuberías colgadas o expuestas.

4. Construir los anclajes con las suficientes dimensiones y los materiales requeridos para que realicen la labor de atraque de las tuberías en los cambios de dirección.
5. Construir cajillas con tapa y candado para proteger las válvulas de la intemperie, hurtos o mala manipulación y descalibración.
6. El operario del sistema debe estar revisando el funcionamiento de las tuberías cerciorándose que no hayan fugas en las conducciones y distribuciones.
7. Abrir una vez cada dos semanas las válvulas de purga para evitar la acumulación de sedimentos y obstrucción de las tuberías.
8. Revisar el correcto funcionamiento de las válvulas ventosas, válvulas de purga, toma presión, etc
9. Pintar la tubería que se encuentra expuesta con, pintura epóxica especial para PVC con frecuencia anual.
10. Los caños donde se encuentran ubicados los viaductos se deben mantener limpios para evitar avalanchas que pueden afectar la tubería.
11. Hacer chequeos periódicos de las laderas en la zona donde la tubería esta anclada a la roca para remover las rocas que puedan rodarse con una lluvia y amenacen con romper las tuberías.
12. Evitar la tala y quema de los bosques aledaños a las tuberías, principalmente si están expuestas, debido a que pueden sufrir daños directos o se pueden ocasionar derrumbes o erosión que puede afectar la integridad de esta tubería.
13. Realizar chequeo constante de manómetros ubicados en puntos críticos para tomar los correctivos necesarios en caso de sobrepresiones.

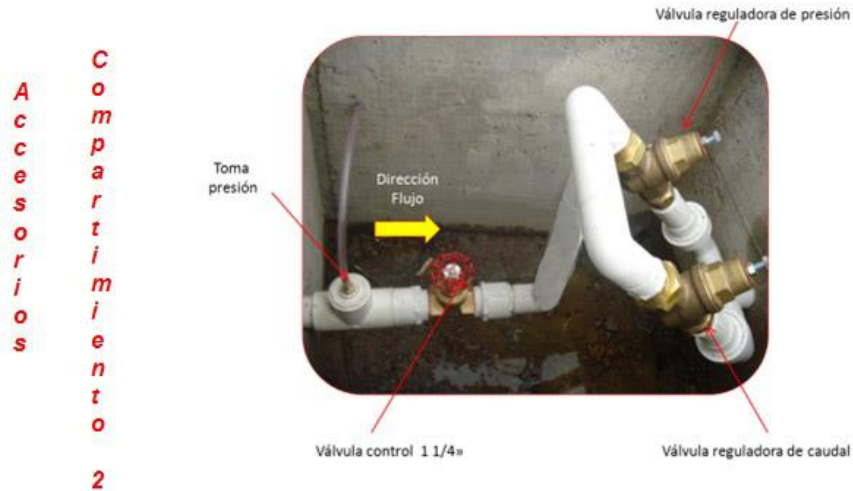
Tomas Prediales

Está conformada por los elementos de los compartimientos 1, 2 y 3



Los accesorios del compartimiento 2 serán operados y se les realizará continuo mantenimiento por parte del fontanero asignado por la asociación de usuarios, están contenidos en este las válvulas reguladoras de presión y delimitadoras de

caudal que harán que las condiciones hidráulicas sean homogéneas para todos los usuarios en todo tiempo; este compartimiento permanecerá con cadena y candado para evitar que sea descalibrado, el candado tendrá un número que corresponde al mismo número en la llave y es el código que se asignara a cada usuario en el plano en planta, esto para facilitar la identificación del predial por parte del fontanero.



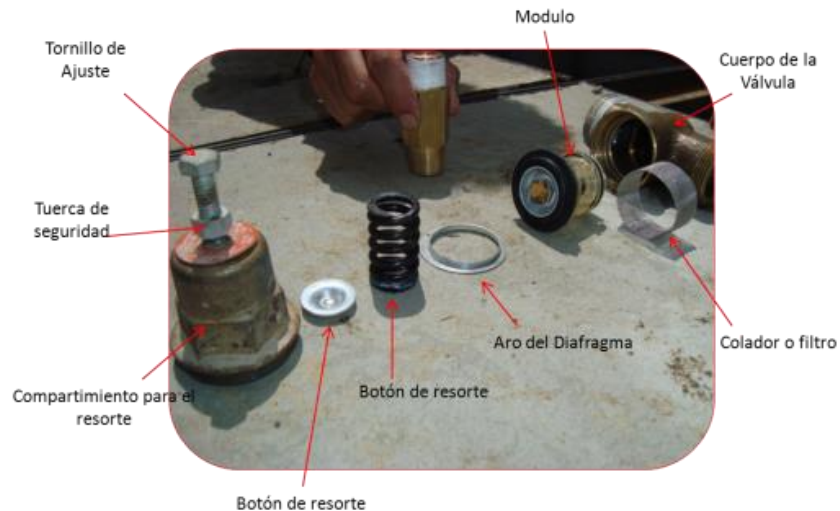
Los accesorios del compartimiento 3 serán operados y se les realizará continuo mantenimiento por parte de cada uno de los usuarios, contiene la válvula de control para suspender o habilitar el riego, además el acople rápido para insertar la manguera del kit de riego.



Operación Toma Predial Compartimiento 1

Generalmente por economía se instala en los prediales solamente una válvula control de flujo por lo que se presentan bastantes problemas porque las presiones en los distritos no son uniformes, pues aumentan en los puntos más bajos, mientras que los puntos altos son muy inferiores.

De ahí la importancia de implementar el uso de válvulas reguladoras de presión y caudal, que garanticen condiciones uniformes a todos los usuarios y en consecuencia un distrito de riego homogéneo y eficiente.



La operación de estos prediales consiste en la calibración de las dos (2) válvulas reguladoras de presión, así:

1. Se usa una llave para aflojar la tuerca de seguridad
2. Se gira el tornillo de ajuste en el sentido contrario a las manecillas del reloj para disminuir la presión y en el sentido de las manecillas del reloj para aumentar presión
3. Apretar de nuevo la tuerca de seguridad después de ajustar la presión

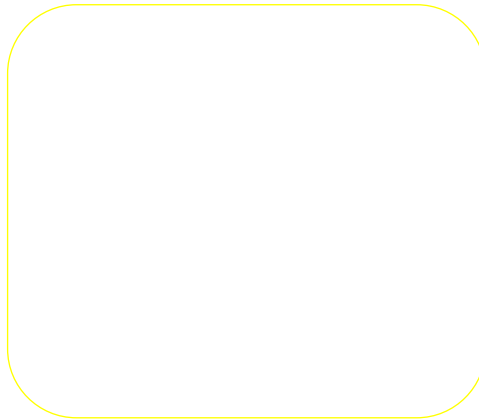


Con ayuda del manómetro se debe verificar que la presión de salida quede en 30 PSI que es la presión recomendada para el buen funcionamiento de la unidad de riego, esta válvula debe permanecer de esta manera y para asegurar que no se vaya a perder la calibración realizada, la cajilla que contiene estas válvulas debe asegurarse con candado, cuya llave debe ser administrada por el fontanero del Distrito.

Operación Toma Predial Compartimiento 3

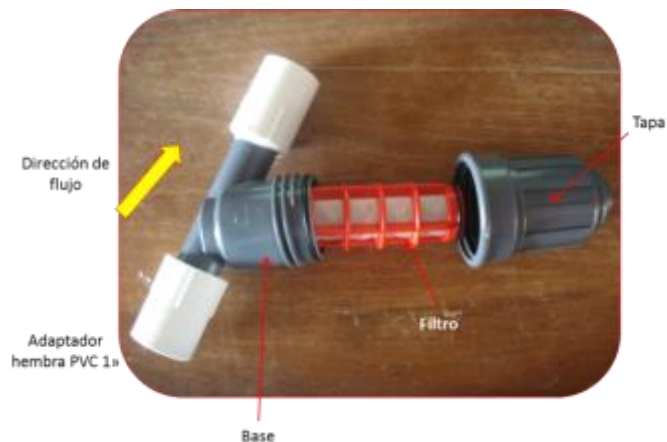
La operación de este compartimiento es sencilla, se deben seguir los pasos descritos:

1. Primero se debe ubicar el aspersor con el trípode en el sitio donde se quiere regar
2. Soltar la universal del compartimiento 2 y girar el conjunto codo, niple acople en la dirección donde se encuentra en aspersor.
3. Ajustar nuevamente la universal
4. Insertar la parte del acople rápido de una de las puntas de la manguera dentro de la otra parte que se encuentra en este compartimiento y ajustar
5. Desenrollar la manguera desde el compartimiento 2 hasta el aspersor
6. Insertar el acople de la otra punta de la manguera dentro del acople que se encuentra en tripode del aspersor
7. Abrir la válvula control de flujo

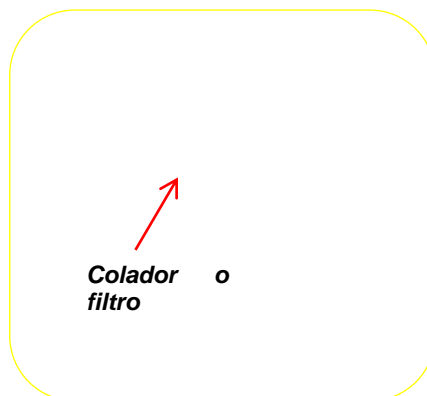


Mantenimiento Toma Predial Compartimiento 1

El mantenimiento consiste en el lavado del filtro principal que se hace girando la tapa de este, retirando la malla, lavando el filtro y finalmente colocando la tapa.

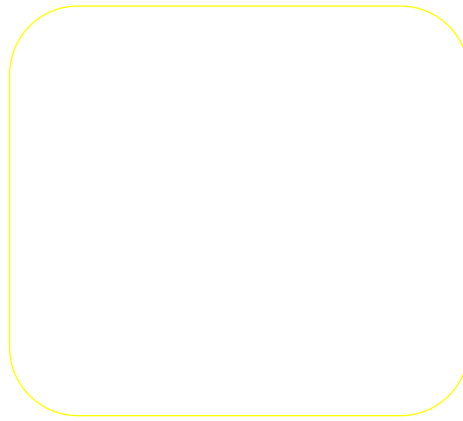


Además se debe lavar el colador o filtro de las dos(2) válvulas reguladoras de presión , esto se hace girando las universales en bronce que se encuentran acopladas a estas válvulas, con la ayuda de llaves para tubo, se retiran las válvulas, se destapan con cuidado para no perder piezas, lavarlas y acoplarlas nuevamente.

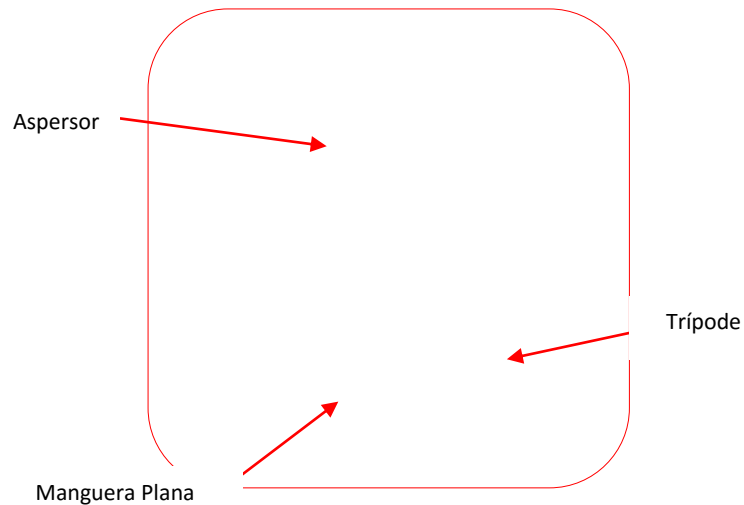


Mantenimiento Toma Predial Compartimiento 1

Para prolongar la vida útil de los accesorios del compartimiento 2 es necesario operarlos con el mayor cuidado, no forzar la tubería que se encuentra dentro de él y mantener la cajilla seca



Unidad de Riego



La operación ya se explicó cuando se describió la del compartimiento 2 de la cajilla predial, se recomienda tener cuidado con la manguera, no arrastrarla, por el material de fabricación se puede enrollar y desenrollar las veces que sea necesario cuando se quiera cambiar de posición o recogerla para guardarla.

Es necesario guardar todo el kit de riego en sitio protegido de la intemperie y darle seguridad para evitar robos, para hacer este almacenamiento el equipo se debe lavar y secar perfectamente.

Se debe verificar el diámetro húmedo alcanzado por el aspersor que para las condiciones normales de funcionamiento, también se debe chequear que el giro sea de 360°, en caso contrario se debe informar al fontanero cualquier anomalía para que revise el funcionamiento de los accesorios y válvulas del compartimiento 1 y del aspersor.

7. PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO

A continuación se presenta el presupuesto detallado del diseño hidráulico de las diferentes obras que componen el distrito de riego, cabe aclarar que el presente estudio no contemplo las obras relacionadas a la parte civil; es por ello que en el presupuesto no están incluidas.

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.1 BOCATOMA					
	Manejo de Aguas	GI	1.0	\$1,995,000.00	\$ 1,995,000.00
	Excavacion en material rocoso bajo el agua	M3	1.4	\$37,905.00	\$ 53,067.00
	Excavacion en material conglomerado bajo el agua	M3	12.6	\$23,625.00	\$ 297,675.00
	Pañete interior impermeabilizado	M2	57.0	\$17,325.00	\$ 987,525.00
	Valvula de Control ø 14" tipo Waffer y accesorios	UN	1.0	\$3,465,000.00	\$ 3,465,000.00
	Collar en Lamina 14" x 2"	UND	1.0	\$255,524.85	\$ 255,524.85
	Adaptador Hembra PVC 2"	UND	1.0	\$7,349.76	\$ 7,349.76
	Tapon Soldado PVC 2"	UND	1.0	\$5,960.08	\$ 5,960.08
	Rejilla en ángulo de 2" * 2" * 1/4" de 2.20 * 0.65 mts, varilla lisa D = 1" seParados 1", pintada con anticorrosivo.	UN	1.0	\$1,414,098.00	\$ 1,414,098.00
	Pasamuro de 14" Para conduccion hacia desarenador. Conexión Espigo x Brida L=0.50 m	UN	2.0	\$1,496,617.50	\$ 2,993,235.00
	Tubo en acero 8" x 2.5 mts Para lavado de presa con tapon roscado.	UN	1.0	\$1,263,675.00	\$ 1,263,675.00
	Tubo en acero 6" x 1mts Para lavado de cajilla con tapon roscado.	UN	1.0	\$487,200.00	\$ 487,200.00
	Sub. Total				\$ 13,225,309.69
1.2 DESARENADOR					
	Excavación en material rocoso	M3	33.0	\$32,550.00	\$ 1,074,150.00
	Excavación en material conglomerado	M3	50.0	\$18,900.00	\$ 945,000.00
	Válvula de Control ø 14" tipo Waffer y accesorios	UN	2.0	\$3,465,000.00	\$ 6,930,000.00
	Válvula HD compuerta elastica ø 8"	UN	1.0	\$1,181,703.60	\$ 1,181,703.60
	Tubería alcantarillado novafort 8" Para lavado y rebose	ML	18.0	\$71,191.33	\$ 1,281,443.88
	Pasamuro en Lamina de 14" x 0.5 Mts Conexión Espigo x Brida	UN	3.0	\$1,496,617.50	\$ 4,489,852.50
	Pasamuro en Lamina de 14" x 0.8 Mts Conexión Campana x Brida	UN	1.0	\$2,353,785.00	\$ 2,353,785.00
	Pasamuro en Lamina de 8" x 0.4 Mts Conexión Espigo x Brida	UN	2.0	\$662,287.50	\$ 1,324,575.00
	Pasamuros de 8" Para rebose. Conexión Expigo x Espigo L = 0.4 m	UN	1.0	\$368,445.00	\$ 368,445.00
	Relleno de estructuras con material seleccionado de la excavación.	M3	20.0	\$12,600.00	\$ 252,000.00
	Suministro e instalacion Tuberia PVC Presion 8" UZ Rde 41	TUBO	2.0	\$262,506.30	\$ 525,012.60
	Collar en Lamina 14" x 2"	UND	1.0	\$400,877.40	\$ 400,877.40

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Adaptador Hembra PVC 2"	UND	1.0	\$7,349.76	\$ 7,349.76
	Tapon Soldado PVC 2"	UND	1.0	\$5,960.08	\$ 5,960.08
	Sub. Total				\$ 21,140,154.82
1.3	CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DOMICILIARIA				
	Tuberia PVC 14" Rde 41	ML	1750.0	\$180,349.00	\$ 315,610,750.00
	Tuberia PVC 14" Rde 32.5	ML	803.0	\$221,312.00	\$ 177,713,536.00
	Tuberia PVC 14" Rde 26	ML	1545.0	\$269,183.00	\$ 415,887,735.00
	Tuberia PVC 14" Rde 21	ML	613.0	\$489,943.00	\$ 300,335,059.00
	Tuberia PVC 12" Rde 51	ML	908.0	\$97,546.00	\$ 88,571,768.00
	Tuberia PVC 12" Rde 41	ML	52.0	\$117,224.00	\$ 6,095,648.00
	Tuberia PVC 12" Rde 32.5	ML	121.0	\$145,672.00	\$ 17,626,312.00
	Tuberia PVC 12" Rde 26	ML	141.0	\$177,867.00	\$ 25,079,247.00
	Tuberia PVC 12" Rde 21	ML	1310.0	\$217,062.00	\$ 284,351,220.00
	Tuberia PVC 10" Rde 41	ML	869.0	\$82,770.00	\$ 71,927,130.00
	Tuberia PVC 10" Rde 32.5	ML	459.0	\$103,406.00	\$ 47,463,354.00
	Tuberia PVC 10" Rde 26	ML	304.0	\$126,178.00	\$ 38,358,112.00
	Tuberia PVC 8" Rde 41	ML	387.0	\$52,931.00	\$ 20,484,297.00
	Tuberia PVC 8" Rde 26	ML	554.0	\$81,064.00	\$ 44,909,456.00
	Tuberia PVC 8" Rde 21	ML	859.0	\$98,548.00	\$ 84,652,732.00
	Tuberia PVC 6" Rde 41	ML	470.0	\$31,338.00	\$ 14,728,860.00
	Tuberia PVC 6" Rde 32.5	ML	110.0	\$38,878.00	\$ 4,276,580.00
	Tuberia PVC 6" Rde 26	ML	570.0	\$47,651.00	\$ 27,161,070.00
	Tuberia PVC 4" Rde 41	ML	1338.0	\$14,783.00	\$ 19,779,654.00
	Tuberia PVC 4" Rde 32.5	ML	81.0	\$17,836.00	\$ 1,444,716.00
	Tuberia PVC 4" Rde 26	ML	1306.0	\$22,245.00	\$ 29,051,970.00
	Tuberia PVC 3" Rde 41	ML	652.0	\$8,927.00	\$ 5,820,404.00
	Tuberia PVC 3" Rde 32.5	ML	1146.0	\$10,820.00	\$ 12,399,720.00
	Tuberia PVC 3" Rde 26	ML	660.0	\$13,468.00	\$ 8,888,880.00
	Tuberia PVC 3" Rde 21	ML	718.0	\$16,149.00	\$ 11,594,982.00
	Tuberia PVC 2 1/2" Rde 26	ML	1226.0	\$9,040.00	\$ 11,083,040.00
	Tuberia PVC 2 1/2" Rde 21	ML	385.0	\$10,824.00	\$ 4,167,240.00
	Tuberia PVC 2 1/2" Rde 13.5	ML	571.0	\$21,518.00	\$ 12,286,778.00
	Tuberia PVC 2" Rde 41	ML	417.0	\$4,311.00	\$ 1,797,687.00
	Tuberia PVC 2" Rde 32.5	ML	14.0	\$5,086.00	\$ 71,204.00
	Tuberia PVC 2" Rde 26	ML	452.0	\$6,123.00	\$ 2,767,596.00
	Tuberia PVC 2" Rde 21	ML	912.0	\$7,379.00	\$ 6,729,648.00
	Tuberia PVC 2" Rde 13.5	ML	892.0	\$13,061.00	\$ 11,650,412.00

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Tuberia PVC 1 1/2" Rde 26 E.L.	ML	1775.0	\$6,037.00	\$ 10,715,675.00
	Tuberia PVC 1 1/2" Rde 21 E.L.	ML	401.0	\$8,550.00	\$ 3,428,550.00
	Tuberia PVC 1 1/4" Rde 26 E.L.	ML	1883.0	\$4,787.00	\$ 9,013,921.00
	Tuberia PVC 1 Rde 26 E.L.	ML	1260.0	\$3,163.00	\$ 3,985,380.00
	Tuberia PVC 1 Rde 21 E.L.	ML	594.0	\$3,635.00	\$ 2,159,190.00
	Tuberia PVC 1 Rde 13.5 E.L.	ML	247.0	\$5,263.00	\$ 1,299,961.00
	Tuberia PVC 3/4 Rde 26 E.L.	ML	626.0	\$2,079.00	\$ 1,301,454.00
	Tuberia PVC 1/2 Rde 21 E.L.	ML	2016.0	\$1,559.00	\$ 3,142,944.00
	Tuberia PVC 1/2 Rde 13.5 E.L.	ML	441.0	\$2,025.00	\$ 893,025.00
	Sub. Total				\$ 2,160,706,897.00
1.4	EXTRAPREDIAL				
	Extrapredial Tipo 1-A Para Usuarios 0.5 Litros				
	Adaptador Hembra 1" PVC	UN	2.0	\$1,494.08	\$ 2,988.16
	Adaptador Hembra 3/4" PVC	UN	2.0	\$670.48	\$ 1,340.96
	Adaptador Macho 3/4" PVC	UN	3.0	\$596.24	\$ 1,788.72
	Buje Soldado de 1" x 3/4"	UN	2.0	\$922.20	\$ 1,844.40
	Buje Soldado de 1/2" x 3/4"	UN	1.0	\$462.84	\$ 462.84
	Buje Roscado 3/4" x 1/2" PVC	UN	2.0	\$1,078.80	\$ 2,157.60
	Codo 90° 3/4" PVC	UN	2.0	\$764.44	\$ 1,528.88
	Codo 45° 3/4" PVC	UN	2.0	\$1,262.08	\$ 2,524.16
	Tee 3/4" PVC	UN	2.0	\$1,064.88	\$ 2,129.76
	Union 3/4" PVC	UN	1.0	\$483.72	\$ 483.72
	Universal de 3/4" PVC	UN	2.0	\$4,710.76	\$ 9,421.52
	Filtro de Malla 1" Conexión Macho 24 GPM	UN	1.0	\$49,329.00	\$ 49,329.00
	Valvula de Cortina en Bronce de 3/4"	UN	1.0	\$13,458.90	\$ 13,458.90
	Valvula Reguladora de Presion 3/4"	UN	1.0	\$210,000.00	\$ 210,000.00
	delimitadora de Caudal 3/4"	UN	1.0	\$47,250.00	\$ 47,250.00
	Tubo PVC 3/4"	ML	2.0	\$2,411.64	\$ 4,823.28
	Manguera Plana 3/4"	ML	51.0	\$1,155.00	\$ 58,905.00
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 3/4"	UN	2.0	\$15,620.85	\$ 31,241.70
	Abrazadera Industrial de 3/4"	UN	4.0	\$3,288.60	\$ 13,154.40
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UN	2.0	\$3,675.00	\$ 7,350.00
	Niple Galvanizado 3/4"	UN	1.0	\$3,260.25	\$ 3,260.25
	Tripode 3/4"	UN	1.0	\$96,600.00	\$ 96,600.00
	Aspersor Senninger 5123-PC # 15 Conexión Macho 3/4"	UN	1.0	\$52,124.10	\$ 52,124.10
	VALOR UNITARIO				\$ 614,167.35
	Subtotal Extrapredial Tipo 1-A		119.0		\$ 73,085,914.65

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Extrapredial Tipo 1-B Usuarios 1 Litro y Diferencial de Presion Mayor a 90 PSI				
	Adaptador Hembra 1" PVC	UN	4.0	\$1,494.08	\$ 5,976.32
	Adaptador Macho 1" PVC	UN	3.0	\$1,248.16	\$ 3,744.48
	Buje Roscado 1" x 1/2"PVC	UN	2.0	\$1,878.04	\$ 3,756.08
	Codo 90° 1" PVC	UN	2.0	\$1,414.04	\$ 2,828.08
	Codo 45° 1" PVC	UN	2.0	\$2,403.52	\$ 4,807.04
	Tee 1" PVC	UN	2.0	\$2,082.20	\$ 4,164.40
	Universal de1" PVC	UN	2.0	\$7,122.40	\$ 14,244.80
	Filtro de Malla 1" Conexión Macho 24 GPM	UN	1.0	\$49,329.00	\$ 49,329.00
	Valvula de Cortina en Bronce de 1"	UN	1.0	\$19,792.50	\$ 19,792.50
	Valvula Reguladora de Presion 1"	UN	1.0	\$315,000.00	\$ 315,000.00
	delimitadora de Caudal 1"	UN	1.0	\$78,750.00	\$ 78,750.00
	Tubo PVC 1"	ML	2.0	\$3,163.00	\$ 6,326.00
	Manguera Plana 1"	ML	63.0	\$1,995.00	\$ 125,685.00
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1"	UN	2.0	\$25,816.35	\$ 51,632.70
	Abrazadera Industrial de 1"	UN	4.0	\$3,288.60	\$ 13,154.40
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UN	2.0	\$3,675.00	\$ 7,350.00
	Niple Galvanizado 1"	UN	1.0	\$5,675.25	\$ 5,675.25
	Tripode 1"	UN	1.0	\$126,000.00	\$ 126,000.00
	ASPERSOR Senninger 7025RD-2 #18 y #8 conexión Macho 1"	UN	1.0	\$122,393.25	\$ 122,393.25
	VALOR UNITARIO				\$ 960,609.30
	Subtotal Extrapredial Tipo 1-B		4.0		\$ 3,842,437.20
	Extrapredial Tipo 2-A Usuarios 1 Litro y Diferencial de Presion Menores a 90 PSI				
	Adaptador Hembra 1" PVC	UN	5.0	\$1,494.08	\$ 7,470.40
	Adaptador Macho 1" PVC	UN	4.0	\$1,248.16	\$ 4,992.64
	Buje Roscado 1" x 1/2"PVC	UN	2.0	\$1,878.04	\$ 3,756.08
	Codo 90° 1" PVC	UN	6.0	\$1,414.04	\$ 8,484.24
	Codo 45° 1" PVC	UN	2.0	\$2,403.52	\$ 4,807.04
	Tee 1" PVC	UN	4.0	\$2,082.20	\$ 8,328.80
	Universal de1" PVC	UN	3.0	\$7,122.40	\$ 21,367.20
	Filtro de Malla 1" Conexión Macho 24 GPM	UN	1.0	\$49,329.00	\$ 49,329.00
	Válvula de Cortina en Bronce de 1"	UN	1.0	\$19,792.50	\$ 19,792.50
	Válvula Reguladora de Presión 1"	UN	2.0	\$315,000.00	\$ 630,000.00
	delimitadora de Caudal 1"	UN	2.0	\$78,750.00	\$ 157,500.00
	Tubo PVC 1"	ML	2.0	\$3,163.00	\$ 6,326.00
	Manguera Plana 1"	ML	63.0	\$1,995.00	\$ 125,685.00
	Acolpe Rápido en Aluminio C y F 1"	UN	2.0	\$25,816.35	\$ 51,632.70

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Abrazadera Industrial de 1"	UN	4.0	\$3,288.60	\$ 13,154.40
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UN	2.0	\$3,675.00	\$ 7,350.00
	Niple Galvanizado 1"	UN	1.0	\$5,675.25	\$ 5,675.25
	Tripode 1"	UN	1.0	\$126,000.00	\$ 126,000.00
	ASPERSOR Senninger 7025RD-2 #18 y #8 conexión Macho 1"	UN	1.0	\$122,393.25	\$ 122,393.25
	VALOR UNITARIO				\$ 1,374,044.50
	Subtotal Extrapredial Tipo 2-A		16.0		\$ 21,984,712.00
	Extrapredial Tipo 2-B Para Usuarios de 1.5 litros				
	Adaptador Hembra 2" PVC	UN	2.0	\$7,349.76	\$ 14,700.00
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$4,128.44	\$ 4,128.00
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC		1.0	\$2,441.80	\$ 2,442.00
	Adaptador Macho 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$3,076.32	\$ 3,076.00
	Adaptador Macho 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$2,625.08	\$ 5,250.00
	Buje Soldado de 2" x 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$4,178.32	\$ 8,357.00
	Buje Soldado de 1 1/2" x 1 1/4" PVC	UN	3.0	\$2,732.96	\$ 8,199.00
	Buje Roscado 1 1/4" x 1/2" PVC	UN	2.0	\$3,154.04	\$ 6,308.00
	Codo 90° 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$2,874.48	\$ 5,749.00
	Codo 45° 1 1/2" PVC	UN	2.0	\$5,829.00	\$ 11,658.00
	Tee 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$5,376.60	\$ 10,753.00
	Union 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$1,974.32	\$ 1,974.00
	Universal de 1 1/4" PVC	UN	1.0	\$12,855.12	\$ 12,855.00
	Filtro de Malla 2" Conexión Macho 50 GPM	UN	1.0	\$84,399.00	\$ 84,399.00
	Válvula de Cortina en Bronce de 1 1/4"	UN	1.0	\$39,585.00	\$ 39,585.00
	Válvula Reguladora de Presión 1 1/2"	UN	1.0	\$730,800.00	\$ 730,800.00
	delimitadora de Caudal 1 1/2"	UN	1.0	\$93,450.00	\$ 93,450.00
	Tubo PVC 1 1/4"	ML	2.0	\$4,786.74	\$ 9,573.00
	Manguera Plana 1 1/4"	ML	68.0	\$2,730.00	\$ 185,640.00
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1 1/4"	UN	2.0	\$33,215.70	\$ 66,431.00
	Abrazadera Industrial de 1 1/4"	UN	4.0	\$3,288.60	\$ 13,154.00
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UN	2.0	\$3,675.00	\$ 7,350.00
	Niple Galvanizado 1 1/4"	UN	1.0	\$8,090.25	\$ 8,090.00
	Tripode 1 1/4"	UN	1.0	\$173,250.00	\$ 173,250.00
	Aspersor Senninger 8025HR-1 # 24 conexión Macho 1 1/4"	UN	1.0	\$289,396.80	\$ 289,397.00
	VALOR UNITARIO				\$ 1,796,568.00
	Subtotal extrapredial Tipo 2-B		9.0		\$ 16,169,112.00
	Extrapredial Tipo 2-C Para Usuarios de 2.0 litros				
	Adaptador Hembra 2" PVC	UN	2.0	\$7,349.76	\$ 14,700.00

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$4,128.44	\$ 4,128.00
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC		1.0	\$2,441.80	\$ 2,442.00
	Adaptador Macho 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$3,076.32	\$ 3,076.00
	Adaptador Macho 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$2,625.08	\$ 5,250.00
	Buje Soldado de 2" x 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$4,178.32	\$ 8,357.00
	Buje Soldado de 1 1/2" x 1 1/4" PVC	UN	3.0	\$2,732.96	\$ 8,199.00
	Buje Roscado 1 1/4" x 1/2" PVC	UN	2.0	\$3,154.04	\$ 6,308.00
	Codo 90° 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$2,874.48	\$ 5,749.00
	Codo 45° 1 1/2" PVC	UN	2.0	\$5,829.00	\$ 11,658.00
	Tee 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$5,376.60	\$ 10,753.00
	Union 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$1,974.32	\$ 1,974.00
	Universal de 1 1/4" PVC	UN	1.0	\$12,855.12	\$ 12,855.00
	Filtro de Malla 2" Conexión Macho 50 GPM	UN	1.0	\$84,399.00	\$ 84,399.00
	Valvula de Cortina en Bronce de 1 1/4"	UN	1.0	\$39,585.00	\$ 39,585.00
	Valvula Reguladora de Presion 1 1/2"	UN	1.0	\$730,800.00	\$ 730,800.00
	delimitadora de Caudal 1 1/2"	UN	1.0	\$93,450.00	\$ 93,450.00
	Tubo PVC 1 1/4"	ML	2.0	\$4,786.74	\$ 9,573.00
	Manguera Plana 1 1/4"	ML	77.0	\$2,730.00	\$ 210,210.00
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1 1/4"	UN	2.0	\$33,215.70	\$ 66,431.00
	Abrazadera Industrial de 1 1/4"	UN	4.0	\$3,288.60	\$ 13,154.00
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UN	2.0	\$3,675.00	\$ 7,350.00
	Niple Galvanizado 1 1/4"	UN	1.0	\$8,090.25	\$ 8,090.00
	Tripode 1 1/4"	UN	1.0	\$173,250.00	\$ 173,250.00
	Senninger 8025HR-1 # 28 conexión Macho 1 1/4"	UN	1.0	\$289,396.80	\$ 289,397.00
	VALOR UNITARIO				\$ 1,821,138.00
	Subtotal Extrapredial Tipo 2-C		8.0		\$ 14,569,104.00
	Extrapredial Tipo 2-D Para Usuarios de 2.5 litros				
	Adaptador Hembra 2" PVC	UN	2.0	\$7,349.76	\$ 14,700.00
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$4,128.44	\$ 4,128.00
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC		1.0	\$2,441.80	\$ 2,442.00
	Adaptador Macho 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$3,076.32	\$ 3,076.00
	Adaptador Macho 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$2,625.08	\$ 5,250.00
	Buje Soldado de 2" x 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$4,178.32	\$ 8,357.00
	Buje Soldado de 1 1/2" x 1 1/4" PVC	UN	3.0	\$2,732.96	\$ 8,199.00
	Buje Roscado 1 1/4" x 1/2" PVC	UN	2.0	\$3,154.04	\$ 6,308.00
	Codo 90° 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$2,874.48	\$ 5,749.00
	Codo 45° 1 1/2" PVC	UN	2.0	\$5,829.00	\$ 11,658.00

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Tee 1 1/4" PVC	UN	2.0	\$5,376.60	\$ 10,753.00
	Union 1 1/2" PVC	UN	1.0	\$1,974.32	\$ 1,974.00
	Universal de 1 1/4" PVC	UN	1.0	\$12,855.12	\$ 12,855.00
	Filtro de Malla 2" Conexión Macho 75GPM	UN	1.0	\$104,055.00	\$ 104,055.00
	Valvula de Cortina en Bronce de 1 1/4"	UN	1.0	\$39,585.00	\$ 39,585.00
	Valvula Reguladora de Presion 1 1/2"	UN	1.0	\$730,800.00	\$ 730,800.00
	delimitadora de Caudal 1 1/2"	UN	1.0	\$93,450.00	\$ 93,450.00
	Tubo PVC 1 1/4"	ML	2.0	\$4,786.74	\$ 9,573.00
	Manguera Plana 1 1/4"	ML	80.0	\$2,730.00	\$ 218,400.00
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1 1/4"	UN	2.0	\$33,215.70	\$ 66,431.00
	Abrazadera Industrial de 1 1/4"	UN	4.0	\$3,288.60	\$ 13,154.00
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UN	2.0	\$3,675.00	\$ 7,350.00
	Niple Galvanizado 1 1/4"	UN	1.0	\$8,090.25	\$ 8,090.00
	Tripode 1 1/4"	UN	1.0	\$173,250.00	\$ 173,250.00
	Senninger 8025HR-1 # 32 conexión Macho 1 1/4"	UN	1.0	\$289,396.80	\$ 289,397.00
	VALOR UNITARIO				\$ 1,848,984.00
	Subtotal Extrapredial Tipo 2-D		25.0		\$ 46,224,600.00
	Sub. Total				\$ 175,875,879.85
1.5	ACCESORIOS EN PVC Y LAMINA, A PRESIÓN				
	Adaptador Hembra 4" PVC	UND	54.0	\$38,994.56	\$ 2,105,706.24
	Adaptador Hembra 3" PVC	UND	1.0	\$21,593.40	\$ 21,593.40
	Adaptador Hembra 2 1/2" PVC	UND	3.0	\$13,676.40	\$ 41,029.20
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	27.0	\$7,349.76	\$ 198,443.52
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UND	12.0	\$4,128.44	\$ 49,541.28
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC	UND	46.0	\$2,441.80	\$ 112,322.80
	Adaptador Hembra 1" PVC	UND	22.0	\$1,494.08	\$ 32,869.76
	Adaptador Macho 1 1/2" PVC	UND	2.0	\$3,076.32	\$ 6,152.64
	Adaptador Macho 1" PVC	UND	32.0	\$1,248.16	\$ 39,941.12
	Adaptador Macho 1/2" PVC	UND	16.0	\$329.44	\$ 5,271.04
	Tee 4" PVC	UND	21.0	\$92,549.44	\$ 1,943,538.24
	Tee 3" PVC	UND	19.0	\$42,410.76	\$ 805,804.44
	Tee 2 1/2" PVC	UND	21.0	\$25,849.44	\$ 542,838.24
	Tee 2" PVC	UND	22.0	\$11,240.40	\$ 247,288.80
	Tee 1 1/2" PVC	UND	11.0	\$7,059.76	\$ 77,657.36
	Tee 1 1/4" PVC	UND	18.0	\$5,376.60	\$ 96,778.80
	Tee 1" PVC	UND	23.0	\$2,082.20	\$ 47,890.60
	Tee Emsablada PVC 4" X 3" X 2"	UND	1.0	\$79,349.80	\$ 79,349.80

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Buje Soldado 1"X1/2" PVC	UND	37.0	\$922.20	\$ 34,121.40
	Buje Soldado 1"X3/4" PVC	UND	6.0	\$922.20	\$ 5,533.20
	Buje Soldado 1 1/4"X1" PVC	UND	25.0	\$1,770.16	\$ 44,254.00
	Buje Soldado 1 1/4"X3/4" PVC	UND	5.0	\$1,770.16	\$ 8,850.80
	Buje Soldado 1 1/4"X1/2" PVC	UND	40.0	\$1,770.16	\$ 70,806.40
	Buje Soldado 1 1/2"X1 1/4" PVC	UND	3.0	\$2,732.96	\$ 8,198.88
	Buje Soldado 1 1/2"X1" PVC	UND	7.0	\$2,732.96	\$ 19,130.72
	Buje Soldado 1 1/2"X3/4" PVC	UND	6.0	\$2,732.96	\$ 16,397.76
	Buje Soldado 1 1/2"X1/2" PVC	UND	2.0	\$2,732.96	\$ 5,465.92
	Buje Soldado 2"X1 1/2" PVC	UND	15.0	\$4,178.32	\$ 62,674.80
	Buje Soldado 2"X1 1/4" PVC	UND	13.0	\$4,178.32	\$ 54,318.16
	Buje Soldado 2"X1" PVC	UND	40.0	\$4,178.32	\$ 167,132.80
	Buje Soldado 2 1/2"x 2" PVC	UND	19.0	\$9,844.92	\$ 187,053.48
	Buje Soldado 2 1/2"x1 1/2" PVC	UND	10.0	\$10,481.76	\$ 104,817.60
	Buje Soldado 3"X2 1/2" PVC	UND	4.0	\$15,048.68	\$ 60,194.72
	Buje Soldado 3"X2" PVC	UND	20.0	\$15,048.68	\$ 300,973.60
	Buje Soldado 4"X3" PVC	UND	4.0	\$23,733.60	\$ 94,934.40
	Buje Soldado 4"X2 1/2" PVC	UND	1.0	\$23,733.60	\$ 23,733.60
	Buje Soldado 4"X2" PVC	UND	21.0	\$23,733.60	\$ 498,405.60
	Collar de derivacion 8" x 1"	UND	14.0	\$37,290.52	\$ 522,067.28
	Collar de derivacion 4" x 1/2"	UND	1.0	\$13,951.32	\$ 13,951.32
	Collar de derivacion 3" x 1/2"	UND	4.0	\$12,284.40	\$ 49,137.60
	Collar de derivacion 2 1/2" x 1/2"	UND	5.0	\$8,781.20	\$ 43,906.00
	Collar de derivacion 2" x 1/2"	UND	7.0	\$8,287.04	\$ 58,009.28
	Codo 45° X 1/2" PVC	UND	6.0	\$787.64	\$ 4,725.84
	Codo 45° X 3/4" PVC	UND	1.0	\$1,262.08	\$ 1,262.08
	Codo 45° X 1 " PVC	UND	9.0	\$2,403.52	\$ 21,631.68
	Codo 45° X 1 1/4" PVC	UND	4.0	\$4,346.52	\$ 17,386.08
	Codo 45° X 1 1/2" PVC	UND	7.0	\$5,829.00	\$ 40,803.00
	Codo 45° X 2" PVC	UND	3.0	\$9,639.60	\$ 28,918.80
	Codo 45° X 2 1/2" PVC	UND	7.0	\$27,170.68	\$ 190,194.76
	Codo 45° X 3" PVC	UND	3.0	\$31,031.16	\$ 93,093.48
	Codo 45° X 4" PVC	UND	3.0	\$66,020.24	\$ 198,060.72
	Codo 90° X 1/2" PVC	UND	1.0	\$477.92	\$ 477.92
	Codo 90° X 1" PVC	UND	1.0	\$2,403.52	\$ 2,403.52
	Codo 90° X 2" PVC	UND	1.0	\$8,796.28	\$ 8,796.28
	Codo 90° X 3" PVC	UND	2.0	\$32,787.40	\$ 65,574.80

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Codo 90° X 4" PVC	UND	2.0	\$71,130.04	\$ 142,260.08
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 2" U.Z.	UND	9.0	\$17,401.16	\$ 156,610.44
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 2 1/2" U.Z.	UND	12.0	\$20,006.52	\$ 240,078.24
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 3" U.Z.	UND	15.0	\$27,775.04	\$ 416,625.60
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 4" U.Z.	UND	2.0	\$53,082.76	\$ 106,165.52
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 8" U.Z.	UND	7.0	\$249,425.52	\$ 1,745,978.64
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 10" U.Z.	UND	10.0	\$532,477.12	\$ 5,324,771.20
	Codo Gran Radio 11 1/4° X 12" U.Z.	UND	15.0	\$704,817.16	\$ 10,572,257.40
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 2" U.Z.	UND	15.0	\$15,049.84	\$ 225,747.60
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 2 1/2" U.Z.	UND	16.0	\$21,158.40	\$ 338,534.40
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 3" U.Z.	UND	10.0	\$30,474.36	\$ 304,743.60
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 4" U.Z.	UND	10.0	\$55,871.40	\$ 558,714.00
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 6" U.Z.	UND	3.0	\$137,282.52	\$ 411,847.56
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 8" U.Z.	UND	4.0	\$290,473.28	\$ 1,161,893.12
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 10" U.Z.	UND	9.0	\$650,880.64	\$ 5,857,925.76
	Codo Gran Radio 22 1/2° X 12" U.Z.	UND	16.0	\$876,493.68	\$ 14,023,898.88
	Codo Gran Radio 45° X 6" U.Z.	UND	4.0	\$171,902.72	\$ 687,610.88
	Codo Gran Radio 45° X 8" U.Z.	UND	3.0	\$373,256.68	\$ 1,119,770.04
	Codo Gran Radio 45° X 10" U.Z.	UND	2.0	\$799,364.12	\$ 1,598,728.24
	Codo Gran Radio 45° X 12" U.Z.	UND	13.0	\$1,122,073.80	\$ 14,586,959.40
	Codo de 14" de 7° en Acero al Carbon Para 200 PSI Extremo Dresser * Liso	UND	9.0	\$1,013,376.00	\$ 9,120,384.00
	Codo de 14" de 11,25° en Acero al Carbon Para 200 PSI Extremo Dresser * Liso	UND	12.0	\$1,013,376.00	\$ 12,160,512.00
	Codo de 14" de 17° en Acero al Carbon Para 200 PSI Extremo Dresser * Liso	UND	21.0	\$1,013,376.00	\$ 21,280,896.00
	Codo de 14" de 22,5° en Acero al Carbon Para 200 PSI Extremo Dresser * Liso	UND	27.0	\$1,252,469.40	\$ 33,816,673.80
	Codo de 14" de 33° en Acero al Carbon Para 200 PSI Extremo Dresser * Liso	UND	30.0	\$1,252,469.40	\$ 37,574,082.00
	Codo de 14" de 45° en Acero al Carbon Para 200 PSI Extremo Dresser * Liso	UND	21.0	\$1,252,469.40	\$ 26,301,857.40
	Reduccion en Lamina 14" X 12" Conexión Dresser x Dresser	UND	1.0	\$1,646,736.00	\$ 1,646,736.00
	Reduccion en Lamina 10" X 8" Conexión Campana y Extremo Liso	UND	1.0	\$712,530.00	\$ 712,530.00
	Reduccion en Lamina 8" X 6" Conexión Campana y Extremo Liso	UND	1.0	\$490,854.00	\$ 490,854.00
	Collar en Lamina 6" X 4" (Conexión Brida)	UND	2.0	\$430,806.60	\$ 861,613.20
	Collar en Lamina 6" X 2" (Conexión Macho)	UND	3.0	\$109,510.80	\$ 328,532.40
	Collar en Lamina 6" X 1 1/2" (Conexión Macho)	UND	3.0	\$109,510.80	\$ 328,532.40
	Collar en Lamina 8" X 4" (Salida Conexión Brida)	UND	2.0	\$485,068.50	\$ 970,137.00
	Collar en Lamina 8" X 2 1/2" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$160,648.95	\$ 160,648.95
	Collar en Lamina 8" X 2" (Salida Conexión Macho)	UND	4.0	\$160,648.95	\$ 642,595.80

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Collar en Lamina 8" X 1 1/2" (Salida Conexión Macho)	UND	2.0	\$160,648.95	\$ 321,297.90
	Collar en Lamina 8" X 1 1/4" (Salida Conexión Macho)	UND	2.0	\$160,648.95	\$ 321,297.90
	Collar en Lamina 8" X 1/2" (Salida Conexión Hembra)	UND	1.0	\$106,879.50	\$ 106,879.50
	Collar en Lamina 10" X 6 (Salida Conexión Brida)	UND	2.0	\$573,860.70	\$ 1,147,721.40
	Collar en Lamina 10" X 4 (Salida Conexión Macho)	UND	4.0	\$220,994.55	\$ 883,978.20
	Collar en Lamina 10" X 2 (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$182,847.00	\$ 182,847.00
	Collar en Lamina 10" X 1 1/2" (Salida Conexión Macho)	UND	3.0	\$182,847.00	\$ 548,541.00
	Collar en Lamina 10" X 1 1/4" (Salida Conexión Macho)	UND	18.0	\$182,847.00	\$ 3,291,246.00
	Collar en Lamina 12" X 8" (Salida Conexión Brida)	UND	1.0	\$657,720.00	\$ 657,720.00
	Collar en Lamina 12" X 6" (Salida Conexión Brida)	UND	5.0	\$596,880.90	\$ 2,984,404.50
	Collar en Lamina 12" X 4" (Salida Conexión Macho)	UND	6.0	\$265,390.65	\$ 1,592,343.90
	Collar en Lamina 12" X 2 1/2" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$241,712.10	\$ 241,712.10
	Collar en Lamina 12" X 1 1/4" (Salida Conexión Macho)	UND	5.0	\$203,893.20	\$ 1,019,466.00
	Collar en Lamina 12" X 1/2" (Salida Conexión Hembra)	UND	2.0	\$189,094.50	\$ 378,189.00
	Collar en Lamina 14" X 8" (Salida Conexión Brida)	UND	9.0	\$838,593.00	\$ 7,547,337.00
	Collar en Lamina 14" X 4" (Salida Conexión Macho)	UND	17.0	\$309,621.90	\$ 5,263,572.30
	Collar en Lamina 14" X 3" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$281,505.00	\$ 281,505.00
	Collar en Lamina 14" X 2 1/2" (Salida Conexión Macho)	UND	3.0	\$281,505.00	\$ 844,515.00
	Collar en Lamina 14" X 2" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$255,524.85	\$ 255,524.85
	Collar en Lamina 14" X 1 1/2" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$255,524.85	\$ 255,524.85
	Collar en Lamina 14" X 1 1/4" (Salida Conexión Macho)	UND	21.0	\$255,524.85	\$ 5,366,021.85
	Yee en Lamina Reducida de 12" (Extremo Campana) X 6 (Extremo Liso) X 12" (Extremo Liso)	UND	1.0	\$1,303,138.20	\$ 1,303,138.20
	Tee en Lamina Reducida de 12" (Extremo Campana) X 10 (Extremo Liso) X 8" (Extremo Liso)	UND	1.0	\$1,314,222.00	\$ 1,314,222.00
	Tee en Lamina Reducida de 8" (Extremo Campana) X 2 1/2" (Extremo Liso) X 6" (Extremo Liso)	UND	1.0	\$387,933.00	\$ 387,933.00
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 4(Extremo Liso) X 4" (Extremo Liso)	UND	1.0	\$419,601.00	\$ 419,601.00
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 2 1/2" (Extremo Macho) X 4" (Extremo Liso)	UND	1.0	\$395,850.00	\$ 395,850.00
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 4(Extremo Liso) X 2" (Extremo Liso)	UND	1.0	\$387,933.00	\$ 387,933.00
	Niple HG 1/2" X 0.8 m	UND	5.0	\$3,236.10	\$ 16,180.50
	Bushing HG 1/2" x 1/4"	UND	5.0	\$869.40	\$ 4,347.00
	Manometro Glicerina 0-315 PSI	UND	5.0	\$37,800.00	\$ 189,000.00
	Sub. Total				\$ 253,468,971.06
1.6	ValvulaS				
	Valvula de Control HD Compuerta Elastica 8" (Conexión Brida); Presion 250 PSI	UND	9.0	\$1,181,703.60	\$ 10,635,332.40
	Valvula de Control HD Compuerta Elastica 6" (Conexión Brida); Presion 250 PSI	UND	7.0	\$806,218.35	\$ 5,643,528.45

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Valvula de Control 4" (Conexión Brida); Presion 150 PSI	UND	4.0	\$441,988.05	\$ 1,767,952.20
	Valvula de Cortina en Bronce 2"	UND	3.0	\$76,003.20	\$ 228,009.60
	Valvula de Cortina en Bronce 1 1/2"	UND	5.0	\$46,710.30	\$ 233,551.50
	Valvula de Cortina en Bronce 1"	UND	11.0	\$19,792.50	\$ 217,717.50
	Valvula de Cortina en Bronce 1/2"	UND	1.0	\$11,875.50	\$ 11,875.50
	Valvula Doble Efecto o Trifuncional; Conexión 4" (Accesorios de Conexión)	UND	27.0	\$743,250.90	\$ 20,067,774.30
	Valvula Doble Efecto o Trifuncional; Conexión 2" (Accesorios de Conexión)	UND	15.0	\$436,800.00	\$ 6,552,000.00
	Valvula Doble Efecto o Trifuncional; Conexión 1" (Accesorios de Conexión)	UND	29.0	\$238,792.05	\$ 6,924,969.45
	Sub. Total				\$ 52,282,710.90
1.7	CAMARAS DE QUIEBRE DE PRESIÓN				
	CAMARA DE QUIEBRE No. 1 Zona La Palestina				
	Excavacion en material Conglomerado	M3	10.6	\$18,900.00	\$ 200,340.00
	Pasamuros de 14" Conexión Campana X Espigo L: 0.6 m	UND	1.0	\$1,827,000.00	\$ 1,827,000.00
	Pasamuros de 14" Conexión Espigo X Espigo L: 0.4 m	UND	2.0	\$1,141,875.00	\$ 2,283,750.00
	Collar en Lamina 14" x 2" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$255,524.85	\$ 255,524.85
	Valvula Reguladora de Caudal 14" 170 lit/seg (61.54 mca)	UND	1.0	\$26,250,000.00	\$ 26,250,000.00
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	1.0	\$6,419.70	\$ 6,419.70
	Codos 45° Tuberia Sanitaria PVC 14"	UND	2.0	\$318,350.55	\$ 636,701.10
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1.0	\$5,960.08	\$ 5,960.08
	Tuberia Novafort 14" Para Excesos	ML	10.0	\$71,788.50	\$ 717,885.00
	SUBTOTAL CAMARA de QUIEBRE No. 1				\$ 32,183,580.73
	CAMARA DE QUIEBRE No. 2 Zona El Tablón de Maito				
	Excavacion en material Conglomerado	M3	1.6	\$18,900.00	\$ 30,240.00
	Pasamuros de 3" Conexión Campana X Espigo L: 0.4 m	UND	1.0	\$182,700.00	\$ 182,700.00
	Pasamuros de 3" Conexión Espigo X Espigo L: 0.4 m	UND	2.0	\$152,250.00	\$ 304,500.00
	Valvula Reguladora de Caudal 3" 9 lit/seg (90.47 mca)	UND	1.0	\$3,510,150.00	\$ 3,510,150.00
	Codo 45° PVC 3"	UND	2.0	\$31,031.16	\$ 62,062.32
	Tee PVC 3"	UND	1.0	\$42,410.76	\$ 42,410.76
	Buje Soldado PVC 3" x 2"	UND	1.0	\$15,048.68	\$ 15,048.68
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1.0	\$5,960.08	\$ 5,960.08
	Tuberia 3" Rde Para Excesos	ML	10.0	\$13,652.81	\$ 136,528.13
	SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE No. 2				\$ 4,289,599.97
	CAMARA DE QUIEBRE No. 3 Zona El Vergel Cruze San Francisco				
	Excavacion en material Conglomerado	M3	7.7	\$18,900.00	\$ 145,530.00
	Pasamuros de 12" Conexión Campana X Espigo L: 0.5 m	UND	1.0	\$1,370,250.00	\$ 1,370,250.00
	Pasamuros de 12" Conexión Espigo X Espigo L: 0.4 m	UND	2.0	\$913,500.00	\$ 1,827,000.00
	Collar en Lamina 12" x 2" (Salida Conexión Macho)	UND	1.0	\$203,893.20	\$ 203,893.20

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Valvula Reguladora de Caudal 12" 108.5 lit/seg (28.22 mca)	UND	1.0	\$23,100,000.00	\$ 23,100,000.00
	Codos 45° Tuberia Sanitaria PVC 12"	UND	2.0	\$279,373.50	\$ 558,747.00
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	1.0	\$7,349.76	\$ 7,349.76
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1.0	\$5,960.08	\$ 5,960.08
	Tuberia Novafort 12" Para Excesos	ML	10.0	\$97,545.75	\$ 975,457.53
	SUBTOTAL CAMARA de QUIEBRE No. 3				\$ 28,194,187.57
	CAMARA DE QUIEBRE No. 4 Predios La Cruz				
	Excavacion en material Conglomerado	M3	1.8	\$18,900.00	\$ 34,020.00
	Pasamuros de 3" Conexión Campana X Espigo L: 0.4 m	UND	1.0	\$182,700.00	\$ 182,700.00
	Pasamuros de 3" Conexión Espigo X Espigo L: 0.4 m	UND	1.0	\$152,250.00	\$ 152,250.00
	Válvula Reguladora de Caudal 4" 10 lit/seg (49.84mca)	UND	1.0	\$5,379,150.00	\$ 5,379,150.00
	Codo 45° PVC 4"	UND	2.0	\$66,020.24	\$ 132,040.48
	Tee PVC 4"	UND	1.0	\$92,549.44	\$ 92,549.44
	Buje Soldado PVC 3" x 2"	UND	1.0	\$15,048.68	\$ 15,048.68
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1.0	\$5,960.08	\$ 5,960.08
	Tuberia 4" Rde 51 Para Excesos	ML	10.0	\$11,984.00	\$ 119,840.00
	SUBTOTAL CAMARA de QUIEBRE No. 4				\$ 6,113,558.68
	Sub. Total				\$ 70,780,926.96
1.8	REPLANTEO TOPOGRAFICO				
	Replanteo Topográfico Conducción Principal y Secundaria	KM	31.8	\$84,000.00	\$ 2,674,560.00
	Replanteo Topográfico Tomas Prediales	TOMA	181.0	\$73,500.00	\$ 13,303,500.00
	Replanteo Parcelas demostrativas	HA	17.0	\$262,500.00	\$ 4,462,500.00
	Sub. Total				\$ 20,440,560.00
1.9	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Instalación Tubo de 6mts de f: 14" con accesorios y válvulas	ML	4711.0	\$13,912.50	\$ 65,541,787.50
	Instalación Tubo de 6mts de f: 12", 10", 8" con accesorios y válvulas	ML	5964.0	\$7,875.00	\$ 46,966,500.00
	Instalación Tubo de 6mts de f: 6", 4", 3" con accesorios y válvulas	ML	7051.0	\$5,040.00	\$ 35,537,040.00
	Instalación Tubo de 6mts de f: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4" con accesorios y válvulas	ML	8928.0	\$3,885.00	\$ 34,685,280.00
	Instalación Tubo de 6mts de f: 1", 3/4" Y 1/2" con accesorios y válvulas	ML	5184.0	\$997.50	\$ 5,171,040.00
	Instalación Tubo de 6mts f: 14" (Anclado Sobre Roca a Orilla de la Quebrada La Maituna)	ML	88.0	\$21,735.00	\$ 1,912,680.00
	Instalación de Prediales con Válvulas y Unidad de Riego	USUARIO	181.0	\$87,150.00	\$ 15,774,150.00
	Sub. Total				\$ 205,588,477.50
1.10	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
	Excavación Para Cajillas	M3	244.0	\$18,900.00	\$ 4,611,600.00
	Excavación Para Anclajes	M3	115.0	\$18,900.00	\$ 2,173,500.00
	Excavación (0.8 x 1.0 mts) Para tubería de f: 14"	ML	4711.0	\$15,120.00	\$ 71,230,320.00

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO "ASOVERGEL"					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Excavación(0.8x 0.8 mts) Para tubería de f: 12", 10", 8"	ML	5964.0	\$12,096.00	\$ 72,140,544.00
	Excavación(0.6x 0.6 mts) Para tubería de f: 6", 4", 3"	ML	7051.0	\$6,804.00	\$ 47,975,004.00
	Excavación(0.4x 0.6mts) Para tubería de f: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4"	ML	8928.0	\$4,536.00	\$ 40,497,408.00
	Excavación(0.3x 0.4 mts) Para tubería de f: 1", 3/4" y 1/2"	ML	5184.0	\$2,268.00	\$ 11,757,312.00
	Tapado Para tubería de f: 14"	ML	4711.0	\$5,040.00	\$ 23,743,440.00
	Tapado Para tubería de f: 12", 10", 8"	ML	5964.0	\$4,032.00	\$ 24,046,848.00
	Tapado Para tubería de f: 6", 4", 3"	ML	7051.0	\$2,268.00	\$ 15,991,668.00
	Tapado Para tubería de f: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4"	ML	8928.0	\$1,512.00	\$ 13,499,136.00
	Tapado Para tubería de f: 1", 3/4" y 1/2"	ML	5184.0	\$756.00	\$ 3,919,104.00
	Sub. Total				\$ 331,585,884.00
	SUMATORIA DE SUMAS PARCIALES			\$ 3,305,095,772	
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO			\$ 3,305,095,772	

COSTO POR HECTAREA	336	Ha	\$ 9,836,594.56
COSTO POR FAMILIA	183	Familias	\$ 18,060,632.63

8. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó el diseño hidráulico del distrito de riego Asovergel en condiciones propias para la zona de estudio, garantizando una distribución equitativa del recurso hídrico sin afectaciones de presión y caudal a otros usuarios.
- ✓ De acuerdo a los cálculos realizados en cada línea y nodo de la red de conducción y distribución se determina que el proyecto es eficiente, cumpliendo los requerimientos técnicos para su normal funcionamiento.
- ✓ De acuerdo a los cálculos realizados en cada línea y nodo de la red de conducción y distribución se determina que el proyecto es eficiente, cumpliendo los requerimientos técnicos para su normal funcionamiento.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Los estudios ejecutados en el alcance del presente proyecto no limitan la factibilidad del distrito pero tampoco lo declaran viable. Para determinar su factibilidad se recomienda realizar los siguientes estudios.
 - Calidad del Agua, para verificar que no se presente contaminación, ni riesgo de salinizar el suelo.
 - Geotecnia, en los lugares en los que plantea la construcción de obras como bocatoma, desarenador, viaductos y pasos elevados.
 - Calculo estructural de las obras dimensionadas en el presente proyecto.
 - Análisis financiero para determinar la viabilidad económica del proyecto.
 - Estudio de impacto ambiental
- ✓ En la tubería de conducción y distribución y en aquellas zonas inestables, se recomienda la realización de encofrados en los que mediante recubrimiento en concreto reforzado se proteja la tubería de afectaciones por deslizamientos de tierra o desprendimientos de roca.
- ✓ En lugares de la línea de conducción en los que se ubican accesorios para cambios de direcciones como codos de gran diámetro, lugares expuestos a rocas y en los que se registren altas presiones se recomienda la instalación de anclajes.
- ✓ Con el fin de que el distrito opere bajo las condiciones de diseño se requiere de amplia capacitación por parte de profesionales del área hacia los usuarios del distrito, en las que se establezcan pautas relacionadas con la administración, operación y mantenimiento del mismo.

10. BIBLIOGRAFIA

- Cifuentes, M. (2003). *Metodología de doble Propósito para el diseño y la evaluación hidraulica de Sistemas de Riego a Presion (Metodologia de los Talleres)*. Sincelejo.
- Corcho, F., & Jose, D. (1993). *Acueductos Teoria y Diseño*. Medellin: Universida de Medellin.
- FAO. (2006). *Guia para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma.
- IDEAM. (2010). *Registros Meteorológicos, Estacion Pluviométrica San José y Climatologica Ordinaria Iquira*. Bogotá.
- IGAC. (1994). *Estudio General de Suelos del Departamento del Huila*. Santa Fe de Bogotá: IGAC.
- Linsley, R., Kohler, M., & Paulus, J. (1977). *Hidrología para Ingenieros*. USA: McGraw-Hill Inc.
- Lopez, R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- Materon, H. (1997). *Obras Hidráulicas Rurales*. Santiago de Cali: Facultad de Ingenieria Universidad del Valle.
- Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

11. ANEXOS

Anexo A. Pruebas de infiltración

PRUEBA DE INFILTRACION

SITIO DEL ENSAYO: VDA. EL TABLÓN DE MAITO - MPIO. TARQUÍ (793409,722114)
 PREDIO: LA ESPERANZA (MQGf2)
 PROPIETARIO: VICTOR COLLAZOS
 FECHA: 5 DE AGOSTO DE 2010

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO (minutos)	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	NIVEL DEL AGUA (cm)	NIVEL DE RECUPER. DEL AGUA (cm)	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						(mm/min)	(mm/hr)
0		11.00		0	0		
1	1	10.70		3	3	3.000	180.0
2	1	10.50		2	5	2.000	120.0
3	1	10.30		2	7	2.000	120.0
4	1	10.10		2	9	2.000	120.0
5	1	9.80	10.5	3	12	3.000	180.0
10	5	10.00	10.5	5	17	1.000	60.0
15	5	10.00	10.5	5	22	1.000	60.0
20	5	10.10	10.5	4	26	0.800	48.0
30	10	9.10	10.5	14	40	1.400	84.0
45	15	9.10	10.5	14	54	0.933	56.0
60	15	9.20	10.5	13	67	0.867	52.0
75	15	9.30	10.5	12	79	0.800	48.0
90	15	9.50		10	89	0.667	40.0

A. LAMINA INFILTRADA (LAM):

$$LAM = K \cdot T^n \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Donde: LAM = Lamina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
 K y n' = Son constantes características de cada suelo
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

B. VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (Vii)

$$V_{ii} = d/dt(LAM) = d/dt(K \cdot T^n) \quad (\text{mm/min}, \text{min})$$

$$V_{ii} = n' \cdot K \cdot T^{n'-1}$$

Donde: Vii = Velocidad de infiltracion instantanea. (mm/min)
 K y n' = Son constantes típicas de cada suelo.
 K' es un valor positivo y n' es un valor que varía entre 0 y -1. (-1 <= n' <= 0)
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

C. LINEALIZACION DE LA ECUACION

$$LAM = K \cdot T^n \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Como la ecuacion de lamina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y así mediante el criterio de minimos cuadrados, hallar el valor de y K' y n'

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K \cdot T^n$$

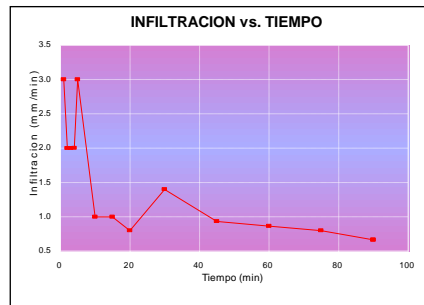
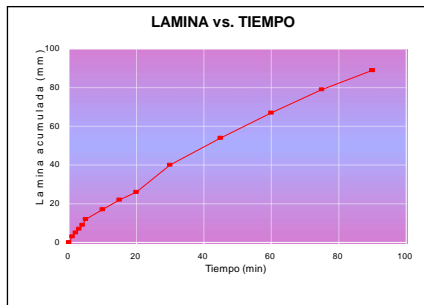
$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + \text{LOG } (T^n)$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + n' \cdot \text{LOG } T$$

Donde esta expresion es semejante a la ecuacion de una recta de la forma:

$$Y = b + m \cdot X$$

Donde: Y = Log LAM
 X = Log T
 m = n' (pendiente de la recta)
 b = Log K'



D. CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

$$Y = b + m * X$$

Las constantes son:

Numero de datos (n) =	13	Ctes de la Ec. de Lamina	
b =	0.49007	$K = 10^b =$	3.09076
m =	0.74710	$n' = m =$	0.74710
Coefficiente de correlacion (r)			
r =	0.99850		

$$LAM = K * T^{n'} \text{ (mm, min)}$$

$$LAM = 3.09076 * T^{0.74710} \text{ LAM (mm), T (min)}$$

$$VII = n' * K * T^{(n'-1)}$$

$$VII = 2.3091 * T^{-0.2529} \text{ VII (mm/min), T (min)}$$

$$VII = 138.547 * T^{-0.2529} \text{ VII (mm/hr), T (min)}$$

E. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a $-10^{(n'-1)}$. ($T \geq -10^{(n'-1)}$)

$$T \geq -10^{(n'-1)} = 2.52897 \text{ hr} = 151.7 \text{ min}$$

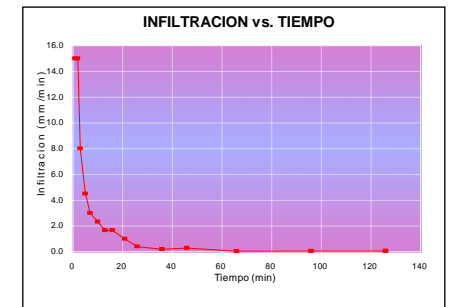
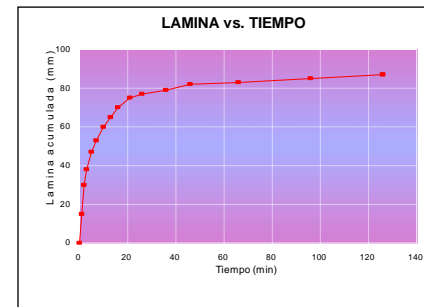
Reemplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

$$Vib = \left(\frac{151.7}{60} \right) \text{ min} = 0.6481 \text{ mm/min} = 38.89 \text{ mm/hr} = 3.89 \text{ cm/hr}$$

PRUEBA DE INFILTRACION

SITIO DEL ENSAYO: VDA. EL VERGEL - MPIO. TARQUI (797828,720238)
 PREDIO: (PQAb)
 PROPIETARIO: LUIS CARLOS RENGIFO
 FECHA: 5 DE AGOSTO DE 2010

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO (minutos)	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	NIVEL DEL AGUA (cm)	NIVEL DE RECUPER. DEL AGUA (cm)	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						(mm/min)	(mm/hr)
0		22.00		0	0		
1	1	20.50		15	15	15.000	900.0
2	1	19.00		15	30	15.000	900.0
3	1	18.20		8	38	8.000	480.0
5	2	17.30		9	47	4.500	270.0
7	2	16.70		6	53	3.000	180.0
10	3	16.00		7	60	2.333	140.0
13	3	15.50		5	65	1.667	100.0
16	3	15.00		5	70	1.667	100.0
21	5	14.50	25	5	75	1.000	60.0
26	5	24.80		2	77	0.400	24.0
36	10	24.60		2	79	0.200	12.0
46	10	24.30		3	82	0.300	18.0
66	20	24.20		1	83	0.050	3.0
96	30	24.00		2	85	0.067	4.0
126	30	23.80		2	87	0.067	4.0



A. LAMINA INFILTRADA (LAM):

$$LAM = K \cdot T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Donde: LAM = Lamina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
 K' y n' = Son constantes características de cada suelo
 T = Tiempo de infiltración. (min)

B. VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (Vii)

$$V_{ii} = d/dt(LAM) = d/dt(K \cdot T^{n'}) \quad (\text{mm/min}, \text{min})$$

$$V_{ii} = n' \cdot K \cdot T^{(n'-1)}$$

Donde: Vii = Velocidad de infiltración instantánea. (mm/min)
 K' y n' = Son constantes típicas de cada suelo.
 K' es un valor positivo y n' es un valor que varía entre 0 y -1. (-1 <= n' <= 0)
 T = Tiempo de infiltración. (min)

C. LINEALIZACION DE LA ECUACION

$$LAM = K \cdot T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Como la ecuación de lamina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y así mediante el criterio de mínimos cuadrados, hallar el valor de y K' y n'

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K \cdot T^{n'}$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + \text{LOG } (T^{n'})$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + n' \cdot \text{LOG } T$$

Donde esta expresión es semejante a la ecuación de una recta de la forma:

$$Y = b + m \cdot X$$

Donde: Y = Log LAM
 X = Log T
 m = n' (pendiente de la recta)
 b = Log K'

D. CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

$$Y = b + m \cdot X$$

Las constantes son:

Numero de datos (n) =	15	Ctes de la Ec. de Lamina
b =	1.39596	K' = 10 ^b = 24.88640
m =	0.31357	n' = m = 0.31357
Coefficiente de correlacion (r)		
r =	0.91633	

$$LAM = K \cdot T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

$$LAM = 24.88640 \cdot T^{0.31357} \quad LAM \text{ (mm), } T \text{ (min)}$$

$$V_{ii} = n' \cdot K \cdot T^{(n'-1)}$$

$$V_{ii} = 7.8037 \cdot T^{-0.6864} \quad V_{ii} \text{ (mm/min), } T \text{ (min)}$$

$$V_{ii} = 468.221 \cdot T^{-0.6864} \quad V_{ii} \text{ (mm/hr), } T \text{ (min)}$$

E. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Según el S.C.S. la infiltración básica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a -10^{n'} (n'-1). (T >= -10^{n'} (n'-1))

$$T \geq -10^{(n'-1)} = 6.864279 \text{ hr} = 411.9 \text{ min}$$

Remplazando este tiempo en la ecuación de infiltración tenemos:

$$V_{ib} = \left(\frac{1}{412} \right) \text{ min} = 0.1251 \text{ mm/min} = 7.51 \text{ mm/hr}$$

$$V_{ib} = 0.75 \text{ cm/hr}$$

PRUEBA DE INFILTRACION

SITIO DEL ENSAYO: VDA. EL VERGEL - MPIO. TARQUI (800149,719676)
 PREDIO: LA Balsa (PQFd2)
 PROPIETARIO: SANDRA MILENA BERMEO
 FECHA: 5 DE AGOSTO DE 2010

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO (minutos)	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	NIVEL DEL AGUA (cm)	NIVEL DE RECUPER. DEL AGUA (cm)	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						(mm/min)	(mm/hr)
0		15.00		0	0		
1	1	14.90		1	1	1.000	60.0
2	1	14.90		0	1	0.000	
3	1	14.90		0	1	0.000	
4	1	14.90		0	1	0.000	
5	1	14.80		1	2	1.000	60.0
10	5	14.80		0	2	0.000	
15	5	14.70		1	3	0.200	12.0
20	5	14.70		0	3	0.000	
25	5	14.60		1	4	0.200	12.0
30	5	14.60		0	4	0.000	
45	15	14.20		4	8	0.267	16.0
60	15	13.90		3	11	0.200	12.0
90	30	13.50		4	15	0.133	8.0

A. LAMINA INFILTRADA (LAM):

$$LAM = K \cdot T^n \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Donde: LAM = Lamina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
 K' y n' = Son constantes características de cada suelo
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

B. VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (Vii)

$$V_{ii} = d/dt(LAM) = d/dt(K \cdot T^n) \quad (\text{mm}/\text{min}, \text{min})$$

$$V_{ii} = n \cdot K \cdot T^{(n-1)}$$

Donde: Vii = Velocidad de infiltracion instantanea. (mm/min)
 K' y n' = Son constantes típicas de cada suelo.
 K' es un valor positivo y n' es un valor que varia entre 0 y -1. (-1 <= n' <= 0)
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

C. LINEALIZACION DE LA ECUACION

$$LAM = K \cdot T^n \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Como la ecuacion de lamina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y asi mediante el criterio de minimos cuadrados, hallar el valor de y K' y n'

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' \cdot T^n$$

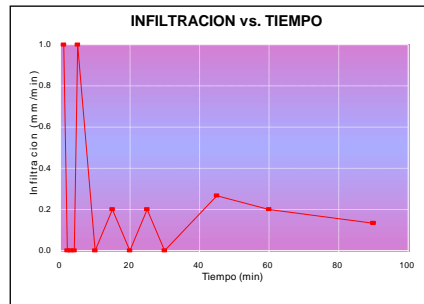
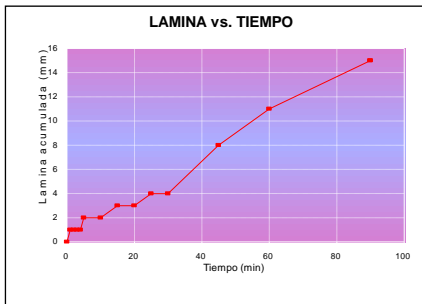
$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + \text{LOG } (T^n)$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + n' \cdot \text{LOG } T$$

Donde esta expresion es semejante a la ecuacion de una recta de la forma:

$$Y = b + m \cdot X$$

Donde: Y = Log LAM
 X = Log T
 m = n' (pendiente de la recta)
 b = Log K'



D. CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

$$Y = b + m * X$$

Las constantes son:

Numero de datos (n) =	13	Ctes de la Ec. de Lamina	
b =	-0.22649	$K = 10^b =$	0.59362
m =	0.63874	$n' = m =$	0.63874
Coeficiente de correlacion (r)			
r =	0.95223		

$$LAM = K * T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

$$LAM = 0.59362 * T^{0.63874} \quad LAM \text{ (mm), } T \text{ (min)}$$

$$Vii = n' * K * T^{(n'-1)}$$

$$Vii = 0.3792 * T^{-0.3613} \quad Vii \text{ (mm/min), } T \text{ (min)}$$

$$Vii = 22.750 * T^{-0.3613} \quad Vii \text{ (mm/hr), } T \text{ (min)}$$

E. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a $-10^{(n'-1)}$. ($T \geq -10^{(n'-1)}$)

$$T \geq -10^{(n'-1)} = 3.612647 \text{ hr} = 216.8 \text{ min}$$

Reemplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

$$Vib = (217) \text{ min} = 0.0543 \text{ mm/min} = 3.26 \text{ mm/hr}$$

$$0.33 \text{ cm/hr}$$

Anexo B. Resultados de laboratorio – análisis físico de suelos



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

LABORATORIO DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: ASOVERGEL

Finca: La Esperanza

Municipio: Tarqui

Departamento: Huila

Código No. Laboratorio	Horizonte Prof. (cm) MQGf ₂	Fracción mineral (%)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Humedad (%)	
						CC _{0.03} MPa	PMP _{1.5} MPa
1017	M1 (0 – 30)	A: 77.30	Franco	2.24	1.35	18.94	8.91
		L: 12.28					
		Ar: 10.42					
1018	M2 (30 – 57)	A: 78.40	Franco	----	----	----	----
		L: 10.58					
		Ar: 11.02					
1019	M2 (57 – 120)	A: 74.40	Franco	----	----	----	----
		L: 12.70					
		Ar: 12.90					

A arena, L limo, Ar arcilla.

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos

Humedad del suelo: Secado en estufa a 105°C por 24 horas

Densidad aparente: Terrón Parafinado

Densidad real: Picnómetro

Retención de Humedad: Platos de Richards.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio de Suelos – LABSUS



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

LABORATORIO DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: ASOVERGEL

Vereda: El Vergel

Municipio: Tarquí

Departamento: Huila

Código No. Laboratorio	Horizonte Prof. (cm) PQAb	Fracción mineral (%)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Humedad (%)	
						CC _{0.03 MPa}	PMP _{1.5 MPa}
1023	M1 (0 – 30)	A: 55.80	Franco	2.20	1.48	39.15	20.89
		L: 23.20	Arcillo				
		Ar: 21.00	Arenoso				
1024	M2 (30 -120)	A: 72.00	Franco	---	---	---	---
		L: 12.00	Arenoso				
		Ar: 16.00					

A arena, L limo, Ar arcilla.

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos

Humedad del suelo: Secado en estufa a 105°C por 24 horas

Densidad aparente: Terrón Parafinado

Densidad real: Picnómetro

Retención de Humedad: Platos de Richards.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio de Suelos – LABSUS

Universidad Surcolombiana



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

NIT. 891.180.084-2

LABORATORIO DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERIA

PRUEBAS FÍSICAS DE SUELOS

Solicitante: ASOVERGEL

Finca: La Balsa

Municipio: Tarquí

Departamento: Huila

Código No. Laboratorio	Horizonte Prof. (cm) PQFd2	Fracción mineral (%)	Textura	Densidad Real (g/cm ³)	Densidad aparente (g/cm ³)	Humedad (%)	
						CC _{0.03} MPa	PMP _{1.5} MPa
1020	M1 (0 – 20)	A: 73.20	Franco	2.23	1.52	23.56	10.73
		L: 17.60	Arenoso				
		Ar: 9.20					
1021	M2 (20 – 50)	A: 62.40	Franco Arcillo	---	---	---	---
		L: 15.40	Arenoso				
		Ar: 22.20					
1022	M3 (50 -100)	A: 68.76	Franco	---	---	---	---
		L: 14.24	Arenoso				
		Ar: 17.00					

A arena, L limo, Ar arcilla.

Métodos de laboratorio utilizados:

Textura: Bouyoucos

Humedad del suelo: Secado en estufa a 105°C por 24 horas

Densidad aparente: Terrón Parafinado

Densidad real: Picnómetro


Retención de Humedad: Platos de Richards.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO

Coordinador Laboratorio de Suelos – LABSUS

Universidad Surcolombiana

Anexo C. Resultados de laboratorio – análisis químico de suelos

 UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA NIT. 891.180.084-2 INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS FACULTAD DE INGENIERIA							
Solicitante: ASOVERGEL				Vereda: El Tablón			
Cultivo: Café				Municipio: Tarqui			
Finca: La Esperanza				Departamento: Huila			
				Último cultivo: Café			
No. Laboratorio	02Q- 1017 M1				Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra 04	MQGf2 – Víctor Collazos				Nutrientes puros	Requerimiento anual kg/ha	
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO			
pH	-	5.34	Fuertemente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	1.38	B	3 - 5	N	120	Walkley - Black
C.I.C.	Cmol*.kg ⁻¹	19.14	M	10 - 20	-	-	NH ₄ OAc – pH 7
Fósforo (P)	ppm	21.5	M	15 - 40	P ₂ O ₅	30	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol*.kg ⁻¹	14.59	A	3 - 6	-	-	NH ₄ OAc – AA
Magnesio (Mg)	Cmol*.kg ⁻¹	2.89	A	1.25 - 2.50	-	-	
Sodio (Na)	Cmol*.kg ⁻¹	0.27	N	0.1 - 0.5	-	-	
Potasio (K)	Cmol*.kg ⁻¹	1.79	A	0.2 - 0.4	K ₂ O	80	
Bases Totales (BT)	Cmol*.kg ⁻¹	19.54	-	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	102.09	A	35 - 50	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	3.4	B	8 - 16	S	20	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	181	A	50 - 100	-	-	Doble Ácido -AA
Cobre (Cu)	ppm	32.6	A	2.0 - 2.4	-	-	Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm	7.4	A	3 - 6	-	-	Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm	36.1	M	20 - 40	Mn	10	Doble Ácido -AA
Boro (B)	ppm		-	0.3 - 0.6	B	2	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol*.kg ⁻¹	0.08	B	1.0 - 1.5	Cal	600	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	5.05	D	2 - 4*	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	9.77	I	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	1.61	-	3*	-	-	Relación catiónica
TEXTURA	Clase	FA	FRANCO ARENOSO				Organoléptico

ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son validos únicamente por la muestra analizada.

*Relación óptima.

CALIFICACIÓN: D: DEFICIENTE, N: NORMAL, I: IDEAL, MB: MUY BAJO, B: BAJO, M: MEDIO, A: ALTO, MA: MUY ALTO

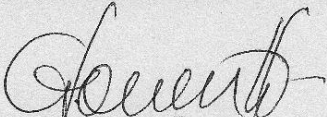
RECOMENDACIÓN:

Aplicar gallinaza bien compostada en mezcla con Cal Dolomita en dosis de 4 kg/árbol.

Utilizar como fuentes de fertilización: Nitrato de Amonio, fosforita 30P y Cloruro de Potasio. Los elementos menores aplicar Sulfato de Manganeso y Bórax mineral.

Aplicar el fertilizante en corona incorporado en la gotera del árbol.

Consultar con el asistente técnico especialista en el cultivo.


ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
 COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
 NIT. 891.180.084-2
 INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI
LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS
 FACULTAD DE INGENIERIA

Solicitante: ASOVERGEL				Vereda: El Vergel			
Cultivo: Cacao				Municipio: Tarqui			
Finca:				Departamento: Huila			
				Ultimo cultivo: Rastrojo			
No. Laboratorio		02Q- 1023 M1			Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra 06		PQAb –Luis Carlos Rengifo					
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrientos puros	Requerimiento anual kg/ha	
pH	-	4.92	Muy Fuertemente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	1.01	B	3 - 5	N	120	Walkley - Black
C.I.C.	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	11.97	M	10 - 20	-	-	NH ₄ OAc – pH 7
Fósforo (P)	ppm	8.4	B	15 - 40	P ₂ O ₅	50	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.40	M	3 - 6	Ca	15	NH ₄ OAc – AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.33	M	1.25 - 2.50	Mg	10	
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.35	N	0.1 - 0.5	-	-	
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.67	A	0.2 - 0.4	K ₂ O	180	
Bases Totales (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	7.75	-	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	64.75	A	35 - 50	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	14.4	M	8 - 16	S	10	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	211	A	50 - 100	-	-	Doble Ácido -AA
Cobre (Cu)	ppm	1.8	B	2.0 - 2.4	Cu	5	Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm	2.5	B	3 - 6	Zn	5	Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm	12.1	B	20 - 40	Mn	10	Doble Ácido -AA
Boro (B)	ppm	-	-	0.3 - 0.6	B	1	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	ND	-	1.0 - 1.5	Cal	700	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	4.06	I	2 - 4*	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	10.05	I	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	1.99	-	3*	-	-	Relación catiónica
TEXTURA	Clase	FArA	FRANCO ARCILLO ARENOSO			Organoléptico	

ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son validos únicamente por la muestra analizada.

*Relación óptima.

CALIFICACIÓN: D: DEFICIENTE, N: NORMAL, I: IDEAL, MB: MUY BAJO, B: BAJO, M: MEDIO, A: ALTO, MA: MUY ALTO

RECOMENDACIÓN:

Aplicar Cal Dolomita en dosis de 1 kg/planta.

Utilizar como fuentes de fertilización: Urea (5.5 bultos/ha), Fosforita 30P (2 bultos/ha) y Cloruro de Potasio (6 bultos/ha).

Los menores aplicarlos por vía foliar con Microfoliar.

Aplicar el fertilizante en corona y tapar con el mismo suelo.

Consultar con el asistente técnico especialista en el cultivo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
 COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
NIT. 891.180.084-2
INSTITUTO DE ENSAYOS E INVESTIGACIONES IDEI
LABORATORIO DE SUELOS - LABSUS
FACULTAD DE INGENIERIA

Solicitante: ASOVERGEL				Vereda: El Vergel			
Cultivo: Pasto				Municipio: Tarqui			
Finca: La Balsa				Departamento: Huila			
				Ultimo cultivo: Rastrojo - pasto			
No. Laboratorio		02Q- 1020 M1			Recomendación fertilización		Método Analítico Empleado
Muestra 05		PQFd2 –Sandra Milena Berneo					
PARAMETROS QUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO	CALIFICACION	RANGO MEDIO	Nutrimientos puros	Requerimiento anual kg/ha	
pH	-	5.12	Fuertemente ácido	6.6 - 7.3	-	-	Potenciómetro
Materia Orgánica (MO)	%	1.65	B	3 - 5	N	250	Walkley - Black
C.I.C.	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	8.39	B	10 - 20	-	-	NH ₄ OAc - pH 7
Fósforo (P)	ppm	10.4	B	15 - 40	P ₂ O ₅	80	Bray II
Calcio (Ca)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	3.34	M	3 - 6	Ca	20	NH ₄ OAc - AA
Magnesio (Mg)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	1.70	M	1.25 - 2.50	Mg	60	
Sodio (Na)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.47	N	0.1 - 0.5	-	-	
Potasio (K)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	0.34	M	0.2 - 0.4	K ₂ O	260	
Bases Totales (BT)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	5.85	-	-	-	-	Suma cationes
Saturación de bases (SB)	%	69.73	A	35 - 50	-	-	Relación catiónica
Azufre (S)	ppm	5.9	B	8 - 16	S	10	Turbidimetría
Hierro (Fe)	ppm	108	A	50 - 100	-	-	Doble Ácido -AA
Cobre (Cu)	ppm	0.8	B	2.0 - 2.4	Cu	5	Doble Ácido -AA
Cinc (Zn)	ppm	0.1	B	3 - 6	Zn	4	Doble Ácido -AA
Manganeso (Mn)	ppm	31.7	M	20 - 40	Mn	10	Doble Ácido -AA
Boro (B)	ppm	-	-	0.3 - 0.6	B	2	H ₂ O Caliente
Aluminio (Al)	Cmol ⁺ .kg ⁻¹	ND	-	1.0 - 1.5	Cal	500	Volumétrica
Relación Ca/Mg	-	1.96	I	2 - 4*	-	-	Relación catiónica
Relación (Ca + Mg)/K	-	14.82	-	10*	-	-	Relación catiónica
Relación Mg/K	-	5.0	-	3*	-	-	Relación catiónica
TEXTURA	Clase	FA	FRANCO ARENOSO				Organoléptico

ANALISTA QUIMICO: Carlos A. Franco MDQ

NOTA: Los resultados son validos únicamente por la muestra analizada.

*Relación óptima.

CALIFICACIÓN: D: DEFICIENTE, N: NORMAL, I: IDEAL, MB: MUY BAJO, B: BAJO, M: MEDIO, A: ALTO, MA: MUY ALTO

RECOMENDACIÓN:

Utilizar como fuentes de fertilización: Urea, Fosforita 30P, Sulfato de Potasio, y Agrimins menores en las dosis dadas en la tabla. Aplicar Cal Dolomita para suplir déficits de Calcio y Magnesio como para neutralizar la acidez del suelo.

Aplicar al voleo preferiblemente con máquina esparcidora para lograr uniformidad en la distribución.

Consultar con el asistente técnico especialista en el cultivo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO
COORDINADOR LABORATORIO DE SUELOS

Anexo D. Registros Meteorológicos

Información Climatológica IDEAM, Estación Tarqui

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO: 2010/05/25

ESTACION: 2104005 TARQUI

LATITUD	0206 N	TIPO EST	PM	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1980-JUN
LONGITUD	7549 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TARQUI	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0830 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	MAGDALENA		

A#O	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1990	01	6.5	57.6	35.9	31.0	77.2	20.3	42.7	21.7	.3	6.8	23.3	155.1	478.4
		6.0	28.0	5.2	.0	19.3	20.0	11.1	.0	33.5	43.6	4.3	7.7	178.7
		.0	.0	85.8	43.3	8.9	10.6	.0	23.5	4.6	4.8	105.9	29.3	316.7

1991	01	24.6	.0	11.4	5.0	.1	11.8	12.0	9.9	15.5	1.4	39.6	1.3	132.6
		.0	4.3	37.3	27.0	4.2	3.3	6.1	6.0	18.5	15.1	54.1	111.7	287.6
		.0	.8	37.6	6.6	12.5	15.5 3	15.0	3.2	21.8	2.8	.0	38.1	153.9 3

1992	01	31.3	16.0	.0	2.1	11.0	.0	3.0	8.7	2.0	12.5	118.0	9.2	213.8
		11.0	12.0	39.4	30.5	10.0	12.0	5.0	.0	3.0	10.0	63.0	12.9	208.8
		6.6	14.0	19.5	24.8	12.5	5.0	4.0	12.5	7.0	.0	19.8 3	.0	125.7 3

1993	01	45.4	71.5	25.6	.5	30.6	.0	.0	+	8.0	34.5	32.8	19.2	268.1 3
		23.4	18.0	50.5	.0	70.6	17.1	5.2	46.5	5.5	88.6	73.6	46.2	445.2
		.5	87.1	33.9	22.0	51.1	26.6	4.9	43.8	13.0	30.0	172.2	1.4	486.5

1994	01	80.8	34.0	44.0	121.0	47.7	49.0	22.7	9.3	2.6	22.0	10.5	8.0	451.6
		9.5	.0	38.3	77.8	8.9	34.3	1.0	13.0	7.0	27.0	19.0	7.0	242.8
		78.9	23.1	49.1	29.8	24.9	14.8	18.0	2.5	32.0	24.5	27.0	12.6	337.2

1995	01	.0	20.5	53.2	71.2	16.0	19.1	16.8	7.8	7.1	24.0	77.2	4.3	317.2
		30.6	.0	13.3	64.1	28.6	32.5	22.0	22.3	3.8	33.6	138.6	13.9	403.3
		.5	120.0	26.0	7.0	11.1	5.5	36.9	.5	25.5	14.3	16.5	25.6	289.4

1996	01	13.2	29.4	57.7	12.3	6.3	2.0	21.7	20.5	13.5	37.0	4.0	47.8	265.4
		24.6	63.7	21.3	43.3	69.3	26.4	25.6	7.3	3.0	67.9	17.0	9.4	378.8
		104.1	75.8	10.0	24.5	24.8	86.7	23.5	5.6	6.0	28.9	17.8	24.5	432.2

1997	01	3.2	25.4	.0	11.5	42.3	16.8	16.5	20.3	3.5	.0	.0	22.9	162.4
		58.7	1.0	33.5	35.0	16.0	31.7	1.0	3.5	3.0	50.8	37.1	6.0	277.3
		38.0	3.0	39.0	17.1	21.4	31.0	9.9	.0	.0	.0	23.0	20.0	202.4

1998	01	8.7	81.0	13.4	15.5	25.5	24.5	12.7	37.6	16.8	.0	87.6	41.1	364.4

		1.0	6.8	5.5	36.0	2.6	53.8	37.5	28.1	12.1	7.4	114.8	40.7	346.3
		.0	.0	31.8	7.4	17.2	21.9	2.1	4.6	13.1	64.0	19.7	18.0	199.8
1999	01	79.6	36.3	4.1	95.4	108.0	37.6	12.2	20.1	25.5	6.0	55.4	50.6	530.8
		14.3	95.9	46.9	12.0	24.2	44.1	.0	7.0	12.9	13.0	19.9	127.4	417.6
		79.2	69.0	23.7	9.5	10.5	18.0	48.4	.0	11.2	61.4	62.3	24.8	418.0
2000	01	18.1	6.3	37.9	10.7	15.3	3.5	22.5	9.5	27.6	1.5	16.4	60.1	229.4
		46.7	71.0	54.6	94.8	113.5	7.1	20.5	14.7	2.2	3.0	33.7	9.2	471.0
		32.6	98.3	165.6	17.7	63.1	25.7	2.5	21.9	26.9	47.0	9.5	48.1	558.9
2001	01	19.3	20.5	15.6	17.4	22.0	15.1	12.1	5.5	18.2	2.0	25.3	23.3	196.3
		15.0	2.5	127.5	32.1	5.3	15.2	12.8	4.0	44.1	55.2	8.4	12.6	334.7
		.0	91.0	82.2	49.0	40.2	.5	20.6	6.4	4.5	57.4	53.1	68.0	472.9

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

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO: 2010/05/25

ESTACION: 2104005 TARQUI

LATITUD 0206 N TIPO EST PM DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1980-JUN
 LONGITUD 7549 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TARQUI FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 0830 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE MAGDALENA

A#0	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	01	48.9	27.1	82.4	3.3	6.4	54.8	8.0	17.5	7.4	.3	37.2	.0	293.3
		.0	.0	44.7	17.3	68.7	20.8	91.7	6.1	6.5	17.9	4.5	19.5	297.7
		1.0	42.8	31.7	140.7	47.4	.0	5.1	.0	33.6	106.4	.0	.5	409.2
2003	01	.0	78.5	3.7	12.9	8.9	14.8	30.3	4.1	.0	71.9	4.0	9.4	238.5
		51.3	57.8	15.9	49.8	43.3	43.4	14.3	1.7	.9	16.0	55.4	18.9	368.7
		7.3	12.0	30.3	8.4	23.2	2.0	.9	4.0	25.3	28.8	40.4	.0	182.6
2004	01	10.3	.0	30.1	37.7	9.1	43.0	5.4	12.2	14.3	1.1	35.3	.0	198.5
		38.0	29.6	.5	107.1	28.5	.5	8.6	13.4	2.1	46.8	70.4	24.3	369.8
		22.3	22.8	49.5	9.0	33.4	16.4	3.1	41.1	4.1	20.3	49.8	17.4	289.2
2005	01	3.8	29.3	15.5	40.7	36.0	22.5	30.0	16.5	10.7	6.5	20.8	80.0	312.3
		7.0	163.4	13.2	17.4	.0	.8	.0	5.9	1.6	21.5	40.3	77.9	349.0
		8.2	10.4	18.9	51.1	46.8	10.5	3.5	3.4	21.0	65.4	16.7	32.2	288.1
2006	01	33.7	9.5	60.8	55.2	34.0	59.7	5.7	.0	2.1	1.6	91.0	69.5	422.8
		27.1	13.5	168.1	52.9	.0	18.9	23.0	5.5	8.1	97.6	50.2	18.2	483.1
		19.2	12.2	25.5	37.5	10.7	36.8	29.7	.6	13.1	8.4	10.5	11.0	215.2

2007	01	.0	.2	22.1	47.9	48.1	29.7	.0	.0	.0	5.8	93.7	4.3	251.8
		32.9	13.9	32.5	37.8	23.9	22.9	5.2	14.9	20.1	132.5	14.0	87.0	437.6
		21.9	11.2	43.4	34.7	44.4	26.6	.0	.2	.0	25.9	96.4	27.7	332.4
2008	01	6.2	10.1	16.3	10.9	31.6	10.7	11.9	9.2	7.1	31.6	64.8	10.5	220.9
		29.9	52.6	48.8	44.7	6.9	34.5	19.6	12.1	.0	66.4	138.0	14.1	467.6
		2.5	91.2	14.1	53.1	79.4	1.9	19.0	.2	12.3	31.9	68.9	53.6	428.1
2009	01	14.7	19.7	19.3	40.3	13.3	18.5	23.7	11.7	12.3	1.0	40.3	28.0	242.8
		15.6	64.6	38.7	22.7	22.2	8.6	18.9	9.0	3.5	43.5	22.5	21.0	290.8
		41.0	25.0	80.2	8.2	9.0	1.3	.5	8.8	14.2	93.6	28.0	41.0	350.8
MEDIOS		22.42	28.65	27.45	32.13	29.47	22.67	15.50	12.74	9.725	13.38	43.86	32.23	290.2
		22.13	34.93	41.79	40.12	28.30	22.40	16.46	11.05	9.570	42.87	48.94	34.28	352.8
		23.19	40.49	44.89	30.07	29.63	17.87	12.38	9.140	14.46	35.79	41.88	24.69	324.5
MAXIMOS		80.80	81.00	82.40	121.0	108.0	59.70	42.70	37.60	27.60	71.90	118.0	155.1	155.1
		58.70	163.4	168.1	107.1	113.5	53.80	91.70	46.50	44.10	132.5	138.6	127.4	168.1
		104.1	120.0	165.6	140.7	79.40	86.70	48.40	43.80	33.60	106.4	172.2	68.00	172.2
MINIMOS		0.000	0.000	0.000	0.500	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0
		0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	3.000	4.300	6.000	0.0
		0.000	0.000	10.00	6.600	8.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0

Información Climatológica IDEAM, Estación Betulia

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO: 2010/05/25

ESTACION: 2104501 BETULIA LA

LATITUD	0216 N	TIPO EST	CO	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1985-DIC
LONGITUD	7542 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	AGRADO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0780 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	MAGDALENA		

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

1990	2	01	24.3	23.8 3	23.9 3	23.4	23.8 3	23.8	23.0	24.2	24.9	24.2	24.1	23.9	23.9 3
1991	2	01	24.2	24.8	24.5	24.1	24.5	24.4 3	23.1	22.8	24.2	24.5	24.3	23.8 3	24.1 3
1992	2	01	24.1	24.4	24.9	24.4	25.3	24.9	23.6	24.7	24.7 3	25.2	24.3	23.9	24.5 3
1993	2	01	23.7	23.8 3	23.0 3	23.8	24.1	23.5	23.3	24.3	24.6 3	24.5	23.8	24.1	23.9 3
1994	2	01	23.5	23.8	23.1	23.6 3	24.0 3	23.6	23.1	22.9	24.5	24.6	23.6	24.4 3	23.7 3
1995	2	01	25.0	25.1	24.1 3	23.9	23.7	23.7	24.0	24.7	25.2 3	24.3	24.0	23.7 3	24.3 3
1996	2	01	23.7	23.1	23.6	23.9	23.8	23.6	23.3	23.7	24.3	23.7	24.2 3	23.7	23.7 3
1997	2	01	23.1	23.9 3	25.2	24.3	23.9	24.0 3	23.2	24.1 3	25.4	26.2	24.9 3	25.5 3	24.5 3
1998	1	01	26.3	26.5 3	25.7	25.8	25.3	23.9	23.4	24.5	25.3	25.6	24.0 3	24.2	25.0 3
1999	1	01	23.8	23.5	23.9	23.6	23.0 3	23.4	23.4 3	24.0	23.9	24.1	24.2 3	23.6	23.7 3
2000	1	01	23.6	23.7	23.8	23.6 3	23.6	24.2	24.1	24.7 3	24.8 3	24.9	24.6	24.0 3	24.1 3
2001	1	01	24.4 3		24.9 3	24.8	24.5	23.8 3	24.2 3	24.2 3		26.0 3	24.6 3	24.6 3	24.6 3
2002	1	01	25.3 3	25.4	24.8 3	24.2	23.6	23.1 3	23.9	24.2	24.9	25.0	24.4	25.5	24.5 3
2003	1	01	25.8	25.1 3	24.8 3	24.3 3	24.7	24.4 3	24.7 3	26.0	25.9 3	25.5	24.4	24.5	25.0 3
2004	1	01	24.9	25.6	25.4 3	24.2	24.6 3	23.9 3	23.9	24.3 3	25.0	25.3 3	25.0 3	24.6	24.7 3
2005	1	01	25.1 3	25.3 3	24.7	24.6	24.3	24.3 3	24.7 3	24.8 3	25.4 3	24.2 3	24.7 3	24.0 3	24.7 3
2006	1	01	23.9 3	24.6 3	24.1 3	24.0 3	24.5 3	23.8 3	23.8 3	24.8 3	24.6 3	24.8 3	24.1 3	24.4	24.3 3
2007	1	01	25.9 3	25.6 3	24.5 3	24.1 3	24.4 3	23.5 3	25.3 3	24.7 3	25.6 3	25.1 3	24.3 3	23.7 3	24.7 3
2008	1	01	24.3 3	23.8 3	23.4 3	23.9	23.6 3	23.8 3	23.7 3	24.0 3	25.0 3	24.2 3	23.7 3	23.2 3	23.9 3
2009	1	01	23.5 3	24.2	23.3	23.6	24.0	24.0	24.1	24.5 3	25.4	24.8	24.6 3	24.8	24.2 3
MEDIOS			24.4	24.5	24.3	24.1	24.2	23.9	23.8	24.3	24.9	24.8	24.3	24.2	24.3
MAXIMOS			26.3	26.5	25.7	25.8	25.3	24.9	25.3	26.0	25.9	26.2	25.0	25.5	26.5
MINIMOS			23.1	23.1	23.0	23.4	23.0	23.1	23.0	22.8	23.9	23.7	23.6	23.2	22.8

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

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO: 2010/05/25

ESTACION: 2104501 BETULIA LA

LATITUD 0216 N TIPO EST CO DEPTO HUILA FECHA-INSTALACION 1985-DIC
LONGITUD 7542 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO AGRADO FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 0780 m.s.n.m REGIONAL 04 HUILA-CAQUET CORRIENTE MAGDALENA

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1990 2 01 86 3 87 3 82 3 84 1 84 3 81 3 78 1 70 1 68 1 77 1 78 1 81 1 80 3
1991 2 01 79 1 75 1 80 1 81 1 78 1 76 3 79 1 79 1 77 1 75 1 80 1 84 3 79 3
1992 2 01 81 1 80 1 78 1 83 1 79 1 80 1 79 1 78 1 76 3 74 1 79 1 84 1 79 3
1993 2 01 82 1 83 3 86 3 83 1 82 1 80 1 79 1 73 1 70 3 77 1 84 1 82 1 80 3
1994 2 01 83 1 81 1 87 1 85 3 80 3 78 1 73 1 74 1 68 1 73 1 78 1 75 3 78 3
1995 1 01 70 1 72 1 79 3 81 1 80 1 77 1 75 1 70 1 68 3 75 1 80 1 81 3 76 3
1996 1 01 88 1 88 1 82 1 80 1 79 1 76 1 72 1 72 1 70 1 77 1 75 3 75 1 78 3
1997 1 01 82 1 76 3 71 1 76 1 77 1 76 3 72 1 67 3 63 1 63 1 71 3 68 3 72 3
1998 1 01 66 1 67 3 70 1 74 1 71 1 74 1 75 3 69 1 65 1 67 1 79 3 76 1 71 3
1999 1 01 80 1 81 1 79 1 78 1 81 3 79 1 72 3 65 1 74 1 73 1 77 3 80 1 77 3
2000 1 01 78 1 77 1 81 1 80 3 82 1 75 1 71 1 68 3 70 3 70 1 75 1 77 3 75 3
2001 1 01 72 3 74 3 75 3 76 1 75 3 71 3 66 3 70 3 80 3 80 3 74 3
2002 1 01 73 3 74 1 76 3 77 1 82 1 79 3 75 1 69 1 68 1 72 1 74 3 70 1 74 3
2003 1 01 68 3 74 3 78 3 81 3 78 1 76 3 67 3 62 1 63 3 73 3 78 1 78 3 73 3
2004 1 01 75 1 70 1 73 3 82 1 77 3 75 3 76 1 66 3 66 1 71 3 75 3 78 3 74 3
2005 1 01 75 3 77 3 80 1 80 3 78 1 76 3 * 78 3 82 3 78 3
2006 1 01 79 3 78 3 80 3 80 3 73 3 76 3 72 3 67 3 66 3 73 3 80 3 79 3 75 3
2007 1 01 71 3 67 3 76 3 79 3 78 3 76 3 65 3 65 3 63 3 71 3 78 3 81 3 73 3
2008 1 01 76 3 80 3 80 3 79 3 80 3 79 3 73 3 75 3 66 3 76 3 81 3 83 3 77 3
2009 1 01 81 3 77 3 84 1 81 1 78 1 75 1 72 3 70 3 64 3 71 3 76 3 76 3 75 3

MEDIOS 77 77 79 80 79 77 73 70 68 73 78 79 76
MAXIMOS 88 88 87 85 84 81 79 79 77 77 84 84 88
MINIMOS 66 67 70 74 71 74 65 62 63 63 71 68 62
    
```


Anexo E. CARTERA DE CAMPO

Anexo F. CUADROS HIDRAULICOS