



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN LA MODALIDAD DE  
MICROASPERSIÓN PARA UN HUERTO COMERCIAL DE ÁRBOLES DE  
NARANJO (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

Por:  
Edwer J. Soret G.

bdigital.ula.ve

Trabajo de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, en el cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrícola.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
NUCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
TRUJILLO, VENEZUELA  
ENERO, 2014

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN LA MODALIDAD DE  
MICROASPERSIÓN PARA UN HUERTO COMERCIAL DE ÁRBOLES DE  
NARANJO (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

Por:

Edwer J. Soret G.

Trabajo de Grado presentado ante la ilustre Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, en el cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrícola.

bdigital.ula.ve

---

Ing. Aixa Núñez G.  
Tutor Académico

---

Ing. Jesús Mejías D.  
Asesor Académico

---

Ing. Miguel Maffei  
Asesor Académico

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
NÚCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
TRUJILLO, VENEZUELA  
ENERO, 2014

ACTA VEREDICTO

bdigital.ula.ve

## DEDICATORIA

A mi abuela, Juana Bautista Gil, desde el cielo me está acompañando en todo momento, tu recuerdo y tus enseñanzas están vivas en mí. Desde lo alto échame la bendición..... Amén.

A mi madre, Juana Francisca Gil, tú me has hecho el hombre que ahora soy, me has guiado por el camino de la vida y me has colmado de bendiciones, este logro es mi mayor regalo..... Te amo Mamá.

A mi padre, Nelson Eduardo Soret Mejías, tu consejo ha sido mi mejor aliado, eres mi admiración y mi ejemplo. Gracias por todo el apoyo que me has brindado.

A mi señora, Laura Yoselín Moreno Alarcón, eres mi amor, mi paz y mi acompañante, dios me bendijo al ponerte en mi camino dándonos dos hermosos regalos, no sé cómo pagarte todo lo que has hecho por mí..... Te amo mi vida.

A mis hijos, Edwer Alejandro y Douglas Jhofran Soret Moreno; Ustedes son mi alegría y mi fuerza, este es mi legado y mi ejemplo de lucha... Todo en esta vida con dedicación y entrega se puede lograr, lo que importa es luchar y tener claro los objetivos y nunca desviarse del camino, teniendo siempre la humildad y la honestidad por delante, para siempre tener la frente muy en alto. Me siento orgulloso de Ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

A dios todopoderoso, por darnos la vida y por ayudarnos en todo momento en las tareas que tenemos por delante.

A mi madre Juana Francisca Gil, gracias por todo lo que me has dado mamá, este logro te pertenece.

A mi padre Nelson Eduardo Soret Mejías, gracias a tu apoyo y consejos, esto es una realidad.

A mi señora Laura Yoselín Moreno Alarcón, por recordarme en todo momento que tengo que luchar hasta lograr mis metas.

A mis hijos, Edwer Alejandro y Douglas Jhofran Soret Moreno, Ustedes me han dado fuerzas para lograr este éxito.

A mis hermanos Nelson Eduardo Soret Gil y Cesar Gregorio Gil, no nos ha tocado fácil, pero hemos demostrado que con humildad, honestidad y entrega se logran las cosas.

A mis hermanos, Marycelys, Jesús Eduardo, Nelson Ramón y Marielby del Carmen, Soret Berrios, gracias por abrir su corazón, en ellos he conseguido amor para mí y los míos.

A la señora María Anacelis Berrios de Soret, esposa de mi padre, en su casa conseguí el cobijo necesario cuando lo necesitaba, un Dios le pague.

A mi compadre Rogelio Benítez y su familia: Sandra de Benítez, Rogselis Saharai Benítez Valera y su madre Tecla Benítez; más que amigo eres mi hermano, tu apoyo ha sido incondicional.

Al señor Edgar Linares y su hijo Edgar Javier Linares, gracias por abrirme la puerta de su casa cuando la vida la veía difícil. Espero algún día pagarles un gesto tan desinteresado como el que tuvieron conmigo.

A la señora Belkis Cano y mis primos Yarelis y Alexander Soret Cano, gracias por cobijarme cuando apenas era un imberbe adolescente.

A la Universidad de Los Andes – Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, ha sido mi Alma Mater, su aporte de conocimientos en mi vida es invaluable.

A mi tutora, Profesora Aixa Núñez, gracias por tan gran y hermoso apoyo, por sus orientaciones y comprensión, esto es una realidad..... Un gran abrazo Profe.

A mi asesor, Profesor Miguel Ángel Maffei, tus aportes y certeras observaciones han nutrido este trabajo, gracias compañero.

Al Profesor Jesús Mejías, tu apoyo fue fundamental para la culminación de este trabajo, eternamente agradecido.

A la Empresa Socialista “Argelia Laya”, Finca La Chápala, en especial a su trabajador Henry Arteaga, quien contribuyo sustancialmente en las labores de campo para la recolección de datos necesarios para la ejecución de este trabajo.

A mi tía María Pilar Gil y mis primos Gerardo Gil; José Gregorio, Edgar y Javier, Olmos Gil, han sido la familia más cercana con la que he contado.

A mi tía Carmen Gil, has sido el apoyo de mí y mis hermanos cuando hemos necesitado tu cobijo.

A mi suegra María Jovita Alarcón y su señor esposo Samuel Paredes, me siento en familia a su lado.

A mi cuñado José Lucas Moreno Alarcón, gracias por tu apoyo, eres un hombre luchador.

A José Pimentel mi hermanaso, siempre he contado contigo cuando más he necesitado.

A mis amigos de estudio Jean C. Carrizo y Richard Mezzanote, han sido grandes compañeros.

A Vicente Briceño, gracias por tu amistad y solidaridad eres una persona ejemplo de lucha y resistencia.

A mis primos Lenin y Thais Pereira, gracias por ese especial afecto.

A la señora Gloria Reyes “Mi Cielo”, eres la mamá de muchos de los que hemos pasado por La Villa Universitaria “El Prado”.

A mis compañeros de trabajo en La Finca La Chápala, Yuranny Fuenmayor, compadre José Gregorio Duque y Noel Rey, son unos excelentes profesionales.

A mis compañeros de estudio, Blenda Suarez, Joel Contreras, Oscar Linares, Alexander Hernández, Pedro Moncayo, Iris Moncayo y José Mendoza.

A mi amigo Nelson Betancourth, en el trabajo fuiste mi mayor apoyo.

A Diego Montilla y su señora esposa Dulce, tu familia es mi familia.

A todos mis compañeros de trabajo de Pedro Camejo, en especial a Rafael Gelves, Franci Pineda, señor Gilberto Ovalles, Leonel Canelo, Pedro Roa, César Perdomo, Edgar Montilla, vaya para Ustedes mi más sincera amistad y agradecimiento.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma han contribuido para la culminación de mi carrera, mi eterno agradecimiento.

Edwer

## ÍNDICE GENERAL

Capítulo	Contenido	Página
	ACTA VEREDICTO.....	iii
	DEDICATORIA.....	iv
	AGRADECIMIENTOS.....	v
	ÍNDICE GENERAL.....	viii
	ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
	ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
	ÍNDICE DE APÉNDICES.....	xv
	ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
	RESUMEN.....	xvii
I	INTRODUCCIÓN.....	1
	1.1 Planteamiento del problema.....	3
	1.2 Objetivos.....	3
	1.3 Justificación.....	4
II	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
	2.1 Antecedentes de la investigación.....	6
	2.2 Conceptos básicos.....	7
	2.3 Método de riego.....	10
	2.4 Cítricos.....	16
III	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
	3.1 Ubicación.....	22
	3.2 Relieve y topografía.....	22
	3.3 Geología y geomorfología.....	24
	3.4 Suelos.....	26



	3.5 Parámetros que definen el clima.....	27
	3.6 Balance hídrico general.....	34
	3.7 Clasificación climática.....	36
	3.8 Vegetación.....	37
IV	ESTUDIO DE SUELOS Y AGUAS.....	38
	4.1 Recurso suelo.....	38
	4.2 Infiltración.....	42
	4.3 Recurso agua.....	50
V	DISEÑO AGRONÓMICO.....	53
	5.1 Generalidades.....	53
	5.2 Cálculo de las necesidades de agua.....	53
	5.3 Necesidades netas.....	58
	5.4 Necesidades totales o lámina bruta.....	58
	5.5 Selección del emisor.....	60
	5.6 Frecuencia de riego máxima.....	61
	5.7 Numero de emisores por planta.....	62
	5.8 Volumen bruto de riego al día.....	62
	5.9 Volumen de riego.....	63
	5.10 Tiempo de riego.....	63
VI	DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO Y DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS COMPLEMENTARIAS.....	65
	6.1 Generalidades.....	65
	6.2 Levantamiento topográfico.....	65
	6.3 Diseño hidráulico de la red de riego.....	66
	6.4 Diseño del sistema de bombeo.....	74
	6.5 Sistema de filtrado.....	76
	6.6 Diseño de las obras hidráulicas complementarias.....	83

	6.7 Cálculo de la inversión inicial.....	94
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
	7.1 Conclusiones.....	97
	7.2 Recomendaciones.....	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	101
	APÉNDICES.....	103
	ANEXOS	

bdigital.ula.ve

## ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Contenido	Página
3.1	Ubicación relativa de la Finca La Chápala.....	23
3.2	Registro de precipitación promedio mensual en mm. Estación Los Guayabones. Periodo: 1973 – 1997.....	28
3.3	Variación de la temperatura media. Estación: Los Guayabones. Periodo: 1945 – 1997.....	30
3.4	Variación de la evaporación media. Estación El Vigía. Periodo: 1955 – 1984.....	31
3.5	Balance hídrico. Finca La Chápala.....	36
4.1	Muestreo de suelos.....	39
4.2	Equipo de campo y actividades inherentes a la prueba de infiltración.....	44
4.3	Infiltración acumulada del la prueba 01.....	48
4.4	Infiltración acumulada del la prueba 02.....	49
4.5	Aforando en una sección del río Guayabones.....	50
4.6	Tomando la muestra de agua en el río Guayabones.....	51
5.1	Esquema de cálculo de las necesidades de agua en riegos localizado de alta frecuencia.....	54
5.2	Corrección por efecto de advección. Tomada de Doorembos Pruitt (1976) citada por Grassi (1984).....	57
6.1	Equipo y actores durante el levantamiento topográfico...	66
6.2	Disposición final de la red de riego.....	73
6.3	Esquema del cabezal de riego.....	77
6.4	Funcionamiento del hidrociclón.....	78
6.5	Pérdida de carga, depende el caudal a suministrar.....	79
6.6	Componentes y esquema de funcionamiento del filtro de arena o grava.....	80
6.7	Perdida de carga para diferentes modelos de filtro de arena.....	81
6.8	Esquema de instalación del Venturi.....	82

6.9	Sección transversal del cauce en la captación y vista frontal del dique.....	87
6.10	Dimensionamiento del vertedero.....	88
6.11	Esquema aproximado de la Ecuación de Bernoulli planteada.....	90

bdigital.ula.ve

## ÍNDICE DE TABLAS

Número	Contenido	Página
3.1	Clasificación de los suelos predominantes en la Finca La Chápala.....	26
3.2	Zonas vegetativas y géneros predominantes.....	27
3.3	Registro de precipitación promedio mensual en mm. Los Guayabones. Periodo: 1973-1997.....	28
3.4	Gradiente Vertical Medio de Temperatura.....	29
3.5	Variación de la temperatura media. Estación El Vigía y la extrapolación a la estación Guayabones. Periodo: 1945 – 1997.....	29
3.6	Evaporación promedio mensual, estación El Vigía. Periodo: 1955-1984.....	30
3.7	Valores de evaporación. Finca La Chápala.....	32
3.8	Resumen climatológico. Periodo (1973 – 1997).....	33
3.9	Evapotranspiración finca La Chápala, usando FAO (Penman- Monteith).....	34
3.10	Precipitación efectiva.....	35
3.11	Balance hídrico. Finca La Chápala.....	35
3.12	Zonas vegetativas y géneros predominantes.....	37
4.1	Propiedades físicas y químicas de los suelos.....	39
4.2	Capacidad de Campo, punto de marchitez permanente y lámina almacenable para los diferentes estratos.....	41
4.3	Grupo de cultivos de acuerdo al agotamiento del agua del suelo.....	41
4.4	Fracción de agotamiento del agua del suelo (UR) para grupos de cultivo y evapotranspiración máxima.....	41
4.5	Resultados obtenidos en las pruebas de infiltración.....	50
4.6	Resultados de los aforos efectuados en el río Guayabones...	51
4.7	Análisis físico - químico de muestra de agua.....	52
5.1	Infiltración básica según el tipo de suelo.....	60

5.2	Resumen de parámetros del diseño agronómico.....	64
6.1	Factor de reducción (F).....	68
6.2	Resultados del diseño de laterales.....	69
6.3	Valores de t'.....	70
6.4	Resultados del diseño de tuberías terciarias.....	71
6.5	Resultados de diseño de las tuberías secundarias y principal.....	72
6.6	Características de la bomba seleccionada.....	76
6.7	Recomendaciones para la selección de un hidrociclón.....	78
6.8	Recomendaciones para la selección del filtro de arena.....	80
6.9	Rubros establecidos bajo secano en la finca “La Chápala”....	92
6.10	Inventario de accesorios para configurar la red de riego.....	94
6.11	Tuberías que componen la red de riego.....	94
6.12	Equipos y accesorios que componen el cabezal de riego.....	95
6.13	Volumen de concreto armado para la construcción del dique de retención.....	95
6.14	Resumen de los costos de inversión inicial del sistema de riego.....	96

## ÍNDICE DE APÉNDICES

Número	Contenido	Página
A	Registros climáticos.....	103
A.1	Registro de precipitación promedio mensual en mm. Estación Los Guayabones. Periodo: 1973 – 1997.....	
A.2	Registros de temperatura promedio mensual de la estación meteorológica El Vigía. Periodo: 1945 – 1997...	
B	Análisis físico-químico de muestras de suelo. Profundidad: 0 - 80 cm.....	110
C	Datos de las pruebas de infiltración 01.....	116
D	Datos de las pruebas de infiltración 02.....	117
E	Resultados del análisis de laboratorio de la muestra de agua.....	118
F	Especificaciones técnicas de la bomba del sistema de riego y su curva característica.....	119
G	Especificaciones técnicas del filtro de malla seleccionado.....	121
H	Especificaciones técnicas del Venturi.....	123
I	Especificaciones técnicas de la válvula ventosa bifuncional.....	125
J	Especificaciones técnicas de la bomba de la aducción y curva característica.....	127
K	Diseño de la línea de aducción.....	128
L	Cotizaciones en el mercado de los componentes del sistema de riego.....	132

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Número</b>	<b>Contenido</b>
I	Plano general
II	Disposición final de la red de riego

bdigital.ula.ve





UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

NÚCLEO UNIVERSITARIO “RAFAEL RANGEL”

PAMPANITO- ESTADO TRUJILLO

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO EN LA MODALIDAD DE MICROASPERSIÓN PARA UN HUERTO COMERCIAL DE ÁRBOLES DE NARANJO (*Citrus sinensis* L. Osbeck)**

Realizado por: **Edwer Jhofran Soret Gil.**

Tutor Académico: **Ing. Aixa Núñez Guerrero**

**RESUMEN**

El presente trabajo consistió en realizar el diseño de un sistema de riego presurizado en la modalidad de microaspersión para un huerto comercial de árboles de naranjo (*Citrus sinensis* L. Osbeck), en la finca La Chápala, ubicada en el sector Guayabones, de la parroquia Eloy Paredes, municipio Obispo Ramos de Lora, estado Mérida, el cultivo a regar ya fue sembrado en seis parcelas, al tresbolillo con densidad 6x6m, que ocupan una superficie de 5,14 ha. El método de riego por microaspersión es el que más se adapta para regar cítricos en topografías muy suaves y suelos con alta velocidad de infiltración (12 a 16 cm/h), como sucede en el caso en estudio, que pretende incorporar esta superficie bajo riego. La fuente de abastecimiento que surtirá el sistema de riego es el río Guayabones, el cual atraviesa la finca en su eje central, se realizaron aforos en estiaje estimando un caudal promedio de 223,08 l/s, el agua es de muy buena calidad, óptimas para el riego, con la ayuda de fertilización. Los suelos son de textura Franco Arenoso con un rango de pH medianamente ácidos (5,3 a 5,9). El balance hídrico realizado para la naranja en la zona de estudio muestra dos periodos de déficits: enero–febrero y junio–octubre, que debe suplirse con riego, cuyo pico se da en el mes de agosto (5,6 mm/día). Se realizó el diseño agronómico, destacando tiempo de riego de 2,05 horas con frecuencia diaria; el diseño hidráulico se efectuó para regar las seis parcelas a la vez y con el criterio de laterales no mayores a 100 m de longitud, diseñando el más crítico; obteniéndose: microaspesores marca Sandi y descarga de 50 l/h, laterales de 16 mm, PEBA; y de PEAD, las terciarias de 63 mm, secundarias en serie de 110, 90 y 63 mm, y principal de 160 mm, respectivamente; alimentado por una bomba marca Bombagua de 40 HP. La limpieza del agua se hará con un sistema de filtrado constituido por un hidrociclón de 16”, un filtro de arena de 48”, dos filtros semiautomáticos de malla de 50 m<sup>3</sup>/h y 130 micron, y una válvula ventosa bifuncional. Los nutrientes se aplicarán en el cabezal de riego, a través de un Venturi marca Irritec de 1 1/2”. La obra de captación de captación será una toma lateral, a través de una bomba de marca Bombagua de 5 Hp se captan y conducen 12 l/s, por una tubería PEAD de 90 mm, a la obra de almacenamiento, un total de 162360 l/día en 5,75 h/día de bombeo. La inversión inicial para la construcción e instalación del sistema propuesto es de BsF. 764.195,92, al día 30/10/2013. Es de mencionar que se utilizaron varios software como lo son: CROPWAT, para determinar los requerimientos de riego; hoja de cálculo EXCEL, en el diseño hidráulico; AUTOCAD, para la elaboración de los planos.

**Palabras claves:** necesidades de riego, diseño, microaspersión, obra de captación, sistema de bombeo, línea de aducción, almacenamiento.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El recurso hídrico en muchos casos es uno de los factores que limita el desarrollo del potencial agrícola que poseen distintas zonas del país, a veces por escases del recurso y otras veces por desaprovecharlo o no darle el uso adecuado, en muchas casos por no poseer una adecuada infraestructura que garantice el riego de los cultivos.

Hay que tener en cuenta que el agua es un recurso muy escaso y debe hacerse el mejor uso de éste, a la hora de realizar labores de riego, teniendo en cuenta que es primordial si se desea un desarrollo adecuado de los cultivos y lograr unos altos niveles de producción. Para esto es imprescindible el conocimiento de las necesidades del agua del cultivo en todas sus etapas de crecimiento, además de necesitar el levantamiento topográfico, el estudio de suelo, la disponibilidad del agua, estudio físico-químico del agua, datos climatológicos como precipitación, temperatura, evaporación, humedad relativa, entre otros.

El riego como actividad proporciona el suministro de agua necesaria al terreno aportando la lámina necesaria para compensar el déficit hídrico de los cultivos en distintas épocas del año y de esta forma reponer la pérdida de humedad que ocurre a través de la evapotranspiración.

Dentro de los diversos tipos de sistemas de riego; el localizado es el que mejor optimiza el uso del recurso agua, aplicándola directamente en la zona del suelo ocupada por las raíces del cultivo, ahorrando sustantivamente el caudal de agua a aplicar, ya que solamente humedece el área realmente necesaria, siendo esta técnica muy útil y rentable en siembras de un gran marco de cultivo como los cítricos.

En la zona sur del Lago de Maracaibo, el área que bordea el pie de monte andino es conocida por su potencial para el desarrollo de cultivos permanentes como los cítricos (naranja y mandarina), que en los últimos años se han venido

explotando hasta el punto de llegar a ser uno de los cultivos de mayor importancia para esta región (norte del Táchira y sur oeste de Mérida).

Esta zona a su vez es conocida por el alto potencial hídrico que posee, debido a la gran cantidad de ríos y quebradas que drenan sus aguas desde las cumbres andinas hacia la planicie del Lago de Maracaibo, siendo el río Guayabones uno de estos afluentes de agua.

Enclavada en este pie de monte se encuentra la población de Guayabones perteneciente a la parroquia Eloy Paredes del municipio Obispo Ramos de Lora del estado Mérida. Al oeste de esta población se encuentra la Finca “La Chápala”, predio de 536 ha. En esta, actualmente se encuentra en franco desarrollo un proyecto de diversificación de producción por parte del Estado Venezolano, se pretende la recuperación de potreros para ganadería doble propósito, siembra de maíz para ensilaje y la siembra de árboles frutales. Dentro de estos últimos se encuentra el rubro naranja (*Citrus sinensis*), en una superficie aproximada de 5 ha, de reciente data de siembra. El mismo se encuentra desprovisto de un sistema de riego que le proporcione el agua necesaria en los momentos donde se manifiesta déficit de humedad, desaprovechando la gran cantidad de recursos hídricos que posee esta finca, recurso proporcionado por el río Guayabones, cuyo cauce la atraviesa casi por el eje central; además de poseer una laguna artificial, no revestida, de considerables dimensiones y diversos caños que están dentro del predio.

El presente trabajo pretende diseñar el sistema de riego para el cultivo naranja (*Citrus sinensis*), por el método de micro-aspersión, ya que es el que mejor se adapta a las características del marco de plantación del rubro, para así cubrir uno de los requerimientos que es garantía de obtención de altos niveles de producción y por ende una mayor rentabilidad.

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los diseños de sistemas de riego buscan proporcionar el suministro de agua necesaria para el desarrollo del cultivo a un nivel que sea económicamente accesible y rentable, contribuyendo significativamente a la producción de alimentos y un ahorro considerable del vital líquido.

En función a esto se necesita un buen diseño del riego que proporcione, en el manejo, el uso de poca mano de obra con un alto nivel de eficiencia, para que el cultivo se establezca y tenga una buena producción.

Atendiendo a lo esbozado se propone la realización de un diseño de sistema de riego por micro aspersión para el cultivo naranja (*Citrus sinensis*) en la finca “La Chápala”, ya que esta posee un gran potencial hídrico que no se está aprovechando para el desarrollo de este predio, sumado a ello se garantizaría la lámina requerida, lo que se traduciría en una elevada producción.

Técnicamente el diseño de riego localizado (microaspersión), implica la aplicación de una lámina de agua en el área donde crecen las raíces del cultivo y para ello se requiere una gran diversidad de conocimientos que se pueden agrupar metodológicamente en los diseños agronómico e hidráulico, garantizando la eficiencia del uso del agua en el predio.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. General**

- Diseñar un sistema de riego presurizado en la modalidad de microaspersión para un huerto comercial de árboles de naranjo (*Citrus sinensis* L.Osbeck) en la finca La Chápala, ubicada en el sector Guayabones, de la parroquia Eloy Paredes, municipio Obispo Ramos de Lora, estado Mérida

### 1.2.2. Específicos

- Describir los aspectos de manejo y explotación comercial actuales y potencialidades referidos al cultivo de naranja en la finca La Chápala.
- Identificar los componentes físicos-naturales de la finca La Chápala involucrados en la implementación de un sistema de riego en la modalidad de riego por microaspersión para un huerto comercial de árboles de naranja.
- Realizar el diseño agronómico y la red hidráulica requerida para la aplicación del riego en la modalidad de riego por microaspersión en un huerto comercial de árboles de naranja, ya establecido en la finca La Chápala.
- Diseñar la obra de captación y las obras complementarias requeridas para el abastecimiento del sistema de riego.
- Calcular la inversión inicial necesaria para implementar un sistema de riego presurizado en la modalidad de riego por microaspersión en un huerto establecido de árboles de naranja con fines de explotación comercial.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

En la agricultura el manejo del recurso agua es uno de los factores que limita ampliamente el desarrollo de esta actividad, es por ello que su uso adecuado es primordial para minimizar el impacto ecológico en el área donde se enmarca la unidad de producción. Dentro de las técnicas más eficientes para el aprovechamiento de este recurso se encuentra el riego localizado y en frutales de marco de siembra amplio, el método de riego por microaspersión, genera ventajas considerables a la hora de proporcionar la lámina de agua necesaria para el cultivo, tanto en cantidad como en distribución.

El predio donde se enmarca este proyecto posee un plan de diversificación productiva entre los que se puede contar una plantación de naranja (*Citrus sinensis*) de 5 ha aproximadamente, que se encuentra desprovista de un

sistema de riego; limitando su desarrollo simplemente al suministro de agua por parte de las precipitaciones. Es de destacar que el predio posee dentro de sus límites un potencial hídrico que puede ser usado para mejorar el potencial productivo y económico que generará mayores ingresos económicos, aumentando así la rentabilidad de los rubros agrícolas que se encuentran en explotación.

Entre los beneficios de la implementación de este proyecto se encuentran: que aportará los niveles de agua necesario en los momentos de déficit hídrico del cultivo, el aprovechamiento del recurso agua que posee esta finca, la disminución de la mano de obra en la realización de la fertiirrigación, y por supuesto servirá un medio para que el cultivo eleve su potencial a niveles elevados de producción.

bdigital.ula.ve

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada por Araujo (2006), titulada: diseño de un sistema de riego por micro aspersion para cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) en el huerto “Santa Mónica”, parroquia José Gregorio Hernández, municipio Rafael Rangel del estado Trujillo, teniendo como objeto un sistema que permita suplir las necesidades de agua del cultivo, realizando los estudios de campo necesarios y evaluando los parámetros climatológicos para hacer un balance hídrico que permitió conocer las necesidades de riego.

Esta investigación presenta un valioso aporte a la calibración de equipos de riego por microaspersión cuando no existe información técnica correspondiente.

López (2007) realizó un trabajo titulado: diseñado de un sistema de riego por microaspersión para cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) en la parcela “118” sector Agua Clara, municipio Pampanito, estado Trujillo. En esta propuso el diseño de un sistema de riego que aportara las necesidades hídricas del cultivo en momentos de déficit de agua con el objetivo fundamental de mantener un volumen de dimensiones adecuadas de la zona radicular del cultivo.

Este estudio aporta los conocimientos necesarios para que la relación entre los factores agua-suelo-planta optimice el uso del recurso, el rendimiento de la planta en términos de producción y desarrollo.

El trabajo de grado de Mendoza (2005) titulado: diseño de un sistema de riego por microaspersión para un cultivo de mandarina (*Citrus reticulata*) en la finca

“Génesis” de la parroquia Arnoldo Gabaldón, municipio Candelaria, estado Trujillo.

Aporta gran cantidad de información con respecto al cálculo agronómico en este cítrico, además de una excelente guía de conocimiento para la realización del cálculo hidráulico del sistema de riego.

Se deja un buen aporte para los diseños de sistemas de riego donde el régimen pluviométrico es de corta duración en donde el aporte de agua para suplir el déficit hídrico se debe realizar de manera artificial.

## **2.2. CONCEPTOS BÁSICOS**

### **2.2.1. Riego**

Grassi (1981) define el riego como una actividad resultante de las acciones del hombre, donde se tiene como objetivo básico la reposición al suelo del déficit de humedad que resulta de la insuficiencia de precipitación para compensar la evapotranspiración de los cultivos. Complementariamente, el riego asegura la lixiviación de sales para mantener el balance salino del suelo y garantizar en general mejores condiciones físicas para el laboreo mejores condiciones ambientales para el desarrollo de los cultivos.

Por su parte Norero (1976) precisa que “el riego constituye la práctica de la ingeniería más adecuada para aumentar la eficiencia del agua y la productividad de la tierra, permitiendo regular la aplicación del agua a los requerimientos de los cultivos”. Para Gurovich (1985) “es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil de suelo para reponer en este el agua consumida por los cultivos entre dos riegos consecutivos”.



Israelsen y Hansen (1962) señalan que “la ciencia del riego no se limita a la aplicación de agua al suelo, sino que comprende todo el proceso desde la cuenca hasta la finalización de la aplicación en el área radicular y desde ésta al canal de drenaje”.

Afirman que el riego tiene como fin “la aplicación artificial de agua al terreno para suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo” y lo definen “como la aplicación artificial del agua a la tierra, con el fin de suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para su desarrollo.”

### **2.2.2. Sistema de riego**

De León (1995), citado por Castro y Araujo (2008) lo define como “el conjunto de estructuras necesarias para captar, conducir y distribuir las aguas, aplicando una lámina que cubra los requerimientos de los cultivos durante sus diferentes etapas de desarrollo vegetativo”.

Grassi (1998) precisa que donde éste se realiza, crea un polo de desarrollo, un enorme potencial que promueve la migración hacia el área respectiva, permitiendo ordenar la distribución de la población. Por otra parte, también permite el desarrollo regional en función de los recursos disponibles y planes vigentes de ordenación del territorio, logrando así armonizar el desarrollo de las diferentes regiones del país.

### **2.2.3. Demanda de agua de los cultivos**

Según Rojas (1984) desde el punto de vista fisiológico, el agua tiene gran importancia en el funcionamiento de las plantas y en su comportamiento ecológico, la misma afecta el crecimiento, la producción vegetal, la mayoría de

los procesos fisiológicos y las condiciones internas de la planta. Sin embargo, para que su aprovechamiento sea más eficiente, se debe considerar que no toda el agua está disponible para los cultivos. Para que las plantas puedan hacer uso del agua en el suelo, debe tener a su disposición suficiente cantidad de aire.

El mismo autor plantea, en cuanto al requerimiento hídrico de las plantas, la cantidad de agua a ser aplicada a una superficie, mediante un sistema de riego por microaspersión, depende de los parámetros siguientes:

- Las características del suelo.
- Tipo de cultivo.
- Grado de maduración del cultivo.
- Profundidad radicular.

La estimación de los requerimientos de agua de los cultivos constituye una de las etapas básicas de todo proyecto agrícola.

Plá Sentís (1983) afirma que los cultivos consumen agua debido al efecto de las condiciones ambientales o climáticas, que generan una diferencia de potencial entre el agua que está en la planta y la que está en el suelo; y por otra parte, el vapor de agua que hay en la atmósfera. En consecuencia se está liberando permanentemente vapor de agua desde la planta hacia la atmósfera, a través del proceso de transpiración.

La velocidad de estos procesos de pérdida de agua, que en su conjunto se conoce con el nombre de evapotranspiración, está determinada, no solo por el clima, sino también por el tipo de suelo su contenido inicial de agua y el tipo de cultivo.

La evapotranspiración ocurre permanentemente, pero se repone el agua en el suelo, es decir se riega, solo durante unas pocas horas cada cierto número de

días, ello implica que el suelo se comporta como un reservorio, que de alguna manera retiene esa agua y la entrega constantemente a las raíces de las plantas para no detener el proceso de evapotranspiración.

#### **2.2.4. Balance hídrico agrícola**

Trezza (1997) considera el balance hídrico como “una herramienta muy importante en la estimación de las necesidades hídricas de los cultivos en una determinada zona.”

El mismo autor expone que el balance hídrico permite determinar el régimen de humedad del suelo en equilibrio con el clima.

En el caso del balance hídrico agrícola para determinar necesidades de riego para un cultivo particular, se debe utilizar la evapotranspiración del cultivo de referencia por el coeficiente del cultivo ( $K_c$ ).

Grassi (1977) afirma que la evapotranspiración real del cultivo, en cierto momento de su ciclo vegetativo, se expresa según la Ecuación 2.1.

$$E_{tc} = E_{to} \times K_c \quad (2.1)$$

Donde:

$E_{tc}$ : es la evapotranspiración real del cultivo.

$E_{to}$ : es la evapotranspiración del cultivo de referencia.

$K_c$ : es el coeficiente del cultivo.”

### **2.3. MÉTODO DE RIEGO**

En cuanto a la selección del método de riego Grassi (1984) afirma que “está influenciado por la cantidad de agua disponible y el cultivo a desarrollar en la

zona, considerando aspectos como el suelo, topografía, factibilidad técnica y económica y disponibilidad de mano de obra.”

### **2.3.1. Riego localizado**

Pérez (1989) señala que el riego localizado engloba dentro de esta denominación a todos aquellos métodos de riego, donde solo se trata de aplicar agua a aquella porción del suelo estrictamente ocupada por las raíces del cultivo. Se caracteriza por:

- No mojar la totalidad del suelo, aplicando agua sobre o bajo la superficie en la proximidad de la planta.
- Utilizar un gasto reducido de agua.
- Ser de intervalos de riego muy cortos (riegos de alta frecuencia), tal de mantener en la zona radicular un potencial hídrico muy cercano al máximo. Esto significa que la porción del suelo en la zona radicular debe mantenerse cercana a su mayor contenido de humedad.
- En su mayoría, el agua se conduce hasta la zona de aplicación por medio de tuberías a baja presión.
- Esto no descarta la posibilidad de que en algunos casos se use otro método diferente de conducción.

En riego localizado interesa fundamentalmente alcanzar altos niveles de eficiencia. Esta eficiencia depende de:

- Calidad del diseño agronómico e hidráulico.
- Manejo e instalación del sistema.
- La falla del manejo puede ser de tipo agronómico.
- El mal manejo hidráulico se manifiesta por lo general, por filtros sucios, precipitados en las tuberías, obstrucciones.

Razuri (1988) define el método de riego localizado como “la aplicación lenta de agua, en forma de gotas, pequeños caudales, a través de dispositivos localizados a lo largo de tuberías”. Fusagri (1986) afirma que este método puede ser usado en cualquier cultivo, preferiblemente en aquellos de siembra espaciada como los frutales.

Por su parte Pérez (1989) menciona que la aplicación del agua se realiza mediante un emisor que está diseñado para disipar presión y descargar un caudal pequeño y uniforme, o gotear el agua con un caudal constante, o bien que no varíe significativamente, debido a las diferencias pequeñas en las cargas de presiones.

### **2.3.2. Ventajas y desventajas del riego localizado**

Grassi (1984) menciona las ventajas e inconvenientes de éste método de riego.

#### ***Ventajas:***

- El riego localizado no estorba en nada las otras operaciones del cultivo, por ejemplo: los tratamientos, la recolección puede hacerse en el transcurso del riego.
- Hay economía de tiempo y de mano de obra en comparación con los métodos tradicionales de riego por superficie o riego por aspersión.
- Se puede fijar de manera muy precisa el nivel de aporte del agua y de fertilizantes, así como la frecuencia de estos aportes. La plantas no deben sufrir la tensión ocasionada por falta de agua, salvo si se hace de forma deliberada.
- La posibilidad de aportar directamente a las raíces de los cultivos, cantidades controladas de agua y abono hace más que aumentar el crecimiento y el vigor de las plantas jóvenes y acrecienta el rendimiento de las plantas adultas.

Hay terrenos con riego localizado, que claramente están sub-regados al no utilizar suficiente agua. Cabría esperar que un riego localizado use quizás un 20 ó 30 % menos de agua que un sistema de riego por aspersión o gravedad bien manejado y quizás un 50 % menos que un sistema de gravedad de baja eficiencia. Sin embargo, ahorros solo del 5% se han registrado cuando el riego localizado no se maneja correctamente.

- Lucha más fácil contra las malas hierbas y enfermedades de los cultivos, ya que ni la vegetación ni la superficie del suelo están húmedas y hay posibilidades de circulación en todo momento, una instalación de riego localizado permite una lucha más fácil, más eficaz y menos costosa.
- Mejor utilización de suelos difíciles, suelos muy densos con velocidad de infiltración de 2 a 4 mm/h son difíciles de regar por aspersión. Por otra parte los suelos muy ligeros no pueden ser regados con técnicas de riego por superficie, en estos dos tipos de suelo el riego localizado ha sido utilizado con éxito.
- Reducción de los gastos de explotación y utilización de caudales menores, la presión necesaria para el riego localizado es general igual al (60-70%) de la que es necesaria para el riego por aspersión clásico.

***Inconvenientes:***

- Facilidad con que obturan las finas secciones de las distribuciones, por la acción de: el limo, la materia orgánica, las algas, los geles bacterianos, la precipitación de abonos no disueltos, la presencia de hierro coloidal.
- Una buena filtración, que utilice filtros de succión auto limpiables y filtros con arena puede eliminar la arena, el limo y los abonos no disueltos y puede reducir de manera acentuada la materia orgánica.

- Como cualquier otra técnica de riego hay peligros potenciales de salinización, pero se puede hacer mucho manejando adecuadamente el suelo y el agua para evitar los daños de la salinización.  
Las sales se acumulan en ciertas zonas, particularmente en la periferia del bulbo del suelo humedecido y una ligera lluvia puede arrastrar las sales a la zona radicular causando a veces serios daños en los cultivos con enraizamiento superficial. Cuando la precipitación es insuficiente se deben dar riegos de superficie o por aspersion con el fin de realizar un lavado y evacuar el exceso de sales.
- En el riego localizado las raíces se concentran en la zona húmeda, si esta zona es demasiado pequeña el enraizamiento puede ser insuficiente, los rendimientos disminuyen y los árboles pueden ser desenraizados por un viento fuerte, de todas formas una posición correcta de los distribuidores puede prevenir este riego.
- Otro inconveniente en un sistema radicular poco desarrollado es que necesita un aprovisionamiento regular de agua y que si el abastecimiento falta por algún problema, la planta sufre más aunque el caudal necesario en riego localizado puede ser más reducido que en el riego tradicional su suministro debe ser garantizado.

### **2.3.3. Diseño agronómico e hidráulico del riego localizado**

Según Pérez (1989) al referirse al riego por goteo, hay que tomar en cuenta el diseño agronómico y el hidráulico. Para el diseño agronómico recomienda:

- En frutales es posible diseñar basándose en la superficie mojada mínima, al contrario a los cultivos en hilera, en los cuales parece ser que el factor básico de diseño es el solapamiento de la hilera.
- Es recomendable la escogencia de patrones de siembra del cultivo con los cuales se logre mayores eficiencias de riego y diseño menos costoso.

- En cultivos frutales donde se requiere la aplicación de grandes volúmenes de agua, es conveniente utilizar goteros de descarga elevada con tal de reducir significativamente el tiempo de aplicación.

### ***Diseño agronómico***

El mismo autor señala que los datos de partida es la información básica requerida con la cual se puede iniciar los cálculos y ajustes correspondientes.

Estos datos son:

- Marco de plantación.
- Profundidad esperada de raíces para el suelo y el cultivo de que se trate.
- Porcentaje de suelo mojado (PH).
- Necesidades de lavado.
- Dosis neta de riego en periodo pico expresada en mm/día o en litros por planta y día, NAL (necesidades de agua bajo riego localizado).
- Radio y profundidad del volumen del suelo mojado para diferentes alcuotas de agua.

### ***Diseño hidráulico***

El mismo autor indica que una vez definido el diseño agronómico, la disposición de las líneas regantes el tipo y la cantidad de emisores por planta, el gasto, la dosis y el tiempo de aplicación, se procede a realizar el diseño hidráulico.

- Límites de utilización del proyecto: son los parámetros que determinan las condiciones de manejo de instalación.

- Gasto medio del emisor (Ga).
- Tiempo disponible (Td).
- Presión media de trabajo.



- Tolerancia de presiones.
  - Numero de operaciones de riego (N).
  - Gasto del sistema (ps).
- Cálculos hidráulicos: el objetivo de este literal es el cálculo del gasto y presiones a la entrada de las líneas regantes primarias y al inicio de la sub-unidad, se aplica el mismo procedimiento de cálculos de tuberías que se utiliza en otros métodos de riego:
- Perdidas de carga (hf).
  - Diseño del lateral o línea regante.
  - Diseño de tubería terciaria.
  - Diseño de tubería secundaria y primaria.
  - Diseño del cabezal.
  - Escogencia del sistema de bombeo.

## 2.4. CÍTRICOS

Según [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), citado por Araujo y Rosales (2006), los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sureste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones, debidas a la selección natural y a hibridaciones, tanto naturales como producidas por el hombre.

[www.monografias.com](http://www.monografias.com), citado por Araujo y Rosales (2006), expone que los cítricos son un conjunto de especies, que pertenecen al género citrus. Desempeñan un papel destacado en la alimentación de muchas personas en el mundo entero. Una característica del género es la presencia, en todos los órganos de la planta de un aceite esencial que le da su olor característico. Las

especies que engloban este grupo proporcionan notables cantidades de vitamina C, minerales (calcio y fosforo).

En cuanto al diseño de la plantación Avilán y Rengifo (1988) explican que la distancia entre plantas está en función de las dimensiones de la maquinaria a utilizar y del tamaño de la copa adulta, que depende principalmente del clima, suelo y el patrón, por lo que, en la mayoría de los casos habrá que comparar con situaciones ecológicas semejantes con el fin de tomarla como referencia. Se puede estimar como densidad media unos 400 árboles/ha.

El FONAIAP (1986) menciona que tradicionalmente, los huertos citrícolas se han trazado en el campo, en función del espacio de terreno que la planta llega a cubrir cuando alcanza su estado adulto, tratando de evitar la competencia entre las plantas. Los sistemas de diseños comúnmente empleados en los cultivos de naranjas son:

Marco real o cuadrado: consiste en plantar los arboles en línea recta, entre cruzada, de tal modo que las distancias entre plantas e hileras sean iguales.

Tresbolillo o hexagonal: consiste en plantar los arboles en forma de triángulo, con este sistema se logra un 15 % más de planta por área, que en el marco real o cuadrado.

Rectangular: es parecido al marco real, pero se diferencia en que la distancia entre hileras de plantas es mayor que la distancia entre plantas.

Los sistemas que utilizan una mayor densidad de plantas por hectárea, involucran mayores costos de inversión para su fundación, pero el retorno de los capitales invertidos se logra a corto plazo y ofrecen al productor un margen de beneficios mayor por unidad de área plantada.

Los requerimientos climáticos de los cítricos establecidos por el FONAIAP (1986) son los siguientes:

- Temperatura: de 25 a 32 °C.
- Precipitación: de 1110 a 1200 mm anual.
- Luz: insolación moderada.
- Vientos: brisas moderadas de 15 a 20 km/h
- Suelos: antes de establecer la plantación se debe examinar con énfasis los siguientes aspectos:
  - Profundidad efectiva del suelo: 100 a 150 cm.
  - Drenaje: bien drenado.
  - pH: 5.5 a 7.

Avilán y Rengifo (1988) señalan que las frutas cítricas presentan un periodo de cosecha variable en función de varios factores, entre estos se deben considerar como la más importante: la especie cítrica (y dentro de ella la variedad) y el clima. Dentro de una misma especie, la estación de cosecha puede variar (independientemente del factor clima) de acuerdo con la variedad, a este respecto se considera en forma general que hay tres tipos de variedades: precoces, intermedias y tardías.

FUSAGRI (1986) manifiesta que de acuerdo con las variaciones climáticas los cítricos en Venezuela tienden a florecer varias veces al año. Por esta razón, en los árboles normalmente se observan frutos en distintos grados de desarrollo, lo que obliga a desecosecharlos escalonadamente.

#### **2.4.1. Ciclo productivo**

Avilán y Rengifo (1988) determinan que los cítricos al igual que los frutales de tipo arbóreo perenne, se caracterizan por presentar cuatro periodos de vida: crecimiento, plena producción, producción y senilidad.

- Periodo de crecimiento: este periodo se sitúa entre los dos y seis años de edad de la planta, se caracteriza por un aumento acentuado de área foliar o follaje, surgimiento de los primeros frutos y posteriormente, por el aumento paulatino de la producción del mismo.
- Según FUSAGRI (1986) el periodo de plena producción de los cítricos: se inicia a partir del sexto año de vida de la planta y se caracteriza porque la misma alcanza su máxima eficiencia productiva entre 8 y 10 años de edad. Durante este periodo se observa una estrecha relación entre el incremento del follaje y el número de frutos producidos.
- Periodo de senilidad: afirman Avilán y Reginfo (1988) que este periodo señala la etapa final de la vida productiva de la planta y se caracteriza por una disminución acentuada de los rendimientos. Se inicia a los veinte años de edad o posteriormente, de acuerdo al mantenimiento y control fitosanitario brindado a la plantación en los periodos anteriores.

#### **2.4.2. Cultivo de naranja (*Citrus sinensis*)**

[www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), citado por Araujo y Rosales (2006) expresa que la naranja probablemente sea originaria del sureste de Asia y noreste de la India, o con mas certeza del sureste de China o Indochina, pero ha sido cultivada por tanto tiempo que se conoce en estado silvestre.

De una u otra forma se ha diseminado y en la actualidad se cultiva en casi todas las aéreas tropicales y subtropicales del mundo.

Pertenece a la familia de las rutáceas. Son plantas de porte medio y generalmente alcanzan una altura de 6 a 10 m, aunque su forma y tamaño varían de acuerdo con el “patrón” usado.

En Venezuela se conocen algunas especies de naranjas como la Valencia, la California y La Criolla, todas estas naranjas dulces son utilizadas para el consumo fresco, jugos y también se aprovecha en materia prima en procesos industriales. Existen otras variedades en nuestro país como la Hamblin, Parson Brown, Pineapple y Leu-Gin-Gong.

Guzmán (1990) hace mención a los requerimientos climáticos del suelo: “en forma general se considera que las naranjas producidas en localidades con altitudes por debajo de los 500 msnm, muestran buena calidad para el consumo fresco, presentan tamaño grande y abundante jugó con poca acidez. Las naranjas cultivadas sobre los 500 msnm muestran menos tendencia al florecimiento continuado, mayor acidez y buena coloración externa.”

Las exigencias hídricas están por encima de los 1200 mm anuales. Los suelos que más favorecen el desarrollo de la raíz y la copa son los arenosos. El óptimo de acidez esta en un pH 6 (ligeramente ácido).

En cuanto a la siembra, el mismo autor indica que en Venezuela, las distancias de mayor uso son: en metros, 6 x 4, 7 x 7, y 8 x 8. La distancia de 8 x 4 se emplea con la idea de podar el árbol intermedio y finalmente después de varios años eliminarlos de modo que la planta quede de 8 x 8. La fertilización debe realizarse de acuerdo a los análisis practicados a fin de aplicar la fórmula apropiada en la dosis necesaria. Como guía general se necesitan 750 gr por planta en crecimiento, de la fórmula 12-12-6. Para plantas en producción de 2 a 3 kg, de la misma fórmula fraccionada en varias aplicaciones anuales.

La especie de naranja utilizada en este proyecto es la Valencia Late. Se piensa que esta variedad se origino en Portugal y llego a los Estados Unidos de Norteamérica, vía las Islas Azores, provenientes de un vivero Inglés, alrededor de 1870. Este cultivar no debe confundirse con la “Valencia Temprana”, única

variedad española con el nombre de Valencia, que es de maduración precoz, la cual presenta fruto de tamaño pequeño y de forma achatada.

La Valencia se caracteriza por presentar árboles de porte medio o alto, vigoroso con abundante follaje y de ramas fuertes, sus hojas son lanceoladas, provistas de alas rudimentarias. Los frutos son de forma globosa y casi esférica, de tamaño mediano o grande, con 190 - 260 gr de peso, corteza un tanto gruesa, coriácea y dura: muestran de 9 a 12 gajos, pulpa de textura firme, menos de 6 semillas por fruto y contiene abundante jugo, algunas veces un poco ácido. Después de madurar los frutos se conservan bien el árbol durante casi tres meses y pueden llegar a reverdecer si las plantas se riegan.

bdigital.ula.ve

## CAPÍTULO III

### CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 UBICACIÓN

##### 3.1.1. Política administrativa

La finca “La Chápala” se encuentra ubicada políticamente dentro de la República Bolivariana de Venezuela, en la Cordillera de los Andes Venezolanos, estado Mérida, municipio Obispo Ramos de Lora, parroquia Eloy Paredes.

##### 3.1.2. Geográfica

La finca se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas UTM (WGS 84 P-19):

Este: 213652 y 216382

Norte: 966816 y 969772

##### 3.1.3. Hidrográfica

La Unidad de producción objeto de estudio, según se observa en la Figura 3.1, se ubica a ambas márgenes del río Guayabones, cuenca del río Mucujepe, hoya hidrográfica del Lago de Maracaibo.

##### 3.1.4. Práctica

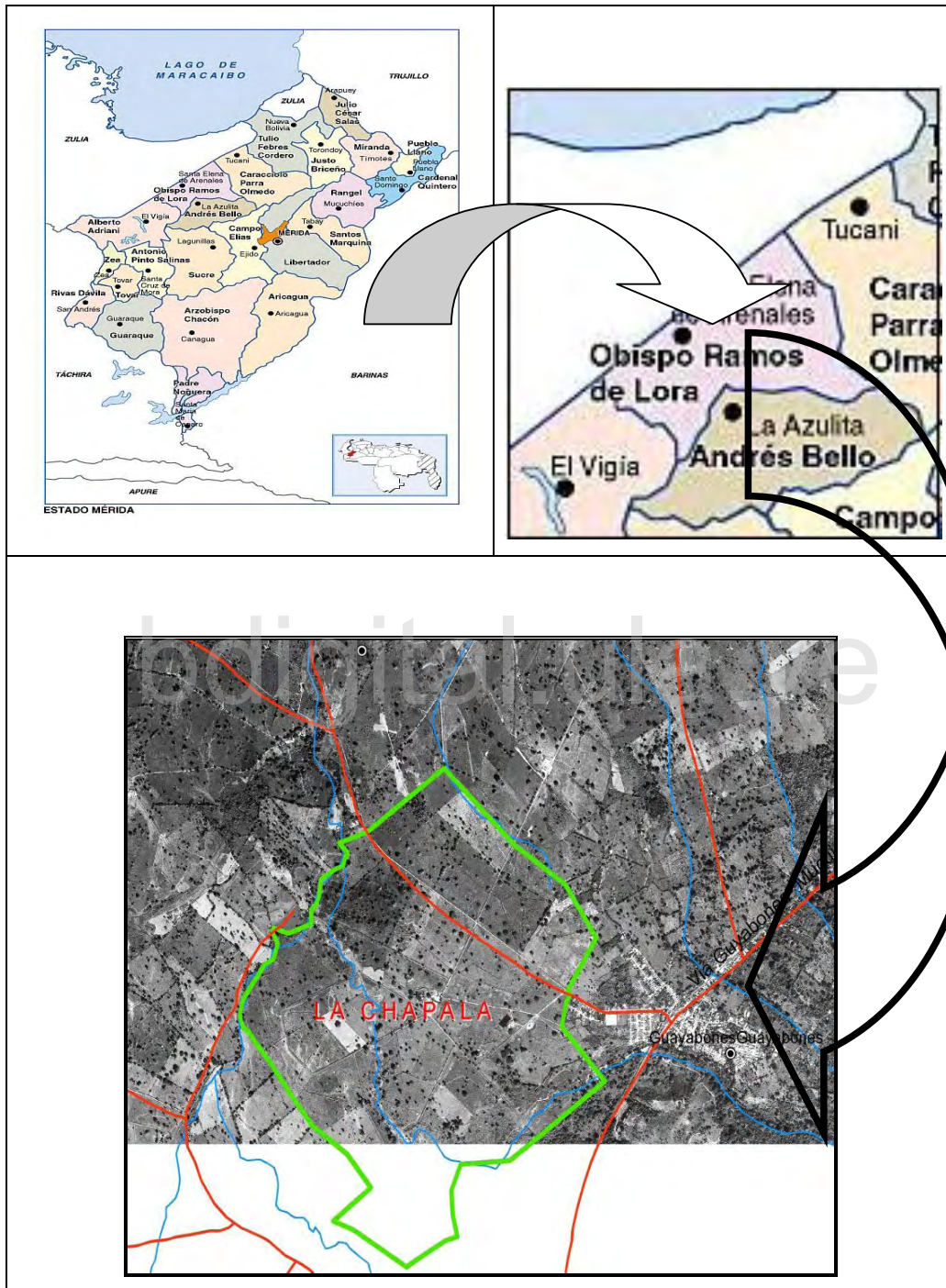
Enclavada en la zona sur del Lago de Maracaibo, al oeste de la población de Guayabones, a una distancia aproximada de la misma, de 01 km.

#### 3.2. RELIEVE Y TOPOGRAFÍA

##### 3.2.1. Relieve

Según Grupo Región Estrategia y Desarrollo. Convenio ULA-PDVSA (2012), el relieve del piedemonte se desarrolla a partir del sistema de montaña y a ambas márgenes de la carretera Panamericana. Está formado por sub paisajes como

colinas, conos de deyección y conos-terrazza sobre los que emplazan la mayoría de los centros poblados que se encuentran en la troncal 1.



**Figura 3.1.** Ubicación relativa de la Finca La Chápala



Estos sub paisajes debido a los procesos erosivos, presentan variaciones en su microrelieve. Se observan pendientes que van de 20 a 35 % y en algunos sectores entre 4 y 8 %. La variación latitudinal oscila entre 600 y 100 msnm.

El paisaje de llanura corresponde a extensos abanicos aluviales, formados por la dinámica hidráulica de los ríos inmediatos al área, como Onía, Chama y Mucujepe. Se trata de una fosa de hundimiento con muy poca diferenciación geocronológica; casi toda la zona está cubierta por un espeso manto de aluviones recientes. Aquí los valores altitudinales van disminuyendo gradualmente desde 100 m hasta alcanzar la cota 0 en el Lago de Maracaibo, los rasgos de pendiente son menores al 4%.

### **3.2.2. Topografía**

Las variaciones de la topografía en la finca La Chápala no son muy marcadas, las pendientes son bajas en dirección hacia el Lago de Maracaibo. Para cumplir con los objetivos planteados en el presente trabajo, que persigue el diseño de riego, así como la ubicación de infraestructura se requirió realizar el levantamiento planialtimétrico del sector de la finca donde se ubica el cultivo a regar (naranja), así como la franja de terreno por donde se ubicaría el almacenamiento y las obras de captación y conducción, respectivamente.

El levantamiento se efectuó con un teodolito digital marca TOPCOM, a escala bien detallada (1:1000), debido a la poca variación de la pendiente se trazaron curvas de nivel con equidistancia de 0,5 m en los sectores mencionados anteriormente y solo la planimetría se levantó en las parcelas vecinas a la de la naranja. El plano mencionado puede verse en el Anexo I.

### **3.3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

Según COPLANARH (1975), pese a la gran variedad en muchos de sus aspectos locales, los márgenes surorientales del Lago de Maracaibo constituyen, una entidad bastante homogénea y original. Tiene como límite occidental el río Chama y como límite oriental el sistema de los ríos Motatán y La Vichú. El área tiene una forma de cuadrilátero, orientado suroeste – noreste,

con una longitud aproximada de 230 km, y de ancho un promedio de 35 a 40 km.

Se distinguen tres puntos de unidades geomorfológicas bien delimitadas: a) Piedemonte; b) Las formaciones aluviales recientes y c) las márgenes cenagosas.

- a) El piedemonte está constituido por una faja de formaciones aluviales del cuaternario antiguo y medio: Conos (A1) Cono terraza (A2) de importancia y extensión variable, según los tramos. Estos conjuntos se delimitan nítidamente de las áreas aluviales recientes que se ubican al norte.

Cono Terraza: cono de deyección en una terraza como consecuencia de un deposición de sedimento posterior. Frecuentemente el cono terraza tiene una forma más amplia y presenta un material más estratificado que el cono de deyección típico. En el material muy heterométrico de deyección existen estratos más seleccionados de napas aluviales.

- b) Las formaciones aluviales recientes ubicadas entre el piedemonte y el Lago forman una faja aluvial plana denominada por formas de explayamiento (D15 y D20), con una pendiente de 5 a 6 por mil y un ancho promedio de 15 km, la poca extensión de estas planicies implica con el nivel de base que presenta el Lago un área efectiva de desagüe y sedimentación muy reducida entre los sectores de concentración y de partida de los caudales y su carga sólida, lo cual origina la sobresaturación crónica a que están sometidos.
- c) Las márgenes cenagosas se ubican en las superficies que limitan con el Lago de Maracaibo. Allí se concentran los sedimentos más finos y las pendientes son casi nulas.

### 3.4. SUELOS

Según COPLANARH (1975) son suelos jóvenes (aluviales) que presentan una alta fertilidad inherente. Suelos que, según su capacidad potencial para uso agrícola, son clasificados como pertenecientes a las Clases I, II, y III. Presentan algunas limitaciones, debido al exceso de lluvia en la zona, lo que origina una permanente humedad. Por lo tanto, si se elimina esta limitación, una buena parte de ellos pasarían a la Clase I con posibilidades de rendir cultivos anuales (dos cosechas/año) y permanentes.

En estos suelos, situados en los que fueran los distritos Colón y Sucre, se destacan los aluviales, formados por los grandes ríos Chama-Escalante, Zulia y Mucujepe.

Los suelos son tropofluents medios. Suelos del orden Entisol: suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, topografía variable entre plana a extremadamente empinada. No tienen horizontes de diagnóstico. Dentro de este orden se han reconocido los siguientes subórdenes: Fluvent, Acuent y Ortent. Los "horizontes de diagnóstico", son aquellos horizontes de suelos que tienen un grupo de propiedades cuantitativamente definidas y que sirven para identificar las unidades de suelos. Ver Tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Clasificación de los suelos predominantes en la Finca La Chápala

ORDEN	GRUPO	SUBGRUPO	FAMILIA
Entisoles	Fluents	Trpofluents	Medios

Fuente: COPLANARH (1975)

Suborden Fluvent:

Son de topografía planas formadas sobre depósitos aluviónicos recientes; en su mayoría tienen perfiles estratificados, y el contenido de materia orgánica varía en forma irregular a través del espesor del suelo.

## Grande Grupo Tropofluvent

Agrupan suelos normalmente húmedos, sometidos a un régimen de temperatura casi uniforme a través del año, cuya media anual es superior a 25°C, con una diferencia térmica entre la media de verano y la de invierno menor de 5°C.

### 3.5. PARÁMETROS QUE DEFINEN EL CLIMA

La información de los datos meteorológicos fue obtenida de la estación climatológica Los Guayabones, instalada por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, en Febrero de 1975, Serial 8072, tipo C-3, la cual se encuentra dentro de la finca donde se está realizando el estudio, en las siguientes coordenadas E-213964 y N-968491; y de la estación climatológica El Vigía que por estar a 16,79 km del área de estudio ejerce influencia sobre la misma; se corresponde con las coordenadas E-201079 y N-901375, que permiten confirmar la cercanía de la misma el área bajo estudio. Ver la información de las estaciones mencionadas en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Información descriptiva de las estaciones meteorológicas usadas

Serial	Estación	Municipio	Coordenadas (UTM)		Altitud (msnm)	Instalada
			Este	Norte		
8072	Los Guayabones	Obispo Ramos de Lora	213964	968491	70	Feb-73
3035	El Vigía	Alberto Adriani	201079	901375	130	Sep-42

#### 3.5.1. Precipitación

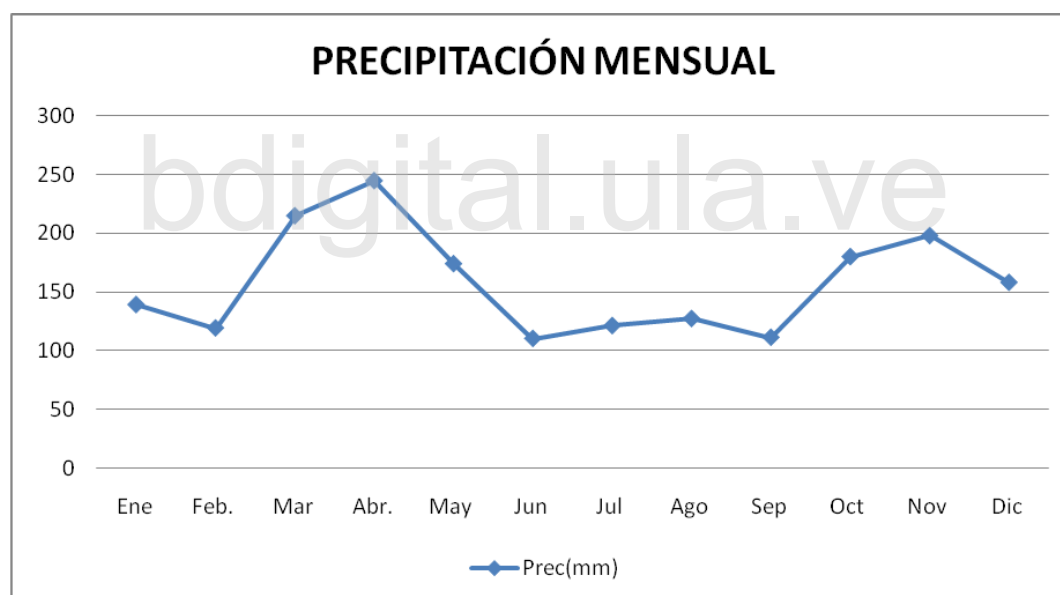
Los registros del MARN (1997) reflejan que la zona se caracteriza por presentar una precipitación media mensual en el periodo 1973 – 1997 no menor de 110 mm en el mes más seco (julio), y un máximo de 245 mm en el

mes de abril. El patrón de distribución característico para esta zona es bimodal, muestra dos picos en la distribución anual de las lluvias, uno de abril a mayo y otro en octubre, como se muestra en la Tabla 3.3 y Figura 3.2. Los datos de precipitación de la estación Los Guayabones se pueden apreciar en el Apéndice A.1.

**Tabla 3.3.** Registro de precipitación promedio mensual en mm. Los Guayabones. Periodo: 1973-1997

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Prec (mm)	139	119	215	245	174	110	121	127	111	180	198	158	1896

Fuente: MARN (1997)



**Figura 3.2.** Registro de precipitación promedio mensual en mm. Estación Los Guayabones. Periodo: 1973 - 1997

### 3.5.2. Temperatura

Los datos de temperatura fueron extrapolados de los registrados de la estación meteorológica El Vigía (ver Apéndice A.2), usando el método del Gradiente Vertical Medio de Temperatura (GVM). Se aplicó el método del gradiente altotérmico a través de la Ecuación 3.1.

$$T_x = T_c + (GVM / 100) * (Altitud A - Altitud B) \quad (3.1)$$

Donde:

$T_x$  = Temperatura media Guayabones (Finca La Chapala).

$T_c$  = Temperatura media El Vigía.

GVM = Gradiente Vertical Altotermico (0,57 °C/100m)

Altitud A = Altura de estación El Vigía (120 msnm)

Altitud B = Altura de estación Los Guayabones (70 msnm)

Pérez (1979), citado por Araujo y Rosales (2006), presenta los valores de gradiente vertical medio de temperatura (GVM) a nivel mensual (Tabla 3.4)

**Tabla 3.4.** Gradiente Vertical Medio de Temperatura

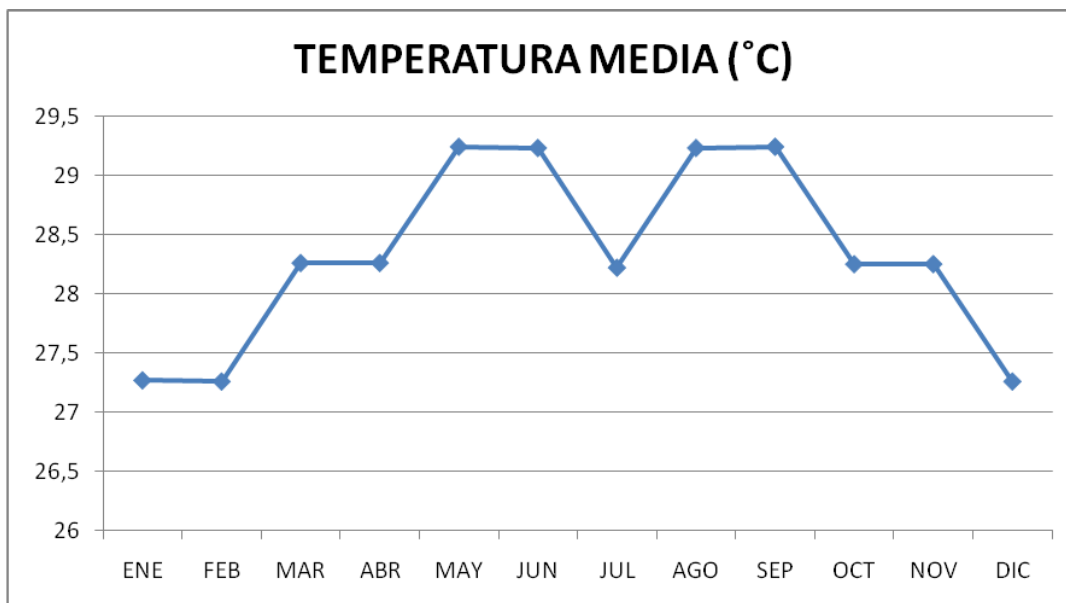
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
GVM	0,54	0,52	0,52	0,51	0,48	0,45	0,44	0,45	0,48	0,50	0,50	0,51

Fuente: Araujo y Rosales (2006)

La zona presenta la mayor temperatura media de 29,2 °C en los meses de mayo, junio, agosto y septiembre y; la más baja de 27,3 °C en el periodo diciembre - enero. La media máxima de 33,6 °C en los meses de marzo y julio, la de menor temperatura se registran en los meses de enero y febrero con el valor de 30,7 °C. Por otra parte la temperatura media mínima es de 22,8 °C en el mes de enero (la más baja) y la máxima de 24,6 °C en el mes de junio. Estas se presentan en la Tabla 3.5 y Figura 3.2.

**Tabla 3.5.** Variación de la temperatura media. Estación El Vigía y la extrapolación a la estación Guayabones. Periodo: 1945 - 1997

TEMP.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Est. El Vigía	27	27	28	28	29	29	28	29	29	28	28	27
Est. Los Guyab.	27,3	27,3	28,3	28,3	29,2	29,2	28,2	29,2	29,2	28,3	28,3	27,3



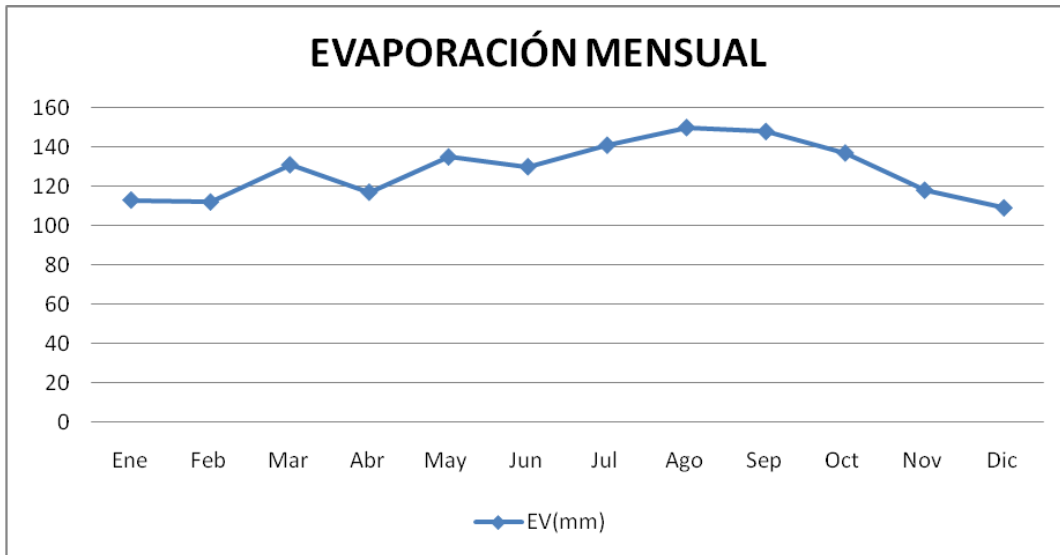
**Figura 3.3.** Variación de la temperatura media. Estación: Los Guayabones. Periodo: 1945 - 1997

### 3.5.3. Evaporación

Este parámetro se evaluó a partir de los datos pertenecientes a la estación El Vigía, tomada como estación patrón, con datos del periodo 1955 – 1984. Esto debido a que en la zona de influencia no existe evaporímetro para la recopilación de datos. Determinando los valores de evaporación por medio de los coeficientes hallados por Christiansen (1966), citado por Araujo y Rosales (2006), aplicables a Venezuela, los cuales permiten corregir por elevación y temperatura la evaporación de una estación y estimar así la posible evaporación del sitio escogido. Obteniendo como resultado que el acumulado anual de evaporación es de 1541 *mm*. Observándose el máximo valor mensual registrado en el mes de agosto con 150 *mm*. Los valores promedio de evaporación de la estación patrón se presentan en la Tabla 3.6 y Figura 3.4.

**Tabla 3.6.** Evaporación promedio mensual, estación El Vigía. Periodo: 1955-1984.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Ev (mm)	113	112	131	117	135	130	141	150	148	137	118	109	1541



**Figura 3.4.** Variación de la evaporación media. Estación El Vigía. Periodo: 1955 - 1984

Con estos datos de la estación patrón de El Vigía, se uso para la extrapolación la Ecuación 3.2.

$$E_{VLC} = (C_{tLC} * C_{eLC} * E_{VEV}) / (C_{tEV} * C_{eEV}) \quad (3.2)$$

Donde:

$$C_t = 0,396 + 0,5292 * (T_c/T_o) + 0,04756 * (T_c/T_o) \quad (3.3)$$

$$C_e = 1 + 0,06 * (\text{elevación}/1.000) \quad (3.4)$$

$C_{tLC}$ : Coeficiente de temperatura de La Chápala.

$C_{tEV}$ : Coeficiente de temperatura de El Vigía.

$C_t$ : Coeficiente de temperatura.

$C_e$ : Coeficiente de elevación.

$T_c$ : Temperatura mensual de la estación patrón y de influencia en °C.

$T_o$ : Temperatura de referencia (20 °C)

$E_v$ : Evaporación de estación patrón (mm)

Conociendo los datos de la estación El Vigía, utilizada como patrón de referencia (evaporación, temperatura, elevación) y los datos de la zona de estudio La Chápala (temperatura y elevación) se realizó el cálculo respectivo dando uso a las Ecuaciones 3.2, 3.3 y 3.4, obteniendo los resultados



mostrados en la Tabla 3.7. Allí se destaca una evaporación media máxima en agosto de 150,3 mm y un total anual de 1544,5 mm, respectivamente

**Tabla 3.7.** Valores de evaporación. Finca La Chápala

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
CtEV	1,18	1,18	1,20	1,20	1,23	1,23	1,20	1,23	1,23	1,20	1,20	1,18	_
CtLC	1,18	1,18	1,21	1,21	1,24	1,24	1,21	1,24	1,24	1,21	1,21	1,18	_
CeEV	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	_
CeLC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	_
EvEV	113	112	131	117	135	130	141	150	148	137	118	109	1541
EvLC	113,3	112,3	131,3	117,3	135,2	130,2	141,2	150,3	148,3	137,3	118,2	109,2	1544,5

### 3.5.4. Evapotranspiración

En este cálculo se usó el método de la FAO (Penman-Monteith) que constituye una de las formas más precisas a la hora de estimar la evapotranspiración ( $E_{to}$ ), ya que en la zona de estudio no se cuentan con registros de este parámetro. El método consiste en aplicar la Ecuación 3.5, la cual requiere datos de temperaturas máximas y mínimas, humedad atmosférica, insolación, radiación solar y velocidad del viento para realizar los cálculos a nivel diario, semanal o mensual.

$$E_{to} = \frac{0,408 * \Delta * (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_{sat} - e_{act})}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 * u_2)} \quad (3.5)$$

Donde:

$E_{to}$ : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

$R_n$ : Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m<sup>2</sup>día)

$G$ : Flujo de calor en el suelo (MJ/m<sup>2</sup>día)

$T$ : Temperatura media del aire, medida a 2 m de altura (°C)

$u_2$ : Velocidad del viento, medida a 2 m de altura (m/s)

$e_{sat}$ : Presión de vapor a saturación (kPa), correspondiente a la temperatura del aire  $T$ .

$e_{act}$ : Presión actual del vapor del aire (kPa)

$e_{\text{sat}} - e_{\text{act}}$ : Déficit de presión de vapor del aire (kPa)

$\Delta$ : Pendiente de la curva de presión de vapor del aire (kPa/°C)

$\gamma$ : Constante psicométrica (kPa)

Con respecto a los instrumentos de medición, los mismos deben estar ubicados en la capa de la atmósfera donde se encuentren en equilibrio con la superficie cultivada. Ésta debe encontrarse sobre un área cubierta completamente por gramíneas, que cubran el suelo por completo y que no tenga limitaciones de agua. Como el área de estudio no posee estos instrumentos se toma como referencia los de la estación El Vigía por encontrarse cercana (Tabla 3.8).

**Tabla 3.8.** Resumen climatológico. Periodo (1973 - 1997)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Tmax °C	29,3	29,5	30,1	30,0	29,9	30,4	30,8	31,2	30,4	29,5	28,9	29,0
Tmin °C	18,8	19,0	19,5	20,2	20,7	20,9	20,4	20,7	20,5	20,8	20,8	19,6
Hmd (%)	78,0	79,0	79,0	81,0	81,0	78,0	77,0	76,0	79,0	83,0	83,0	81,0
Viento (m/h)	122,0	130,0	130,0	130,0	130,0	134,0	134,0	149,0	143,0	134,0	143,0	143,0
Insolac (h)	6,3	6,4	6,6	6,7	6,8	6,9	6,9	6,8	6,6	6,5	6,4	6,3
Rn. (Mj/m <sup>2</sup> día)	10,2	11,2	12,3	12,7	12,5	12,2	12,2	12,5	12,4	11,7	10,7	10,0

Se realizaron los cálculos correspondientes utilizando la fórmula para la determinación de la Evapotranspiración (FAO, Penman-Monteith), obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 3.9, donde se deduce que para el área de estudio se obtiene un valor promedio máximo diario de evapotranspiración para el mes de abril de 5,29 mm/día y un valor promedio mínimo para el mes de diciembre de 4,27 mm/día.

### 3.5.5. Humedad relativa

Según Grupo Región Estrategia y Desarrollo. Convenio ULA-PDVSA (2012), la humedad relativa media es del 83 % con una amplitud de variación mensual entre 80 a 86 %. Los mayores valores (90 %) ocurren en los meses de mayo - junio, y los menores (79 %) en julio - agosto.

**Tabla 3.9.** Evapotranspiración finca La Chapala, usando FAO (Penman - Monteith)

Mes	Ene	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Eto (mm/día)	4,30	4,75	5,29	5,48	5,42	5,37	5,38	5,60	5,45	5,07	4,62	4,27
Eto (mm/mes)	133,4	147,3	163,9	169,9	168,0	166,4	166,7	173,7	168,9	157,3	143,4	132,3

### 3.5.6. Vientos

Para el Grupo Región Estrategia y Desarrollo. Convenio ULA-PDVSA (2012), la velocidad media del viento es de 4,9 km/h; en los meses de enero y febrero ocurre los mínimos mensuales con valores de 3,8 km/h, y el valor máximo sucede en el mes de abril siendo 9,7 km/h. La dirección que prevalece es de N a N-E, y la N-NO para los meses de marzo, mayo y agosto.

### 3.6. BALANCE HÍDRICO GENERAL

El balance hídrico permite calcular la ganancia y pérdidas del recurso agua en el área de interés, estableciendo la base del manejo de los recursos hídricos en la zona de estudio. Para realizar estos cálculos se necesitan usar los datos de de precipitación efectiva y evapotranspiración del área. La precipitación efectiva se calculo usando la Ecuación 3.6, usando la precipitación media mostrada en la Tabla 3.3.

$$Pe = a * P \quad (3.6)$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva en mm.

P: Precipitación mensual del área de estudio.

a: Porcentaje fijo de 0,8 (tomando en cuenta las pérdidas por escurrimiento y percolación).

En la Tabla 3.10 se muestran los valores obtenidos de precipitación efectiva y en la Tabla 3.11 y Figura 3.5 el balance hídrico resultante para el área de estudio.

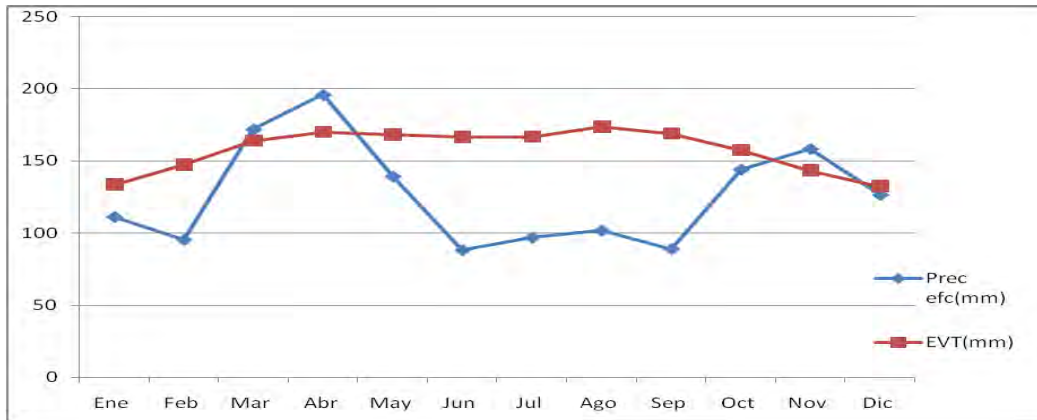
**Tabla 3.10.** Precipitación efectiva

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Prec (mm)	139	119	215	245	174	110	121	127	111	180	198	158	1896
Prec efec.(mm)	111,2	95,2	172	196	139,2	88	96,8	101,6	88,8	144	158,4	126,4	1516,8

**Tabla 3.11.** Balance hídrico. Finca La Chápala

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Prec. Efec (mm)</b>	111,2	95,2	172	196	139,2	88	96,8	101,6	88,8	144	158,4	126,4
<b>EVT(mm)</b>	133,39	147,32	163,93	169,97	168,08	166,44	166,69	173,69	168,93	157,28	143,37	132,32
<b>Balance</b>	-22,19	-52,1	8,0745	26,03	-28,88	-78,44	-69,89	-72,09	-80,13	-13,28	15,03	-5,92
<b>Alm.</b>	0	0	8,0745	34,11	5,2252	0	0	0	0	0	15,03	9,11
<b>Excedente</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Déficit</b>	13,08	52,12	0	0	0	73,21	69,89	72,09	80,13	13,28	0	0

El balance hídrico se realizó a partir del mes de octubre asumiendo un almacenaje igual a cero, obteniendo como resultado que en los periodos: noviembre – diciembre y marzo – mayo, la precipitación efectiva es mayor que la evapotranspiración, almacenándose entre 24,14 y 47,41 mm, respectivamente; y en los periodos: enero - febrero y junio - octubre la evapotranspiración está por encima de la precipitación efectiva, es decir son periodos de déficits de 65,2 y 308,6 mm, respectivamente. Adicionalmente la Figura 3.5 evidencia lapsos muy cortos de almacenaje de agua en estos suelos, por tanto para el desarrollo óptimo de rubros agrícolas es necesario suplir las deficiencias de agua que se pueden presentar en distintas épocas del año.



**Figura 3.5.** Balance hídrico. Finca La Chápala

### 3.7. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

El clima es el conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo.

COPLANARH (1975) menciona que Koeppen propone una clasificación climática en la que se tiene en cuenta tanto las variaciones de temperatura y humedad como las medidas de los meses más cálidos o fríos, y lo más importante, hace hincapié en las consecuencias bioclimáticas. En vista de lo anterior el área de estudio comprende una transición de bosque seco Tropical (bs-T) a húmedo Premontano (bh-PM).

El Grupo Región Estrategia y Desarrollo. Convenio ULA-PDVSA (2012), menciona que el bosque seco Tropical (bs-T) se extiende desde el nivel del mar hasta los 400 a 1000 msnm, corre en forma de franja desde los límites con Colombia (Misión de Guana) y hacia el sur, encerrando las Ciénagas de Juan Manuel y poblaciones como Encontrados y Santa Bárbara, y luego se dirige hacia el noreste en franja angosta hasta los límites con Trujillo, continuando luego hacia el norte por la costa oriental del Lago. Ocupa la mayor superficie del estado Zulia, con un área aproximada de 23690 km<sup>2</sup>. La precipitación de va

de 1000 a 1800 mm. La evapotranspiración potencial es de 0,9 a 2,0 veces la precipitación. Se presentan fuertes sequías de 4 a 6 meses y estación sobrante de agua.

El clima del área está influenciado por la dinámica atmosférica (vientos alisios del noreste y vientos del sur y sureste) y por la configuración topográfica dando origen por la baja presión del Lago de Maracaibo, a una convergencia intertropical y a la convergencia local al sur del Lago de Maracaibo que son responsables de las precipitaciones durante todo el año.

La temperatura se presenta condicionada por la condición topográfica y la variación altitudinal, presentando valores de temperatura que oscilan desde los 25 hasta los 30 °C, las temperaturas máximas medias ocurren en los meses de agosto y septiembre, con valores de 31,9 y 32,5 °C; y las mínimas medias se presentan en los meses de febrero y marzo, con valores de 24,9 y 25,5 °C, respectivamente.

### 3.8. VEGETACIÓN

Según COPLANARH (1975) en el área de estudio se encuentra el bosque clímax bosque seco Tropical (bs-T). Con especies deciduas; sus representantes son el guácimo, cedro amargo, apamate, gateado, pardillo, samán, roble, la copaiba y ceiba. (Tabla 3.12)

El bosque secundario es el resultado de las explotaciones forestales y los incendios periódicos, así como el abandono de las áreas por los agricultores que han degradado sus tierras. Algunas especies representativas son el samán, jobo, caro, camoruco, algarrobo, mijao, la copaiba y ceiba, (en asociaciones húmedas edáficas).

**Tabla 3.12.** Zonas vegetativas y géneros predominantes

Zonas Vegetativas	Géneros predominantes
Bosque seco Tropical (bs-T)	Guácimo, el cedro amargo, el apamate, el gateado, la ceiba, el pardillo, el samán, la copaiba y el roble.

Fuente: COPLANARH (1975)

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA

#### 4.1 RECURSO SUELO

El suelo constituye el medio natural para el desarrollo de las plantas, proporcionando el medio para el crecimiento radicular, en el que existen los nutrientes necesarios en diferentes proporciones, además de ser la fuente de almacenamiento del agua necesaria para los cultivos. Para el desarrollo de cualquier proyecto agrícola el estudio de éste es indispensable, debido a que el desarrollo de los cultivos está estrechamente relacionado con las características edáficas de los mismos.

La información obtenida para este proyecto se obtuvo realizando un muestreo de suelo en el área de estudio, tomando doce (12) muestras aleatorias a diversas profundidades (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm y 60-80 cm) por tener el cultivo naranja una profundidad radicular, alrededor de los 100 cm. Estas muestras se homogeneizaron y se sacó una muestra compuesta de cada profundidad, ya que los suelos de la zona son, a la vista, muy homogéneos. Ver Figura 4.1.

Las muestras fueron almacenadas para ser trasladadas al Laboratorio de Suelos del Núcleo Universitario “Rafael Rangel”, donde se realizaron los análisis físico químicos de cada muestra (textura, densidad aparente, pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio). Los resultados obtenidos en el Laboratorio se muestran en el Apéndice B.

Los resultados obtenidos en el área de estudio en la finca La Chápala se muestran en la Tabla 4.1, presentándose una clase textural franco arenosa (Fa) en todas sus profundidades, con un pH medianamente ácido de 5,9 a 5,3, conductividad eléctrica neutra de 0,08 a 0,21 dS/m; materia orgánica media con valores de 1,10 a 4,40 %; el carbono orgánico con valores de medios y bajos 2,29 a 0,56 %; nitrógeno con proporciones bajas, media bajas y medias de 0,05 a 0,21%; fósforo con valores bajos, medio bajos y altos de 8 a 45 ppm; los valores de potasio son bajos a medio bajos de 2 a 58 ppm; en el calcio se observaron

valores bajos, medios y a los que van desde 240 a 1720 ppm y; magnesio bajos y medio altos entre 95 y 552 ppm, respectivamente.



**Figura 4.1.** Muestreo de suelos

**Tabla 4.1.** Propiedades físicas y químicas de los suelos

<b>Identificación de la muestra</b>	<b>8415</b>	<b>8416</b>	<b>8417</b>	<b>8418</b>
Profundidad de muestra (cm)	0-20	20-40	40-60	60-80
% Arena	76	62	56	58
% Limo	12	24	26	18
%Arcilla	12	14	18	24
Clase textural	Fa	Fa	Fa	Fa
pH 1:2,5 (en agua)	5,5	5,9	5,3	5,4
C.E. 1:2,5 (dS/m)	0,21	0,1	0,11	0,08
% Materia orgánica	4,4	2,6	3,7	1,1
% Carbono orgánico	2,29	1,36	1,93	0,56
% Nitrógeno	0,21	0,13	0,18	0,05
Fósforo (ppm)	12	8	45	28
Potasio (ppm)	52	2	54	0,8
Calcio (ppm)	1720	1000	1000	240
Magnesio (ppm)	528	552	480	0,96
Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	1,52	1,50*	1,50*	1,50*

\*: Tomado del manual de riego por aspersión (CIDIAT, 1996)

Fuente: Laboratorio de Suelos NURR



#### 4.1.1 Lámina almacenable (dt)

Se define como la cantidad de agua que puede quedar almacenada y disponible para el consumo de las plantas y satisfacer sus necesidades; ésta se encuentra comprendida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, es decir la retenida en el suelo en el área ocupada por las raíces, pudiendo ser aprovechadas por las plantas para su desarrollo. Se calcula a través de la Ecuación 4.1.

$$dt = \frac{CC - PMP}{100} * Da * Pr \quad (4.1)$$

Donde:

*dt*: lámina de almacenamiento (mm)

*CC*: Capacidad de campo (%)

*PMP*: Punto de marchitez permanente (%)

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

*100*: Factor de conversión

*Pr*: Profundidad radicular del estrato (mm).

Para realizar el cálculo del punto de marchitez permanente (PMP), se utilizó la Tabla de resumen de propiedades físicas de los suelos, la cual fue tomada del manual de riego por aspersión CIDIAT (1996) donde el valor para un suelo de textura franco arenoso presenta un rango de 4 – 8 %, usando como rango el 6%.

Procediendo con estos datos a determinar la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente y la lámina almacenable (dt), obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 4.2.

#### 4.1.2. Lámina de reposición del suelo o lámina neta (dn)

Es la cantidad de agua suministrada al cultivo cuando se deja agotar un porcentaje de lámina almacenable que se denomina (UR). Este se determina tomando de la Tabla 4.3 el grupo de cultivo al que pertenece la naranja, cruzarlo

con la Tabla 4.4, obteniendo el umbral de riego de 47%, debido a que la evapotranspiración diaria máxima (Eto) es de 5,60 mm/día (Tabla 3.9).

**Tabla 4.2.** Capacidad de campo, punto de marchitez permanente y lámina almacenable para los diferentes estratos

Profundidad (cm)	CC (%)*	PMP (%)*	Da (gr/cm <sup>3</sup> )**	dt (mm)
0-20	14,00	6,00	1,52	24,32
20-40	14,00	6,00	1,50	24,00
40-60	14,00	6,00	1,50	24,00
60-80	14,00	6,00	1,50	24,00
			Total	96,32

\*Tabla resumen de las propiedades físicas del suelo (ver Apéndice B.5).

\*\* Tabla 4.1.

**Tabla 4.3.** Grupo de cultivos de acuerdo al agotamiento del agua del suelo.

Grupo	CULTIVOS
1	Cebolla, pimentón, patata
2	Banana, col, vid, guisantes, tomate
3	Alfalfa, frijol, cítricos, cacahuate, girasol, sandía, trigo
4	Algodón, maíz, olivo, sorgo, caña de azúcar, tabaco

Fuente: Grassi (1998)

**Tabla 4.4.** Fracción de agotamiento del agua del suelo (UR) para grupos de cultivo y evapotranspiración máxima.

Grupo de cultivo	Etm <sub>max</sub> (mm/día)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,5	0,425	0,35	0,3	0,25	0,225	0,2	0,2	0,175
2	0,675	0,575	0,475	0,4	0,35	0,325	0,275	0,25	0,225
3	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,425	0,375	0,35	0,3
4	0,875	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	0,45	0,425	0,4

Fuente: Grassi (1998)

La lámina neta se calcula usando la Ecuación 4.3.

$$dn = \frac{Ur * dt}{100} \quad (4.3)$$

Donde:

$dn$ : lámina neta (mm)

$UR$ : Umbral de riego (%)

$dt$ : lámina almacenable (mm)

El valor de lámina neta obtenido es de 43,34 mm

#### 4.1.3. Lámina remanente (dr)

Es la cantidad de agua que se encuentra en el suelo al momento de regar. Se obtiene a partir de la Ecuación 4.4.

$$dr = dt - dn \quad (4.4)$$

El agua remanente en el suelo es de (96,32 - 43,34) mm = 53 mm

## 4.2. INFILTRACIÓN

Según Grassi (1998) la infiltración del agua en el suelo constituye un proceso de directo interés en la ingeniería de riego y drenaje. En drenaje porque sustenta los procedimientos para calcular la escorrentía y en riego porque constituye un parámetro esencial en la planificación, diseño y operación de los sistemas de riego a nivel parcelario. La infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el subsuelo.

De similar modo, señala que el método más común para determinar la infiltración del agua en el suelo es el infiltrómetro, estandarizado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el cual fue empleado en el presente estudio. Los equipos en la prueba de campo fueron los siguientes:

- Cilindros infiltrómetros de metal, de 25 cm de diámetro y 3 cm de altura.
- Cilindros amortiguadores de metal, de 60 cm de diámetro y 20 cm de altura.
- Gancho calibrador.
- Escalímetro.
- Papel plástico.
- Nivel de carpintero.
- Mandarria.
- Cronómetro.
- Recipiente de 200 l de capacidad
- Tractor con tanque de 700 l de capacidad

El método se aplicó de la siguiente manera: con el plano topográfico del área de estudio se procedió a seleccionar las zonas donde las características geomorfológicas fuesen semejantes, con el propósito de ejecutar en dichas zonas las pruebas de infiltración.

En el presente estudio las pruebas se efectuaron dentro de la parcela donde se sembró la naranja, la cual en general, geomorfológicamente es muy homogénea. Se ubicaron sitios donde la vegetación garantiza que no ha sido removido el suelo en mucho tiempo, conservando las condiciones naturales del perfil litológico. En ellos se eliminó toda la maleza o vegetación presente y se procedió a colocar el cilindro, ubicados en la parcela en forma triangular. Ver Figura 4.2.

Luego, se procedió a enterrar los cilindros con la ayuda de la mandarria, hasta una profundidad de aproximadamente 15 cm, con el nivel de carpintero se verificó su verticalidad; alrededor de estos se colocaron el cilindro amortiguador enterrándolo a una profundidad de 10 cm.

Se colocó papel plástico en el fondo del cilindro infiltrómetro, luego se procedió a añadir agua al mismo y en el espacio entre éste y el amortiguador hasta una altura aproximada a 4 cm del borde, inmediatamente se retiró el plástico,

tomándose la lectura inicial, usando para ello el gancho calibrador y el escalímetro.



**Figura 4.2.** Equipo de campo y actividades inherentes a la prueba de infiltración

El agua comienza a infiltrarse en el terreno verticalmente, gracias al efecto que produce el flujo vertical de la charca amortiguadora. Al principio se infiltra con una velocidad mayor por ello se toman lecturas en intervalos de tiempo cortos; luego la velocidad de infiltración va disminuyendo y los intervalos de medición van creciendo. Cuando el nivel del agua ha disminuido de 5 a 10 cm dentro del cilindro, se suministra agua hasta retomar el nivel inicial, haciendo inmediatamente cambio de lectura inicial.

Para garantizar durante toda la prueba el flujo vertical en el cilindro infiltrómetro se mantuvo constante el nivel del agua en la charca amortiguadora, durante toda la

duración de la prueba de campo. Este ensayo de campo tiene una duración de 4 horas aproximadamente.

#### 4.2.1. Velocidad de infiltración

La velocidad de penetración de agua en suelo depende principalmente del contenido de humedad existente. Si se aplica agua a un suelo seco la velocidad de infiltración será relativamente alta. Si se continua añadiendo agua, el suelo comenzara a saturarse y la velocidad de infiltración será cada vez menor, hasta llegar a un valor mínimo, prácticamente constante, denominado infiltración básica. Obtenidos los valores de tiempo acumulado y lámina infiltrada se plotearon en un papel doblemente logarítmico, para así determinar la ecuación de infiltración acumulada, que permita la estimación de la velocidad de infiltración, a través de la ecuación de Kostiakov (Ecuación 4.5), la cual se especifica a continuación:

Kostiakov (1932), citado por Grassi (1998), expresa la velocidad de infiltración en un punto de la siguiente forma:

$$I = a * t^b \quad (4.5)$$

I: es la velocidad de infiltración en mm/min ó mm/h.

t: es el tiempo de infiltración, en minó en h.

a : es el coeficiente que representa la velocidad la velocidad de infiltración a un t=1.

b: es el exponente adimensional, que varía entre 0 y -1. Representa el decaimiento de la velocidad con el tiempo.

Si se integra la Ecuación 4.5 entre los límites de t = 0 y t = t, se obtiene la ecuación de infiltración acumulada ( $I_{cum}$ ), es decir:

$$I_{cum} = \int_0^t I dt = \int_0^t a t^b dt = \frac{a}{b+1} t^{b+1}$$

Si se llama:  $A = \frac{a}{b+1}$  y  $B = b + 1$

Se tiene entonces:

$$I_{\text{cum}} = A * t^B \quad (4.6)$$

Donde:

$I_{\text{cum}}$  = infiltración acumulada, en cm ó mm.

$A$  = Lámina infiltrada para un  $t = 1$  min.

$B$  = Exponente adimensional, positivo.

#### 4.2.2. Infiltración básica

La infiltración básica es un valor importante en la proyección de riego y se obtiene igualando la primera derivada de la Ecuación 4.5 a  $0,1\%$ . Esto es debido a que, por definición del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, la infiltración básica se produce cuando la velocidad de infiltración varía, para un periodo estándar en un 10% o menos con respecto a su valor inicial, por lo tanto:

$$\frac{dI}{dt} = -0.1 * I \rightarrow a * b * t^{b-1} = -0.1 * a * t^b \rightarrow t_b = -10 * b$$

$t_b$  es el tiempo necesario para alcanzar la infiltración básica, el cual, expresado en unidades de minutos, queda:

$$t_b = -10 * 60 * b \rightarrow t_b = -600 * b \quad (4.7)$$

Introduciendo la Ecuación 4.7 en la 4.5, se tiene la expresión que permite estimar la infiltración básica (Ecuación 4.8):

$$I_b = a * t^b \rightarrow I_b = a(-600 * b)^b \quad (4.8)$$

Donde:

$I_b$  = Infiltración básica, en cm/min

### Medición de la infiltración

Para determinar la Ecuación 4.6 de infiltración acumulada ( $I_{cum} = A * t^B$ ), se graficaron los valores de tiempo acumulado y lámina infiltrada en un papel doblemente logarítmico, tal como se muestra en la Figura 4.3.

Elaborado el gráfico, se obtuvo el valor del coeficiente A, buscando el valor de lámina infiltrada correspondiente a un tiempo igual a 1 minuto ( $t = 1\text{min}$ ). El valor del coeficiente B lo representa la pendiente de la recta obtenida, es decir, tomando dos tiempos  $t_1$  y  $t_2$  y dos láminas  $L_1$  y  $L_2$ :

$$B = \frac{\log(L_2/L_1)}{\log(t_2/t_1)} \quad (4.9)$$

Para hallar la Ecuación 4.5 de velocidad de infiltración ( $I = a * t^b$ ), derivando la Ecuación 4.6 de infiltración a la cual se han introducido los valores numéricos de A y B.

Finalmente la Ecuación 4.8 de infiltración básica ( $I_b = a(-600 * (t_b))^b$ ) se obtiene sustituyendo  $t_b = -600 * b$ , en la Ecuación 4.5.

En las Figuras 4.3 y 4.4 se muestran los gráficos en papel doble log de la infiltración acumulada de las pruebas de infiltración 01 y 02, y en el Apéndice C.1 y C.2, las tablas con la información medida en campo y el procesamiento de la misma. Es de destacar, que la prueba 03 se descartó, debido a que durante la realización de la misma, el agua infiltraba a gran velocidad a causa de la presencia de conductos internos construidos por microorganismos que habitan en el subsuelo (hormigas, bachacos, entre otros).



En la Tablas 4.5 se presentan los resultados obtenidos una vez procesada la información recabada en campo en cada una de las pruebas de infiltración realizadas

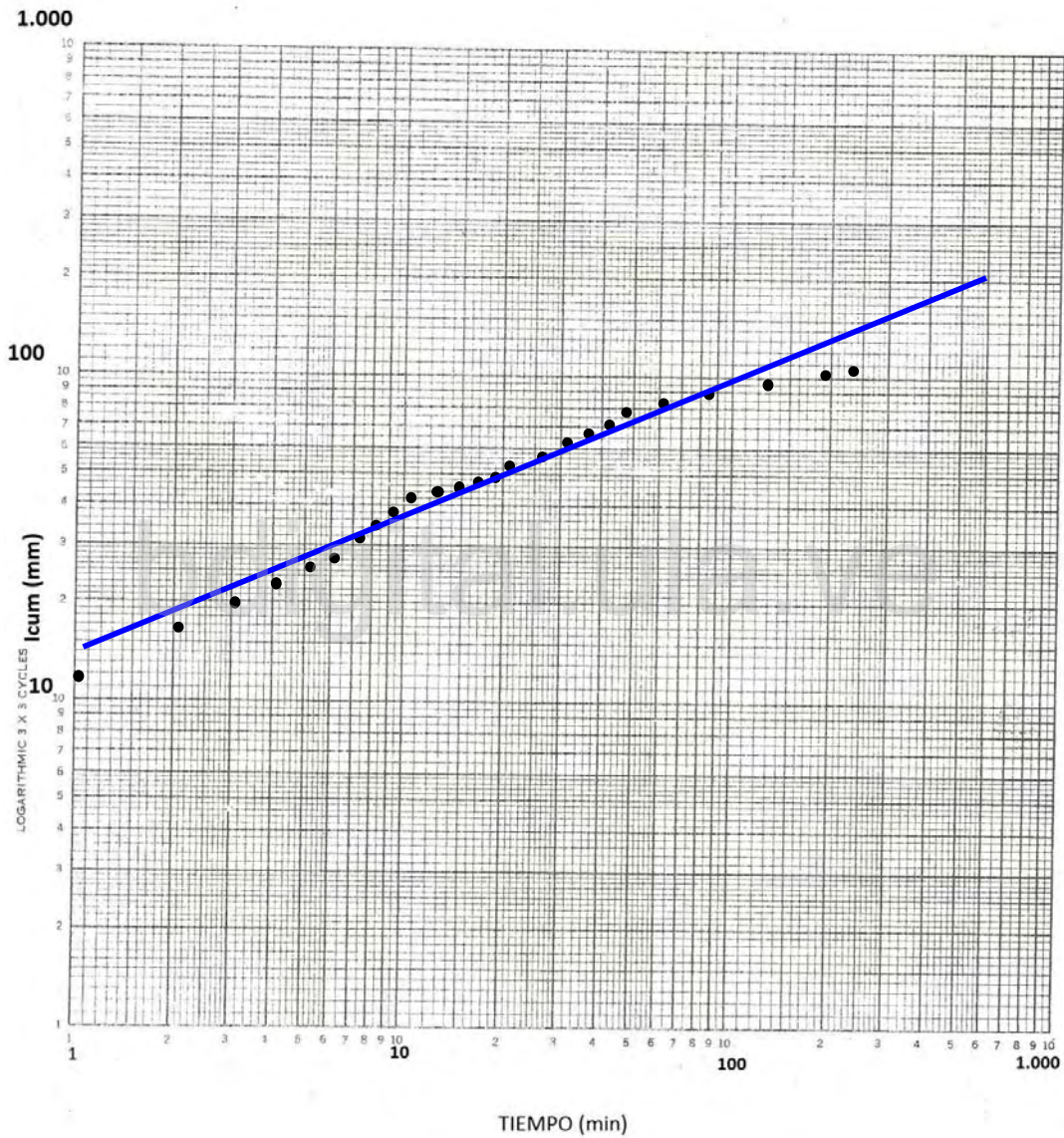
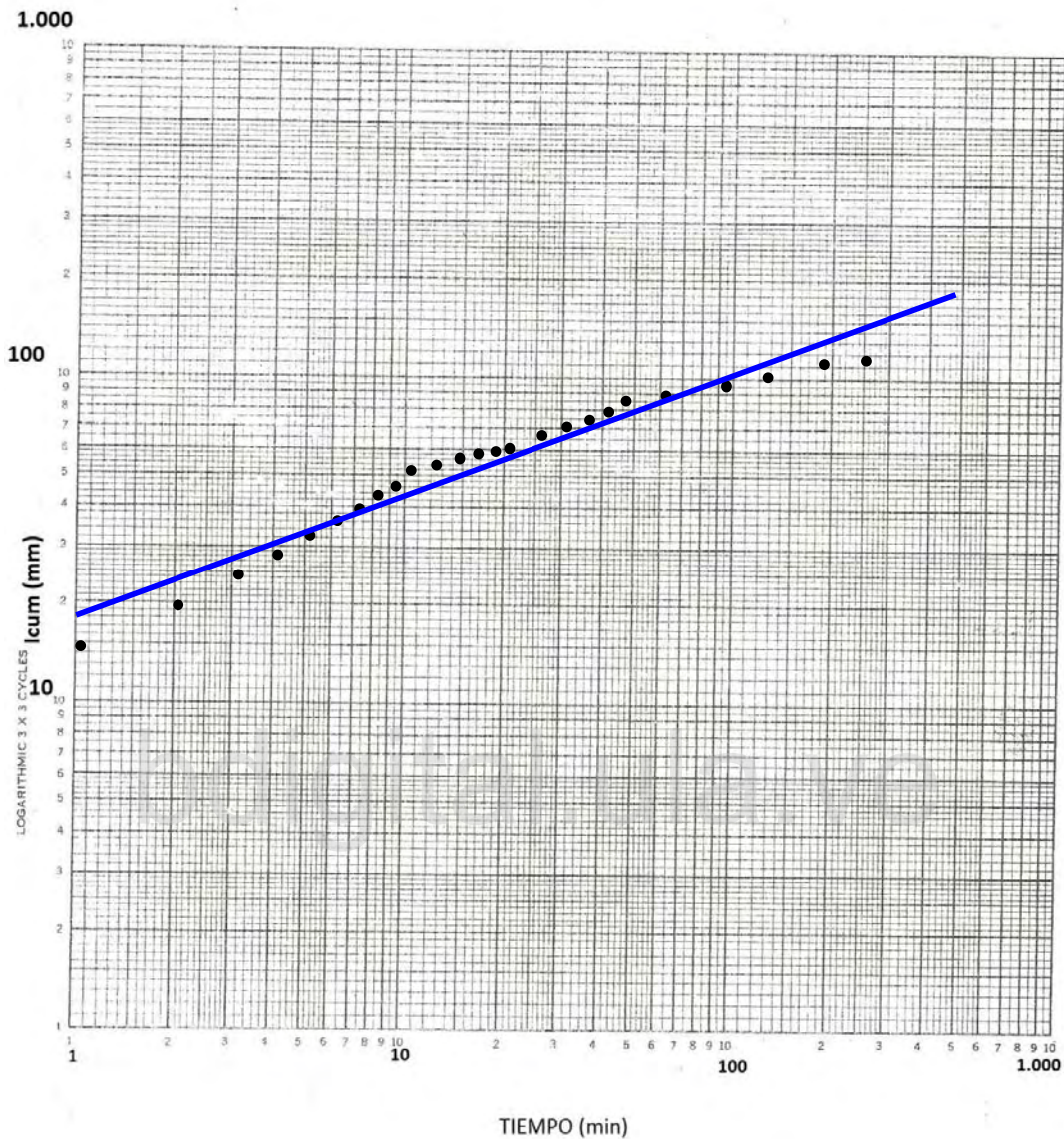


Figura 4.3. Infiltración acumulada de la prueba 01



**Figura 4.4.** Infiltración acumulada del la prueba 02

De acuerdo con Salassier (1982) estos suelos se clasifican como de muy alta velocidad de infiltración, ya que es mayor a los 3 cm/h. establece que para suelos franco arenosos la infiltración básica debe ser superior a los 20 mm/h, coincidiendo con estos resultados. Este resultado determina que es posible considerar una alta intensidad de aplicación en el riego en esta parcela.

**Tabla 4.5.** Resultados obtenidos en las pruebas de infiltración

Parámetro	Prueba 01	Prueba 02
Coeficiente A	1,50	1,90
Coeficiente B	0,397	0,2152
Coeficiente a	0,595	1,40
Coeficiente b	- 0,603	- 0,785
Infiltración acumulada (cm)	$1,50 * t^{0,397}$	$1,90 * t^{0,2154}$
Velocidad de infiltración (cm/min)	$0,595 * t^{-0,603}$	$1,40 * t^{-0,785}$
Infiltración básica (cm/h)	12,06	16,62

Fuente: cálculos propios

### 4.3. RECURSO AGUA

La finca La Chápala es atravesada, casi por su eje central, por el río Guayabones, importante fuente de agua que la atraviesa desde el este al sureste y luego en dirección norte, la cual es casi inutilizada en actividades de la finca, solo se usa para consumo de los semovientes.

#### 4.2.1. Oferta de la fuente de agua

En esta fuente se realizaron aforos con el método del flotador (ver Figura 4.5), en tiempo de estiaje (01/10/2012) para determinar su caudal aproximado, con el que se contaría para suplir las necesidades del sistema de riego a diseñar, después de realizar la mediciones en el cauce del río (ver Apéndice D), se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 4.6; estimando un caudal promedio de 223,08 l/s en tiempo de estiaje.



**Figura 4.5.** Aforando en una sección del río Guayabones

Es de acotar que el cauce presenta un área de sedimentación de grava por crecidas de alrededor de 15 m, separada de un muro realizado con el mismo material para evitar inundaciones, por lo que el recurso agua para ser aprovechado hay que trasladarlo a través de una escollera y/o acequia hacia un lugar con topografía adecuada para la instalación de la estación de bombeo.

**Tabla 4.6.** Resultados de los aforos efectuados en el río Guayabones

Parámetro	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
Tiempo (s)	7,71	9,67	10,00	10,33
Distancia (m)	10,00	10,00	10,00	10,00
Área promedio (m <sup>2</sup> )	0,22	0,22	0,22	0,22
Velocidad (m/s)	1,30	1,03	1,00	0,97
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	0,29	0,23	0,22	0,22
Caudal (l/s)	289,13*	230,53	222,92	215,80

Caudal promedio (l/s)	<b>223,08</b>
-----------------------	---------------

\*: Se descarta por ser un valor alejado de la media de los demás aforos.

Fuente cálculos propios.

#### 4.2.2 Calidad química de agua de riego

El conocimiento de las propiedades químicas del agua para riego es parte primordial para determinar la calidad del recurso, más aún cuando se trata de riego localizado.

Para determinar este parámetro se tomo una muestra de agua con un recipiente estéril (ver Figura 4.6), almacenándolo en un lugar fresco y trasladándolo a Laboratorio de Química Ambiental (LAQUIAM), donde se realizaron los análisis químicos respectivos.



**Figura 4.6.** Tomando la muestra de agua en el río Guayabones

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.7 y el Apéndice E, presentando un pH de 6.52 U/pH, moderado; conductividad eléctrica de 790  $\mu\text{S/cm}$ , moderada; y valores importantes de nitrógeno 1,24 mg/l y fósforo de 0,43 mg/l.

**Tabla 4.7.** Análisis físico - químico de muestra de agua

PARÁMETROS	VALORES
pH (U/pH)	6,52
Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	790
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	22
Dureza Total (mg/l)	70
Calcio Total (mg/l)	150
Magnesio Total (mg/l)	9,76
Bicarbonatos (mg/l)	134,2
Cloruros (mg/l)	25,3
Sulfatos (mg/l)	18,3
Alcalinidad total (mg/l)	150
Nitrógeno Total (mg/l)	1,24
Fósforo (mg/l)	0,43

Fuente: LAQUIAM - NURR

Del análisis físico químico realizado a la muestra de agua tomada en el río Guayabones, se deduce lo siguiente:

Todos los valores obtenidos en los parámetros se encuentran por debajo de los valores máximos permitidos por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), reportados en Gaceta Oficial N<sup>o</sup> 37.563, para aguas del tipo 1. Es decir, que estas aguas pueden utilizarse para consumo humano con un mínimo tratamiento. Son aguas de baja mineralización y tienen un contenido bajo de en los nutrientes: nitrógeno (N) y fósforo (P), lo que la hace poco recomendable para riego, sin la fertilización correspondiente.

## CAPÍTULO V DISEÑO AGRONÓMICO

### 5.1. GENERALIDADES

En todo proyecto de riego el diseño agronómico es primordial, debido a que a través de los cálculos respectivos se debe garantizar las necesidades hídricas del cultivo, en los periodos de mayor demanda de este recurso; para esto se deben considerar aspectos de suelo, clima, calidad de agua, etapa de crecimiento de la planta, evapotranspiración, entre otros.

A través del diseño agronómico se determinan los elementos de la instalación del sistema de riego, entre los que se pueden mencionar: los emisores y disposición de los mismos. Principalmente proporciona los datos que se usarán en la realización del cálculo hidráulico. Las etapas del diseño agronómico son:

- Cálculo de las necesidades de agua.
- Determinación de la frecuencia y tiempo de riego, caudal de emisores y número de emisores.

El diseño agronómico para este sistema de riego se realiza para una superficie de 5 ha, dividida en 6 sectores. Esta determinación se obtuvo siguiendo la metodología de Pizarro (1990) mostrada en la Figura 5.1

### 5.2. CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA

#### 5.2.1. Evapotranspiración real del cultivo bajo riego localizado (*E<sub>tr</sub>*)

En riego localizado es necesario el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos para así obtener unos de los datos primordiales para el diseño hidráulico. Este cálculo se realiza para el periodo más crítico, el mes donde existe mayor demanda de agua (agosto). La *E<sub>tr</sub>* para el cultivo naranja se calcula a través de la Ecuación 5.1

$$E_{trl} = E_{tc} * K_l * K_a * K_{cc} \quad (5.1)$$

Donde:

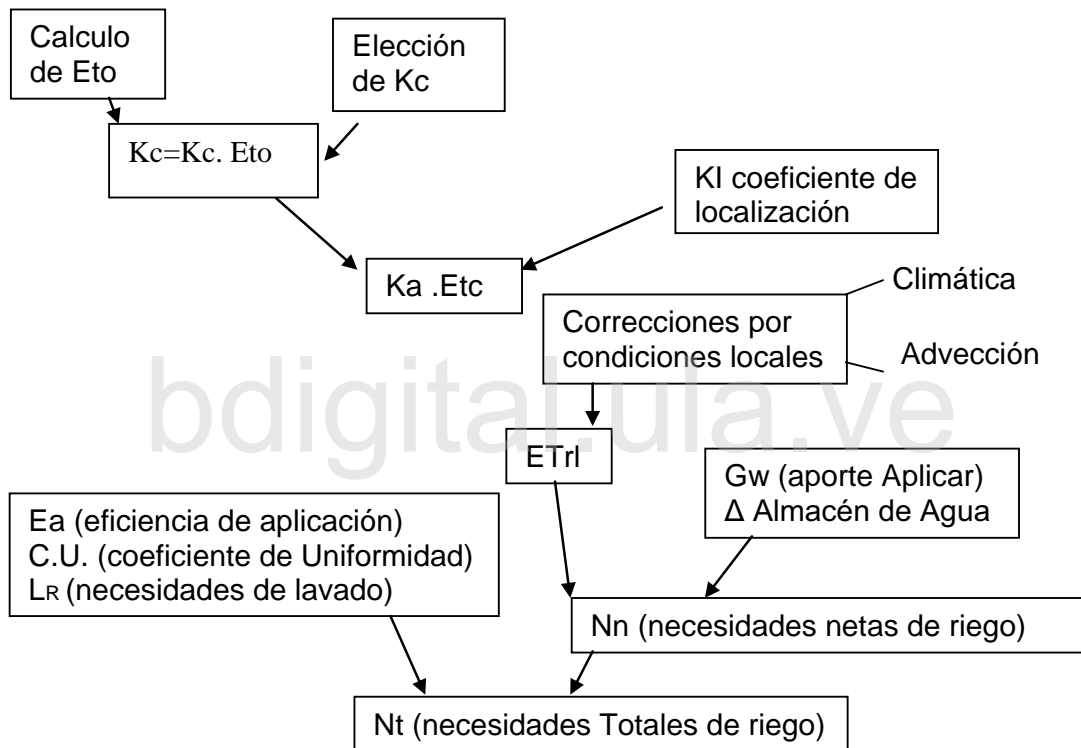
*E<sub>trl</sub>*: Evapotranspiración real del cultivo sometido a riego localizado (mm/día)

*E<sub>tc</sub>*: evapotranspiración real del cultivo (mm/día)

*K<sub>l</sub>*: Factor de corrección por efecto de localización

*K<sub>a</sub>*: Factor de corrección por efectos de advección.

*K<sub>cc</sub>*: Factor de corrección climática.



**Figura 5.1** Esquema de cálculo de las necesidades de agua en riegos localizado de alta frecuencia

### 5.2.2. Evapotranspiración real del cultivo

Para el cálculo de este parámetro de cultivo, la *E<sub>tc</sub>* se tomó como referencia el mes donde se presentó el máximo valor, en este sentido agosto con 5,60 mm/día de evapotranspiración; tomando este valor y multiplicándolo por el coeficiente del cultivo. (Ecuación 5.2)

$$Etc = Eto * K \quad (5.2)$$

Donde:

*K*: Coeficiente del cultivo

Es de destacar, que a pesar de que el objetivo primordial es el riego de la naranja, en la finca en estudio, existe una cantidad importante de superficie sembrada con otros cultivos (aguacate, yuca, maíz y plátano). Cultivos que tienen comportamiento y requerimientos similares a la naranja, por ello la demanda se calcula considerándolos, de manera que si fuese del interés del productor incorporar el riego para estos cultivos o similares, en un futuro, ya la demanda de los mismos en las superficies que ocupan, ha sido considerada y formará parte del caudal a derivar del río Guayabones.

La elección del coeficiente se hizo de acuerdo a la FAO, citado por Pizarro (1990), distinguiendo dos posibilidades:

Cultivos limpios.....Kc = 0,55

Cultivos sin programas de luchas contra malas hierbas.....Kc = 0,85

Se toma como valor Kc = 0,8; esto porque en el riego por microaspersión, el agua solo se aplica en el área de sombreado del cultivo.

$$Etc = 5,60 \text{ mm/día} * 0,8$$

$$Etc = 4,48 \text{ mm/día}$$

### 5.2.3. Factor de corrección por efecto de localización

Se calcula tomando en cuenta el área sombreada por el cultivo con respecto al marco del cultivo; consiste en la “fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal al medio día en el solsticio de verano, respecto a la superficie total”. En forma práctica la superficie sombreada coincide con el perímetro de la



cubierta vegetal proyectada sobre el terreno. Esta se calcula usando la Ecuación 5.3.

$$Kl = \left( \frac{Ps}{100} \right) + 0,15 * \left( 1 - \frac{Ps}{100} \right) \quad (5.3)$$

Donde:

*Kl*: Factor de corrección por efecto de localización.

*Ps*: Porcentaje de área sombreada.

Entre tanto, el porcentaje del área sombreada se calcula usando la Ecuación 5.4, para una separación entre plantas de 6 m y entre hileras de 6 m y un diámetro de follaje de 4 m.

$$Ps = \left( \frac{\pi * d^2 / 4}{Sp * Sh} \right) * 100 \quad (5.4)$$

Donde:

*D*: Diámetro de la cubierta vegetal (m)

*Sp*: separación entre plantas o emisores (m)

*Sh*: Separación entre hileras o laterales (m)

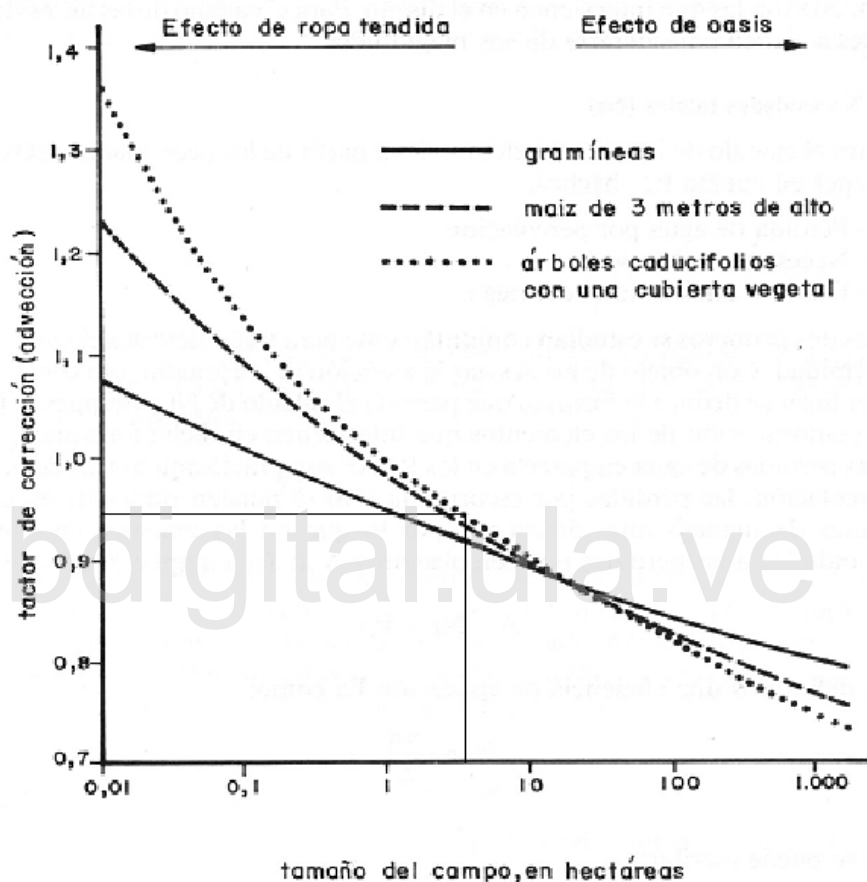
Midiendo el marco del cultivo y usando las Ecuaciones 5.3 y 5.4, se obtuvo un porcentaje de sombreado de 34,91%, obteniendo un factor de corrección por efecto de localización de 0,45

#### **5.2.4. Factor de corrección por efecto de advección (*Ka*)**

Este cálculo se realiza tomando en cuenta la influencia de las corrientes de aire que definen la evapotranspiración del aire, el mismo depende la superficie

colocada bajo riego. El efecto de advección se puede determinar a través de la Figura 5.2.

El valor obtenido para una superficie de 5 ha, tomando en cuenta los árboles caducifolios con una cubierta vegetal es de 0,95.



**Figura 5.2** Corrección por efecto de advección. Tomada de Doorembos Pruitt (1976) citada por Grassi (1984)

### 5.2.5. Factor de corrección por variación climática (Kcc)

Este valor permite corregir el hecho de utilizar datos mensuales para la estimación de la evapotranspiración. Citando a Pizarro (1990) este coeficiente está comprendido entre 1,15 y 1,20. Para este diseño se asumió 1,20.

Sustituyendo los valores obtenidos para cada factor en la Ecuación 5.1, se obtiene que la evapotranspiración real del cultivo de naranja bajo riego localizado es:

$$E_{trl} = 4,48 \text{ mm/día} * 0,45 * 0,95 * 1,20$$

$$E_{trl} = 2,29 \text{ mm/día}$$

### 5.3 NECESIDADES NETAS ( $N_n$ )

Debido a la alta frecuencia de riego, es casi improbable que ocurra una lluvia en el intervalo entre dos riegos. En los riegos localizados de alta frecuencia se pretende mantener próximo a cero el potencial hídrico del suelo, lo que se consigue reponiendo con alta frecuencia el agua utilizada. Esto quiere decir en muchos casos que el agua necesaria es igual a la evapotranspiración real del cultivo (Ecuación 5.5)

$$N_n = E_{trl} \quad (5.5)$$

$$N_n = 2,29 \text{ mm/día}$$

### 5.4 NECESIDADES TOTALES O LÁMINA BRUTA ( $N_t$ )

En el riego localizado como en todo sistema de riego, a la hora del diseño se deben estimar las pérdidas y/o desperdicios de agua, generalmente estas son generadas por la percolación y los problemas con la uniformidad del riego. En el riego localizado por ser pequeñas las láminas de aplicación, las pérdidas por escurrimiento son prácticamente nulas, resultando casi imposible que estas ocurran de existir un manejo adecuado. Las necesidades totales o lámina bruta en riego localizado se calculan a través de la Ecuación 5.6.

$$N_t = \frac{N_n}{1 - K} * C_u \quad (5.6)$$

Donde:

$N_t$ : Necesidades totales (mm/día)

*K*: Valor entre  $K = 1 - E_a$ ;  $K = LR$

*LR*: Lámina de lixiviación.

*Cu*: Coeficiente de uniformidad

#### **5.4.1 Coeficiente de uniformidad (Cu)**

Dentro del el diseño de un sistema de riego el coeficiente de uniformidad (*Cu*) es un factor que se puede imponer o elegir. Sin embargo, para seleccionar el valor de este factor hay que tener cuidado, debido a que cuanto mayor es el *Cu* mayor es el costo de la instalación del riego, esto debido a que mientras más alto sea el *Cu* menor será la disposición de caudales, el régimen deberá ser más uniforme, lo que exige mayores diámetros de tubería, laterales más cortos, mayor inversión en reguladores de presión entre otros. Este valor es obtenido a través de la tabla presentada por Pizarro (1990).

En el diseño de este sistema de riego se cuenta con un clima húmedo, textura del suelo arenosa y una profundidad radicular entre 0,75 y 1,50 m; por tanto el valor del *Cu* es de 0,80.

#### **5.4.2 Necesidades de lavado o lámina de lixiviación (LR)**

Para calcular las necesidades de lavado o lámina de lixiviación se necesita tomar en cuenta la salinidad del agua para riego y el umbral de tolerancia de los cultivos a la salinidad en la zona radicular. Este valor no es exacto para cada cultivo, depende de numerosos factores como el tipo de suelo, clima y etapa de desarrollo del cultivo, además del régimen de riego y manejo de suelo. Las necesidades de lavado se pueden calcular a través de la Ecuación 5.7, propuesta por la FAO (1976) para altas frecuencias citada por Rázuri (1998).

$$LR = \frac{CEar}{2 * CEe} \quad (5.7)$$

Donde:

*LR*: Lámina de Lixiviación.

*CEar*: Conductividad eléctrica del agua de riego (mmhos/cm)

*CEe*: Conductividad eléctrica del estrato de saturación del suelo (mmhos/cm)

En el caso de estudio, el suelo posee una *CE* neutra y el agua que se usará para riego posee una *CE* moderada por tanto el suelo no tendrá problemas de sales.

Por tanto las necesidades totales *Nt* son igual a:

$$Nt = 2,29 \text{ mm/día} / 0,80$$

$$Nt = 2,86 \text{ mm/día.}$$

## 5.5 SELECCIÓN DE EMISOR

Para la selección de emisor se tomo en cuenta la guía de prueba de infiltración y chequeo de suelo de la ULA-NURR del Departamento de Ingeniería, asignatura: Riego y Drenaje donde esboza la Tabla 5.1:

**Tabla 5.1.** Infiltración básica según el tipo de suelo

SUELOS	lb (cm/h)
Arenoso Grueso	25
Franco	1-10
Arcilloso	0,5-2,5

Y las pruebas realizadas por Araujo y Rosales (2006), de caudal y presión, para un tipo de emisor, obteniendo los siguientes resultados:

MARCA	SANDI
Color de la boquilla	Rojo
Diámetro de mojado (Dm)	2m
Presión de trabajo (ha)	30 PSI
Descarga (qa)	50 l/h

## 5.6 FRECUENCIA DE RIEGO MÁXIMA ( $F_{m\acute{a}x}$ )

La frecuencia de riego máxima se obtiene mediante la Ecuación 5.8:

$$Fr_{m\acute{a}x} = \frac{dn * Ph}{Etrl} \quad (5.8)$$

Donde:

$F_{m\acute{a}x}$ : Frecuencia de riego máxima

$dn$ : Lámina neta

$Ph$ : Porcentaje de suelo húmedo

$Etrl$ : Evapotranspiración real del cultivo bajo riego localizado

### 5.6.1 Área de humedecimiento ( $A_h$ )

El diámetro de humedecimiento ( $A_h$ ) se determinó, usando la Ecuaciones 5.9 y 5.10:

$$A_h = \pi * (Rh)^2 \quad (5.9)$$

$$Rh = Dm / 2 \quad (5.10)$$

Donde:

$A_h$ : Área de humedecimiento

$Dm$ : Diámetro de mojado

Para  $Rh = 1m$ , se obtuvo un valor de  $A_h$  de  $3,14 m^2$

### 5.6.2 Porcentaje de humedecimiento ( $Ph$ )

Teniendo el área de humedecimiento se puede calcular el porcentaje de humedecimiento, utilizando la Ecuación 5.11.

$$Ph = \frac{A_h}{Sh * Sp} * 100 \quad (5.11)$$

Donde:

$Sh$ : Separación entre hileras o laterales (m)

$Sp$ : Separación entre plantas (m)

Con un marco de cultivo de 6m por 6m, sustituyendo en la Ecuación 5.11 se obtiene que  $Ph$  es igual a 8,72 %.

Sustituyendo en la Ecuación 5.8 se obtiene la frecuencia de riego máxima:

$$F_{\text{máx}} = (43,34 \text{ mm} * 8,72\%) / 2,86 \text{ mm/día}$$

$$F_{\text{máx}} = 1,32 \text{ días} = 1 \text{ día, aproximado}$$

### 5.7. NÚMERO DE EMISORES POR PLANTA (e)

Para obtenerlos se utilizo la Ecuación (5.12):

$$e = \frac{Ph * Sp * Sh}{Ah} \quad (5.12)$$

Sustituyendo en la misma se tiene el número de emisores requeridos por cada planta.

$$e = (8,72\% * 6\text{m} * 6\text{m}) / 3,14 \text{ m}^2$$

$$e = 0,9998 \text{ emisores} = 1 \text{ emisor por planta}$$

### 5.8 VOLUMEN BRUTO DE RIEGO AL DÍA (Vb)

Se refiere al volumen de agua aplicada por emisor cumplida la labor de riego. Se calcula utilizando la Ecuación (5.13).

$$Vb = Nt * Sh * Sp \quad (5.13)$$

Donde:

Vb: Volumen bruto de riego al día

Nt: Necesidades totales o brutas (mm/día)

Sustituyendo en la mencionada Ecuación se tiene el volumen buscado:

$$Vb = 2,86 \text{ mm/día} * 6\text{m} * 6\text{m}$$

$$Vb = 102,96 \text{ l/árbol/día}$$

### 5.9. VOLUMEN DE RIEGO ( $V_r$ )

Se refiere a la cantidad de agua que entrega cada emisor. Esta se determinó usando la Ecuación 5.14.

$$V_r = V_b * F_r \quad (5.14)$$

Donde:

$V_r$ : Volumen de riego

$V_b$ : Volumen bruto de riego al día

$F_r$ : Frecuencia de riego

.

Sustituyendo en la Ecuación 5.14 se obtiene el volumen para un árbol:

$$V_r = 102,96 \text{ l/árbol/ día} * 1 \text{ día}$$

$$V_r = 102,96 \text{ l/árbol}$$

### 5.10 TIEMPO DE RIEGO ( $T_r$ )

Es el tiempo necesario para aplicar la lámina bruta calculada; depende de las necesidades de agua del cultivo y del caudal del emisor. Se obtiene a partir de la Ecuación 5.15.

$$T_r = \frac{V_r}{e * q_a} \quad (5.15)$$

Donde:

$T_r$ : Tiempo de riego (horas/árbol)

$V_r$ : Volumen de riego (l/árbol)

$e$ : Numero de emisores por planta

$q_a$ : Caudal del emisor (l/h)

Al sustituir los valores correspondientes, previamente calculados se obtiene el tiempo de riego requerido para suplir la demanda del cultivo en el periodo de máxima demanda.



$$Tr = 102,90 \text{ l/árbol} / (1 \cdot 50 \text{ l/h})$$

$$Tr = 2,05 \text{ horas/árbol}$$

En la Tabla 5.2 se presenta un resumen de los parámetros calculados durante el diseño agronómico

**Tabla 5.2.** Resumen de los parámetros del diseño agronómico

Evapotranspiración real del cultivo	2,29 m/día
Necesidades netas	2,29 mm/día
Necesidades totales	2,86 mm/día
Frecuencia de riego máxima	1 día
Número de emisores por planta	1 emisor
Volumen bruto de riego al día	102,96 l/árbol/día
Volumen de riego	102,96 l/árbol
Tiempo de riego	2,05 horas

bdigital.ula.ve

## **CAPÍTULO VI**

### **DISEÑO HIDRÁULICO DEL RIEGO Y DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS COMPLEMENTARIAS**

#### **6.1 GENERALIDADES**

Según Razuri (1988) en esta parte del diseño hidráulico se considera dimensionar todos los componentes del sistema tales como: laterales de riego, tuberías terciarias, secundarias y principales; así como también diferentes accesorios, como: válvulas, codos, entre otros. Con la finalidad de lograr uniformidad en la aplicación de la lámina de riego, en la cantidad y en el momento adecuado.

#### **6.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Conocer las variaciones de la superficie del terreno, resulta de máxima importancia en el momento de proyectar el riego en la parcela, se convierte en un requisito fundamental poseer el plano topográfico altimétrico a una escala suficientemente detallada. La finca “La Chapala” carece de este tipo de planos, esto motivo a la realización del mismo, no solo en el sector donde está sembrado el cultivo de naranja, sino también en el cauce donde se proyecta la obra de captación, a lo largo de la aducción y en el sitio donde se proyecta ubicar la obra de almacenamiento.

El levantamiento planialtimétrico se efectuó con un teodolito marca TOPCOM. En la Figura 6.1 se muestran algunas vistas de la actividad de campo y en el Anexo I el plano con todos los detalles levantados.

Las curvas de nivel se trazaron con una equidistancia de 0,5 m, debido a las bajas pendientes del terreno presentes en el área de estudio. El plano se dibujo con el apoyo del software AUTOCAD 2009.



**Figura 6.1.** Equipo y actores durante el levantamiento topográfico

## **6.3 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO**

### **6.3.1. Diseño de laterales**

Los laterales de riego son los que reciben agua de la tubería terciaria y los que contienen los emisores en la unidad de riego, es por ello la importancia de tener presente la ubicación de cada línea de alimentación para optimizar la distribución del agua en el área a regar.

Para el diseño de los laterales se utilizó material de polietileno de baja densidad (PEBD). En el diseño del mismo se trabajó con el criterio del lateral más crítico, al que se le determinó longitud, número de emisores, presión de entrada y caudal en el lateral.

El diseño hidráulico se realizó para el cultivo de naranja (*Citrus sinensis*), sembrado en un área de 5,3 ha. Esta se dividió en 6 sectores enumerados del 1 al 6, tal como se puede observar en la Figura 6.2 y con un grado superior de detalle en el Anexo II. Los sectores 1, 2, 4 y 5 con una superficie de 0,88 ha, cada uno y el 3 y 6 de 0,81 y 0,97 ha, respectivamente.

Para el cálculo se utilizó la Ecuación 6.1, propuesta por Razuri (1988), se trabajo con un diámetro externo de 16 mm y un espesor de 1,30 mm, CLASE 4, bajo la Norma CONVENIN 3076.

$$hf = 7,89 \times 10^5 \times L \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \times F \times fc \quad (6.1)$$

Donde:

*hf*: Pérdidas de energía por fricción (m.c.a)

*L*: Longitud de la tubería (m)

*Q*: Caudal del microaspersor (l/s)

*D*: Diámetro interno de la tubería (mm)

*F*: Factor de reducción (ver Tabla 6.1)

*fc*: Factor de corrección (se obtiene por la Ecuación 6.2)

$$fc = \frac{Se + fe}{Se} \quad (6.2)$$

Donde:

$f_c$ : Factor de corrección

$S_e$ : Separación de emisores

$f_e$ : Factor de corrección por pérdidas en conexión (Ecuación 6.3)

$$f_e = 18,91 \times D^{-1,87} \quad (6.3)$$

Donde:

$f_e$ : Factor de corrección por pérdidas en conexión

$D$ : Diámetro interno de la tubería (mm)

En la Tabla 6.1 se presentan los valores de reducción  $F$ .

**Tabla 6.1** Factor de reducción ( $F$ )

Nº de salidas	F	Nº de salidas	F
1	1	9	0,41
2	0,64	10-11	0,40
3	0,94	12-15	0,39
4	0,49	16-20	0,38
5	0,46	21-30	0,37
6	0,44	31-70	0,36
7	0,43	> 70	0,36
8	0,42		

Fuente: Razuri (1988)

- **Cálculo de las cargas en las tuberías laterales**

Carga hidráulica en la entrada del lateral ( $h_e$ )

Esta se calcula a través de la Ecuación 6.4:

$$h_e = h_a + \frac{3}{4} h_f \mp \frac{\Delta E l}{2} \quad (6.4)$$

Donde:

$h_a$  : Carga hidráulica proporcionada por el qa (m)

$h_f$  : Pérdida de carga total del par de laterales (m)

$\Delta E l$  : Diferencia del nivel entre los extremos de la tubería (m)

### Carga hidráulica mínima en las tuberías de laterales ( $h_n$ )

Esta se calcula a través de la Ecuación 6.5. En la Tabla 6.2 se muestran los resultados del diseño de las tuberías laterales.

$$h_n = h_e - t' h_f \quad (\text{lateral bajando}) \quad (6.5)$$

$$h_n = h_e - h_f - \Delta E l \quad (\text{lateral subiendo}) \quad (6.6)$$

Donde:

$h_e$  : Carga hidráulica en la entrada del lateral (m)

$h_f$  : Pérdida de carga total del lateral (m)

$t'$  : Parámetro  $t'$ , obtenido por la Tabla 6.3

**Tabla 6.2** Resultados del diseño de laterales

Sector	Área (ha)	S (%)	L (m)	fe	F	ql (l/h)	Di (mm)	$\Delta E l$ (m) sub.	$\Delta E l$ (m) baj.	hf (m)	he (m)	hn (m)
1	0,88	1,80	58,73	0,148	0,384	512,40	13,4	-	1,05	2,66	22,05	20,22
2	0,88	0,56	60,75	0,148	0,384	512,40	13,4	-	0,22	2,75	23,03	20,48
3	0,81	0,76	58,05	0,148	0,426	461,16	13,4	-	0,44	2,43	22,9	20,84
4	0,88	0,47	50,63	0,148	0,387	461,16	13,4	0,24	-	1,92	22,64	20,48
5	0,88	1,73	60,75	0,148	0,384	512,40	13,4	-	1,05	2,75	23,67	21,76
6	0,97	0,19	63,45	0,148	0,415	512,40	13,4	-	0,12	3,11	23,35	20,35

**Tabla 6.3.** Valores de  $t'$

<i>Laterales alimentados por un extremo.</i>			
$d/h_f$	$t'$	$d/h_f$	$t'$
0,0	1,00	- 1,4	0,21
- 0,1	0,91	- 1,5	0,17
- 0,2	0,83	- 1,6	0,15
- 0,3	0,75	- 1,7	0,12
- 0,4	0,68	- 1,8	0,10
- 0,5	0,62	- 1,9	0,08
- 0,6	0,56	- 2,0	0,06
- 0,7	0,50	- 2,1	0,04
- 0,8	0,45	- 2,2	0,03
- 0,9	0,40	- 2,3	0,02
- 1,0	0,36	- 2,4	0,01
- 1,1	0,31	- 2,5	0,005
- 1,2	0,28	- 2,6	0,002
- 1,3	0,24	- 2,75	0,00

<i>Laterales alimentados por un punto intermedio.</i>			
$d/h_{ft}$	$x/l$	$m$	$t$
0,0	0,50	0,11	0,149
0,1	0,55	0,12	0,148
0,2	0,60	0,13	0,154
0,3	0,65	0,16	0,165
0,4	0,69	0,20	0,169
0,5	0,72	0,23	0,165
0,6	0,75	0,26	0,163
0,7	0,79	0,31	0,173
0,8	0,81	0,34	0,163
0,9	0,83	0,37	0,154
1,0	0,85	0,41	0,146
1,1	0,87	0,45	0,138
1,2	0,89	0,48	0,132
1,3	0,91	0,53	0,126
1,4	0,92	0,55	0,111
1,5	0,93	0,57	0,097
1,6	0,94	0,59	0,084
1,7	0,95	0,62	0,072
1,8	0,96	0,64	0,062
1,9	0,97	0,67	0,052
2,0	0,98	0,70	0,043
2,1	0,98	0,70	0,029
2,2	0,99	0,72	0,022
2,3	0,99	0,72	0,012
2,4	1,00	0,75	0,007
2,5	1,00	0,75	0,001
2,6	1,00	0,75	0,001
2,7	1,00	0,75	0,001
2,75	1,00	0,75	0,001

### 6.3.2. Diseño de tuberías terciarias

El diseño de las tuberías terciarias se cálculo como si se tratara de un lateral donde los emisores vienen a estar constituidos por los laterales de riego. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 6.4.

Se trabajó con polietileno de alta densidad (PEAD), diámetro externo 63 mm, de espesor mínimo 5,80 mm; Norma CONVENIN 3833; SDR-11. Usando las mismas ecuaciones que se presentaron con anterioridad en el diseño de los laterales.

**Tabla 6.4** Resultados del diseño de tuberías terciarias

Sector	Área (ha)	S (%)	L (m)	fe	F	qt (l/h)	Di (mm)	$\Delta E_{lt}$ (m)	hf (m)	he (m)	hn (m)
1	0,88	1,46	143,78	0,012	0,37	14392,30	51,4	2,10	3,55	25,76	20,11
2	0,88	2,10	137,70	0,012	0,37	12706,08	51,4	2,89	2,51	26,35	20,95
3	0,81	2,04	141,08	0,012	0,37	11785,04	51,4	2,88	2,45	26,18	20,85
4	0,88	1,91	89,10	0,012	0,37	13066,20	51,4	1,70	1,96	24,96	21,30
5	0,88	2,44	140,40	0,012	0,37	12656,28	51,4	3,43	2,77	27,46	21,26
6	0,97	1,97	147,15	0,012	0,37	14039,76	51,4	2,90	3,48	27,41	21,03

### 6.3.3. Diseño de las tuberías secundarias y principal

Para el diseño de este tipo de tuberías se procedió a seleccionar los diámetros comerciales adecuados con la finalidad de que soporten la carga a la que estarán sometidos. Se utilizó tuberías de PEAD, bajo la Norma CONVENIN 3833. Para el cálculo se utilizaron las Ecuaciones 6.7 y 6.8, donde se asumió una velocidad del fluido de 2 m/s, con la finalidad de evitar acumulación de sedimentos en el interior de la tubería o algún tipo de corrosión. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 6.5.



$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times V}} \quad (6.7)$$

Donde:

$D$ : Diámetro interno de la tubería (mm)

$Q$ : Caudal ( $\text{mm}^3/\text{s}$ )

$V$ : Velocidad del fluido (m/s)

$$H_f = k \times L \times \frac{Q^x}{D^y} \quad (6.8)$$

Donde:

$H_f$ : pérdida de energía por fricción (m)

$D$ : diámetro interno de la tubería (mm)

$Q$ : caudal (l/s)

$L$ : longitud de la tubería (m)

$k$ :  $7,89 \times 10^5$  para tuberías de  $D \leq 110$  mm;  $k = 9,59 \times 10^5$ , para  $D > 110$  mm

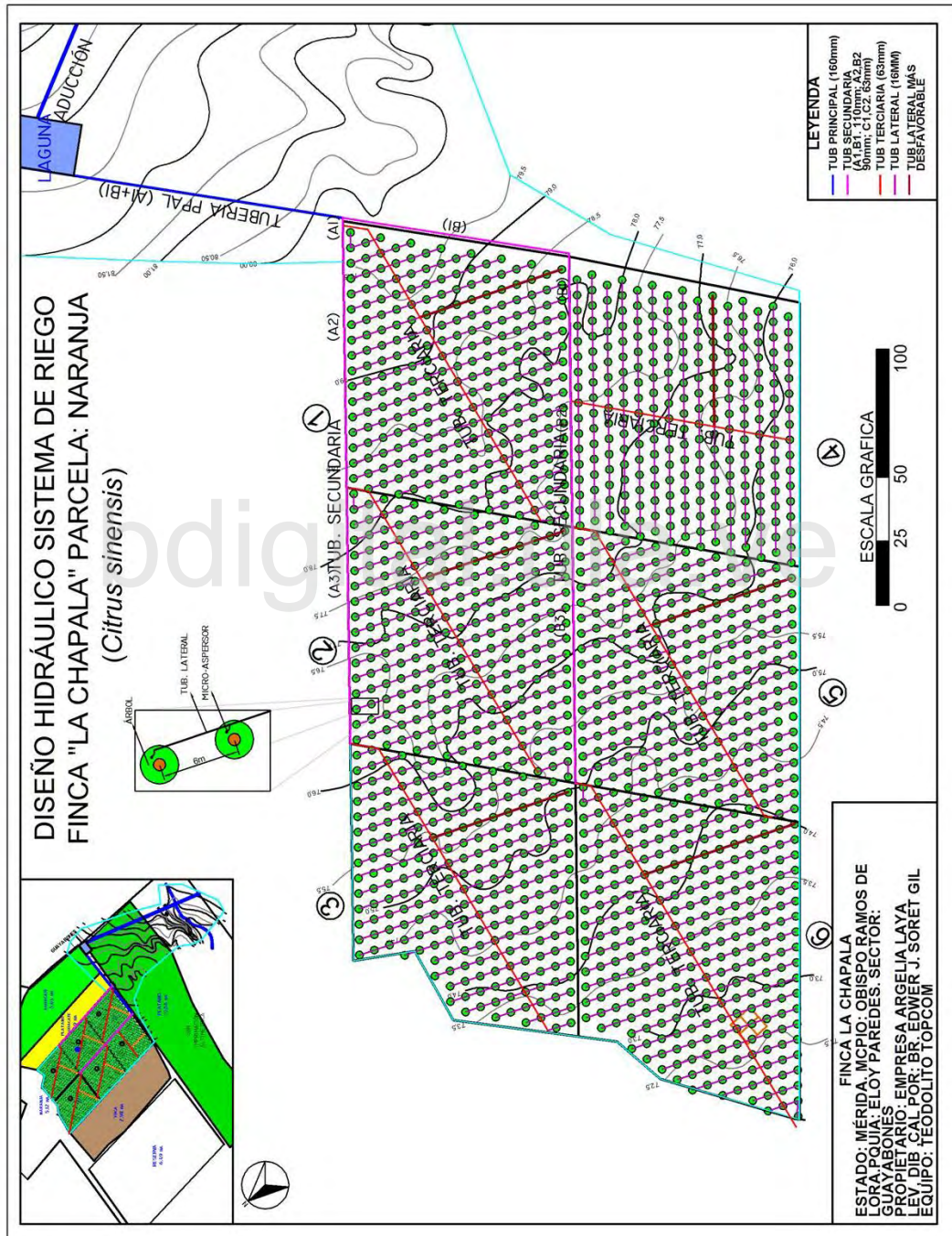
$x$ : 1,75 para  $D \leq 110$  mm;  $x = 1,828$  para  $D > 110$  mm

$y$ : 4,75 para  $D \leq 110$  mm;  $y = 4,828$  para  $D > 110$  mm

**Tabla 6.5.** Resultados de diseño de las tuberías secundarias y principal

Sector	S (%)	L (m)	q (l/h)	$D_{\text{imin}}$ (mm)	$D_{\text{ext}}$ (mm)	Espesor (mm)	Presión (PSI)	SDR	$D_i$ (mm)	$\Delta EI$ (m)	V (m/s)	hf (m)	hs (m)
A1	1,59	8,78	38883,42	82,92	110	5,3	90	21	99,4	0,14	1,39	0,17	25,79
A2	0,13	99,9	24491,12	65,81	90	2,8	90	33	84,4	1,33	1,22	1,76	26,78
A3	1,02	99,9	11785,04	45,65	63	2,3	60	33	58,4	1,02	1,22	1,39	26,55
B1	1,66	143,1	39762,24	83,85	110	5,3	90	21	99,4	2,38	1,57	2,71	25,29
B2	0,14	48,6	26696,04	68,71	90	2,8	90	33	84,4	0,07	1,32	0,99	28,38
B3	2,35	106,65	14039,76	49,83	63	2,3	60	33	58,4	2,51	1,5	2	26,9
A1+B1	2,85	98,55	78645,66	117,9	160	6,1	75	26	147,8	2,81	1,27	0,86	49,13

En la Figura 6.2 se presenta una vista del diseño definitivo, en la misma se pueden observar las plantas, tal cual como están distribuidas y sembradas en la parcela, así como el trazado de las tuberías laterales, terciarias, secundarias y principal a partir de la laguna de almacenamiento.



**Figura 6.2.** Disposición final de la red de riego

## 6.4 DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO

### 6.4.1 Carga dinámica de la bomba (*HB*)

Esta carga toma en cuenta los desniveles del terreno, las pérdidas de energía por fricción, así como las pérdidas en accesorios o cambios de geometría. Estas últimas se tomaron como un porcentaje (5%) de las pérdidas por fricción. Se determinó a través de la Ecuación 6.9.

$$HB = \sum_{i=1}^{n=3} (\Delta H + hf + hacc) \quad (6.9)$$

Donde:

*HB*: Carga dinámica de la bomba (m)

$\Delta H$ : Desnivel de la línea de (m)

*hf*: Pérdidas por fricción (m)

*hacc*: Pérdidas por accesorios (m)

Al sustituir los valores de desnivel, pérdidas de energía por fricción y accesorios en la Ecuación 5.9 se encontró que la carga dinámica requerida que suministre la bomba (*HB*) es de 54,52 m

### 6.4.2 Potencia de la bomba (*P*)

La potencia requerida se determina a través de la Ecuación 6.10.

$$P = \frac{\gamma \times HB \times Q}{76 \times \eta} \quad (6.10)$$

Donde:

$P$ : Potencia de la bomba (Hp)

$\gamma$ : Peso específico del agua ( $1000 \text{ kgf} / \text{m}^3$ )

$HB$ : Carga dinámica de la bomba (m)

$Q$ : Caudal ( $0,021846016 \text{ m}^3 / \text{s}$ )

$\eta$ : Eficiencia del conjunto bomba-motor

76: Constante para convertir unidades en caballos de fuerza

Es de destacar que este sencillo cálculo, está sujeto a la eficiencia que el conjunto bomba-motor presente. Esta eficiencia depende de las características y curvas que suministren las empresas fabricantes de las mismas; por otro lado también depende de la disponibilidad de estos implementos mecánico en el mercado local, regional y/o nacional.

Se efectuó una exhaustiva búsqueda de catálogos de bombas disponibles en el mercado, dentro de la gama encontrada y disponible. La bomba debe impulsar un caudal de 21,85 l/s con una carga dinámica de 54,52 m.

Con estas condicionantes se pudo seleccionar una bomba centrífuga de voluta, de potencia 40 Hp, debido a que comercialmente es la potencia que garantiza el impulso del caudal y carga dinámica requerida para regar eficientemente la parcela de naranja.

En Tabla 6.6 se presenta las características más resaltantes de la bomba y en el Apéndice G, todas las especificaciones técnicas que emiten los fabricantes, así como la curva característica de la misma.

**Tabla 6.6.** Características de la bomba seleccionada

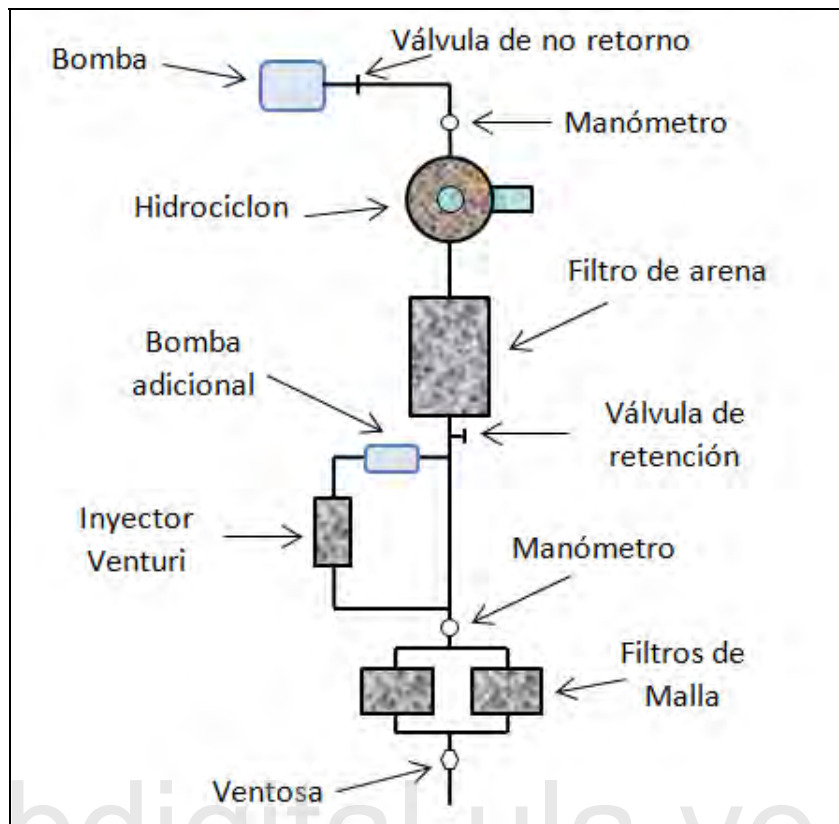
Marca	BOMBAGUA
Serie	Center Line Bridada
Modelo	CL – 2.1/2 – 315 – 40
Peso	275 kg
Motor	Eléctrico monofásico 220 V de eje escalonado tipo JM, especialmente para servicio de bomba, 60Hz, 3600 RPM.
Potencia	40 Hp
Diámetro del impulsor	210 mm
Diámetro de succión	4 ”
Diámetro de la descarga	2.1/2 ”

## 6.5 SISTEMA DE FILTRADO

El buen funcionamiento de todo sistema de riego está determinado por la calidad del agua a utilizar, ya que agua de mala calidad provocará taponamiento en los emisores de la red, disminuyendo así, la uniformidad del riego, lo cual da como resultado un mal desarrollo del cultivo y bajos rendimientos del mismo. Es por ello la importancia de la utilización de sistemas de filtrado para evitar que las variaciones en calidad de agua afecten al cultivo en desarrollo y rendimiento.

En la Figura 6.3 se muestra un esquema del cabezal de riego ideado para el sistema de riego que se proyecta en la finca “La Chápala”, el cual cumplirá con la función de mejorar la calidad del agua que los emisores suministrarán a la planta. A su vez permitirá el suministro de los nutrientes que el cultivo de naranja requiere para un desarrollo vigoroso y que el sustrato no puede suministrarle.

Este sistema de filtrado manejará un caudal de 21,85 l/s, los filtros (componentes del mismo) a utilizar son:



**Figura 6.3.** Esquema del cabezal de riego

### 6.5.1 Hidrociclón

Su función es la de separar partículas sólidas en suspensión cuyo tamaño sea superior a 75 micras y cuya densidad sea superior a la del agua. Se utiliza en riego localizado como tratamiento primario, cuando el agua proviene de fuentes subterráneas y de aguas superficiales de corrientes rápidas que suelen arrastrar gran cantidad de sólidos en suspensión.

En la Figura 6.4 se muestra un esquema del cómo funciona un hidrociclón. Se decidió utilizar un Hidrociclón de 16" con entrada y salida de 4", con un rango de caudales de 30 a 80 m<sup>3</sup>/h, según se puede ver en la Tabla 6.7. En la Figura 6.5 se observa que las pérdidas de carga que se producen en el mismo son de 5,61 m para un caudal de 21,84 l/s

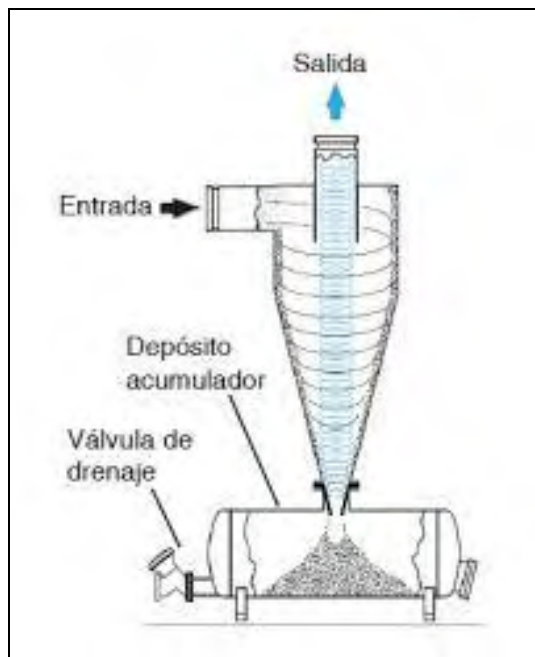


Figura 6.4. Funcionamiento del hidrociclón

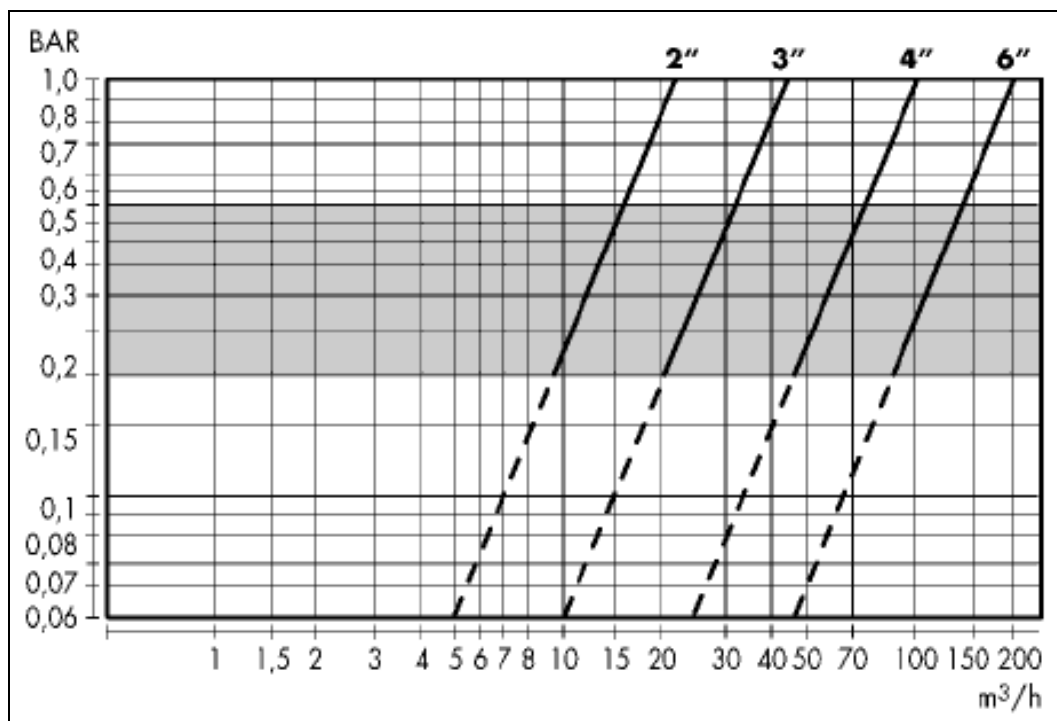
Tabla 6.7. Recomendaciones para la selección de un hidrociclón

Datos de Entrada y Salida (límites recomendados de caudal en m <sup>3</sup> /h)			
Diámetro del Modelo	Diámetro de la Entrada	Diámetro de la Salida	Límites recomendados de caudal (m <sup>3</sup> /h)
3 <sup>o</sup>	3/4 <sup>o</sup>	3/4 <sup>o</sup>	0.5- 3
4 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	1.5- 7
6 <sup>o</sup>	1 1/2 <sup>o</sup>	1 1/2 <sup>o</sup>	3 - 13
8 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	5 - 20
8 <sup>o</sup> (H)	3 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	10 - 40
16 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	30 - 80
20 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	60 - 120
24 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	70 - 220

Dimensiones y Peso				
Modelo	Diámetro entrada/salida	Volumen depósito colector (en litros)	Altura total (cm)	Peso total (kg)
3 <sup>o</sup>	3/4 <sup>o</sup>	1	37	3.5
4 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	5	53	11.6
6 <sup>o</sup>	1 1/2 <sup>o</sup>	5	64	16
8 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	5	75	19
8 <sup>o</sup> H	3 <sup>o</sup>	5	88	29
16 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	90	170	100
20 <sup>o</sup> L	6 <sup>o</sup>	220	205	224
20 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	220	205	224
24 <sup>o</sup>	6 <sup>o</sup>	220	227	264

Fuente: HIDRASERCA



Fuente: HIDRASERCA

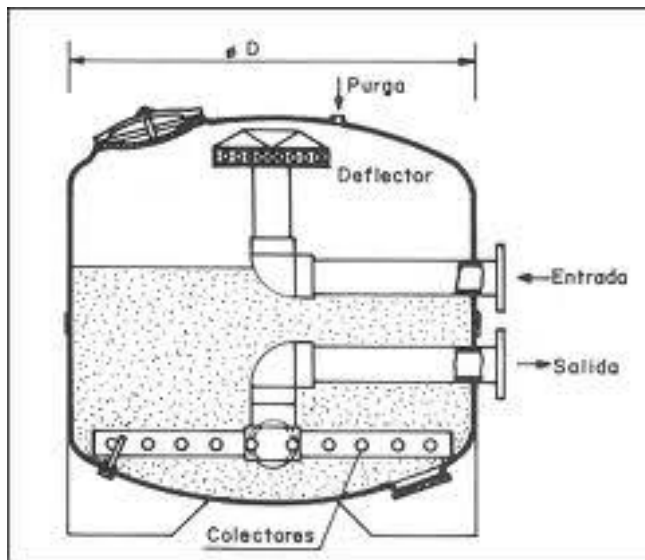
**Figura 6.5.** Pérdida de carga, depende el caudal a suministrar

### 6.5.2 Filtros de arena

Este tipo de filtro se utiliza para retener sustancias orgánicas, algas y pequeñas partículas minerales, ya que pueden filtrarse a través de todo el espesor de arena, acumulando grandes cantidades de contaminantes. Se utilizan en los sistemas de riego localizado cuando el agua de riego es de fuentes superficiales.

En la Figura 6.6 se muestra un esquema con los componentes y cómo funcionan este tipo de filtros. En el sistema de filtrado se utilizará un filtro de arena modelo F660 de 48" con pérdida de carga de 2,40 m. La selección se realizó directamente de la Tabla 6.8, la cual es suministrada por el fabricante; y la pérdida de carga del filtro se obtuvo de la Figura 6.8, obtenida por la misma fuente.





**Figura 6.6.** Componentes y esquema de funcionamiento del filtro de arena o grava

**Tabla 6.8.** Recomendaciones para la selección del filtro de arena

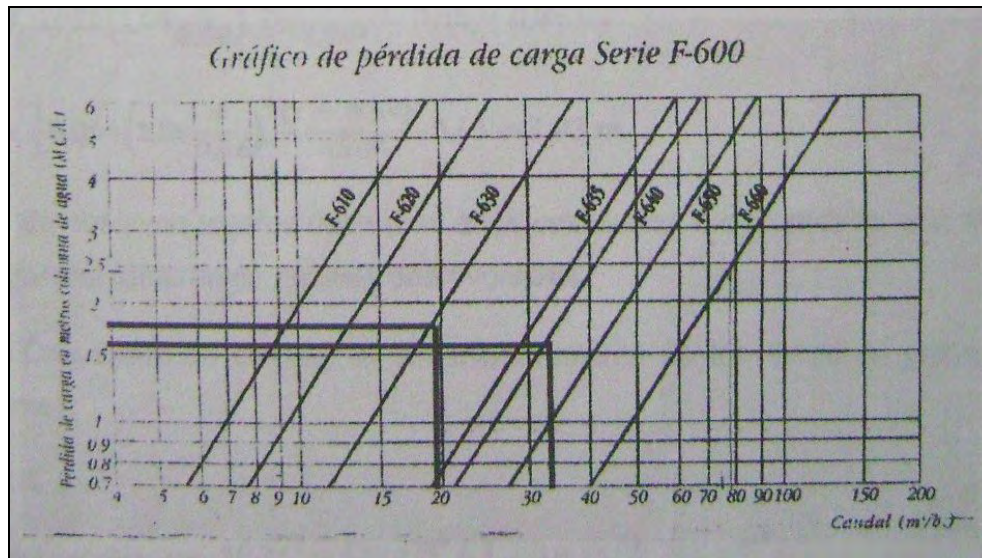
Modelo Ref.	Caudal	Ø D (Pulgadas)	Ø D1 (Pulgadas)	H (mm.)	H1 (mm.)	H2 (mm.)	Peso (kg.)	Arena (kg.)	Volumen (m <sup>3</sup> )
F610	3-10 (m <sup>3</sup> /h.)	16	1 1/2	1150	150	840	34	90	0.185
F620	5-16 (m <sup>3</sup> /h.)	20	2	1275	180	880	47	120-150	0.300
F630	5-16 (m <sup>3</sup> /h.)	20	3	1275	180	880	53	120-150	0.300
F635	8-25 (m <sup>3</sup> /h.)	25	2	1310	180	880	20.7	210-240	0.520
F640	11-35 (m <sup>3</sup> /h.)	30	3	1070	300	—	125	300-330	0.700
F650	16-50 (m <sup>3</sup> /h.)	36	3	1110	300	—	197	420-480	1.15
F660	28-90 (m <sup>3</sup> /h.)	48	4	1520	440	—	290	750-780	1.90

*Nota: Las conexiones de entrada/salida se pueden pedir con acoples de rosca, brida o de tipo victaulic. En los acoples de brida hay que añadir 5 mm. a las dimensiones L, H y H1.*

Fuente: HIDRASERCA

### 6.5.3. Filtro de malla

Estos filtros se utilizan principalmente en el filtrado de aguas con contaminantes inorgánicos como arenas de distintas clases y moderadas cantidades de contaminantes orgánicos.



Fuente: HIDRASERCA

**Figura 6.7.** Pérdida de carga para diferentes modelos de filtro de arena

Se utilizarán dos filtros semiautomáticos de malla de  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  para un caudal de  $78,64 \text{ m}^3/\text{h}$ , marca **Azud** Spiral Clean 3N, de 130 micron, con pérdida de carga de 1,42 m. Estos filtros serán colocados en paralelo. En el Apéndice H se muestran las especificaciones del filtro de malla seleccionado.

#### 6.5.4. Fertirrigación

La posibilidad de suministrar los nutrientes requeridos por el cultivo es una de las ventajas del riego localizado. Por ello se ideó, según la disponibilidad en el mercado de los siguientes componentes del cabezal de riego para el aporte de fertilizantes.

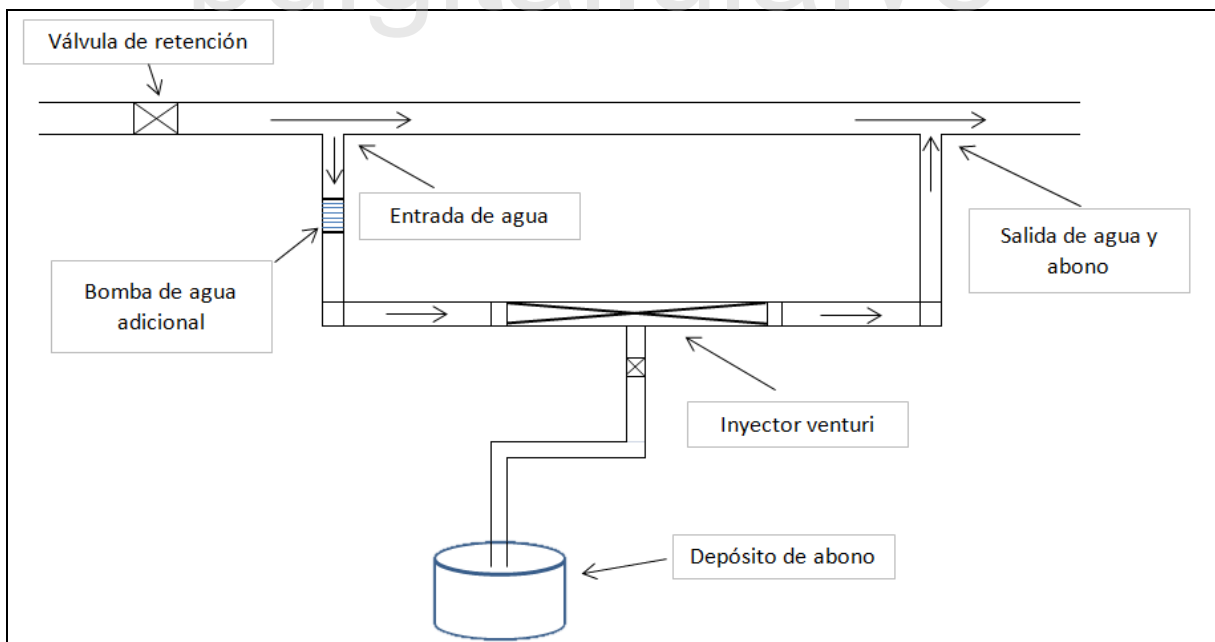
El Venturi es una tubería conectada a la red y provista de un estrechamiento en donde se produce una depresión que provoca la succión de la solución fertilizante.

Para la inyección del fertilizante se utilizará un Venturi marca **Irritec** de 1 1/2". Con una carga de 14 m da un caudal de inyección de 720 l/h y requiere de un caudal motriz de 93 l/min.

El Vénturi ocasiona una pérdida de 14 m, por ello se tomó la decisión de seleccionar una bomba para que trabaje sólo con el Vénturi, con la finalidad de que no origine baja eficiencia durante el riego. La potencia de la bomba requerida para el Vénturi se obtiene por la Ecuación 6.11

$$HP_{\text{Vénturi}} = \frac{\left(\frac{93}{60}\right) l/s \times 14m}{76 \times 0,75} = 0,38 \approx 1 \text{ HP} \quad (6.11)$$

En la Figura 6.8 se muestra un esquema de cómo se instala el Venturi seleccionado. Otras especificaciones técnicas del mismo se muestran en el Apéndice I.



**Figura 6.8.** Esquema de instalación del Venturi

### **6.5.5 Válvula ventosa**

Estas válvulas aportan una protección muy necesaria a las redes presurizadas contra las acumulaciones de aire, golpe de ariete y aplastamiento de las tuberías.

Los modelos disponibles en el mercado permiten tres importantes funciones, que son: la rápida evacuación de grandes cantidades de aire durante el llenado de las conducciones; el purgado continuo de bolsas de aire que pudieran acumularse una vez que las conducciones se hallan sometidas a presión; y la rápida entrada de un caudal suficiente de aire o la conducción para evitar su aplastamiento.

Son fabricadas en su totalidad de materiales plásticos, anticorrosivos, duraderos y resistentes a diferentes agentes atmosféricos.

El diseño del cabezal de riego culmina como se puede ver en la Figura 6.3 con la colocación de una válvula ventosa bifuncional (aspira y expulsa aire) marca COPERSA; modelo APV, cuya presión máxima de trabajo es de 10 kg/cm<sup>2</sup>. En el Apéndice J se muestran otras especificaciones de las mencionadas válvulas

## **6.6. DISEÑO DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS COMPLEMENTARIAS**

### **6.6.1. Generalidades**

Para el proyecto de una obra de captación o toma de agua en ríos, es requisito indispensable realizar una serie de estudios y recopilar la información necesaria, con el propósito de obtener los datos básicos para efectuar un adecuado y correcto diseño de la obra.

La obtención de la información y la realización de estudios, se hace tanto en la oficina como en el campo y básicamente comprende:

- a) Datos generales del sitio.
- b) Estudios topográficos
- c) Estudios hidrológicos.
- d) Estudios geológicos.
- e) Estudios de mecánica de suelos.

Las obras de toma en ríos pueden clasificarse, básicamente en los siguientes tipos:

- a) Tomas por derivación directa.
- b) Tomas laterales mediante presas de derivación.
- c) Tomas de fondo.
- d) Pozos de captación con rejillas.

#### **Información básica general:**

Estudios topográficos: comprenden principalmente los aspectos, localización del sitio donde será ubicada la captación, datos de la cueca del río a derivar y planos topográficos (planta con curvas de nivel, y los perfiles longitudinal y transversal del río.

Para la ubicación de la obra de toma se realizó un recorrido al río Guayabones, y se ubicó como sitio de toma la sección del cauce ubicada en la cota 84,0 msnm, debido a que cumple con la condición de estar muy cercana al posible trazado de la aducción, está cerca (239 m) de las parcelas a regar y proporciona la opción de poseer la mayoría de la longitud de la aducción con pendiente a favor.

Estudios hidrológicos: una obra de toma debe ser proyectada de forma tal que capte el caudal necesario para satisfacer la demanda y además permita el paso de las crecientes sin sufrir daños.

La determinación de las crecidas máximas permite asegurar que la obra hidráulica a diseñar presente una mayor estabilidad, ya que se diseña para que soporte el empuje hidrostático y el de sedimentos en el momento de la crecida.

Lamentablemente en el río Guayabones no se llevan registros de escorrentía que permitan estimar este caudal de crecida, solo fue posible realizar algunos aforos en estiaje para tener un valor de referencia sobre la disponibilidad en el periodo crítico del año.

Estudios geológicos: en las obras de captación un estudio geológico es siempre necesario, pero su precisión y detalle va a depender de la importancia y magnitud de la obra que se estudia.

Por razones económicas es siempre recomendable tratar de localizar el sitio para la obra de captación, donde se tenga un lecho de material firme y resistente, de igual manera, de laderas estables sin peligro de erosión y derrumbamiento.

Estudios de mecánica de suelos: por medio de procedimientos que ha establecido la mecánica de suelos, se determinan las características físicas y mecánicas del sitio donde se fundará la estructura, así como los que se emplearán en la construcción de la obra.

El estudio de mecánica de suelos será más amplio y más estricto dependiendo de la magnitud de la obra, pero en general será necesario conocer siempre:

- a) Descripción y clasificación desde el punto de vista de mecánica de suelos de los materiales existentes en el cauce y laderas de la corriente.
- b) Granulometría de los materiales (el ensayo granulométrico por tamizado, para la clasificación del suelo de la zona donde se construirá la obra.

- c) Permeabilidad de la cimentación.
- d) Ángulo de fricción interna y cohesión de los materiales de excavación.
- e) Taludes de corte recomendados.
- f) Capacidad de carga de los materiales de fundación de las estructuras

### **6.6.2. Obra de captación**

La obra de toma a diseñar en el río Guayabones, consistirá en una obra de toma lateral, debido a que se requiere elevar la cota del tirante de agua en el sitio de toma. Esta obra civil se construye en la margen derecha del río, en la cota 84 msnm, de forma tal, que el agua ingresa directamente a una caja o depósito de captación para desde allí ser transportada o conducida por bombeo a través de una tubería.

Ante la carencia de estudios básicos costosos e importantes, se decidió proponer una obra de captación sencilla, pero que se ha comportado bien en cuanto a sus funciones y la estabilidad, en experiencias anteriores, que tienen en común, déficits de estudios básicos que permitan un diseño mejor acabado. Aguas abajo del muro se debe colocar un enrocado, con materiales que abundan en los alrededores, esto para evitar la socavación del muro en momentos de crecidas.

Justo en la cota más baja se propone construir un vertedero de cresta agua, el cual permitirá el paso del agua no captada durante el estiaje. Por ser una zona de bajas pendientes, el muro tendrá una longitud importante, pero fue la más corta que permite la topografía del cauce.

En la Figura 6.9 se muestra la sección transversal del cauce, en la que se recomienda ubicar la obra de captación. El dique consiste en un muro que eleva el nivel de agua y se empotra de 1 a 1,5 m en los taludes laterales. Del lado de la margen izquierda se construye una aleta de muro, aproximadamente paralelo al eje

del río, con la finalidad de encausar el flujo hacia el centro del cauce y asegurar la carga constante requerida.

El dique tendrá las siguientes dimensiones:

Altura de muro máxima desde el fondo: 1,5 m.

Altura del fondo a la base del vertedero: 1,0 m.

Empotramiento en la fundación: 1,0 m.

Altura total del muro: 2,5 m.

Longitud de margen derecha al cauce: 15,0 m.

Longitud perpendicular al flujo: 48,0 m.

Longitud de la aleta de encausamiento: 10,0 m.

Empotramientos laterales: 1,0 m.

Longitud total del muro: 60,0 m.

Espesor: 25 cm (garantiza vertedero de cresta aguda).

En la Figura 6.9 se observan todas estas dimensiones, así como la ubicación del vertedero, justo arriba del punto de la sección transversal de cota más baja.

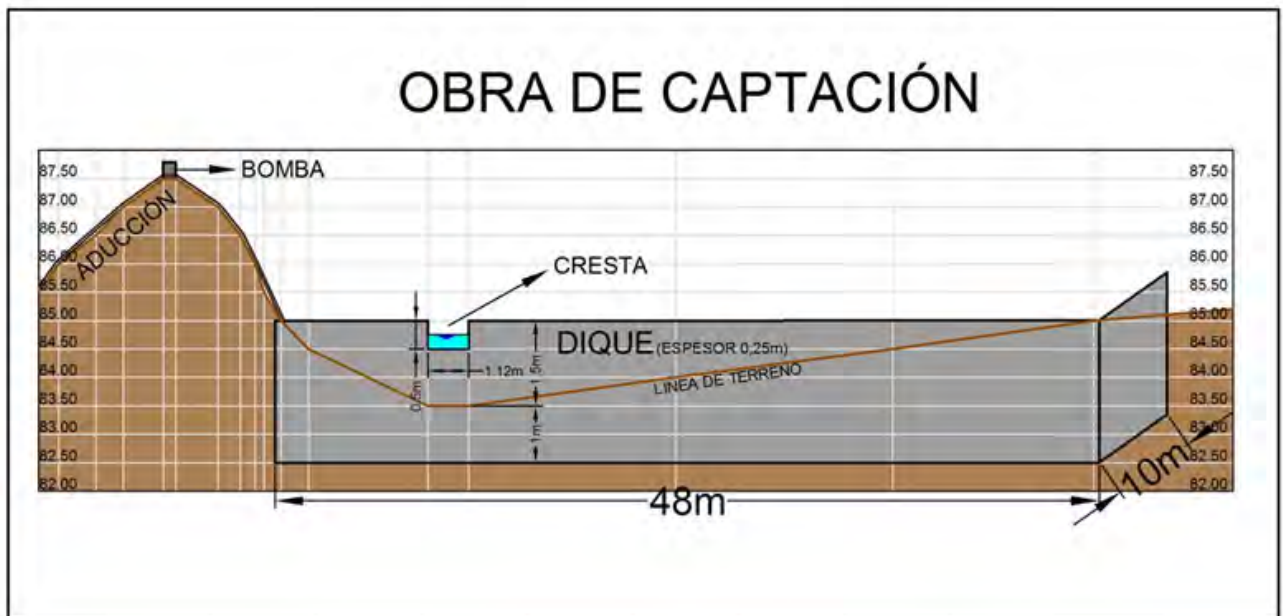


Figura 6.9. Sección transversal del cauce en la captación y vista frontal del dique



El vertedero se diseñó usando la Ecuación 6.12 o Ecuación de Cipolletti, para que a través de él, circule holgadamente, el caudal excedente durante la captación en estiaje (aproximadamente 200 l/s).

$$Q = C * L * H^{3/2} \quad (6.12)$$

Donde:

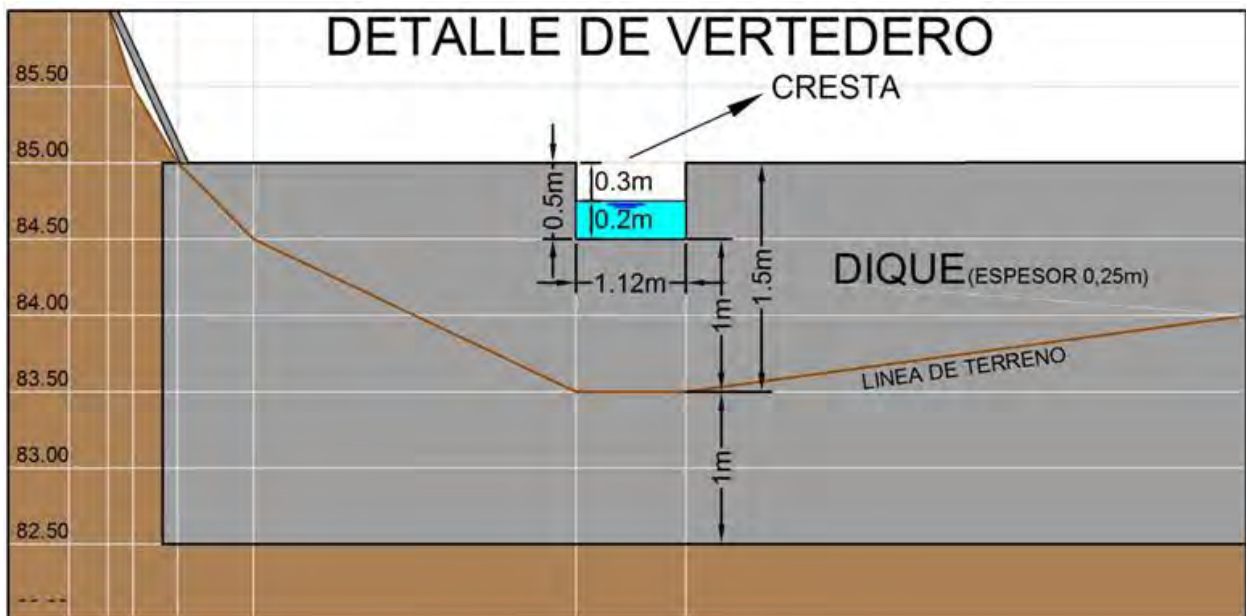
Q: es el caudal ( $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ )

C: coeficiente de descarga ( $2,0 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$ )

L: longitud del vertedero (m)

H: altura del agua sobre la cresta del vertedero (m)

Resolviendo por tanteo con Q y C conocidos se dimensionó la longitud del vertedero (L) y la altura de agua sobre el mismo (H). Estas dimensiones resultaron ser: L = 1,12 m y H = 0,2 m, con un borde libre de 30 cm. En la Figura 6.10 se observa el detalle del vertedero con las dimensiones señaladas.



**Figura 6.10.** Dimensionamiento del vertedero

Para garantizar su estabilidad y permanencia en el tiempo, el dique debe construirse de concreto armado, con una resistencia a los 28 días de 2200 kg/cm<sup>2</sup>.

### 6.6.3 Línea de aducción

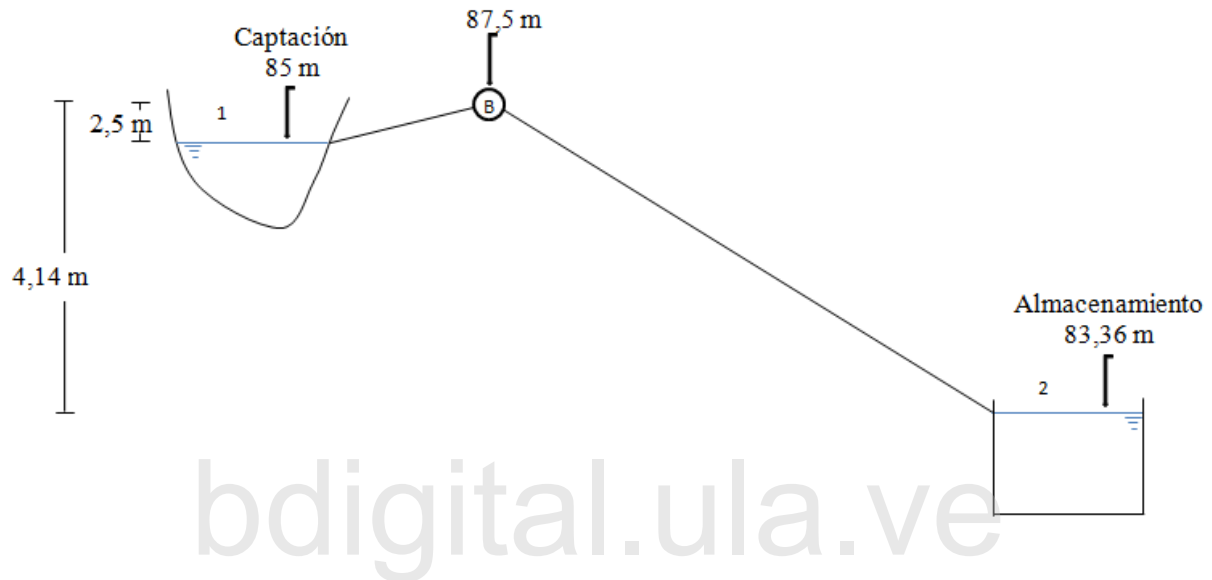
El sistema de riego para las parcelas de naranja (*Citrus sinensis*) será abastecido por una obra de almacenamiento, que pudiera ser un tanque australiano, una laguna o un tanque de concreto, cualquiera sea la elegida será alimentado por una línea de aducción que transportará el agua captada en el río Guayabones.

Según los aforos realizados en estiaje el río puede aportar para el riego, caudales superiores a los 200 l/s; sin embargo, los requerimientos a suplir son bastante inferiores a esta disponibilidad. A pesar de que el requerimiento de riego del cultivo a regar es de 22 l/s para un tiempo de riego de 2,05 horas, se puede captar un caudal menor a éste, ya que el agua será conducida del lugar de captación a una obra de almacenamiento, por tanto el tiempo de llenado del almacenamiento puede ser superior al de riego.

En la Figura 6.11 se muestra un perfil (sin escala) de la topografía aproximado a la situación real, entre el sitio de captación y el de almacenamiento. Como se observa existe un importante desnivel en contra al inicio de la conducción, en una longitud de 9 m, luego una pendiente suave a favor del flujo en un tramo de 229 m hasta el lugar destinado para almacenar.

Para vencer este desnivel de inicio se requiere de una bomba, la cual con el objeto de disminuir costos de inversión inicial, se hizo una revisión exhaustiva a los diferentes manuales de bombas existentes en el mercado, encontrándose una bomba marca BOMBAGUA que con una potencia de 5 HP es capaz de succionar, elevar y conducir 12 l/s de agua hasta la obra del almacenamiento.

Esta bomba de 5 HP eleva el agua a la cota 87,5 m, suministra una carga dinámica de 15 m que permite conducir este caudal en un diámetro pequeño. En el Apéndice K se muestran algunas especificaciones técnicas y la curva característica de la mencionada bomba



$$L_{\text{total}} = 229 + 9 = 238 \text{ m}$$

**Figura 6.11.** Esquema aproximado de la Ecuación de Bernoulli planteada

### Cálculo del diámetro de conducción

Una vez identificada la bomba requerida se procedió a plantear la ecuación de energía o Bernoulli entre el nivel del agua en la captación y almacenamiento, respectivamente, tal como se muestra en la Figura 6.11. Esto con el objeto de identificar las pérdidas de energía a lo largo de la conducción, las cuales resultaron de 16,64 m.

Después se aplicó el caso III de tuberías sencillas, que permite obtener el diámetro necesario para conducir 12 l/s, el mismo resultado es de 0,077 m (77 mm). Se seleccionó un diámetro comercial de 90/84,4 mm de PEAD que soporta 60 PSI (Norma CONVENIN 3833 SDR 33).

Todos los cálculos mencionados que permitieron obtener el diámetro se pueden observar en el Apéndice L.

#### **6.6.4 Obra de almacenamiento**

Esta constituye la tercera obra hidráulica del sistema de riego, cuya función es primordial, ya que en este depósito se almacenará el agua que va a surtir el sistema de riego a través de tuberías que se encargarán de distribuirla a las diferentes parcelas o lotes sembrados a regar.

Los almacenamientos con fines de riego se construyen de diferentes materiales y formas. Existen tanques de concreto armado; tanques circulares de láminas metálicas, conocidos como australianos; y las lagunas excavadas, que pueden ser revestidas y erosionables.

En el presente estudio no se diseña un tipo de almacenamiento específico, ya que se carece de un estudio fundamental para la toma de decisiones al respecto, tal como lo es la capacidad de soporte de carga del material de asiento en el sitio seleccionado, el cual se muestra en el Anexo I (plano general). Por razones económicas y de tiempo no se efectuó el mismo.

Según lo anteriormente expuesto, este aparte se limita al cálculo de la capacidad que de poseer para almacenar el volumen de agua que requiere el cultivo, considerando un lapso de tiempo en días adicional por alguna contingencia que pudiera presentarse, entre estos pudieran estar: desperfectos en el funcionamiento de la

bomba, discontinuidad en el suministro eléctrico, crecidas del río Guayabones, entre otras posibles causas.

### **Cálculo de la capacidad de la obra de almacenamiento**

En la finca “La Chápala”, según se observa en el plano mostrado en el Anexo I, en la actualidad se cultivan varios rubros agrícolas, bajo secano: estos rubros y la superficie sembrada se muestran en la Tabla 6.9.

**Tabla 6.9.** Rubros establecidos bajo secano en la finca “La Chápala”

<b>CULTIVO</b>	<b>SUPERFICIE SEMBRADA (ha)</b>	<b>CAUDAL TOTAL REQUERIDO (l/s)</b>	<b>VOLUMEN REQUERIDO (l)</b>
Naranja	5,12	22	811.800,0
Maíz	3,49	15	553.500,0
Plátano	3,93	17	627.300,0
Aguacate	3,04	13	479.700,0
Aguacate	1,59	06	221.400,0
Yuca	2,98	12	442.800,0
<b>TOTAL</b>	<b>20,15</b>	<b>85</b>	<b>3.136.500,0</b>

El presente proyecto, sólo contempla el riego del rubro naranja (*Citrus sinensis*), la cual requiere, acorde con el diseño agronómico realizado el suministro de 22 l/s por un tiempo de riego calculado en 2,05 horas. Esto se traduce en que la naranja requiere, para un riego, almacenar la cantidad de 162.360,0 litros. Considerando un lapso de contingencia de cinco (05) días, se requiere almacenar para las 5,12 ha sembradas de naranja, la cantidad de 811.800,0 litros.

Ante la posibilidad cierta de que el Estado Venezolano financie a futuro, el proyecto de riego para toda la superficie sembrada, se requiere estimar el volumen total requerido para el riego de las 20,15 ha sembradas o potencialmente a desarrollarse con rubros de ciclo corto o anuales, al sustituir el maíz y la yuca, respectivamente.

Por similitud de los rubros con la naranja, cuya demanda ya se determinó para las condiciones agroecológicas de la zona, se propone hacer una estimación de la demanda de los demás rubros, de forma lineal, para tener una idea del volumen almacenar para el mismo periodo de contingencia. Los resultados de esta estimación se muestran en la Tabla 6.9.

Según el supuesto de que la demanda se comporte linealmente, la superficie total a regar (20,15 ha), demandan 85 l/s, lo que implica que tomando en cuenta cinco (05) días de contingencia se requiere construir un almacenamiento, con una capacidad de almacenar 3.136.500,0 litros de agua

#### **Tiempo de bombeo para el llenado del almacenamiento**

*Considerando solo el cultivo naranja:*

El caudal captado es de 12 l/s y la naranja requiere 811.800,0 litros cada cinco días o 162360,0 l/día, por tanto el tiempo de bombeo en la captación será de 3,75 horas diariamente. El bombeo diario es recomendable porque permite reponer el agua agotada durante un riego y aprovechar el almacenamiento en otros posibles usos.

*Considerando todos los cultivos implantados:*

Al igual que en cálculo anterior se parte de que el caudal captado es de 12 l/s y ahora se considera que toda la superficie requiere 3.136.500,0 litros cada cinco días o 627.300,0 l/día, por tanto el tiempo de bombeo en la captación será de 14,52 horas diariamente. En este caso es recomendable captar un caudal mayor con una bomba de mayor capacidad, con el objeto de disminuir el tiempo de bombeo diario.

## 6.7. CALCULO DE LA INVERSIÓN INICIAL

El objetivo específico final del proyecto consiste en determinar la inversión inicial para construir el sistema de riego con todas las especificaciones técnicas aquí señaladas.

A continuación se presenta en las Tablas 6.10 a la 6.13 las cantidades de obra, de accesorios y equipos requeridos para construir e implementar el sistema de riego diseñado.

**Tabla 6.10.** Inventario de accesorios para configurar la red de riego

Descripción	Cantidad
Llave de paso de 2 1/2"	6
Tee de 160 mm 110 mm 110 mm	1
Tee de 90 mm 63 mm 63 mm	2
Tee de 110 mm 63 mm 90 mm	2
Tapones de 63 mm	6
Tapones de 16 mm	256
Codos de 45° de 63 mm	1
Codos de 45° de 110 mm	1
Bridas de 160 mm	2
Válvula Reguladora de presión marca Senninger de caudal extra alto modelo PRXF-40	6
Bomba marca BOMBAGUA de 40 HP (red de riego)	1
Bomba marca BOMBAGUA de 5 HP (aducción)	1

**Tabla 6.11.** Tuberías que componen la red de riego

Tuberías	Material	Diámetro (mm)	Tipo	Norma Covenin	Cantidad (m)
Laterales	PEBD	16	Clase 4	3076	8540
Terciarias	PEAD	63	SDR-11	3833	800
Secundarias	PEAD	110	SDR-21	3833	160
Secundarias	PEAD	90	SDR-33	3833	150
Secundarias	PEAD	63	SDR-33	3833	210
Principal:	PEAD	160	SDR-26	3833	100

Aducción PEAD 90 SDR-33 3833 240  
**Tabla 6.12.** Equipos y accesorios que componen el cabezal de riego

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Bomba de 1 HP	1
Válvula de compuerta de 160 mm	1
Codos de 90° de 110 mm	4
Hidrociclón tamaño de 16"	1
Brida de 4 "	1
Manómetros	2
Venturi marca Irritec de 1.1/2	1
Filtro de arena modelo F660 de 48 "	1
Filtro de malla de 50 m3/h marca Azud Spiral Clean 3N de 130 micron	2
Programador de riego	1
Ventosa doble efecto de 1 ", modelo APV bifuncional	1

**Tabla 6.13.** Volumen de concreto armado para la construcción del dique de retención

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (m<sup>3</sup>)</b>
Concreto armado de RCC 220 kg/cm <sup>2</sup> , incluye refuerzo metálico	37,36

En la Tabla 6.14 se presenta un resumen de los precios cotizados por las empresas que a continuación se mencionan, ubicadas en la ciudad de Barquisimeto, estado Lara.

Asociación Cooperativa TelecomtrabServicios R.S., la cual cotizó la construcción del dique o muro de retención.

HIDRASERCA, C.A., aportó las cotizaciones de tuberías de conducción, accesorios para la red de riego y componentes del cabezal de riego.

Ferrebombas Lara, C.A., que suministró los precios de las bombas requeridas para la operación exitosa de sistema de riego.



Los precios unitarios y totales para el inventario solicitado, son para la fecha 30-10-2013, estos incluyen el I.V.A. (12%). Copias de las cotizaciones a precios de mercado para la fecha mencionada se presentan en el Apéndice M.

**Tabla 6.14.** Resumen de los costos de inversión inicial del sistema de riego

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SUBTOTALES (BsF) <sup>+</sup></b>
Construcción de muro de captación con concreto armado de RCC 220 kg/cm <sup>2</sup> , incluye refuerzo metálico. (Precio unitario: 5.226,29 BsF/m <sup>3</sup> )	195.254,19
Bomba centrífuga de 1 HP, 110V con accesorios	23.692,00
Bomba centrífuga de 40 HP, 220/440V con accesorios	122.300,00
Bomba centrífuga de 5 HP, _____ con accesorios	25.500,00
Tuberías, accesorios y equipos de la red de riego y sistema de filtrado	240.780,00
Microaspersores (1400)	44.800,00
Tuberías para la aducción PEAD 90 mm	12.192,00
<b>Subtotal</b>	<b>664.518,19</b>
<b>Imprevistos (15%)</b>	<b>99.677,73</b>
<b>TOTAL</b>	<b>764.195,92</b>

<sup>+</sup> : Precios unitarios de mercado al 30-10-2013.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1. CONCLUSIONES

1. El levantamiento topográfico detallado permitió el cálculo de áreas, la realización del diseño hidráulico de la red de riego, las aducciones y ubicación de las obras hidráulicas con facilidad y éxito.
2. Los análisis físicos del suelo en laboratorio y campo de la finca, concluyen que presenta una textura franco arenosa, con infiltración básica elevada entre 12 y 16 cm/h .
3. El análisis químico refleja suelos con pH medianamente ácido (5,9 a 5,3), conductividad eléctrica neutra (0,08 a 0,21 dS/m), materia orgánica media (1,10 a 4,40 %), carbono orgánico de medio a bajo (2,29 a 0,56 %), nitrógeno en proporción media a baja (0,05 a 0,21%), fósforo variado(8 a 45 ppm), potasio bajo a medio (2 a 58 ppm), calcio a medio (240 a 1720 ppm) y magnesio bajo a (95 y 552 ppm), respectivamente.
4. El estudio de la demanda hídrica en la finca se aprecia que para la naranja (*Citrus sinensis*) existe un déficit en los periodos: enero – febrero y junio – octubre, que debe suplirse con riego, cuyo pico se da en el mes de agosto (5,6 mm/día).
5. La finca es atravesada por el río Guayabones, el cual dispone de un caudal de 223,08 l/s para el periodo de estiaje.
6. El análisis físico químico realizado a las aguas del río Guayabones, concluye que los valores obtenidos en los parámetros de calidad de agua se encuentran por debajo de los valores máximos permitidos por el MPPA, reportados en Gaceta Oficial N<sup>o</sup> 37.563, para aguas del tipo 1.
7. Las aguas del río Guayabones pueden usarse para consumo humano con un mínimo tratamiento, son aguas de baja mineralización y tienen un

contenido bajo de los nutrientes nitrógeno y fósforo, lo que la hace poco recomendable para riego, sin la fertilización correspondiente.

8. La demanda de agua insatisfecha, la elevada velocidad de infiltración y las deficiencias de nutrientes favorecen el uso de un método de riego localizado, por ello se decide la fertiirrigación por microaspersión.
9. Del diseño agronómico se obtuvieron los parámetros: necesidades totales (2,86 mm/día), frecuencia de riego máxima (1 día), emisores por planta (1), volumen de riego (102,96 l/árbol) y tiempo de riego (2,05 horas).
10. El microaspersor seleccionado es marca Sandi, con un diámetro de mojado (2m), presión de trabajo (30 PSI) y descarga (50 l/h).
11. El diseño hidráulico hizo condicionado a que el naranjo ya está sembrado, se resume en: separación entre microaspersores y laterales de 6 m; tubería lateral de PEBD de 16 mm, terciaria de 63 mm, secundarias en serie de 110, 90 y 63 mm, respectivamente; principal de 160 mm.
12. La bomba seleccionada para garantizar el riego en de toda la parcela en 2,05 horas, suministrando 21,84 l/s con una carga dinámica de 54 m, es una centrífuga marca Bombagua de 40 HP, modelo CL – 2.1/2 – 315 – 40 de 220V.
13. La limpieza del agua se hará en el sistema de filtrado ubicado en el cabezal de riego, constituido por un hidrociclón de 16", un filtro de arena de 48", dos filtros semiautomáticos de malla de 50 m<sup>3</sup>/h y 130 micron, y una válvula ventosa bifuncional (aspirado y expulsión de aire).
14. Los nutrientes requeridos por el naranjo se aplicarán en el cabezal de riego, a través de un Venturi marca Irritec de 1 1/2", que con una carga de 14 m da un caudal de inyección de 720 l/h. Este ocasiona una pérdida de 14 m, por ello se seleccionó una bomba de 1 HP el Vénturi para que no se origine baja eficiencia durante el riego.
15. La obra de captación consiste en una obra de toma lateral, debido a que se requiere elevar la cota del tirante de agua en el sitio de toma. Esta se construye en la margen derecha del río, en la cota 84 msnm, de forma que

el agua ingrese a una caja o deposito de captación y desde allí es conducida por bombeo a través de una tubería.

16. Se captarán 12 l/s del río Guayabones, que serán conducidos hasta el lugar de almacenamiento en una tubería de 90/84,4 mm de PEAD que soporta 60 PSI (Norma CONVENIN 3833 SDR 33); con la ayuda de una bomba centrifuga marca Bombagua de 5 HP, modelo CL-1.1/2-160-5.
17. El volumen de agua requerido para regar las 5,12 ha de naranjo en un tiempo de riego de 2,05 horas es de 162360 litros, al considerar un lapso de contingencia de cinco días, deben almacenarse 811800 litros.
18. El tiempo de llenado del almacenamiento será de 3,75 horas/día a razón de 12 l/s, reponiendo el consumo de regado en el día anterior.
19. Ampliando a futuro el área riego a las parcelas vecinas de aguacate, plátano, maíz y yuca, se tendrían que regar 20,15 ha, que consumirían un estimado de 85 l/s, tomando en cuenta cinco (05) días de contingencia se requiere construir un almacenamiento con capacidad de almacenar 3.136.500 litros de agua, con un tiempo de llenado de 14,52 horas.
20. La inversión inicial para el sistema de riego por microaspersión diseñado con todos los componentes aquí especificados es de BsF. 764.195,92, con precios cotizados a la fecha 30-10-2013.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

1. Para mejorar el déficit de nutrientes existente en el suelo se recomienda seguir lo indicado en los resultados de laboratorio que se muestran en el Apéndice B, allí se mencionan las dosis en gramos de  $N_2$ ,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ ; así como de cal agrícola dolomítica para elevar el pH.
2. Realizar el estudio hidrológico que permita estimar el caudal de crecida para un tiempo de retorno de 25 años que permite definir con exactitud la cota y sitio de ubicación de la estación de bombeo en la captación, ante eventuales crecidas del río; y la curva de duración de caudales, la cual

permite conocer con alto porcentaje de seguridad la disponibilidad de agua en el cauce durante el estiaje. También

3. Efectuar el estudio de mecánica de suelos que provea información de capacidad de soporte de carga y permeabilidad de la fundación en el área destinada a las obras de captación y almacenamiento, esta última para decidir cuál es el tipo de almacenamiento que mejor se adapta a la litología del perfil, así como el material a usar en su construcción.
4. El bombeo diario en la captación es recomendable porque permite reponer el agua agotada durante un riego y aprovechar el almacenamiento en otros posibles usos.
5. Elaborar un plan de manejo y operación del sistema de riego que involucre la formación del personal encargado de operar los sistemas de bombeo, el riego a nivel parcelario y el cabezal de riego.

bdigital.ula.ve

## BIBLIOGRAFÍA

ARAUJO S., E. (2006) Diseño de un sistema de riego por micro-aspersión para el cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) en el huerto "Santa Mónica" Parroquia José Gregorio Hernández, Municipio Rafael Rangel, Estado Trujillo. Tesis de Pregrado. Departamento de ingeniería, Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.

AVILAN, L. y Rengifo, C. (1988) Los cítricos. Caracas: América.

DE LEÓN, A. (1975) Obras hidráulicas. ULA-CIDIAT. Mérida- Venezuela

FONAIAP (1986) El cultivo de la naranja dulce. Centro de Investigaciones Agropecuarias.

FUSAGRI (1986) El Riego en las fincas. UCV. Maracay-Venezuela.

GRASSI, C. (1977) Operación y conservación de sistemas de riego. Material de enseñanza. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

\_\_\_\_\_ (1981) Método de riego. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

\_\_\_\_\_ (1984) Métodos de riego. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

\_\_\_\_\_ (1998). Fundamentos de riego. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

GRED/IIES (Grupo Región Estrategia y Desarrollo / Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales) (2012). Plan estratégico a largo plazo. Mérida, estado competitivo 2020. Diagnóstico físico-ambiental del estado. Convenio ULA-PDVSA

GUROVICH L. (1985) Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. San José, Costa Rica.

GUZMÁN, J. (1990) Cultivos de hortalizas y frutales. Caracas: Espansandes 4ª Edición.

ISRAELSEN, O y Hansen, V. (1962) Principios y aplicaciones del riego. Barcelona: Reverte.

ISRAELSEN O. (1965). Principios y aplicaciones del riego: obra que comprende todas las fases del riego, desde las fuentes y alumbramiento del agua hasta el aspecto social y administrativo del regadío. Editorial Reverte. Barcelona, España.

NORERO, A. (1976) Evaporación y transpiración. Serie Suelo y Clima. Material de enseñanza número 13. CIDIAT. Mérida – Venezuela.

PLÁ Sentís. (1983) Relación agua – suelo – planta. CIDIAT. Mérida- Venezuela.

PÉREZ R., F. (1983) Manual de riego localizado. UCV. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela.

RAZURI, L. (1988) Riego por goteo. CIDIAT. Mérida, Venezuela.

ROJAS, R. (1984) Drenaje superficial en tierras agrícolas. CIDIAT. Mérida. Venezuela.

SALASSIER B. (1982) Manual de Irrigacáo. UFV, Impr. Univ. Vicosá.

TREZZA, R. (1997) Fundamentos de hidrología agrícola. Universidad de los Andes. Trujillo, Venezuela. 261 pp.

bdigital.ula.ve

APÉNDICE A. Registros de Parámetros Climáticos. Estaciones meteorológicas Guayabones y El Vigía. Fuente: MARN

Serial	Estación	Municipio	Coordenadas UTM*		Altitud	Instalada	Elimin	Meses**												Anual	Periodo Registro
			Este	Norte				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
3035	El Vigía	Alberto Adriani	210542,7	952464,26	130	Sep-42		127	122	135	230	172	109	96	102	113	199	235	194	1834	1945-1997
3199	Mucujepe	Alberto Adriani	217273,29	956906,75	120	Mar-80		109	139	160	212	174	91	100	102	155	210	204	185	1841	1980-1997
8053	La Palmita	Alberto Adriani	213712,76	946171,24	600	Ene-53		74	78	78	127	118	70	50	73	93	164	183	122	1228	1953-1997
<b>8072</b>	<b>Los Guayabones</b>	<b>Obispo Ramos de Lora</b>	<b>214173,63</b>	<b>968855,67</b>	<b>70</b>	<b>Feb-73</b>		<b>139</b>	<b>119</b>	<b>215</b>	<b>245</b>	<b>174</b>	<b>110</b>	<b>121</b>	<b>127</b>	<b>111</b>	<b>180</b>	<b>198</b>	<b>158</b>	<b>1896</b>	<b>1973-1997</b>
3026	La Azulita	Andrés Bello	234073	962544,73		Ene-41	Dic-54	42	75	74	143	157	198	143	135	123	117	102	91	1399	1941-1944
3135	La Azulita	Andrés Bello	231307,73	965328,92	1000	Nov-68		58	67	96	140	164	124	119	144	142	160	139	98	1449	1969-1997
8050	La Azulita Escuela	Andrés Bello	229886,96	963186,43	1280	May-80	Ene-85	37	55	61	204	176	174	136	124	144	147	116	48	1421	1980-1984
3052	Mesa Bolívar	Antonio Pinto Salinas	215403,32	938136,36	1000	Mar-49		61	59	66	103	108	72	49	73	88	150	137	88	1053	1949-1997
3065	Santa Cruz de Mora	Antonio Pinto Salinas	209131,62	929509,13	560	Mar-49	Ene-73	43	45	45	86	136	111	74	96	91	114	125	64	1029	1949-1972
3108	El Mesón	Antonio Pinto Salinas	214283,65	930858,08	1264	Dic-67		48	69	87	183	173	94	87	102	132	170	162	79	1385	1968-1998
3001	Capurí	Arzobispo Chacón	213071,35	899970,93	1620	Jul-66		10	18	31	77	111	128	139	136	113	122	95	35	1014	1980-1998
3023	El Molino	Arzobispo Chacón	219032,92	907771,68	1877	May-66		16	20	37	87	91	97	97	110	104	107	98	37	900	1966-1998
3133	Mucuchachí	Arzobispo Chacón	242548,39	901758,08	1020	Abr-70		8	13	34	97	157	197	208	230	172	121	77	24	1339	1970-1998
3134	Canagua	Arzobispo Chacón	231083,71	900104,59	1560	Sep-68		13	19	44	128	164	195	211	222	165	129	92	29	1410	1968-1998
3138	Chacanta	Arzobispo Chacón	231876,11	904525,98	1846	Nov-69		12	13	31	95	129	153	163	177	145	113	85	23	1139	1969-1998
8055	La Punta	Arzobispo Chacón	219006,61	903621,94	1385	May-69	Ene-78	49	27	53	122	170	105	102	127	184	212	151	58	1360	1969-1977
3040	La Cuchilla	Campo Elías	241061,44	955124	2280	Jun-63		26	32	47	125	185	147	148	189	204	171	122	54	1451	1963-1998
3042	Mesa de Ejido	Campo Elías	248469,72	945858,57	1520	Nov-48		26	22	31	89	111	71	59	63	92	114	110	48	837	1948-1998
3043	Ejido	Campo Elías	253853,66	945765,51		Oct-48	Ene-66	12	19	23	97	125	88	79	66	91	128	115	40	883	1950-1965



FECHA: 17/02/2006

M.A.R.N.  
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
S I N A I H M E

ESTACION: EL VIGIA      TIPO: PR      SERIAL: 3035  
ESTADO: ME      LATITUD: 083627      LONGITUD: 713747      ALTITUD: 130 M.S.N.M  
ORG.: MA      INSTALADA: 09/1942      ELIMINADA:

DATOS MENSUALES DE TEMPERATURA MEDIA (SC)      1200

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	28.7	-	-	-	-	-	-	-
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.9	27.6	27.2	-
1982	26.3	26.3	26.5	27.5	28.9	29.5	28.5	29.4	29.2	28.0	27.7	26.8	27.9
1983	27.3	28.0	29.1	28.0	28.0	28.5	27.8	28.3	27.8	27.7	27.5	26.7	27.9
1984	26.1	27.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROM:	26.6	27.1	27.8	27.8	28.5	28.9	28.1	28.8	28.5	27.9	27.6	26.9	27.9
PORC:	7.9	8.1	8.3	8.3	8.5	8.6	8.4	8.6	8.5	8.3	8.3	8.0	
D.STD	.6	.9	1.8	.4	.6	.5	.5	.8	1.0	.2	.1	.3	
CV:	2.4	3.1	6.6	1.3	2.2	1.8	1.8	2.7	3.5	.5	.4	1.0	

FECHA: 17/02/2006

M.A.R.N.  
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
S I N A I H M E

ESTACION: EL VIGIA      TIPO: PR      SERIAL: 3035  
ESTADO: ME      LATITUD: 083627      LONGITUD: 713747      ALTITUD: 130 M.S.N.M  
ORG.: MA      INSTALADA: 09/1942      ELIMINADA:

DATOS MENSUALES DE TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (SC)      1210

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	33.9	34.0	34.2	32.8	-	-	-	-
1971	-	29.9	30.0	30.4	31.1	30.8	31.5	31.8	32.2	31.3	31.0	30.3	-
1972	29.3	30.4	30.8	30.7	31.1	32.2	32.9	32.6	33.1	32.4	31.8	31.1	31.5
1973	32.2	31.5	32.6	33.0	32.7	31.9	32.6	32.6	31.9	31.9	30.8	29.1	31.9
1974	29.4	29.6	29.2	29.7	31.5	31.2	32.0	32.0	31.8	31.4	30.9	30.4	30.8
1975	30.3	31.6	32.3	30.5	32.1	31.9	31.4	31.7	32.2	31.7	30.5	28.4	31.2
1976	28.7	28.5	28.7	30.8	31.5	30.9	31.3	33.2	33.7	32.1	32.3	31.3	31.1

1977	31.7	32.4	31.7	31.7	32.4	32.2	32.2	33.1	33.3	32.7	32.1	31.9	32.3
1978	31.4	32.4	31.6	31.0	32.4	31.8	32.0	32.8	32.9	32.5	31.5	30.2	31.9
1979	30.1	31.2	30.5	31.9	32.3	32.4	33.1	32.8	33.0	32.4	31.4	31.0	31.8
1980	31.3	30.9	32.6	33.3	33.7	33.9	33.9	33.8	34.0	33.4	31.7	30.8	32.8
1981	31.3	30.8	32.2	31.0	32.0	31.9	33.2	33.3	33.1	32.6	32.3	31.5	32.1
1982	31.3	30.1	30.6	30.4	32.1	33.0	32.2	33.9	33.5	32.0	31.3	30.5	31.7
1983	31.6	33.0	33.6	32.3	32.5	33.4	32.5	34.0	33.7	32.7	32.2	31.1	32.7
1984	30.6	31.7	32.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROM:	30.7	31.0	31.3	31.3	32.1	32.2	32.5	33.0	32.9	32.2	31.5	30.6	31.8
FORC:	8.1	8.1	8.2	8.2	8.4	8.5	8.5	8.6	8.6	8.5	8.3	8.0	
D.STD	1.1	1.2	1.4	1.1	.7	1.0	.9	.8	.7	.6	.6	1.0	
CV:	3.5	4.0	4.5	3.5	2.2	3.1	2.6	2.5	2.1	1.8	1.9	3.1	

FECHA: 17/02/2006

M.A.R.N.  
 DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
 SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
 S I N A I H M E

ESTACION: EL VIGIA      TIPO: PR      SERIAL: 3035  
 ESTADO: ME      LATITUD: 083627      LONGITUD: 713747      ALTITUD: 130 M.S.N.M  
 ORG.: MA      INSTALADA: 09/1942      ELIMINADA:

DATOS MENSUALES DE TEMPERATURA MINIMA MEDIA (°C)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	23.4	21.7	22.8	22.5	22.7	22.9	22.0	-
1971	21.7	21.2	22.0	22.4	22.8	22.7	22.6	22.3	22.4	22.2	22.2	22.0	22.2
1972	21.5	22.0	22.2	22.5	23.1	23.3	23.3	23.0	23.4	22.8	22.6	22.6	22.7
1973	22.7	22.5	23.9	24.0	23.7	23.6	23.1	23.0	22.7	22.6	22.5	21.5	23.0
1974	21.1	21.6	21.4	22.3	22.5	22.5	22.2	22.8	22.6	22.7	21.9	21.1	22.1
1975	22.8	21.2	23.9	24.0	22.4	23.6	22.3	22.4	22.1	22.4	22.1	21.0	22.5
1976	21.2	20.9	21.6	22.3	22.8	21.6	21.7	22.3	23.0	22.5	22.9	22.1	22.1
1977	22.1	22.4	22.8	23.2	23.2	23.2	22.7	22.8	23.1	22.7	22.8	22.1	22.8
1978	21.6	22.5	22.0	22.1	22.8	22.3	22.1	23.2	23.1	24.1	23.4	22.2	22.6
1979	22.8	22.2	22.8	22.7	23.0	23.1	23.1	23.0	22.5	22.9	22.6	22.3	22.8
1980	22.3	22.4	23.3	23.5	23.9	23.9	23.3	23.1	23.3	23.1	22.3	22.4	23.1
1981	21.6	21.9	22.1	21.8	22.3	21.7	22.2	23.4	22.9	23.2	22.9	22.8	22.4
1982	21.8	22.4	22.4	24.5	25.7	25.8	24.8	25.0	24.9	24.0	24.0	23.1	24.0
1983	23.1	23.0	24.7	23.7	23.6	23.6	23.1	22.6	21.9	22.7	22.8	22.2	23.1
1984	21.6	22.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROM:	22.0	22.0	22.7	23.0	23.2	23.2	22.7	23.0	22.9	22.9	22.7	22.1	22.7
FORC:	8.1	8.1	8.3	8.4	8.5	8.5	8.3	8.4	8.4	8.4	8.3	8.1	

D.STD .6 .6 1.0 .9 .9 1.0 .8 .7 .7 .6 .5 .6  
 CV: 2.9 2.8 4.4 3.8 3.9 4.5 3.6 2.9 3.2 2.4 2.4 2.7

M.A.R.N. FECHA: 17/02/2006

DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
 SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
 S I N A I H M E

ESTACION: EL VIGIA TIPO: PR SERIAL: 3035  
 ESTADO: ME LATITUD: 083627 LONGITUD: 713747 ALTITUD: 130 M.S.N.M  
 ORG.: MA INSTALADA: 09/1942 ELIMINADA:

DATOS MENSUALES DE TEMPERATURA MAXIMA ABSOLUTA (°C) 1230

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	37.5	-	-	-	-	-	-	-
1977	33.6	38.2	34.9	35.2	34.9	35.0	34.6	35.2	35.6	34.4	33.7	34.1	38.2
1980	34.0	34.5	36.3	35.6	36.1	36.3	35.9	35.8	36.6	38.5	34.0	32.4	38.5
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.2	34.2	33.2	-
1982	33.8	32.4	32.4	33.9	34.0	34.9	34.6	35.8	35.6	33.8	34.0	33.2	35.8
1983	34.1	37.8	37.4	35.5	35.4	35.6	34.2	36.5	35.6	36.8	33.6	32.8	37.8
1984	32.6	33.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

MAX: 34.1 38.2 37.4 35.6 36.1 37.5 35.9 36.5 36.6 38.5 34.2 34.1 38.5

D.STD .6 2.6 2.2 .8 .9 1.1 .7 .5 .5 1.9 .2 .6  
 CV: 1.8 7.4 6.1 2.2 2.5 3.0 2.1 1.5 1.4 5.3 .7 1.9

M.A.R.N. FECHA: 17/02/2006

DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
 SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
 S I N A I H M E

ESTACION: EL VIGIA TIPO: PR SERIAL: 3035  
 ESTADO: ME LATITUD: 083627 LONGITUD: 713747 ALTITUD: 130 M.S.N.M  
 ORG.: MA INSTALADA: 09/1942 ELIMINADA:

DATOS MENSUALES DE TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA (°C) 1240

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1977	33.6	38.2	34.9	35.2	34.9	35.0	34.6	35.2	35.6	34.4	33.7	34.1	38.2
1980	34.0	34.5	36.3	35.6	36.1	36.3	35.9	35.8	36.6	38.5	34.0	32.4	38.5
1981	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.2	34.2	33.2	-
1982	33.8	32.4	32.4	33.9	34.0	34.9	34.6	35.8	35.6	33.8	34.0	33.2	35.8
1983	34.1	37.8	37.4	35.5	35.4	35.6	34.2	36.5	35.6	36.8	33.6	32.8	37.8
1984	32.6	33.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



1972	201.5	119.5	214.5	470.1	256.3	43.2	60.8	109.9	83.5	97.0	242.2	120.0	2018.5
1973	122.0	91.6	17.7	126.9	78.8	198.0	65.7	185.6	164.0	165.3	289.8	197.0	1702.4
1974	280.1	88.7	331.1	220.9	160.8	51.1	116.1	56.0	223.3	.0	93.1	84.5	1705.7
1975	90.3	61.4	65.7	230.3	185.6	226.1	152.6	96.6	45.2	149.9	215.8	397.6	1917.1
1976	68.4	175.7	179.1	194.7	75.8	145.8	16.7	35.9	37.8	317.7	158.1	73.1	1478.8
1977	85.4	5.2	111.9	57.5	105.9	104.7	94.2	121.2	142.2	388.9	110.1	60.6	1387.8
1978	99.2	110.5	182.7	310.2	116.1	139.1	135.8	37.4	52.8	218.2	232.1	328.3	1962.4
1979	77.5	79.4	354.2	433.9	221.7	68.3	115.6	151.8	86.5	341.0	315.2	114.3	2359.4
1980	67.7	151.5	19.1	115.9	64.7	22.6	63.6	170.3	103.9	168.9	266.1	69.7	1284.0
1981	53.6	247.1	112.2	305.7	288.6	148.3	45.8	110.3	114.3	198.3	261.8	183.8	2069.8
1982	85.7	130.5	266.3	397.8	194.1	91.6	94.0	40.0	100.7	184.8	174.1	127.1	1886.7
1983	54.1	8.2	69.0	177.3	328.1	109.4	140.9	123.6	86.5	155.8	138.4	269.2	1660.5
1984	180.4	68.2	51.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FECHA: 17/02/2006

M.A.R.N.  
 DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
 SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
 S I N A I H M E

ESTACION: EL VIGIA      TIPO: PR      SERIAL: 3035  
 ESTADO: ME      LONGITUD: 713747      ALTITUD: 130 M.S.N.M.  
 ORG.: MA      ELIMINADA:

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1985	106.8	7.8	253.4	466.2	265.3	48.1	47.4	104.2	171.6	157.6	134.0	315.3	2077.7
1986	154.7	170.1	158.7	140.2	191.8	80.6	28.9	61.3	91.6	354.1	269.8	97.4	1799.2
1987	49.3	24.6	152.3	67.0	307.6	58.3	225.5	68.0	188.8	192.2	171.3	62.4	1567.3
1988	107.8	52.3	64.3	263.8	50.4	150.0	216.6	239.4	305.0	244.8	232.1	173.7	2100.2
1989	177.7	177.8	267.8	132.7	165.9	69.4	173.6	93.7	168.9	275.3	196.1	136.3	2035.2
1990	308.4	254.5	104.2	197.4	188.2	101.7	146.3	46.6	63.4	256.6	235.1	374.8	2277.2
1991	106.8	50.3	203.1	268.8	90.3	65.5	117.1	97.8	122.0	210.3	328.1	320.1	1980.2
1992	31.9	78.3	62.9	168.6	224.9	21.2	42.2	57.7	79.3	140.3	362.5	197.1	1466.9
1993	87.9	46.6	71.4	199.6	323.1	99.4	124.8	67.9	69.1	122.7	265.3	63.7	1541.5
1994	64.0	105.4	49.1	320.6	90.8	119.5	96.3	129.6	233.0	310.0	166.2	178.7	1863.2
1995	49.1	135.2	285.6	263.0	97.6	102.3	117.4	110.9	207.7	233.2	91.2	377.9	2071.1
1997	227.1	302.0	79.1	127.9	80.6	101.8	56.0	29.7	93.5	233.1	-	-	-
PROM:	127.0	121.5	134.6	230.5	172.4	108.9	96.0	101.8	112.7	199.1	234.9	194.1	1833.5
PORC:	6.9	6.6	7.3	12.6	9.4	5.9	5.2	5.6	6.1	10.9	12.8	10.6	
D.STD	76.5	88.5	100.1	124.0	80.8	54.5	45.6	54.6	58.9	81.6	86.4	108.8	
CV:	60.3	72.8	74.3	53.8	46.9	50.1	47.5	53.6	52.3	41.0	36.8	56.0	

FECHA: 17/02/2006

M.A.R.N.  
DIRECCION DE HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA  
SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION HIDROLOGICA Y METEOROLOGICA  
S I N A I H M E

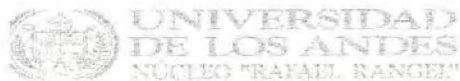
ESTACION: EL VIGIA SERIAL: 3035  
ESTADO: ME LATITUD: 083627 TIPO: PR  
ORG.: MA INSTALADA: 09/1942 LONGITUD: 713747 ALTITUD: 130 M.S.N.M.  
ELIMINADA:

7000

DATOS MENSUALES DE EVAPORACION (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1955	-	-	-	92.2	142.8	139.7	144.0	158.2	147.2	131.3	124.8	84.2	-
1956	66.1	102.9	112.8	129.2	128.8	118.0	125.7	142.2	135.4	132.1	98.4	91.2	1382.8
1957	104.0	98.5	131.2	112.9	147.7	144.4	138.7	151.1	145.0	130.9	110.6	108.0	1523.0
1958	133.7	115.5	140.1	132.6	144.1	131.7	130.2	140.7	157.8	142.7	135.7	119.2	1624.0
1959	124.6	134.5	137.4	120.8	143.4	115.5	135.4	133.1	146.2	135.7	115.6	113.1	1555.3
1960	125.6	124.3	144.7	123.5	126.6	135.4	137.4	135.8	156.5	138.3	123.5	105.8	1577.4
1961	102.9	126.4	140.2	124.3	147.1	131.8	146.5	158.5	155.5	139.2	125.3	124.4	1622.1
1963	-	106.3	132.2	-	-	144.8	149.2	163.5	152.9	156.8	-	-	-
1964	143.2	129.4	127.0	-	146.1	138.4	127.5	150.3	134.3	146.1	103.8	98.0	-
1965	87.2	116.1	129.1	-	119.7	134.0	129.6	142.0	152.2	140.6	103.1	101.4	-
1966	122.0	122.6	126.3	117.1	112.1	119.4	134.0	144.2	134.1	120.5	106.8	101.6	1460.7
1967	106.0	101.0	107.0	108.0	120.0	111.0	116.0	142.0	123.0	133.0	99.0	99.0	1365.0
1968	113.0	110.0	79.0	61.0	94.0	87.0	98.0	111.0	125.0	109.0	96.0	84.0	1167.0
1969	86.2	73.1	108.7	107.7	132.0	132.4	143.5	137.8	145.4	120.9	129.5	114.3	1431.5
1970	103.4	87.4	124.0	93.4	126.7	117.3	124.3	119.4	124.7	114.9	98.0	99.8	1333.3
1971	90.3	99.4	114.1	112.7	96.7	99.7	108.2	135.2	126.2	116.1	93.7	88.2	1280.5
1972	74.3	92.8	91.2	104.2	96.6	88.2	146.1	168.2	166.3	153.9	125.5	132.3	1439.6
1973	154.3	131.8	150.6	166.3	176.7	161.7	172.9	181.9	143.3	141.5	91.2	112.3	1784.5
1974	103.7	100.0	102.8	114.9	115.3	130.2	151.3	142.2	147.3	-	143.0	112.0	-
1975	100.9	124.3	213.3	135.2	195.1	146.1	158.3	145.4	142.9	157.2	133.9	111.8	1764.4
1976	111.7	115.6	139.9	123.5	148.5	150.2	163.7	169.8	168.5	151.7	145.3	115.7	1704.1
1977	153.0	137.0	142.1	129.0	152.0	141.4	150.6	158.8	176.5	154.6	137.9	145.9	1778.8
1978	140.6	124.9	143.4	106.7	144.3	127.4	146.4	169.7	154.3	152.0	135.2	121.1	1666.0
1979	118.2	122.7	112.5	131.8	154.6	139.2	166.2	149.6	152.1	140.6	110.1	107.8	1605.4
1980	125.1	116.0	149.2	139.9	148.0	140.9	149.1	160.6	166.4	141.3	113.8	101.3	1651.6
1981	114.0	96.1	146.0	102.6	136.1	116.9	161.5	161.1	150.2	132.0	136.7	112.7	1565.9
1982	116.1	87.2	116.6	101.1	110.4	151.7	133.6	161.5	156.9	127.2	105.0	102.4	1469.7
1983	104.1	119.6	165.0	134.0	139.1	145.9	161.9	157.4	168.4	148.3	135.2	135.9	1714.8
1984	125.1	124.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PROM:	112.9	112.1	130.6	117.0	135.0	130.0	141.1	149.7	148.4	137.3	117.7	109.0	1540.8
PORC:	7.3	7.3	8.5	7.6	8.8	8.4	9.2	9.7	9.6	8.9	7.6	7.1	
D.STD	21.8	16.2	25.6	20.1	23.1	18.3	17.6	15.7	14.3	13.3	16.9	14.9	
CV:	19.3	14.4	19.6	17.2	17.1	14.1	12.5	10.5	9.6	9.7	14.3	13.7	

**APÉNDICE B.** Análisis físico-químico de muestras de suelo. Profundidades: 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm y 60-80 cm



**LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS DE SUELOS**



**Trujillo, 30/10/2012**

**RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELO**

PRODUCTOR: Edwer Soret.

FINCA. La Chapola LOCALIDAD: Los Guayabones

PARROQUIA: Eloy Paredes MUNICIPIO: Obispo Ramos de L.

ESTADO: Mérida

IDENT. DE LA MUESTRA	8415 muestra n°. 1		8416 muestra n°. 2	
PROF. DE LA MUESTRA (cm)	0-20		20-40	
% DE ARENA (a)	76		62	
% DE LIMO (L)	12		24	
% DE ARCILLA (A)	12		14	
CLASE TEXTURAL	<i>F.a</i>		<i>F.a</i>	
PH 1:2,5 EN AGUA	5,5	M-a	5,9	M-a
C.E. 1:2,5 (dS/m)	0,21	N	0,10	N
% DE MATERIA ORGÁNICA	4,40	M	2,60	M
% CARBONO ORGÁNICO	2,29	M	1,36	B
% NITRÓGENO	0,21	M	0,13	B
FÓSFORO (ppm)	12	B	8	MB
POTASIO (ppm)	52	B	2	MB
CALCIO (ppm)	1720	A	1000	M
MAGNESIO (ppm)	528	MA	552	MA

Trujillo, 30/10/2012

RESULTADO DEL ANALISIS DE SUELO

PRODUCTOR: Edwer Soret.

FINCA. La Chapola LOCALIDAD: Los Guayabones

PARROQUIA: Eloy Paredes MUNICIPIO: Obispo Ramos de L.

ESTADO: Mérida

IDENT. DE LA MUESTRA	8417 muestra n°. 3		8418 muestra n°. 4	
	40-60		60-80	
PROF. DE LA MUESTRA (cm)	56		58	
% DE ARENA (a)	26		18	
% DE LIMO (L)	18		24	
% DE ARCILLA (A)	<i>F.a</i>		<i>F.a</i>	
CLASE TEXTURAL	5,3	M-a	5,4	M-a
PH 1:2,5 EN AGUA	0,11	N	0,08	N
C.E. 1:2,5 (dS/m)	3,70	A	1,10	B
% DE MATERIA ORGÁNICA	1,93	M	0,56	B
% CARBONO ORGÁNICO	0,18	M	0,05	MB
% NITRÓGENO	45	A	28	M
FÓSFORO (ppm)	54	B	8	MB
POTASIO (ppm)	1000	M	240	B
CALCIO (ppm)	480	MA	96	B
MAGNESIO (ppm)				



## **RECOMENDACIONES.**

### **NARANJA**

40 gr/planta de Nitrógeno.

40 gr/planta de  $P_2O_5$

40 gr/planta de  $K_2O$ .

Fraccionarlo en tres aplicaciones al año.

### **ENCALADO :**

*Se recomienda aplicar 200 gramos por hoyo de Cal agrícola Dolomítica un mes antes de la siembra para subir el pH del suelo. se debe mantener la humedad para que reaccione rápido.*

### **Observación:**

*Las recomendaciones están dadas al productor en elementos, deben ser transformados en productos comerciales. Se recomienda pedir asesoramiento técnico al momento de comprar los fertilizantes*

---

### **MÉTODOS UTILIZADOS:**

pH = POTENCIOMETRICO

TEXTURA= BOUYOUCOS

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA = CONDUCTIMETRICO

MATERIA ORGANICA: WALKLEY AND BLACK

FÓSFORO = BRAY

POTASIO = BRAY -1

CALCIO Y MAGNESIO = COMPLEXOMETRICO (ACETATO DE AMONIO)

### **NOTAS EXPLICATIVAS**

F.a = Franco arenoso

M-a = Medianamente Acido

N= Normal.

B = Bajo

A= Alto

MB = Muy Bajo

MA = Muy Alto

M = Medio

bdigital.ula.ve

**Tabla de Interpretación de las Variables Analizadas En el Laboratorio de Suelos Del  
NURR- ULA-TRUJILLO**

<b>Ph 1:2,5 En Agua</b>					
< 4,5		Excesivamente ácidos			
4,5 a 5,2		Fuertemente ácidos			
5,3 a 6,4		Medianamente ácidos			
6,5 a 6,9		Ligeramente ácidos			
7,0		Neutro			
7,1 a 7,5		Ligeramente alcalinos			
7,6 a 8,2		Medianamente alcalinos			
8,3 a 9,0		Fuertemente alcalinos			
> 9,1		Excesivamente alcalinos			
<b>CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (C.E) 1:2,5 En Agua (dS/m)</b>					
0,0 a 0,5		Normal			
0,5 a 0,9		Ligeramente salino			
1,0 a 2,0		Medianamente salino			
> 2,0		Salino			
<b>FÓSFORO (ppm) OLSEN para pH &gt; 5,5</b>					
Textura	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Gruesa	0 a 9	10 a 18	19 a 36	37 a 108	> 108
Media y Fina	0 a 5	6 a 12	13 a 25	25 a 75	> 75
<b>FÓSFORO (ppm) BRAY para pH &lt; de 5,5</b>					
Bajo		Medio		Alto	
0,0 a 15		15 a 30		> 30	
<b>POTASIO (ppm) BRAY I</b>					
Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
0 a 15	15 a 55	55 a 100	100 a 150	> 150	
<b>CALCIO INTERCAMBIABLE (ppm)</b>					
Bajo		Medio		Muy alto	
< 600		600 a 1200		> 1800	
<b>MAGNESIO INTERCAMBIABLE (ppm)</b>					
Bajo		Medio		Muy alto	
< 180		180 – 300		> 360	
<b>NOMENCLATURA DE TEXTURA</b>					
Gruesas			a/ a.F/ F.a		
Medias			F / F.L / F.A.a / F.A / A.a		
Finas			F.A.L / A.L / A / L		



LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS DE SUELOS

**RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELO**

Trujillo, 30/10/12

PRODUCTOR: EDWER SORET

FINCA: LA CHAPALA LOCALIDAD: LOS GUAYABONES

PARROQUIA: ELOY PAREDES MUNICIPIO: OBISPO RAMOS DE L

ESTADO: MERIDA

**OBSERVACIÓN:** LAS MUESTRA 8416, 8417, 8418 NO PRESENTARON ESTRUCTURA (TERRONES) POR LO TANTO NO SE LES REALIZO LA DETERMINACIÓN DE DENSIDAD APARENTE

IDENT. DE LA MUESTRA	8415
PROF. DE LA MUESTRA (cm)	0-20
D.a gr/cm <sup>3</sup>	1.52



**APÉNDICE C.** Datos de campo y cálculo de las pruebas de infiltración

**Prueba de Infiltración 01**

LAMINA INICIAL(cm)	29,2	SUPLEMENTO (cm)	LAMINA INFILTRADA(cm)	
TIEMPO(min)	LECTURA(cm)		PARCIAL	ACUMULADA
1	28		1,2	1,2
2	27,6		0,4	1,6
3	27,2		0,4	2
4	26,9		0,3	2,3
5	26,6		0,3	2,6
6	26,4		0,2	2,8
7	26		0,4	3,2
8	25,7		0,3	3,5
9	25,3		0,4	3,9
10	25		0,3	4,2
12	24,8		0,2	4,4
14	24,6		0,2	4,6
16	24,4		0,2	4,8
18	24,2		0,2	5
20	23,9		0,3	5,3
25	23,4	29	0,5	5,8
30	28,6		0,4	6,2
35	28		0,6	6,8
40	27,5		0,5	7,3
45	26,9		0,6	7,9
60	26,4		0,5	8,4
90	25,8		0,6	9
120	25,1		0,7	9,7
180	24,5		0,6	10,3
240	23,9		0,6	10,9

A	1,5
B	0,397
b	-0,603
a	0,595
$l_{cum}=1,5t^{0,397}$	
$l=0,595t^{-0,603}$	
$l_b$ (mm/min) =	2,01

**APÉNDICE D.** Datos de campo y cálculo de las pruebas de infiltración

**Prueba de infiltración 02**

LAMINA INICIAL(cm)	28,5	SUPLEMENTO (cm)	LAMINA INFILTRADA(cm)	
TIEMPO(min)	LECTURA(cm)		PARCIAL	ACUMULADA
1	27		1,5	1,5
2	26,5		0,5	2
3	26		0,5	2,5
4	25,6		0,4	2,9
5	25,2		0,4	3,3
6	24,9		0,3	3,6
7	24,5		0,4	4
8	24,1		0,4	4,4
9	23,8		0,3	4,7
10	23,3	28,7	0,5	5,2
12	28,4		0,3	5,5
14	28,2		0,2	5,7
16	28		0,2	5,9
18	27,8		0,2	6,1
20	27,6		0,2	6,3
25	27,1		0,5	6,8
30	26,6		0,5	7,3
35	26,3		0,3	7,6
40	25,9		0,4	8
45	25,3		0,6	8,6
60	24,8		0,5	9,1
90	24,2		0,6	9,7
120	23,8		0,4	10,1
180	22,7		1,1	11,2
240	22,1		0,6	11,8

<b>A</b>	<b>1,9</b>
<b>B</b>	<b>0,2152</b>
<b>b</b>	<b>-0,785</b>
<b>a</b>	<b>1,4</b>
<b>lcum=1,9t^0,2154</b>	
<b>l=1,4t^-0,785</b>	
<b>lb (mm/min )=</b>	<b>2,77</b>

## APÉNDICE E. Resultados del análisis de laboratorio de la muestra de agua



### INFORME DE ANALISIS FISICOQUIMICO DE UNA MUESTRA DE AGUA PARA RIEGO

**Responsables: Edwen J Soret Gil**

**Fecha de Muestreo:** Primer Muestreo: 01-10-2012

**Tipo de Muestreo:** Muestras compuestas., recolectadas por el interesado

**Fecha de Entrega:** 28/03/2012

**Lugar de Captación:** Rio Guayabones, Finca La Chapala, Municipio Obispo Ramos De Lora. Edo Merida

#### ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA

Parámetros	Método	I	Unidades	**Valores Deseables
PH	Potenciométrico	6.52	U/pH	7 - 8
Conductividad Eléctrica	Conductimétrico	790	uS/cm	700-2000
Temperatura (°C)	Termométrico	22	°C	-
Dureza Total	Titulación	70	mg/L	150
Calcio Total	Titulación	40	mg/L	200
Magnesio Total	Titulación	9.76	mg/L	70
Sólidos Totales	Evaporación - Secado		mg/L	1500
Bicarbonatos	Titulación	134.2	mg/l	150
Cloruros	Titulación	25.3	mg/L	150
Sulfatos	Colorimétrico	18.3	mg/L	250
Alcalinidad Total	Titulación	150	mg/L	150
Nitrógeno Total	Kjeldahl	1.24	mg/L	10
Fósforo Total	Colorimétrico	0.43	mg/L	1

**CONCLUSIONES:** Estas aguas del rio Guayabones, según los valores obtenidos en el análisis fisicoquímico, realizado, presentan un buen balance entre los iones caracterizados. Presentan una alta conductividad, moderado pH, y valores importantes de nitrógeno y potasio, que son importantes y recomendadas para aguas destinadas para riego. Por supuesto que deben utilizarse complementos de fertilizantes, con contenidos de nitrógeno y fósforo, en los suelos a ser regados, para la total efectividad en los cultivos.



Lic Héctor Caraballo M

APÉNDICE F. Especificaciones técnicas de la bomba del sistema de riego y su curva característica



**BOMBAS CENTRÍFUGAS DE VOLUTA**  
**SERIE: CENTER LINE BRIDADA**

**ELEMENTOS ESTÁNDAR**

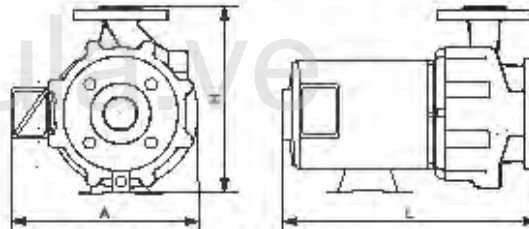
**CARCARA:**  
Fundición gris  
**IMPULSOR:**  
Fundición gris  
**SOPORTE:**  
Fundición gris  
**SELLO:**  
Mecánico, carbón/cerámica lubricado por el mismo líquido.  
**BUJE DEL EJE:**  
Acero inoxidable AISI 316  
**MOTOR:**  
Eléctrico monofásico 220 V ó trifásico 220 - 440 V de eje escalonado tipo JM especialmente para servicio de bomba, 60Hz, 3600 RPM.



**ELEMENTOS OPCIONALES:**  
Bridas de succión y descarga

**APLICACIONES**  
Bombeo de agua de condensado para torres de enfriamiento y calderas, sistemas hidroneumáticos, todo tipo de instalación industrial.

**NOTA:** En caso de requerir elementos en otros materiales comuníquese con el fabricante.



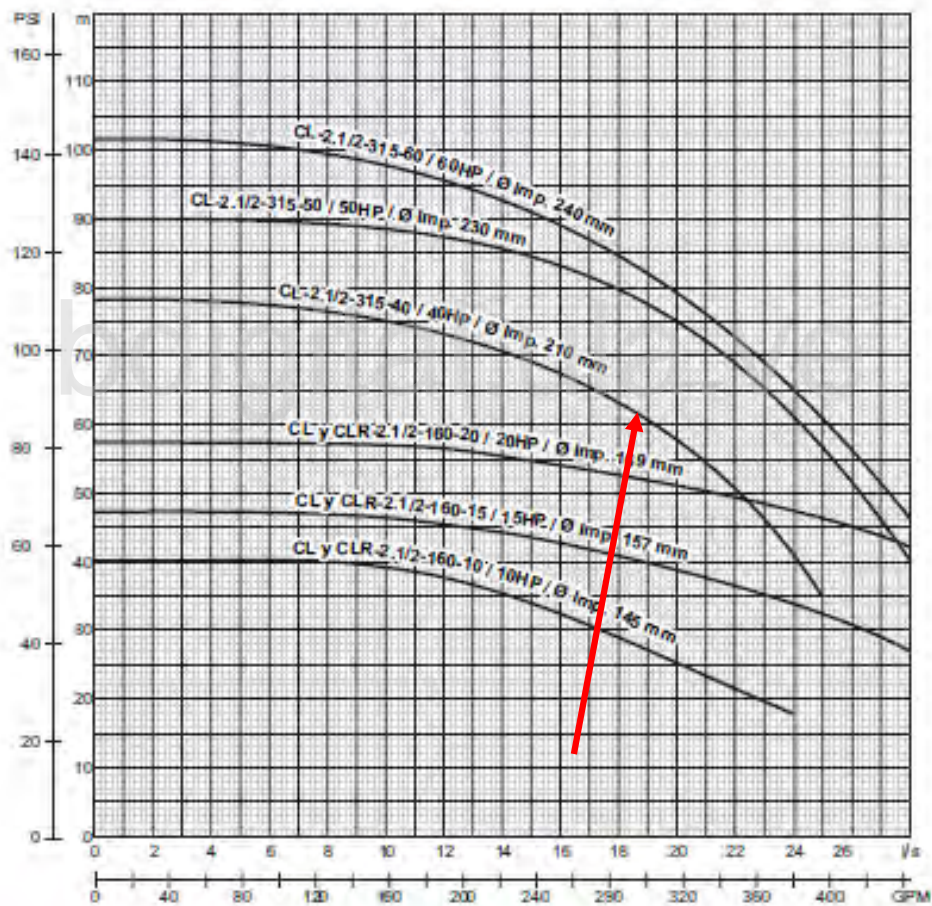
**TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

MODELO	HP	Ø SUCCIÓN	Ø DESCARGA	Ø ALOJ. EJE (mm)	PESO kg.	DIMENSIONES (mm)			MODELO	HP	Ø SUCCIÓN	Ø DESCARGA	Ø ALOJ. EJE (mm)	PESO kg.	DIMENSIONES (mm)		
						L	A	H							L	A	H
CL-1.54-100-3	3	2"	1.54"	4	28	488	220	220	CL-1.52-200-20	20	2.54"	1.54"	4	168	747	280	280
CL-1.54-100-5	5	2"	1.54"	4	32	528	220	270	CL-1.52-200-25	25	2.54"	1.54"	4.5	188	876	280	423
CLHB-1.54-100-8	8	2"	1.54"	4	32	568	220	270	CL-1.52-200-30	30	2.54"	1.54"	4.5	170	781	280	484
CL-1.54-100-7.5	7.5	2"	1.54"	4	32	528	270	272	CL-1.52-200-40	40	2.54"	1.54"	4.5	170	781	280	423
CL-1.54-100-7.5	7.5	2"	1.54"	4.5	34	528	220	270	CL-1.54-100-7.5	7.5	2.54"	2"	4.5	30	394	290	282
CLHB-1.54-200-7.5	7.5	2"	1.54"	4	34	528	220	270	CL-2-100-15	15	2.54"	2"	4.5	200	288	280	212
CL-1.54-200-10	10	2"	1.54"	4	34.25	590	277	212	CL-2-200-15	15	2.54"	2"	4	30	340	280	280
CL-1.54-200-15	15	2"	1.54"	4	100.50	600	277	210	CL-2-200-20	20	2.54"	2"	4	30	340	280	280
CL-1.54-200-20	20	2"	1.54"	4.5	100	600	280	280	CL-2.52-100-10	10	2"	1.52"	4	30	340	280	282
CL-1.54-200-25	25	2"	1.54"	4.5	100	628	280	420	CL-2.52-100-15	15	2"	1.52"	4	30	340	280	280
CL-1.54-200-30	30	2"	1.54"	4.5	100	628	280	420	CL-2.52-100-20	20	2"	1.52"	4	100	728	280	280
CL-1.54-100-8	8	2.54"	1.52"	4.5	30	528	220	212	CL-2.52-200-20	20	2"	1.52"	7	220	280	270	410
CL-1.52-100-10	10	2.54"	1.52"	4.5	34	590	280	205	CL-2.52-200-30	30	2"	1.52"	7	270	280	270	480
CL-1.52-200-10	10	2.54"	1.52"	4	30	528	220	282	CL-2.52-200-40	40	2"	1.52"	7	270	280	270	480
CL-1.52-200-15	15	2.54"	1.52"	4	30.50	720	280	280									



**BOMBAS CENTRÍFUGAS DE VOLUTA  
SERIE CL (Bridada) y CLR (Roscada) 2.1/2**

**CURVAS CARACTERÍSTICAS**



# AZUD<sup>NEW</sup> spiral clean

El filtro semiautomático de malla AZUD SPIRAL CLEAN está basado en su bajo mantenimiento y su óptima seguridad en la filtración, junto a su gran superficie filtrante.

Su ergonómico diseño permite limpiar fácil y rápidamente, sin necesidad de desmontarlo o parar la instalación.



## VENTAJAS

- ✓ Máxima superficie de filtrado.
- ✓ Limpieza 100% efectiva y fácil. La malla se limpia con un solo giro de la manivela.



- ✓ El filtro se limpia sin necesidad de desmontarlo.
- ✓ Funcionamiento ininterrumpido. No es necesario detener el aporte de agua.
- ✓ Bajo mantenimiento. Sin herramientas.
- ✓ Modularidad, versatilidad, compatibilidad. El sistema permite un gran número de posibilidades con el mínimo número de componentes.
- ✓ Fabricado en plástico técnico.
- ✓ Ahorro de agua y energía.
- ✓ Garantía de calidad AZUD.

## TECNOLOGÍA

El filtro AZUD SPIRAL CLEAN cuenta con un elemento de malla de gran superficie y una configuración especial para atraer las partículas acumuladas durante el proceso de filtración.

El movimiento rotatorio y lineal de la manivela permite a la malla, con un desplazamiento en espiral, alcanzar el 100% de la malla, liberando las partículas y expulsándolas por el drenaje con un mínimo consumo de agua.



# AZUD spiral clean

AZUD SPIRAL CLEAN 1.30 metros	Caudal máxima	Superficie (litros)
20	30 m³/h 132 gpm	800 cm² 128 sq ft
25	35 m³/h 152 gpm	1.100 cm² 164 sq ft
30	40 m³/h 172 gpm	1.400 cm² 204 sq ft
35	45 m³/h 192 gpm	1.700 cm² 244 sq ft

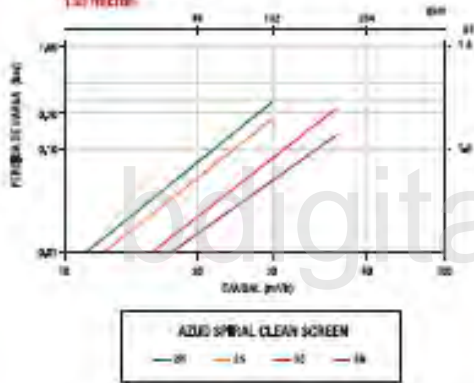
Presión máxima de trabajo 10 bar (150 psi).  
 Material disponible en: **Acero inoxidable** y **Acero pintado**.  
 Disponibles otros grados de filtrado. Consulta en [www.azud.com](http://www.azud.com)

## MATERIALES FILTRO AZUD SPIRAL CLEAN

Carcasa Filtro	Acero inoxidable con Filtro de Azud
Elemento Filtro	Media espiral inoxidable 100 y 15
Sistema de cierre	Acero inoxidable
Elementos de montaje	BRP

100 y 15: Presión máxima (10 bar) + 15 psi = Temperatura máxima 150 °C (302 °F)

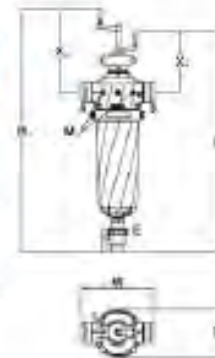
## PÉRDIDA DE CARGA FILTRO AZUD SPIRAL CLEAN 1.30 metros



©ITEM AZUD. S.A. - Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra.

CONFIGURACIÓN FILTRO	Conexión	Modelo	Conexión		Dimensiones					
			1"	1 1/2"	H	W	S1	S2	S3	S4
	1"	20R	RSP	RSP	875	348	168	270	148	212
		25R	RAW/RADA	RAW/RADA	905	372	172	270	152	212
2 1/2" Super	2"	25R	RSP	RSP	1000	360	168	270	150	212
		25R	RAW/RADA	RAW/RADA	1040	420	172	270	152	212
2"	2"	25R	RSP	RSP	830	360	172	270	150	212
		25R	RAW/RADA	RAW/RADA	870	384	172	270	152	212
1 1/2"	1 1/2"	35R	RSP	RSP	1015	420	172	270	152	212
		35R	RAW/RADA	RAW/RADA	1055	444	172	270	152	212

Conexión E: 1 1/2" 30P = Conexión M 1/2" BRP  
 Caudal disponible en 1000 MPT.  
 Material: NT 316. Disponible para refinar el elemento de presión. Consulta en [www.azud.com](http://www.azud.com)



# irritec<sup>®</sup>

## INIETTORI VENTURI INJECTORS



I nuovi iniettori venturi con il rinnovato design tecnico ampliano la gamma proposta da Irritec<sup>®</sup> per l'iniezione dei fertilizzanti in linea. Disponibili nelle misure ¾" - 1" - 1½" - 2", costruiti con materiali ad altissima resistenza meccanica e chimica, assicurano la regolare distribuzione dei fertilizzanti liquidi nel sistema irriguo. Precisi ed efficienti, necessitano di una piccola differenza di pressione per assicurare alte prestazioni in aspirazione. Nella semplicità del principio fisico la Irritec<sup>®</sup> trova il giusto equilibrio tra tecnica e praticità, progettando un iniettore sicuro ed efficace.

*The new venturi injectors, with the renewed technical design, widen Irritec<sup>®</sup> range for the in line injection of fertilizers. Available in the sizes ¾" - 1" - 1½" - 2", built with materials of high mechanical and chemical resistance, they assure the regular distribution of fertilizers in the irrigation system. Precise and efficient, they need a small pressure difference to assure a high aspiration performance. Irritec<sup>®</sup> finds the correct equilibrium between technique and practicality in the simplicity of the physical principle, designing a secure and efficient injector.*

### INSTALLAZIONE / INSTALLATION



**INIETTORE 3/4"**  
*Injector 3/4"*



**INIETTORE 1"**  
*Injector 1"*



**INIETTORE 1 1/2"**  
*Injector 1 1/2"*



**INIETTORE 2"**  
*Injector 2"*



PRESSIONE INLET (bar)	INIETTORE 3/4"			INIETTORE 1"			INIETTORE 1 1/2"			INIETTORE 2"		
	INLET PRESSURE (bar)	INLET FLOW RATE (l/min)	ASPIRATION FLOW RATE (l/min)	INLET PRESSURE (bar)	INLET FLOW RATE (l/min)	ASPIRATION FLOW RATE (l/min)	INLET PRESSURE (bar)	INLET FLOW RATE (l/min)	ASPIRATION FLOW RATE (l/min)	INLET PRESSURE (bar)	INLET FLOW RATE (l/min)	ASPIRATION FLOW RATE (l/min)
0,35	0	13	90	0,00	28	360	0,00	54	590	0,00	180	2130
	0,1	11	65	0,10	23	198	0,10	45	294	0,10	140	1570
	0,2	10	27	0,20	21	84	0,20	43	200	0,20	122	505
	0,25	-	na	0,25	-	na	0,25	-	na	0,25	113	175
	0,3	-	na	0,30	-	na	0,30	-	na	0,30	-	na
0,70	0	17	95	0,00	35	372	0,00	74	720	0,00	205	2220
	0,4	14	54	0,40	31	144	0,40	64	450	0,40	195	2200
	0,5	14	21	0,50	31	90	0,50	58	108	0,50	182	522
	0,6	-	na	0,60	-	na	0,60	-	na	0,60	180	50
	0,7	-	na	0,70	-	na	0,70	-	na	0,70	-	na
1,00	0	19	90	0,00	40	354	0,00	83	720	0,00	230	2040
	0,4	19	90	0,40	39	270	0,40	74	463	0,40	225	2040
	0,7	18	30	0,70	37	108	0,70	70	180	0,70	195	600
	0,84	-	na	0,84	-	na	0,84	-	na	0,84	-	na
	1,0	-	na	1,00	-	na	1,00	-	na	1,00	-	na
1,40	0	22	90	0,00	47	336	0,00	93	720	0,00	256	1950
	0,35	22	90	0,35	47	336	0,35	90	642	0,35	256	1950
	0,7	22	90	0,70	48	264	0,70	88	440	0,70	238	1388
	1	19	40	1,00	45	128	1,00	83	204	1,00	226	642
	1,4	-	na	1,40	-	na	1,40	-	na	1,40	-	na
2,10	0	28	90	0,00	55	312	0,00	110	700	0,00	330	1980
	0,35	28	90	0,35	55	312	0,35	110	700	0,35	310	1980
	0,7	28	90	0,70	55	312	0,70	110	678	0,70	314	1980
	1	28	90	1,00	55	312	1,00	108	600	1,00	307	1740
	1,4	25	63	1,40	54	204	1,40	104	390	1,40	305	1080
	1,7	23	15	1,70	53	36	1,70	99	70	1,70	290	270
3,10	0	32	90	0,00	65	300	0,00	131	700	0,00	358	1950
	1,35	32	90	1,35	65	300	1,35	131	700	1,35	358	1950
	1,7	32	90	1,70	65	300	1,70	131	700	1,70	357	1950
	1	32	90	1,00	65	300	1,00	131	700	1,00	357	1950
	1,7	32	90	1,70	65	300	1,70	130	630	1,70	353	1650
	2	31	83	2,00	65	282	2,00	127	504	2,00	344	1314
4,10	2,4	29	39	2,40	65	123	2,40	124	213	2,40	337	534
	0	37	90	0,00	77	300	0,00	134	700	0,00	450	1950
	2	37	90	2,00	77	300	2,00	134	700	2,00	440	1950
	2,4	37	90	2,40	77	300	2,40	134	612	2,40	394	1740
	3	35	65	3,00	75	230	3,00	132	324	3,00	385	1050
5,5	3,24	35	35	3,24	-	na	3,24	132	188	3,24	380	500
	0	42	90	0,00	90	300	0,00	159	720	0,00	480	1950
	2,08	42	90	2,08	90	300	2,08	159	720	2,08	480	1950
	3,1	42	90	3,10	90	300	3,10	158	708	3,10	480	1854
	4,1	41	70	4,10	90	255	4,10	156	378	4,10	445	1104
8,8	4,48	40	32	4,48	89	84	4,48	154	132	4,48	440	276
	0	47	90	0,00	95	300	0,00	175	720	0,00	530	1950
	2,75	47	90	2,75	95	300	2,75	175	720	2,75	530	1950
	4,5	47	90	4,50	95	300	4,50	177	680	4,50	530	1950
	5,2	45	81	5,20	94	234	5,20	175	354	5,20	510	1308
5,44	45	57	5,44	94	147	5,44	174	240	5,44	510	860	



*don't wait for rain™*

Irritec S.p.A.  
Via Gambetta Conforto, C.da S. Lucia SNC  
98071 Capo d'Orlando (ME) - Italy  
[www.irritec.com](http://www.irritec.com)



## Válvulas ventosas cinéticas y automáticas



- Aportan la necesaria protección a las redes presurizadas contra acumulaciones de aire, golpes de ariete y aplastamiento de las tuberías.
- Modelos disponibles para: la rápida evacuación de grandes volúmenes de aire durante el llenado de las conducciones; el purgado continuo de bolsas de aire que pudieran acumularse una vez las conducciones se hallan sometidas a presión; la rápida entrada de un caudal suficiente de aire a la conducción para evitar su aplastamiento.
- Fabricadas enteramente de materiales plásticos anticorrosivos, duraderos y resistentes a agentes atmosféricos.
- Amplia gama de modelos con roscas normalizadas de  $3/4"$ ,  $1"$  y  $2"$  BSP.
- Modelos disponibles para presiones de hasta  $15 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Sus colores llamativos permiten su fácil localización visual.
- Fáciles y rápidas de instalar.
- Rendimientos probados y contrastados en centros oficiales.
- Api: la solución práctica, eficaz y económica.

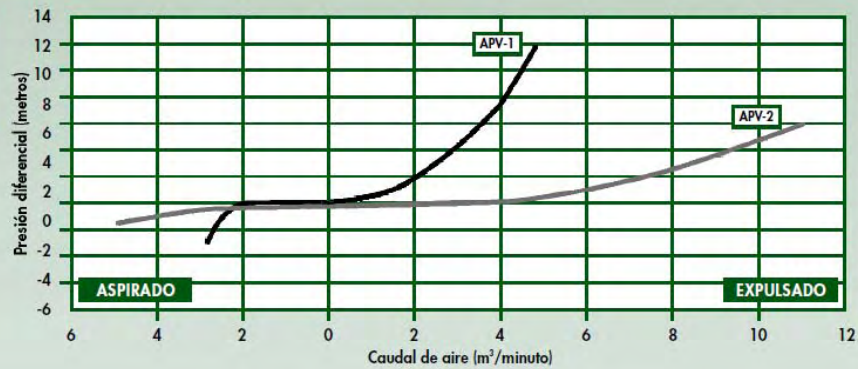


# Características

Solicite  
su copia de  
la guía de elección  
e instrucciones de  
las ventosas  
API

## Cuadro de rendimientos

Ventosas modelo APV  
bifuncional  
Presión máxima  
de trabajo: 10 Kg/cm<sup>2</sup>



Con la garantía y seriedad de:



e-mail: comercial@copersa.com  
Tel: 937 59 25 00 Fax: 937 59 50 08  
Vilassar de Dalt (Barcelona)

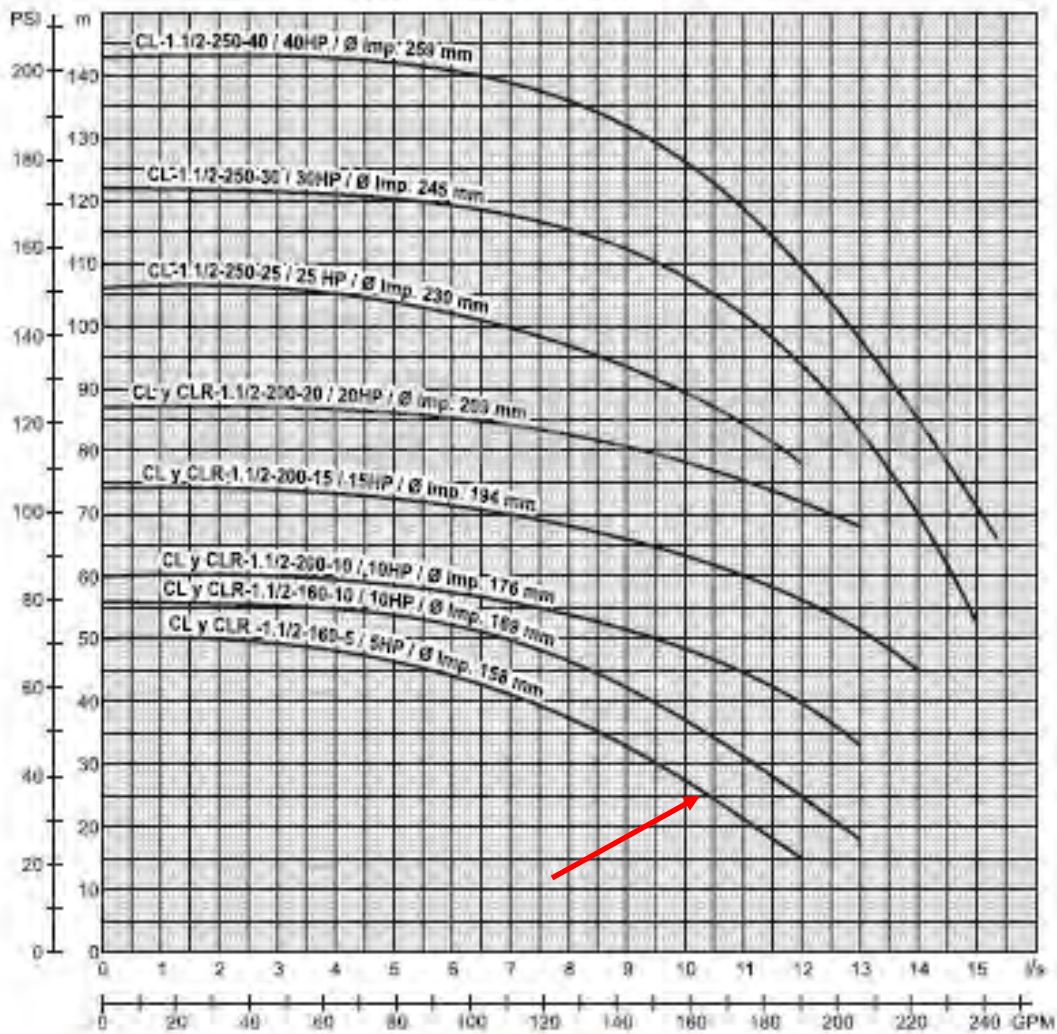
APVENTOSAS1001

APÉNDICE J. Curva característica de la bomba que alimenta la línea de aducción



**BOMBAS CENTRÍFUGAS DE VOLUTA**  
**SERIE CL (Bridada) y CLR (Roscada) 1.1/2**

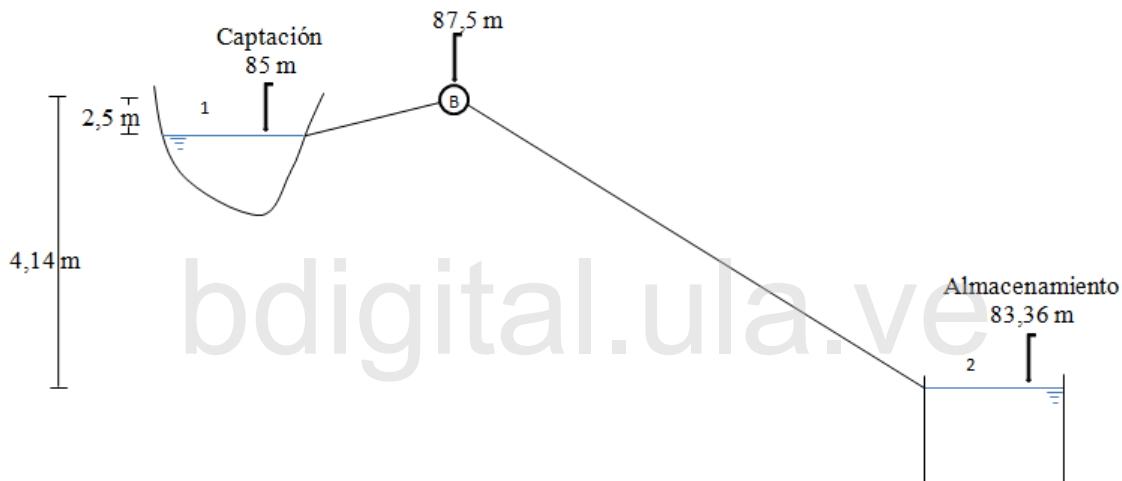
CURVAS CARACTERÍSTICAS





## APÉNDICE K. Diseño de la línea de aducción

El sistema de riego será abastecido por un tanque australiano el cuál será alimentado por una línea de aducción. (Ver Figura 1). Se realizó el diseño de la línea de aducción para un caudal de 12 l/s. Se trabajó con una bomba de 5 HP con la finalidad de llevar el agua hacia la cota 87,5 m, la cual tiene una carga de 15 m. Para el cálculo se utilizaron las ecuaciones de tuberías, las cuales se muestran a continuación:



$$L = 229 + 9 = 238 \text{ m}$$

$$Z_1 - Z_2 + HB = hf_{1-2}$$

$$1,64 + 15 = hf_{1-2}$$

$$hf_{1-2} = 16,64 \text{ m}$$

### **Caso III**

Se asumió un valor del coeficiente de fricción.  $f_{\text{asumido}} = 0,016$

Luego con este valor se obtuvo el diámetro por medio de la siguiente Ecuación 1:

$$D = \sqrt[5]{\frac{8 \times L \times Q^2 \times f}{hf \times \pi^2 \times g}} \quad (1)$$

donde:

$D$  = diámetro en m

$f$  = coeficiente de fricción

$L$  = longitud en m

$Q$  = caudal en m<sup>3</sup>/s

$hf$  = pérdidas en fricción en m

$\pi$  = 3,1415927

$g$  = gravedad en m/s<sup>2</sup>

El valor del diámetro es igual a 0,077 m = 77 mm

### Rugosidad relativa ( $Rr$ )

Se determina a través de la Ecuación 2

$$Rr = \frac{\varepsilon}{D} \quad (2)$$

donde:

$Rr$ : Rugosidad relativa

$\varepsilon$ : Rugosidad absoluta para PE y PVC igual a (0,0000015m)

$D$ : Diámetro de la tubería (m)

La rugosidad relativa ( $Rr$ ) da como resultado 0,00002

### Número de Reynolds ( $Re$ )

e determina a través de la Ecuación 3

$$Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times v \times D} \quad (3)$$

donde:

Re: Número de Reynolds

V: Velocidad del fluido (2,19 m/s)

D: Diámetro de la tubería (m)

$\nu$ : Viscosidad cinemática del agua ( $1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$ )

El Número de Reynolds (Re) da como resultado  $2,0 \times 10^5$

Luego; con estos valores se entra a la diagrama de Moody (ver al final) y se obtiene el coeficiente de fricción.

$f = 0,016 = f_{\text{asumido}}$  "OK"

Se verifica por la Ecuación 4:

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log \left( \frac{\epsilon}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (4)$$

$f = 0,016$

El diámetro de la tubería a utilizar es de 0,077 m

Se seleccionó un diámetro comercial de 90/84,4 mm de PEAD que soporta 60 PSI (NORMA CONVENIN 3833 SDR 33)

Las nuevas pérdidas serán de:

**Caso 1:**

$$hf = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (5)$$

donde:

hf = pérdidas en fricción en m

f = fricción de Fanning

L = longitud en m

D = diámetro en m

$V$  = velocidad en m/s

$g$  = gravedad en  $m/s^2$

$$Rr = \frac{\varepsilon}{D} = 0,00002 \text{ y } Re = \frac{4 \times Q}{\pi \times V \times D} = 1,8 \times 10^5,$$

Esto implica que  $f = 0,016$ ;

$$\text{La velocidad ser\'a de: } V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = 2,14 \text{ m/s}$$

Por tanto las p\'erdidas definitivas son de:  $h_f = 10,53 \text{ m}$

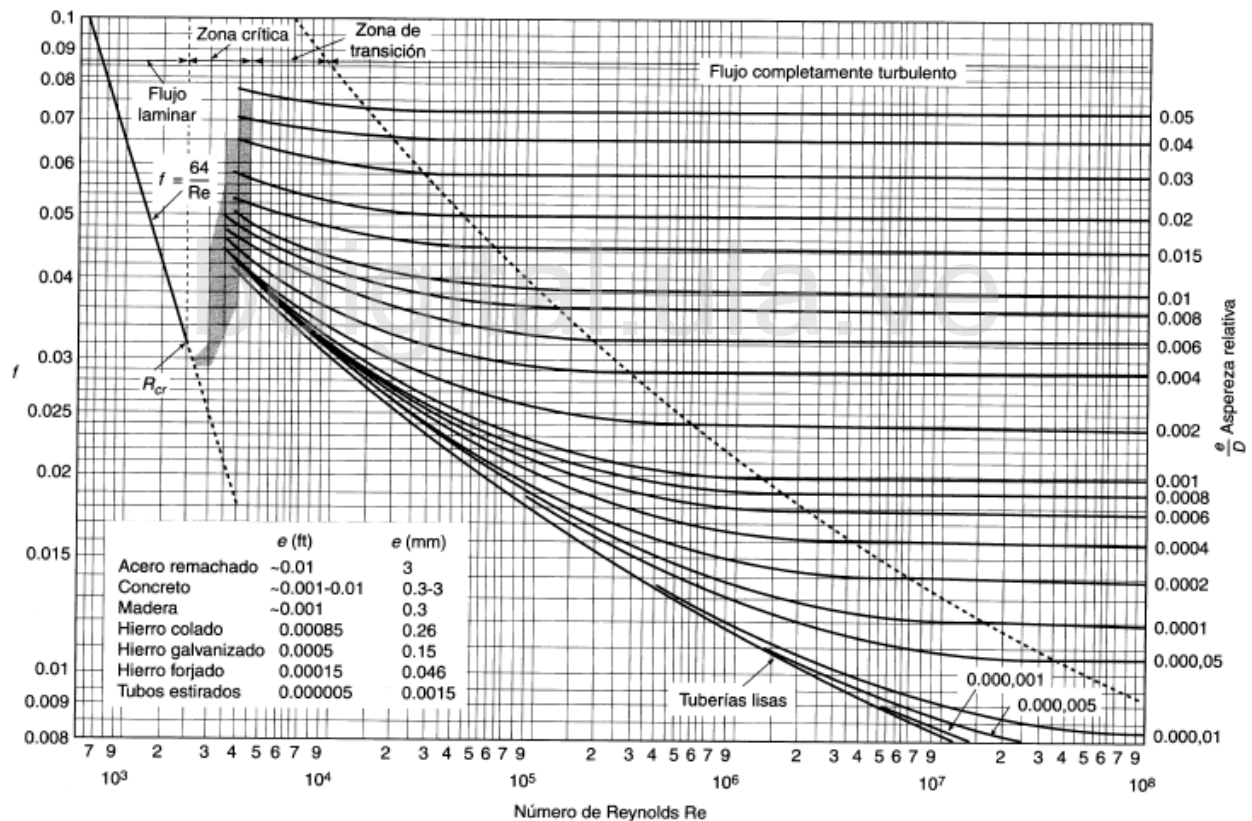


Diagrama de Moody. (De L.F. Moody, *Trans. ASME*, vol. 66, 1944.)

# APÉNDICE L. Cotizaciones en el mercado de los componentes del sistema de riego

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

Obras: CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CAPTACION DE AGUA CON CONCRETO ARMADO DE RCC 225 kg/cm<sup>2</sup>.

Contratante:

Part. No: 113 Fecha: 30/11/2023

Descripción: CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CAPTACION DE AGUA CON CONCRETO ARMADO DE RCC 225 kg/cm<sup>2</sup> MÓDULO 0.11 BARRERAS METÁLICO.

Recibimiento: 35,000,000

Unidad: COP/US\$

Unidad: M<sup>2</sup>

Cantidad: 0,00

### MATERIALES

No.	Descripción	Unid.	Cant.	Unid.	Precio	Total
1	CONCRETO FREMEDILADO FC 220 kg/cm <sup>2</sup> 40x40x20 CM	m <sup>3</sup>	8,200,000	2,00	1,450,00	11,890,00
2	TRANSPORTE DE CONCRETO HASTA YOBM	m <sup>3</sup>	1,900,000	0,00	100,00	190,00
3	ACABADO DE CONCRETO FREMEDILADO 1/8" BOMBA PLUNY	m <sup>2</sup>	2,000,000	0,00	30,00	60,00
4	ENCORRADO DE BARRAS EN MUROS	m <sup>2</sup>	4,800,000	0,00	65,00	312,00
5	CABLEA 3/16" F <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> 0,25x1,5x1,5 M	kg	15,000,000	10,00	1,74	26,10
<b>Total Materiales:</b>						<b>12,478,10</b>

### EQUIPOS

No.	Descripción	Cant.	Unid.	Precio	Total
1	GENERADOR DIESEL 10 KW/230V, 7 M CABZ 38 M	2,000,000	0,014330	11,451,00	22,902,00
2	EQUIPO LAVADO DE AGUJEROS	1,000,000	1,000,000	15,00	15,00
3	EQUIPO BOMBEO Y VACIADO CONCRETO CON BOMBA	3,000,000	1,000,000	180,00	540,00
4	CONCRETORA TOTO P-100	3,000,000	0,000471	145,300,00	435,90
5	EQUIPO PARA EMPAQUEN	3,000,000	1,000,000	45,00	135,00
<b>Total Equipos:</b>					<b>2,126,90</b>
<b>Costo Unitarios Equipos:</b>					<b>113,20</b>

### MANO DE OBRA

No.	Descripción	Cant.	Unid.	Unid.	Total Unid.	Total Base
1	MANO DE OBRA DE OBR	2,00	168,30	40,00	168,30	40,30
2	MANO DE OBR	2,00	138,30	40,00	138,30	31,00
3	ALICATADO	3,00	109,80	40,00	109,80	26,30
4	MANO DE OBR	11,00	96,30	40,00	1,060,40	255,30
5	CHOFER DE OBR (MANO DE OBR)	3,00	109,80	40,00	109,80	26,30
6	CARRISTERO DE OBR	3,00	116,34	40,00	116,34	27,90

Sub-Total Mano de Obra: 2,029,04

252,00 Prestaciones Sociales: 5,072,60

Total General Mano de Obra: 7,371,14

Costo Unitario de Mano de Obra: 524,74

COSTO DIRECTO SUBTOTAL A: 4.131,45

15,00 Administración y Gastos Generales: 619,72

SUBTOTAL B: 4.751,17

10,00 Imprevisto Utilidad: 475,12

SUBTOTAL C: 5.226,29

0,00 Financiamiento: 0,00

PRECIO UNITARIO SIN IMPUESTO: 5.226,29

0,00 Impuesto (I.V.A.): 0,00

0,00 Otros Impuestos: 0,00

PRECIO UNITARIO [B+I]: 5.226,29

Asociación Cooperativa  
Telecomunicaciones R.S.  
RUT: J-29457978-8

SON: CINCO MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS Bs. con 29/100 ctros)

BARQUISIMETO 30-10-13

Página 01

Señor(es)  
 SORET GIL RIF V-15217426-4  
 Departamento de COMPRAS  
 BARQUISIMETO

**C o t i z a c i o n Nro. 033584**  
 Elaborada : V01- Vendedor : V01-

Ren	Cantidad	Descripción	Precio Unit.	Total
B01199	1	BOMBA CENTRIF 1HP 110V-CHIMBE CPM150	UNIDAD 5,500.00	5,500.00
V00270	6	VALV BRIN BOLA CROMADA 2.1/2"	UNIDAD 2,985.00	17,910.00
M03424	2	MANOMETRO AIRE INFERIOR 0-100 1.5"	UNIDAD 141.00	282.00

bdigital.ula.ve

Cotizacion valida por 3 dias.  
 TIEMPO DE ENTREGA INMEDIATA  
 CONDICIONES DE PAGO: DE CONTADO  
 PRECIOS INCLUYEN EL I.V.A.

Total Bs. 23,692.00

Atentamente

**Ferrebombas Lara, C.A.**  
 Depto. de Ventas  
 RIF: J-30784095-1  
**Alexis Idrogo**  
 0251-4464652

BARQUISIMETO 30-10-13

Página 01

Señor(es)  
SORET GIL RIF 19217426-0  
Departamento de COMPRAS  
BARQUISIMETO

**C o t a z a c i o n Nro. 033583**  
Elaborado : V01- Vendedor : V01-

Ron	Cantidad	Descripción	Precio Unit.	Total
SC0000	1	BOMBA CENTRIFUGA MARCA BOMBAGUA MODELO CL 2-1/2-315 40 HP SX2-1/2"	122,300.00	122,300.00
SC0001	1	TENSION 220/440 VOLTIOS 3 FASES ROTOR 3500 RPM TIPO JM CENTER LIN	0.00	0.00

bdigital.ula.ve

Cotización válida por 3 días.  
TIEMPO DE ENTREGA: 1 SEMANA  
CONDICIONES DE PAGO: DE CONTADO  
PRECIOS CON I.V.A.

Total Bs. 122,300.00

Atentamente

**Ferrebombas Lara, C.A.**  
RIF: J-30784095-1  
**Alexis Idrogo**  
0251-4464652



057.3 30385045-6

**HIDRASERCA, C. A.**  
 Sistemas de Riego  
 Av. Las Industrias local galpon 5-165 zona Industrial II  
 Barquisimeto, Edo. Lara  
 R.I.F. J-30385045-6  
 Telef.: 0058 251 269.26.60 269.19.60 Fax: 269.24.47  
 Correo: informacion@hidraserca.com www.hidraserca.com

**PRESUPUESTO**  
**N° 021947**

Nombre y Apellido  
 o Razon Social : **PRESUPUESTO**  
 C.I. / R.I.F. : **0**  
 Domicilio Fiscal :

Emision : **30 / 10 / 2013**  
 Vencimiento : **30 / 10 / 2013**  
 Vendedor : **01**  
 Cond. de pago : **CONTADO**  
 Dias de validez : **-1**

Telefonos :

Codigo	Descripción	Cantidad	Precio Unt.	
V11270045	VALVULA PLAST 2½"	6	489,00	2.934,00
C20470023	TEE RIEGO 160MM HIDRA	1	2.186,00	2.186,00
C20480012	REDUCCION RIEGO 160 X 4" HIDRA	2	450,00	900,00
C30650064	ABRAZADERA 90 X 2" ITALIA PA	2	138,00	276,00
C30640063	ADAPT RAP MACHO 63 X 2" ITALIA PA	6	156,00	936,00
C30640044	ADAPT RAP HEMBRA 90 X 3" ITALIA PA	2	500,00	1.000,00
C20530018	BUSHING RP 3" X 2" ITALIA PA	3	175,00	525,00
C10420009	TEE HG 3"	2	383,00	766,00
C30640047	ADAPT RAP MACHO 110 X 3" ITALIA PA	2	626,00	1.252,00
C30640002	ADAPT RAP MACHO 90 X 3" ITALIA PA	2	428,00	856,00
C30710006	TAPON RAP 63MM ITALIA PA	6	170,00	1.020,00
C30670019	CORD RAP 63MM ITALIA PA	1	246,00	246,00
C30670021	CORD RAP 110MM ITALIA PA	5	1.162,00	5.810,00
C20520013	BRIDA RIEGO 160MM HIDRA	2	2.088,00	4.176,00
V11270070	VALVULA MARIPOSA 6" PLAST ENGRANAJE	1	7.752,00	7.752,00
S11170002	HIDROCICLON 6"	1	24.600,00	24.600,00
C20620006	BRIDA RIEGO 4" CHD	1	493,00	493,00
S11230001	VENTURY 1½"	1	4.577,00	4.577,00
S11140001	UNIDAD DE FILTRACION 45" X 4" X 1F Incluye: Filtro de Grava 45", Ventury	1	43.120,00	43.120,00
V11270081	VALVULA VENTOSA 1" DOBLE EFECTO CHD	1	393,00	393,00
M11250022	CONDUCCION DE AGUA 16MM BAJA DENS N20	8600	3,00	25.800,00
M11250012	CONDUCCION DE AGUA 83MM PN6	1100	24,70	27.170,00
M11250005	CONDUCCION DE AGUA 110MM PN6	200	84,50	16.900,00
M11250006	CONDUCCION DE AGUA 90MM PN6	200	50,90	10.160,00
M11250051	CONDUCCION DE AGUA 160MM 4BAR JA	18	674,00	12.132,00



Nota:	Sub-total	<b>240.780,00</b>
CUANDO SU COMPRA SEA CANCELADA MEDIANTE CHEQUE, EL DESPACHO DE SU MERCANCIA SERA EFECTUADO UNA VEZ SEA VERIFICADO Y DISPONIBLE EN NUESTRA CUENTA BANCARIA.	Descuentos, Bonificaciones, Ajustes, Amulaciones	0,00
	Monto neto	<b>240.780,00</b>
VALIDEZ DE LA OFERTA CINCO (5) DIAS	Monto total exento y/o exonerado	<b>240.780,00</b>
EL DESPACHO SERA REALIZADO EN LOS SIGUIENTES 16 DIAS DESPUES DE HACERSE EFECTIVO EL CHEQUE	Base neta Imponible	0,00
	IVA 12 % Sobre BsF.	0,00
	Total a Pagar Bs.	<b>240.780,00</b>





05-1-30385045-6

**HIDRASERCA, C. A.**  
 Sistemas de Riego  
 Av. Las Industrias local galpon 5-165 zona industrial II  
 Barquisimeto, Edo. Lara  
 R.I.F. J-30385045-6  
 Telef.: 0058 251 269.26.60 269.19.00 Fax: 269.24.47  
 Correo: informacion@hidraserca.com www.hidraserca.com

**PRESUPUESTO**  
**N° 021947**

Nombre y Apellido  
 o Razon Social : **PRESUPUESTO**  
 C.I. / R.I.F. : **0**  
 Domicilio Fiscal :

Telefonos :

Emisión : 30 / 10 / 2013  
 Vencimiento : 30 / 10 / 2013  
 Vendedor : 01  
 Cond. de pago : **CONTADO**  
 Dias de validez : -1

Código	Descripción	Cantidad	Precio Unt.	
E10780019	MICROASP 70LPH PANDA ANTIINSECTO COMP	1400	32,00	44.800,00

bdigital.ula.ve



**Nota:**  
 CUANDO SU COMPRA SEA CANCELADA MEDIANTE CHEQUE, EL DESPACHO DE SU MERCANCIA SERA EFECTUADO UNA VEZ SEA VERIFICADO Y DISPONIBLE EN NUESTRA CUENTA BANCARIA.

VALIDEZ DE LA OFERTA CINCO (5) DIAS  
 EL DESPACHO SERA REALIZADO EN LOS SIGUIENTES 15 DIAS DESPUES DE HACERSE EFECTIVO EL CHEQUE

Sub-total	240.780,00
Descuentos, Bonificaciones, Ajustes, Anulaciones	0,00
<b>Monto neto</b>	<b>240.780,00</b>
Monto total exento y/o exonerado	240.780,00
Base neta Imponible	0,00
IVA 12 % Sobre BsF	0,00
<b>Total a Pagar Bs.</b>	<b>240.780,00</b>

**ferrebombas Lara, c.a.**

E-mail: ferrebombas@cantv.net / ferrebombas@gmail.com  
RIF: J-30784095-1

**ferrebombas lara, c.a.**  
R.I.F: J-30784095-1

BARQUISIMETO 05-11-13

Página 01

Señor(es)  
CORPORACION VENEZOLANA DE ALIMENTOS  
Departamento de COMPRAS  
BARQUISIMETO

C o r t e s i a c o m e r c i a l N o . 033507  
Elaborado : V14- Vendedor : V14-

Ren	Cantidad	Descripción	Precio Unit.	Total
B01308	1	BOMBA BOMBEO CENT CLR.1-1/2-160T - SHP 2-1/2X1-1/2"	UNIDAD 25,500.00	25,500.00

bdigital.ula.ve

Cotización válida por 3 días. Total Bs. 25,500.00  
NOTA: PRECIO INCLUYE I.V.A. CONDICION DE PAGO\*CONTADO\*  
NOTA: PRECIO SUJETO A CAMBIO SIN PREVIO AVISO  
TIEMPO DE ENTREGA: 2 SEMANAS PREVIA ORDEN DE COMPRA

**ferrebombas lara, c.a.**  
R.I.F: J-30784095-1

Atentamente  
*Osca A.*  
Dpto. de Ventas.

Av. Libertador, C.C. El Recreo, Locales 6 y 7, Zona Industrial I, Telfs.: (0251) 446.46.52 - 447.06.52 - 447.15.71, Fax: (0251) 447.00.85 Barquisimeto - Estado Lar



RIF: J-30385045-6

**HIDRASERCA, C. A.**

Sistemas de Riego

Av. Las Industrias local galpon 5-165 zona Industrial II

Barquisimeto. Edo. Lara

R.I.F. J-30385045-6

Telef.: 0058 251 269.26.60 269.19.60 Fax.:269.24.47

Correo: [informacion@hidraserca.com](mailto:informacion@hidraserca.com) [www.hidraserca.com](http://www.hidraserca.com)

**PRESUPUESTO**

**N° 022016**

Nombre y Apellido :  
o Razon Social : **PRESUPUESTO**  
C.I. / R.I.F : **0**  
Domicilio Fiscal :  
Telefonos :

Emission : **05 / 11 / 2013**  
Vencimiento : **05 / 11 / 2013**  
Vendedor : **01**  
Cond. de pago : **CONTADO**  
Dias de validez : **0**

Codigo	Descripción	Cantidad	Precio Unt.	
M11250007	CONDUCCION DE AGUA 90MM PN5	100	50,80	5.080,00

digital.ula.ve  

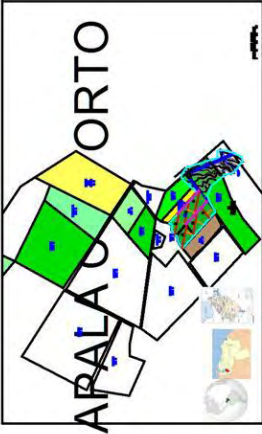

**Nota:**

CUANDO SU COMPRA SEA CANCELADA MEDIANTE CHEQUE, EL DESPACHO DE SU MERCANCIA SERA EFECTUADO UNA VEZ SEA VERIFICADO Y DISPONIBLE EN NUESTRA CUENTA BANCARIA

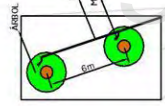
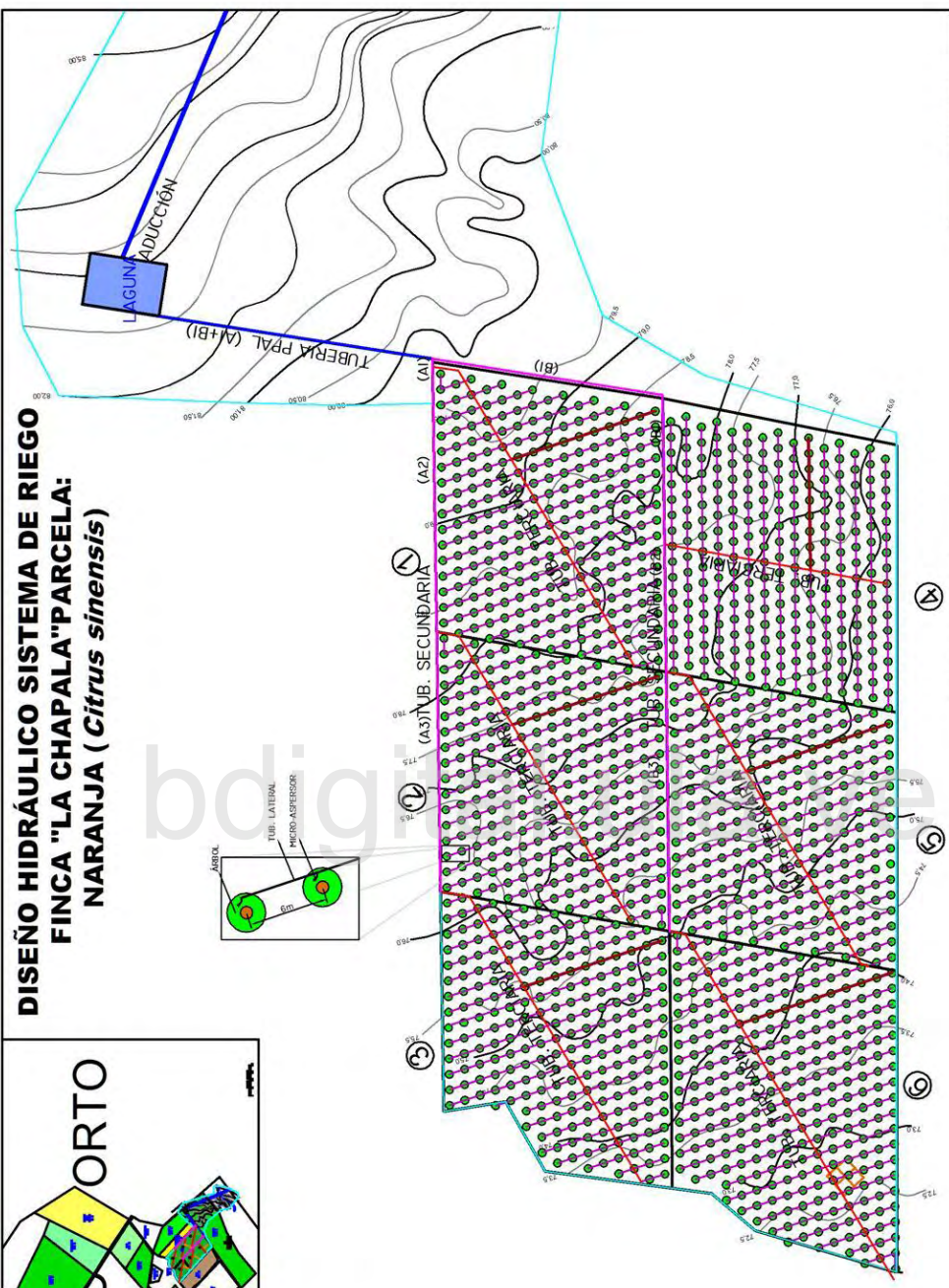
VALIDEZ DE LA OFERTA CINCO (5) DIAS

EL DESPACHO SERA REALIZADO EN LOS SIGUIENTES 15 DIAS DESPUES DE HACERSE EFECTIVO EL CHEQUE

Sub-total	<b>5.080,00</b>
Descuentos, Bonificaciones, Ajustes, Anulaciones	<b>0,00</b>
Monto neto	<b>5.080,00</b>
Monto total exento y/o exonerado	<b>5.080,00</b>
Base neta Imponible	<b>0,00</b>
IVA 12 % Sobre BsF.	<b>0,00</b>
Total a Pagar Bs.	<b>5.080,00</b>



**DISEÑO HIDRÁULICO SISTEMA DE RIEGO  
FINCA "LA CHAPALA" PARCELA:  
NARANJA ( *Citrus sinensis* )**



**LEYENDA**

	TUB PRINCIPAL (160mm)
	TUB SECUNDARIA (A1, B1, C1, 100mm; A2, B2, 90mm; C2, 65mm)
	TUB TERCIARIA (65mm)
	TUB LATERAL (16MM)
	DESFAVORABLE



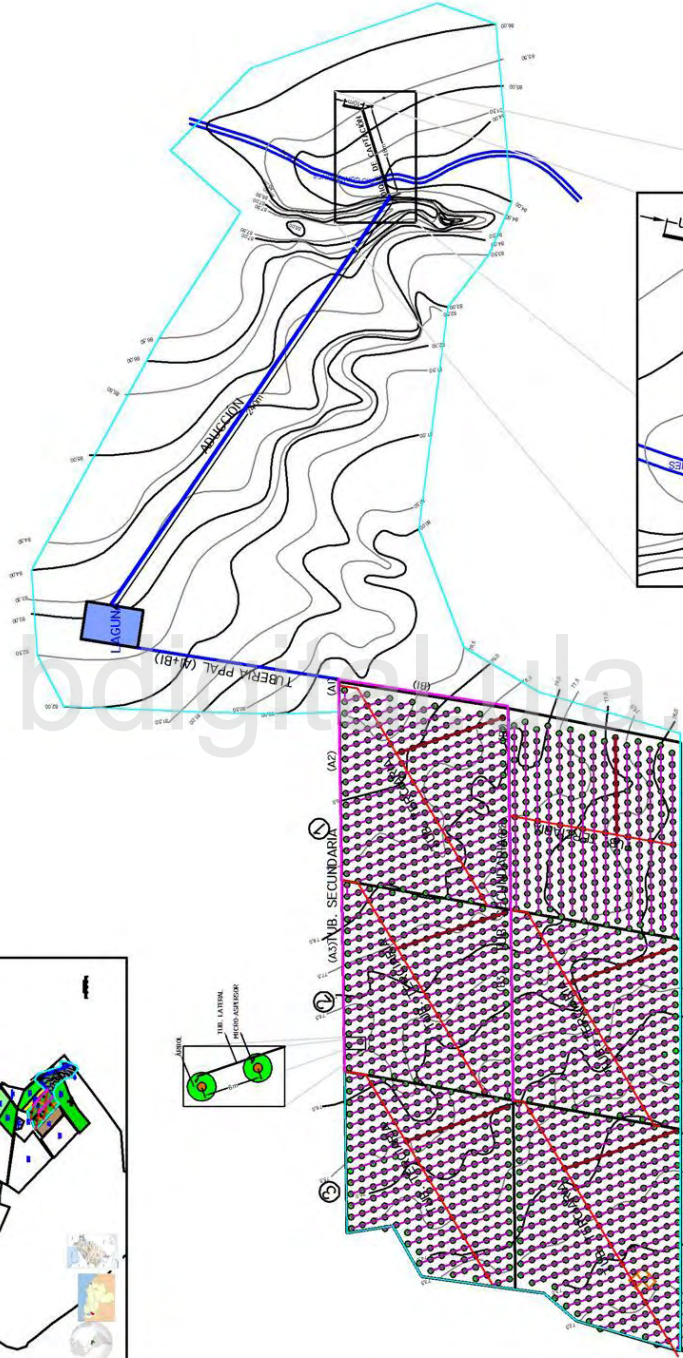
ESCALA: 1:750

PLANO: 1/2

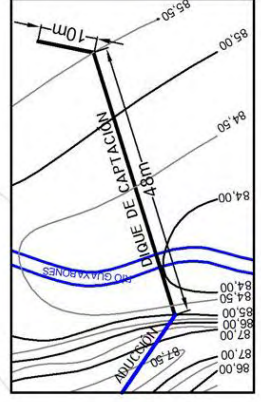
FINCA LA CHAPALA  
ESTADO: MÉRIDA. MCPIO: OBISPO RAMOS DE LORA. PQUA: ELOY PAREDES. SECTOR: GUAYABONES  
PROPIETARIO: EMPRESA ARGELIA LAYA  
LEV. DIB. CAL POR: BR. EDWER J. SORÉT GIL  
EQUIPO: TEODOLITO TOPCOM



# SISTEMA DE RIEGO FINCA "LA CHAPALA" PARCELA: NARANJA (*Citrus sinensis*)



- LEYENDA**
- TUB PRINCIPAL (160mm)
  - TUB SECUNDARIA B2 (63mm)
  - TUB SECUNDARIA C1, C2 (63mm)
  - TUB TERCIARIA (63mm)
  - TUB LATERAL (160mm)
  - TUB LATERAL MAS DESFAVORABLE
  - ADUCCION (90mm)
  - DIQUE DE CAPTACION
  - AREA LEVANTADA



FINCA LA CHAPALA  
ESTADO: MÉRIDA, MCPIC: OBISPO RAMOS DE  
GUAJAJARA, ELOY PAREDES. SECTOR:  
GUADALUPES  
PROYECTO: EMPRESA ARGELIA LAYA  
LEONARDO PEREZ BARRERA  
EQUIPO: TEODOLITO TOPCOM, SISTEMA: METRICO

PLANO: 2 / 2

ESCALA: 1:1000