



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADUACIÓN

**Diseño e instalación de sistemas de riego localizado y
aspersión en 15 hectáreas en la finca de la UNA El
Plantel, Masaya, 2016**

AUTORES

Br. Kevin Serapio Cruz
Br. Byron Alexander Alvarado Talavera

ASESORES

Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales
Ing. David López Campos
Ing. Norland Méndez Zelaya

**Managua, Nicaragua
05 de Mayo, 2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADUACION

**Diseño e instalación de sistemas de riego localizado y
aspersión en 15 hectáreas en la finca de la UNA El
Plantel, Masaya, 2016**

AUTORES

Br. Byron Alexander Alvarado Talavera
Br. Kevin Serapio Cruz

Trabajo presentado a la consideración del honorable
tribunal examinador para optar al título de Ingeniero
Agrícola

**Managua, Nicaragua
05 de Mayo, 2016**

ÍNDICE GENERAL

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE IMAGEN	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1. Ubicación del proyecto	4
3.2. Condiciones climatológicas	4
3.3. Fuente de abastecimiento	5
3.4. Perfil litológico	6
3.5. Revestimiento del pozo	7
3.6. Desarrollo del pozo y sello sanitario	7
3.7. Equipo de bombeo	8
3.8. Levantamiento topográfico	8
3.8.1. Levantamiento planimétrico	8
3.8.2. Levantamiento altimétrico	8
3.9. Selección de cultivos	9
3.10. Variables a evaluar	13
3.10.1. Prueba de bombeo	13
3.10.2. Variables físicas del suelo	14
3.10.2.1. Densidad aparente del suelo	14
3.10.2.2. Densidad real del suelo	14
3.10.2.3. Porosidad del suelo	15
3.10.2.4. Velocidad de infiltración	15

3.10.2.5.	Capacidad de campo	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1.	Prueba de bombeo	17
4.1.1.	Primera prueba de descenso a descarga libre	17
4.1.2	Primera prueba de ascenso o recuperación	18
4.1.3.	Segunda prueba de descenso / escalonada 360 galones por minuto	18
4.1.4.	Tercera prueba de descenso / escalonada a descarga libre	19
4.1.5.	Cuarta prueba de descenso / escalonada definitiva de descarga libre	20
4.1.6.	Segunda prueba de ascenso / recuperación	20
4.2.	Variables físicas del suelo	21
4.2.1.	Densidad aparente y real del suelo	21
4.2.2.	Porosidad del suelo	21
4.2.3.	Velocidad de infiltración	21
4.2.4.	Capacidad de campo	22
4.3.	Plano del levantamiento plani - altimétrico	22
4.4.	Plano del desmembramiento de la poligonal El Plantel	23
4.5.	Plano final de los sistemas de riego en 15 hectáreas de Finca El Plantel	23
4.6.	Distribución de caudales de riego	23
V.	CONCLUSIONES	24
VI.	RECOMENDACIONES	25
VII.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	26
VIII.	ANEXOS	28

DEDICATORIA

El presente trabajo de culminación de estudios es dedicado a Dios primeramente porque él me dio las fuerzas ante toda adversidad y la sabiduría para poder llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

A mi madre ***Rosa Emilia Talavera Martínez*** por siempre darme su amor, cariño y respaldo en todo momento que a mí me sirvió de mucha inspiración para ser la persona que soy hoy.

A mi prima ***Flory Luz Martínez Rivas*** por darme su apoyo incondicional en todo el transcurso de mi carrera ya que ella ha sido una persona pilar en la mayoría de mis planes profesionales.

A mis abuelos ***Felicito Clemente Talavera Hernández*** (Q.E.P.D) y ***María Andrea Martínez Ramos*** por tener paciencia y por ser mis primeros maestros y consejeros en mi vida que me llenaron de tanto conocimiento y llenaron mi espíritu de alegría.

Y al resto de familiares y amigos que Dios pone como gran bendición en nuestro camino para ser alumbrados por su amor y misericordia.

Br. Byron Alexander Alvarado Talavera

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios omnipotente, es el que me dio la vida, sabiduría, inteligencia y la fortaleza para enfrentar todas las clases de situaciones en mi camino y culminar mis estudios universitarios.

A mis padres: **Marlon Serapio Pikettle** y **Nelia Cruz Osorno**, los cuales me apoyaron siempre con su cariño, dando sus buenos consejos que me ha brindado en el transcurso de mi vida y por su gran incondicional apoyo económica con mucho esfuerzo para culminar mi carrera profesional.

A mis queridos hermanos **Wilberto** y **Tania** por su consejo y apoyo que me ha brindado siempre.

A mi tía **Isabel Llezeth Osorno** de manera muy especial por haberme apoyado económicamente en el transcurso de mi formación profesional.

A mi tía **Elba María Serapio Pikettle** como segunda madre que me dio la vida, por que sin ella no hubiera alcanzado mi meta como profesional.

A mis demás familiares que siempre estuvieron presentes con su consejo en mi preparación profesional.

Br. Kevin Serapio Cruz

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A nuestros padres

A nuestros asesores **Ing. MSc. Henry Duarte Canales** por brindarnos sus conocimientos, disposición y toda la dedicación para hacer realidad la elaboración de este trabajo de culminación de estudios, **Ing. Norland Méndez Zelaya** por habernos brindado su amistad y compartir información de mucha importancia para la elaboración de este trabajo y al **Ing. David López Campos** por brindar apoyo en todas las etapas que comprendió la realización de este trabajo y por la recopilación de toda la información que comprendía el proyecto en el cual estaba basado todo este trabajo de culminación de estudios.

A la facultad de Agronomía **FAGRO** por brindarnos la participación en la descripción del proyecto que fue planificado y ejecutado por dicha facultad en coordinación con los docentes y estudiantes de las distintas carreras.

Br. Byron Alexander Alvarado Talavera
Br. Kevin Serapio Cruz

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Tema	Página
1	Perfil litológico, finca El Plantel, 2012	6
2	Proceso de revestimiento del pozo finca El Plantel, 2012	7
3	Tubería total del pozo, finca El Plantel, 2012	7
4	Diversidad de cultivos, variedades, distribución de área, distribución espacial y población, finca El Plantel, 2013	11
5	Sistemas de Riego propuestos para la finca El Plantel, 2013	12
6	Propuesta para sustituir los cítricos por cultivos frutales, finca El Plantel, 2013	13

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Tema	Página
1	Ubicación del Plantel, INETER 2012	4
2	Rango de Precipitaciones y Temperaturas medias mensual, INETER, 2013.	5
3	Primera prueba de descenso / descarga libre, pozo finca El Plantel, 2012	17
4	Curva de primera prueba de recuperación, pozo finca El Plantel, 2012	18
5	Segunda prueba de descenso / escalonada 360 galones por minuto, pozo finca El Plantel, 2012	19
6	Tercera prueba de descenso / escalonada descarga libre, pozo finca El Plantel, 2012	19
7	Cuarta prueba de descenso / escalonada definitiva de descarga libre, pozo finca El Plantel, 2012	20
8	Curva de segunda recuperación , pozo finca El Plantel, 2012	20
9	Velocidad de infiltración e infiltración acumulada del suelo. Finca El Plantel, 2016	22

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen	Tema	Página
1	Fotografía de bomba sumergible	8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Tema	Página
1	Sección del plano de levantamiento plani-altimétrico	29
2	Sección del plano de desmembramiento de la poligonal El Plantel	30
3	Sección del plano final de los sistemas de riego en 15 hectáreas de finca El Plantel	31
4	Distribución de caudales para distintos cultivos	32
5	Datos agronómicos de los cultivos	33
6	Datos de la prueba de bombeo	34
7	Datos de la prueba de bombeo	35
8	Catálogo de bomba turbina sumergible	36
9	Curva característica de la bomba sumergible	37
10	Datos de levantamiento planimétrico	38
11	Replanteo de los rumbos y distancias a través de las coordenadas	40
12	Datos de levantamiento altimétrico	41
13	Datos de densidad aparente y % de humedad del suelo	58
14	Datos de densidad real y % de porosidad del suelo	59
15	Datos de campo de prueba de infiltración del suelo	60
16	Cálculo para obtención del modelo de la velocidad de infiltración	61
17	Cálculo de la velocidad de infiltración e infiltración acumulada usando el método de Kostiakov	62
18	Presupuesto	63

Alvarado T, B; Serapio C, K. Diseño e instalación de sistemas de riego localizado y aspersión en 15 hectáreas en finca El Plantel, Masaya – Managua, 2016.

RESUMEN

El presente trabajo de culminación de estudio comprende la descripción de las distintas etapas que se realizó el proyecto de Diseño e instalación de riego localizado y aspersión en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA). En la primera etapa se realizó la perforación del pozo, se utilizó un equipo de perforación marca Bucyrus-Erie” por el método de Percusión y Tipo de Broca “California”, en un periodo de 35 días, acumulando un total de 420 horas máquina-hombres para obtener una profundidad de 500 pies. Se encontró el nivel estático del agua a los 170 pies y manto acuífero a los 175 pies de profundidad. Se instaló un equipo de bombeo sumergible de 100 HP, 460 voltios, acoplado a un motor FRANKLIN eléctrico. Se realizaron cuatro pruebas de aforamiento con un nivel estático inicial de 169.5 pies con un caudal de descarga libre de 650 galones por minuto y dos pruebas de recuperación del nivel dinámico. La segunda etapa está comprendida por el levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico para trazar las curvas a nivel del área comprendida para el posterior diseño de sistemas de riego. Tercera etapa en donde se realizó la lotificación del área, según los diferentes cultivos propuestos y en la última etapa se realizó el diseño hidráulico y geométrico de los distintos sistemas definiendo las dimensiones de tuberías, espaciamiento, accesorios, válvulas, aspersores, goteros, cintas, distancia entre aspersores y caudales por unidad de riego y presión de trabajo.

Palabras clave: Diseño, nivel estático del agua, manto acuífero, aforamiento, nivel estático inicial, diseño hidráulico y geométrico.

Alvarado T, B; Serapio C, K. Design and installation of drip irrigation and spray 15 hectares farm campus, Masaya - Managua, 2016.

ABSTRACT

The culmination of this work study includes a description of the different stages of the project design and installation of drip irrigation and spray farm campus owned by the National Agrarian University (UNA) was performed. In the first stage the drilling was conducted, a drill rig brand Bucyrus-Erie was used "by the method and type of percussion drill" California "in a period of 35 days, totaling 420 hours machine- men for a depth of 500 feet. The static water level was found at 170 feet and aquifer to 175 feet deep. A submersible pump of 100 HP, 460 volt FRANKLIN coupled to an electric motor is installed. Gauging four tests they were conducted with initial static level of 169.5 feet with a free discharge flow of 650 gallons per minute and two dynamic tests recovery level. The second stage is comprised of the planimetric and altimetry survey to trace the contour of the range for the subsequent design of irrigation area. Third stage where the subdivision of the area in question, according to different cultures proposed last stage hydraulic and geometric design of the various systems was performed defining pipe dimensions, spacing, fittings, valves, sprinklers, drippers, tapes, distance between sprinklers and irrigation unit flows and pressure.

Keywords: Design, static water level, water table, gauging, static initial level, Hydraulic design and geometric design.

I. INTRODUCCION

La Universidad Nacional Agraria (UNA) establece en su misión, formación de profesionales, la construcción de conocimientos científicos – tecnológicos sólidos y en la producción. Retomando estos aspectos la Facultad de Agronomía (FAGRO) propone implementar su plan de módulos prácticos establecido en su programa curricular en la finca El Plantel (López, 2012).

Los Módulos Prácticos de la FAGRO se realizan en la finca El Plantel, con el propósito de fortalecer el proceso enseñanza – aprendizaje de los educando, mediante el fortalecimiento de sus habilidades, destrezas y conocimiento científico - técnico - práctico en el ámbito agrícola. La integración de estos procesos complejos requiere de un arduo trabajo de planificación, coordinación y sistematización a todos los niveles y de todos los actores involucrados, lo que garantizará el fortalecimiento del Modelo Educativo (ME – UNA/ constructivista) a través de su eje como son la docencia, la investigación y la proyección social (López, 2012).

El proyecto incluye la participación de las distintas carreras de la Facultad de Agronomía y en especial a la carrera de Ing. Agrícola, dicho proyecto está basado en el diseño, operación y mantenimiento de los sistemas de riego, uso racional del agua y la importancia que conlleva la explotación adecuada de los sistemas de riego para la producción agrícola.

El riego es importante debido a la variación en la precipitación. Riego es el suministro adicional de agua al perfil del suelo, en forma artificial, para su utilización por los cultivos, en el momento oportuno y en las cantidades necesarias para la obtención de una producción sostenible y tienen como objetivo optimizar el uso del agua (Peterson & Torne, 1963).

Según la FAO (2011), los sistemas de riego que se utilizan son: riego por aspersión, por micro aspersión y por goteo, siendo goteo el de mayor ahorro de agua, es una tecnología simple requiere cierta inversión y un mantenimiento cuidadoso ya que los goteros (emisores) pueden obstruirse fácilmente.

En Centro América, Nicaragua es el país que posee el mayor potencial de riego, pero a diferencia del resto de países no existe una estructura organizativa en torno al sector riego, drenaje y mecanización. El potencial agropecuario es de 11.9 millones de hectáreas, de estas aproximadamente 1.6 millones de hectáreas son de uso amplio, 10 millones restantes tienen limitaciones para la producción de cultivos anuales. De suelos con uso amplio unas 625 mil hectáreas en las que se pueden sembrar y cultivar cualquier cultivo con alta productividad. La mayor parte de esta se encuentra ubicada en la región del pacífico, el máximo histórico de áreas bajo riego en nuestro país apenas ha alcanzado el 7.6 % de su potencial del riego (93,000 hectáreas) esto debido a la falta de políticas, estrategias e incentivos en la producción (MAGFOR, 2008).

Los factores limitantes para el desarrollo de las áreas de riego lo constituyen la alta inversión en infraestructuras especialmente, altos costos operacionales y dependencia de agua subterránea. Otros factores significativos que han impedido el incremento del uso de irrigación son: la inestabilidad de la propiedad, falta de crédito para el pequeño y mediano productor, falta de tecnologías mejoradas adaptadas a las capacidades de los pequeños agricultores y una mayor comprensión sobre la integración de irrigación dentro de los sistemas de producción mejorados; la falta de iniciativa y capacidad institucional para la planificación, investigación, la extensión para los pequeños y medianos agricultores (MAGFOR, 2008).

A pesar de todas las limitantes que ha tenido la irrigación en Nicaragua, el riego es una práctica fundamental para la agricultura y todo el sector agropecuario, influyendo directamente en la economía y la seguridad alimentaria del país.

II. OBJETIVOS

2.2. Objetivo general.

Contribuir con la enseñanza-aprendizaje sobre el diseño de los sistemas de riego para desarrollar el plan de Módulos Prácticos de las carreras de la Facultad de Agronomía en la finca El Plantel.

2.3. Objetivos específicos

1. Realizar un levantamiento planimétrico y altimétrico para el diseño de los sistemas de riego por goteo y aspersión en la finca El Plantel.
2. Seleccionar áreas de riego preliminar en base a la propuesta de cultivos de los módulos prácticos.
3. Describir los componentes utilizados en el diseño de los sistemas de riego.
4. Analizar el proceso de la prueba de bombeo en la fuente de abastecimiento.

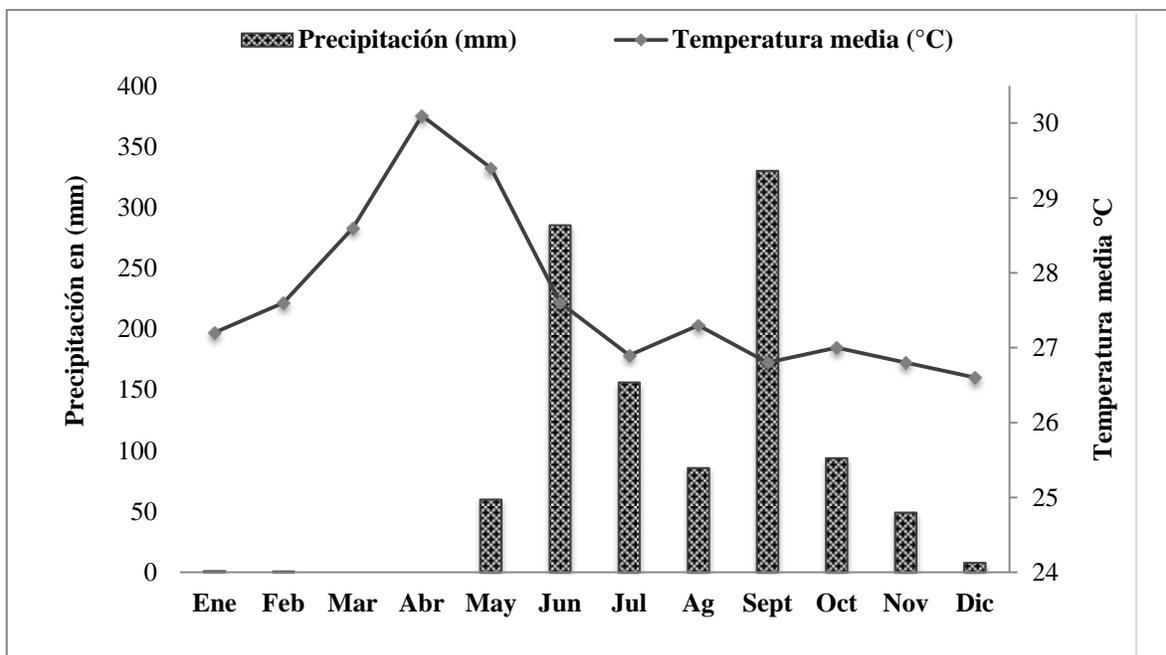


Figura 2. Rango de Precipitaciones y Temperaturas medias mensual, (INETER, 2013).

3.3 Fuente de abastecimiento

Se contrataron los servicios de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario (Enacal) para la perforación del pozo, bajo la Dirección de la Gerencia de Construcción a cargo del Ing. Jorge Antonio Gutiérrez Flores. Para garantizar la calidad de perforación y constatar el volumen de obras a ejecutarse se contrataron los servicios del Técnico Electromecánico José Beltrán Montiel Pérez.

Durante la etapa de perforación del pozo se utilizó un Equipo de Perforación Marca “Bucyrus-Erie” por el método de Percusión y Tipo de Broca “California” con diámetro de 13 pulgadas para la perforación inicial y 17 ½ pulgadas para la ampliación del mismo. Se encontró el nivel estático del agua (NEA), manto acuífero a los 170 pies (51.8 m) y 175 pies (53.3 m) de profundidad (ENACAL, 2012).

Se inició la Perforación del Pozo el día 18 de Enero - Febrero 2012; teniendo un periodo de 35 días, acumulando un total de 420 horas máquina- hombres para una perforación total de 500 pies (152.5 m) de profundidad.

Según (ENACAL, 2012) en la ejecución de la perforación no se presentaron limitaciones ya que las condiciones del sitio fueron adecuadas; el equipo de perforación no presentó desperfectos mecánicos y las dificultades con las formaciones geológicas rocosas inestables fueron superadas por la experiencia del Operador – Perforador Sr. Mauricio Vallecillo.

3.4 Perfil litológico

Un perfil litológico o columna litológica representa gráficamente la estratigrafía generalizada de un sector, abajo se dibuja los estratos más antiguos, arriba los estratos más jóvenes. El eje horizontal representa la resistencia contra la meteorización.

Cuadro 1. Perfil litológico del pozo, finca El Plantel, 2012.

Profundidad (pies)	Características del material
0 – 5	Capa vegetal, color café
5 – 25	Toba limosa-arcillosa, color crema
25 – 55	Toba arcillosa-arenosa, color gris
55 – 95	Toba aglomerática, grano medio, color crema
95 – 120	Toba aglomerática, grano medio, color café
120 – 170	Toba con clasto de escoria negra de grano medio
170 – 180	Toba con abundante escoria, de grano medio, color oscuro
180 – 205	Toba con abundantes clasto de escoria negra de grano medio
205 – 215	Toba grano medio fino, color café
215 – 225	Toba grano medio angulosa, color café claro
225 – 250	Toba con clasto de escoria negra, color gris oscuro
250 – 275	Toba arenosa, color café
275 – 280	Toba limosa, color negro
280 – 300	Andesita basáltica, grano medio fino, color negro
300 – 310	Toba limosa, color negro
310 – 375	Andesita basáltica, grano grueso anguloso, color negro
375 – 405	Toba aglomerática, grano medio
405 - 480	Andesita basáltica fracturada, grano medio, color negro

Fuente: ENACAL, 2012.

3.5 Revestimiento del pozo

El revestimiento del pozo se realizó el día jueves 23/02/12 finalizando el día domingo. El esquema de revestimiento del pozo fue el siguiente:

Cuadro 2. Proceso de revestimiento del pozo, finca El Plantel, 2012.

Item	Profundidad(pies)	Descripción del revestimiento
1	0 - 230	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
2	230 - 260	Tubería ranurada Johnson de 8mm x 10 pies (3.05 m)
3	260 – 280	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
4	280 - 300	Tubería ranurada Johnson de 8mm x 10 pies (3.05 m)
5	300 – 320	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
6	320 - 360	Tubería ranurada Johnson de 8mm x 10 pies (3.05 m)
7	360 - 400	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
8	400 – 460	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
9	460 – 500	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
Área de Sedimentación		

Fuente: ENACAL, 2012.

Los métodos de defensa de sistemas de sostenimientos utilizados para sostener provisionalmente las paredes de una excavación que ha de alojar una cimentación o bien obras de drenaje, instalaciones de ductos, tuberías y gasoductos, se les llama ademes.

La tubería total de 152.5 m de instalada dentro del pozo. En resumen la distribución de la tubería instalada fue de:

Cuadro 3. Tubería total del pozo, finca El Plantel, 2012

Item	Profundidad (pies)	Descripción del revestimiento
1	350	Tubería ciega de acero de 323.9 mm x 6.35 mm x 5.8 m
2	150	Tubería ranurada Johnson de 8mm x 10 pies (3.05 m)

Fuente: ENACAL, 2012.

Nota: El ademe o revestimiento definitivo del pozo (tubo de hierro 12 pulgadas de diámetro), sobresale 2 pies por encima del nivel del terreno donde se construirá la base de concreto y el sello perimetral del mismo.

3.6 Desarrollo del pozo y sello sanitario

El desarrollo del pozo así como la construcción del sello sanitario dio inicio el 02/03/12 el cual se concluyó el 05 /03 /12. De acuerdo a los pies de perforación total, fueron 500 pies, se estima la explotación del pozo en 600 galones como mínimo y 1000 galones como

máximo; aunque el diseño preliminar del pozo era de 400 pies y 200 galones por minuto, para el riego de 40 manzanas para pasto, semillero y 4 manzanas para riego continuo para investigación (ENACAL, 2012).

3.7 Equipo de bombeo

Según (AQUATEC, 2012) el equipo de bombeo seleccionado en la finca El Plantel para abastecer los sistemas de riego, con fuente de abastecimiento y aprovechamiento de las aguas subterráneas a través de pozo, fue una:

Bomba Turbina Sumergible acoplada a motor FRANKLIN eléctrico con las siguientes especificaciones:

- Caudal: 500 – 600 galones por minuto
- Carga Dinámica Total: 610 pies – 525 pies
- Potencia: 100 HP
- Motor Eléctrico Trifásico 440 – 460 voltios, 60 Hz



Imagen 1. Fotografía bomba sumergible

3.8 Levantamientos topográficos

3.8.1 Levantamiento Planimétrico

Para determinar el área de la poligonal se realizó un levantamiento planimétrico por el método de caminamiento en sentido antihorario, en donde únicamente se midió el azimut de partida (línea 1-2), los ángulos internos derechos de la poligonal y sus respectivas distancias. El cálculo y dibujo se realizó en la etapa de gabinete en las instalaciones de la UNA.

3.8.2 Levantamiento Altimétrico

Para el levantamiento altimétrico del terreno se procedió a medir una línea base que está ubicada a 261 m del vértice 1 con rumbo Sur Oeste de $2^{\circ} 30'$ y se trazó una línea recta haciendo vista atrás al vértice 1 y girando un ángulo izquierdo de 86° y después se

prolongó esa línea hacia el Oeste y Este de tal manera que la línea quedará recta, después de trazar la línea recta (línea base), se realizaron líneas perpendicular de 25 m de ancho por 25 m de largo formando al final una cuadrícula de 625 m² sobre toda la poligonal. Luego se procedió a calcular las elevaciones de los puntos utilizando los niveles de ingeniero. En la etapa de gabinete se determinó por el método matemático y luego se dibujaron curvas a nivel (López, 2013).

3.9 Selección de cultivos

Según (Departamento de Producción Vegetal, 2013) para la selección de los cultivos de la finca El Plantel se formó una comisión con los docentes que participan en los módulos prácticos de las carreras de la Facultad de Agronomía:

- Arnoldo Rodríguez Polanco
- Juan Avelares Santos
- Víctor Aguilar Bustamante
- Aleyda López Silva
- Moisés Blanco Navarro
- Norman Cruz Vela
- Rodolfo Munguía Hernández

Se realizó una reunión de coordinación en la sala de REGEN, UNA, con el objetivo de discutir y tomar decisión sobre diversidad de especies, diversidad varietal y diseño espacial de las plantaciones.

Para iniciar la reunión fue explicado el objeto de la reunión, en la cual contemplo discutir y tomar decisiones alrededor de elementos de manejo para el establecimiento de plantaciones de frutales tropicales en áreas asignadas en la finca El Plantel, para cumplir fines académicos, sin embargo se mencionó que no solamente este aspecto es de interés.

Para ello, fueron indicados varios criterios a los cuales debíamos de centrarnos para la toma de decisiones, siendo los siguientes criterios a considerar para la propuesta:

- a. Establecer una diversidad de cultivos de frutales tropicales
- b. Definir una diversidad varietal mínima a manejar
- c. La producción a obtener debe tener características comerciales

- d. La producción de cultivos frutícolas tropicales debe estar orientado a la posibilidad de realizar investigación
- e. Desarrollo de competencias profesionales de los estudiantes a través del proceso productivo de cultivos frutícolas tropicales.

En el cuadro 4 se describen los cultivos frutícolas tropicales a los cuales se les ha asignado un área de suelo en la finca El Plantel, se procedió a la discusión de la diversidad vegetal y del concepto de producción.

Según (Rodríguez, A. et al, 2013) en cuanto al concepto de producción, en el ámbito de la fruticultura se manejan dos tendencias:

a) Establecimiento y manejo de Densidades bajas (espaciamientos mayores) con uso de niveles bajos a medio de tecnología (insumos y manejo). Este concepto es muy utilizado por la gran mayoría de los fruticultores en América Latina y en el país, particularmente en manos de pequeños y medianos productores. Una de sus ventajas es que la recuperación económica es tardía.

b) Establecimiento de plantaciones con una Densidad alta (distanciamientos más cortos) con uso de niveles altos de tecnología (insumos, manejo, variedades). Dicho sistema es muy poco implementado dado los requerimientos de recursos que deban de disponerse ya que tiene carácter intensivo, así como la de establecer programa de raleo cuando las plantas alcanzan una altura y desarrollo que se afectan por la competencia intraespecífica.

Sobre esta base de discusión, el grupo estableció que para cultivos de mango y aguacate se aplique distancias iniciales cortas, con el objeto de obtener una rápida productividad económica y de aprovechamiento de espacio. Así mismo, establecer el programa de raleo de acuerdo a la condición de competencia que se establezca según el crecimiento tenido en el tiempo.

Se tomó la decisión que para todos los cultivos se establezcan las plantaciones en un marco de siembra a tres bolillos, por lo cual se tendrá un 15% más de plantas en la misma área con respecto a una plantación establecida en marco de cuadro (Rodríguez, A. et al, 2013).

Cuadro 4. Diversidad de cultivos, variedades, distribución de área, distribución espacial y población, finca El Plantel, 2013.

Cultivos	Total área (ha)	Variedades	Área (m ²) a sembrar	Distribución espacial (m)	N° Plantas
Mango	2	Rosa	5000	6 x 6	160
		Utila	5000	6 x 6	160
		TomyAtking	5000	6 x 6	160
		Vandyke	5000	6 x 6	160
Aguacate	2	Benick (A), Simpsons (B)	5000	6 x 6	160
		Simmonds (A), Choquette (A)	5000	6 x 6	160
		Booth 7,8 (B) Corn Island,	5000	6 x 6	160
		Ticomo, Pollock (B), Nabal (A) y Criollo	5000	6 x 6	160
Cítricos	1	Limón Tahití	5000	5 x 5	230
		Limón Criollo	5000	5 x 5	230
Cítricos	1	Naranja Agria Criolla	5000	5 x 5	230
		Grape fruit Pulpa amarilla	5000	7 x 7	118
Guayaba	1	Taiwán 1	4000	3 x 3	513
		Mangosa	4000	3 x 3	513
		Criolla	2000	3 x 3	256
Papaya	1	Criolla (Rivense)	5000	2.5 x 2.5	923
		Red Lady	5000	2.5 x 2.5	923
Plátano	2	Cuerno Enano	5000	2 x 1.5	1666
		Cemsa ¾	5000	2 x 1.5	1666
Piña	1	Cayena Lisa	4000	0.9 x 0.6 x 0.3	12,443
		MD 2	4000	0.9 x 0.6 x 0.3	12,443
		Monte Lirio	2000	0.9 x 0.6 x 0.3	6,222

Fuente: Departamento de Producción Vegetal, 2013.

La fórmula utilizada para población de Aguacate, mango, Cítricos, guayaba y papaya bajo marco de plantación en tres bolillos es:

$$Plantas\ por\ hectárea = \frac{Área\ total\ (m^2)}{(B \times h)^{0.866}}$$

Cuadro 5. Sistemas de Riego propuestos para la finca El Plantel, 2013

Cultivo	Área (ha)	Sistema de Riego
Papaya y Plátano	4 (2 de Papaya y 2 de Plátano)	Microaspersión
Mango, Aguacate, Guayaba, Cítricos	7 (Mango, Aguacate y Cítricos con 2 c/u, Guayaba 1)	Localizado (Goteros de Botón)
Piña	1	Cinta de Riego
Maíz, sorgo, Ajonjolí y Soya	4 (1 c/u)	Aspersión
Caña de Azúcar y Pastos	15 c/u (DIPRO)	Cañón
Hortalizas	4 (DPAF)	Aspersión

Fuente: Departamento de Producción Vegetal, 2013.

En la sesión de grupo se mencionaron las siguientes recomendaciones:

- a) El riego en cultivos de papaya y musáceas puede ser mejor de adaptarse a las distancias de los sistemas de riego por microaspersión.
- b) Establecer un grupo de cultivos frutales tropicales en las cercas potencializando la finca, estas especies son: Níspero, Sapote, caimito, Ojoche, Marañón, Jocote, Nancite, Guanábana, Mamón y coco.
- c) El colectivo de trabajo solicita hacer una visita in situ, para conocer el lugar y las condiciones presentes donde se establecerá el parque frutícola.

Según (Departamento de Producción Vegetal, 2013) se realizó una segunda reunión de coordinación con el objetivo de: Consensuar el cambio de cultivos frutales por las especies de cítricos propuestos inicialmente, contando con la participación de los siguientes docentes:

- Arnoldo Rodríguez Polanco
- Juan Avelares Santos
- Norman Cruz Vela
- Rodolfo Munguía Hernández

Temas, Contenidos, Resultados, Acuerdos, Aprobaciones:

Este proceso se realizó de manera personalizada debido a la imposibilidad de hacer una reunión grupal, por lo que fueron consultados y discutidos con los colegas antes mencionados.

En este proceso de análisis se realizaron diferentes propuestas, cuadro 5: Se propone sustituir las especies de cítricos (Limón Tahití, Naranja agria, Limón Criollo, Grape fruit pulpa amarilla) por especies establecidas a tres bolillos presentadas en el cuadro 5:

Cuadro 5. Propuesta para sustituir los cítricos por cultivos frutales, finca El Plantel, 2013.

Nº	Frutal	Área (m ²)	Distribución espacial (m)	Población
1	Níspero	5000	7 x 7	117
2	Guanábana	5000	7 x 7	117
3	Mamón	5000	7 x 7	117
4	Rambután	1250	8 x 8	22
5	Arazá	1250	4 x 4	90
6	Borojo	1250	6 x 6	40
7	Chirimoya	1250	6 x 6	40

Fuente: Departamento de Producción Vegetal, 2013.

Como se puede observar la propuesta incluye establecer en área de 1250 m², especies de frutales reciente y potencial de producción en el país, en general sus condiciones son de humedad por lo que sus mejores condiciones es la zona es el Atlántico del país. Dado que se establecerá riego para cada una de las especies este puede suplir las necesidades de agua, de tal manera que puede tener un buen desarrollo, ya que la altitud no es una limitante en la finca El Plantel (Rodríguez, A. et al, 2013).

3.10 Variables a evaluar

3.10.1 Prueba de bombeo

Es la última fase del pozo en el cual se determina la calidad del pozo, esto es lo que pretendemos mejorar con un buen diseño y desarrollo del pozo.

Para este proceso se utiliza tubería de expulsión de 1½ pulgada y bomba sumergible, esta con su respectivo tablero de control de electrodos de nivel, válvulas de check en tuberías de expulsión, llave de pase, caudalímetro conectado en la tubería de expulsión para aforar el pozo.

En dicha prueba se determinará los parámetros hidráulicos del pozo:

NE: Nivel Estático

ND: Nivel Dinámico Cono de depresión o abatimiento

Q: Caudal de producción

T: Tiempo de recuperación

Qp: Caudal óptimo de producción

3.10.2 Variables físicas del suelo

3.10.2.1 Densidad aparente del suelo

Según (Palomino, 2009) representa la relación que existe entre el peso del suelo seco o peso de sólidos y el volumen total de una muestra de suelo no alterada, cuyos valores se expresan generalmente en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). Se determinó mediante un muestreo de suelo en el campo y posteriormente se analizaron en el Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA), de la Universidad Nacional Agraria. El cálculo se efectuó mediante la fórmula.

$$D_a = \frac{P_s}{V_t}$$

Dónde:

Da: Densidad aparente del suelo en g/cm^3

Ps: Peso del suelo seco en g

Vt: Volumen total del suelo en cm^3

3.10.2.2 Densidad real del suelo

Según (Palomino, 2009) representa la relación que existe entre el peso de sólido de la muestra de suelo (Ps) y el volumen de las partículas sólidas (Vs) en estado compacto, sin considerar el volumen de los poros. La fórmula que se utilizó de la siguiente:

$$D_r = \frac{P_s}{V_s}$$

Dónde:

Dr: densidad real en g/cm^3

Ps: peso del suelo sólido en g

Vs: Volumen de las partículas sólidas en cm^3

3.10.2.3 Porosidad del suelo

Se refiere al porcentaje del volumen de suelo ocupado por poros o espacios vacíos, con respecto al volumen total (volumen de sólidos más”+” volumen de poros). La porosidad afecta directamente la permeabilidad (movimiento interno del agua en el suelo), la infiltración (penetración de agua en el suelo), la aireación (contenido de aire en el suelo) y la capacidad de retención del agua del suelo (Valverde, 2000).

Para el cálculo de la porosidad del suelo se efectuó de la siguiente:

$$\%P = \frac{P.\text{real} - P.\text{ap}}{P.\text{real}} \cdot 100$$

Dónde:

%P: porosidad, en %

P.ap: peso específico aparente, en g/cm³

P.real: peso específico real, en g/cm³

3.10.2.4 Velocidad de infiltración

La infiltración se define como el proceso de entrada de agua al suelo, generalmente a través de la superficie y verticalmente hacia el interior del suelo. Cuando se realiza un riego, la velocidad con la cual el agua entra al suelo disminuye con el tiempo, hasta que se llega a una situación en la cual la velocidad de infiltración no varía con el tiempo, denominándose esta como velocidad de infiltración estabilizada o infiltración básica (Valverde, 2000).

Según (Valverde, 2000) la velocidad de infiltración y la infiltración acumulada se puede estimar por medio de dos métodos: cilindros infiltrómetros y entradas y salidas. Los datos obtenidos se utilizan en el desarrollo de las ecuaciones empíricas, como las de Horton y Kostiakov-Lewis. Cuya fórmula es la siguiente:

$$I = K \times t^{-n}$$

Dónde:

I = Infiltración instantánea en mm h o cm h

K = Velocidad de infiltración durante el intervalo inicial (t = 1)

t = Tiempo en minutos

n = Exponente a dimensional negativo, entre 0 y -1. Corresponde a la pendiente de la curva e indica como la velocidad de infiltración disminuye con el tiempo.

Para el cálculo de la infiltración acumulada, se integra la ecuación de Kostiakov, quedando de la siguiente forma:

$$I_a: \frac{K}{(n+1) \cdot 60} \cdot t^{n+1}$$

Donde:

Ia: infiltración acumulada en cm

t: tiempo acumulado en minuto

3.10.2.5 Capacidad de campo

Se refiere al contenido de humedad presente en un suelo en contra de las fuerzas de gravedad, dos o cuatro días después de una lluvia fuerte o un riego abundante y que ha drenado el agua gravitacional; esto depende de la textura, contenido de materia orgánica y compactación del suelo (Valverde, 2000).

La determinación de la capacidad de campo se hace en laboratorio, con una olla de presión donde se somete una muestra de suelo saturada a una tensión de 1/3 de atmósfera. Luego se determina la humedad por el método gravimétrico, el cual consiste en pesar una muestra de suelo húmedo, someterla a desecamiento en una estufa a 110°C por 24 horas y pesarla de nuevo para conocer el peso de suelo seco. La diferencia de peso es el contenido de humedad de la muestra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prueba de bombeo

El día 04 /06 /12 se efectuó la recepción de todos los equipos y materiales llevados por la Gerencia de Construcción de Pozo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL). Este mismo día se procedió a la instalación de un equipo de bombeo sumergible de 100 Hp, 460 voltios, 5 pulgadas de diámetro de descarga, Modelo 6 y 7 etapas impulsoras; así la instalación de una columna de 380 pies (115.85 m) de 4 pulgadas de diámetro, con tubo de descarga de 6 pulgadas de diámetro. Esta prueba fue realizada con un equipo electrógeno (planta de emergencia) de 300 Kw, Marca Komatsu (ENACAL, 2012).

4.1.1 Primera prueba de descenso a descarga libre

El día martes se continuó avanzando en la instalación de los equipos, y se dio inicio a la prueba de aforamiento a las 11:20 a.m., con un **nivel estático inicial de 169.5 pies (51.68 metros)**. La primera prueba preliminar de caudal a descarga libre se inició a las 11:20 am y concluyó a las 01:20 p.m. El comportamiento gráfico del descenso de esta primera prueba preliminar de caudal a descarga libre con 650 galones por minuto, fue la siguiente:

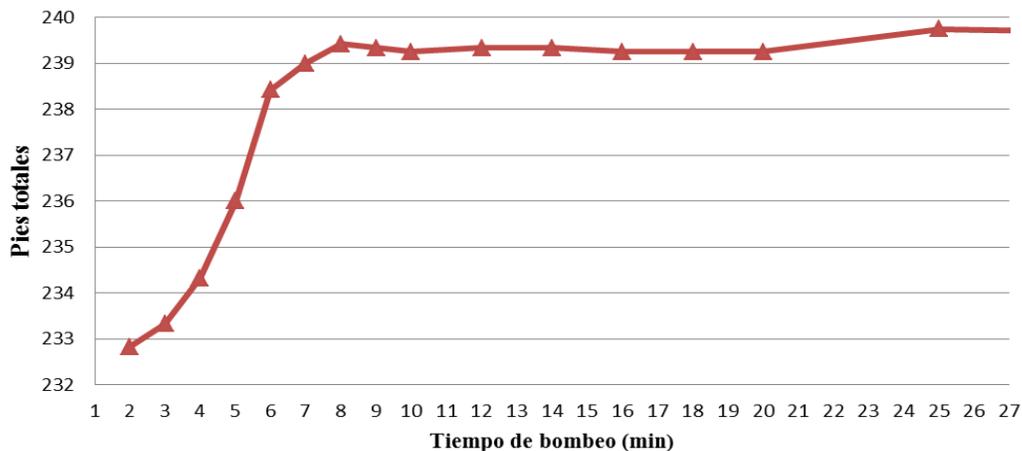


Figura 3. Primer prueba de descenso / descarga libre, pozo finca El Plantel, 2012.

4.1.2 La primera prueba de ascenso / recuperación

La prueba de recuperación del nivel dinámico de bombeo se inició a la 1:20pm y concluyó a la 1:50pm. El comportamiento del ascenso/recuperación de esta primera prueba preliminar de caudal a descarga libre fue el siguiente, el desglose del tiempo de ascenso fue de 10 lecturas a 1 minuto, 6 lecturas a 2 minutos y 1 lectura a 8 minutos.

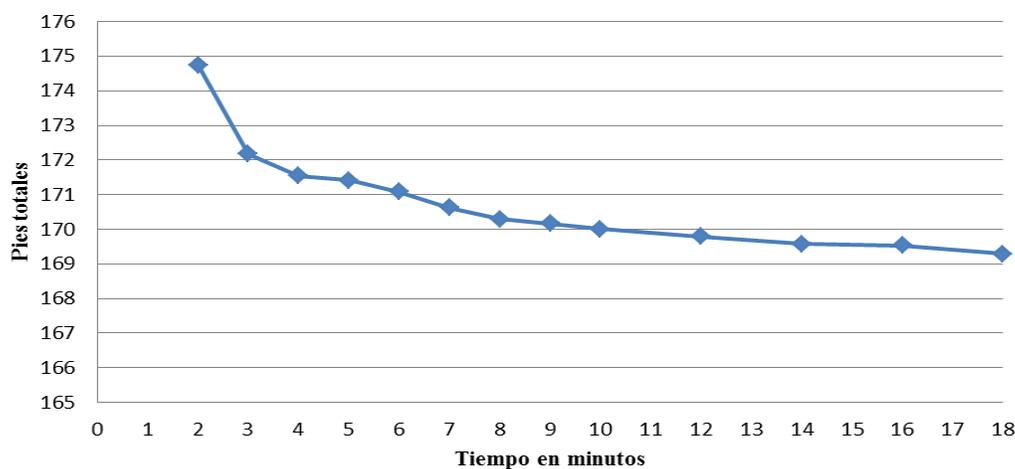


Figura 4. Curva de primera prueba de recuperación, pozo finca El Plantel, 2012

4.1.3 Segunda prueba de descenso / escalonada 360 galones por minuto

A las 2:00 p.m. se inició la segunda prueba escalonada a un nivel estático de 169.25 pies (51.60 m). El desglose del tiempo de bombeo para esta segunda prueba escalonada fue igual a la primera prueba preliminar de caudal a descarga libre: 10 lecturas a 1 minuto cada una, 5 lecturas a 2 minutos cada una, 5 lecturas a 5 minutos cada una y 8 lecturas a 10 minutos cada una.

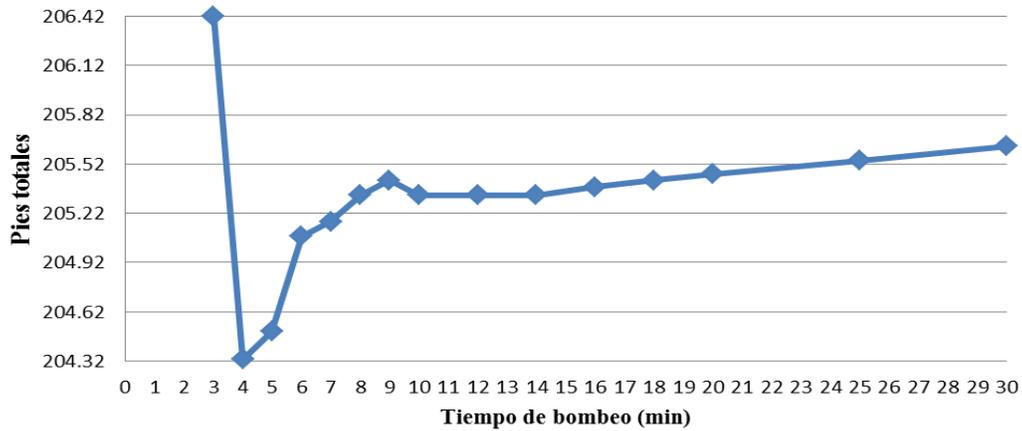


Figura 5. Segunda prueba de descenso / escalonada 360 galones por minuto, pozo finca El Plantel, 2012

4.1.4 Tercera prueba de descenso / escalonada descarga libre

A las 4:00 p.m. se dio inicio a la prueba escalonada definitiva a descarga libre a la máxima capacidad de la bomba de 100 hp, que son los 656 galones por minuto, y a un nivel estático de 169.25 pies (51.60 m), concluyendo a las 6:00 p.m. El tiempo de bombeo para esta prueba escalonada definitiva fue de: 10 lecturas a 1 minuto, 5 lecturas a 2 minutos, 5 lecturas a 5 minutos y 8 lecturas a 10 minutos.

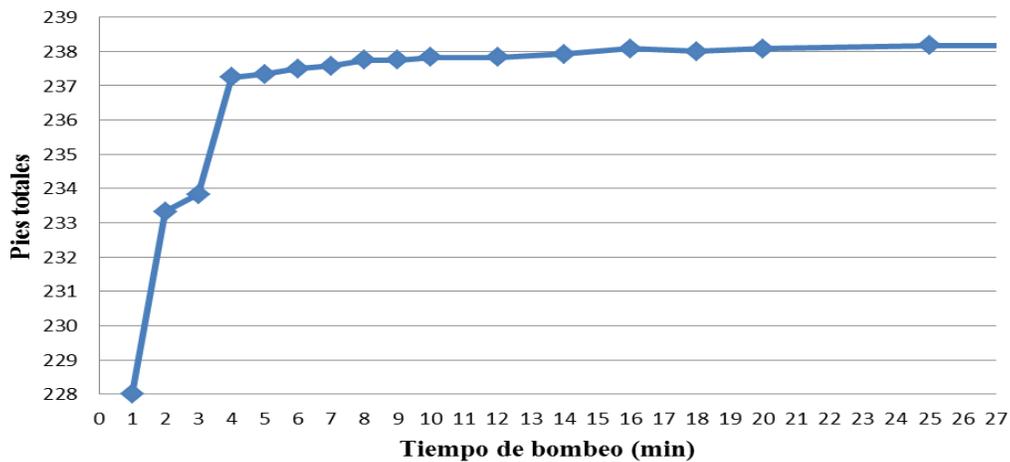


Figura 6. Tercera prueba de descenso / escalonada descarga libre, pozo finca El Plantel, 2012

4.1.5 Cuarta prueba de descenso / escalonada definitiva de descarga libre

La última prueba de bombeo se inició a las 6:20 p.m. del día miércoles 06 /06 /12 y concluyó el día jueves 07 /06 /12 a las 6:00 a.m. El desglose del tiempo de bombeo para esta cuarta y última prueba escalonada definitiva fue de: 5 lecturas de 20 minutos, 4 lecturas de 30 minutos y 8 lecturas de 60 minutos cada una. El comportamiento del descenso del nivel estático del pozo fue el siguiente:

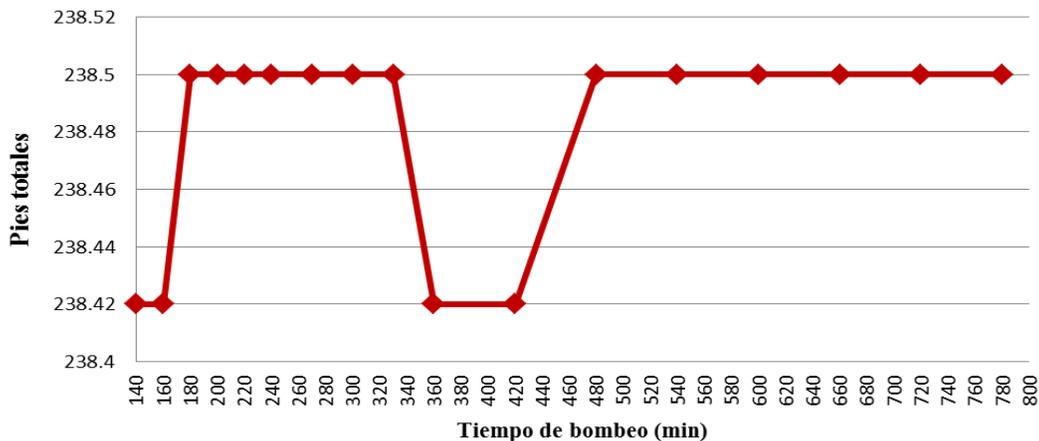


Figura 7. Cuarta prueba de descenso / escalonada definitiva descarga libre, pozo finca El Plantel, 2012

4.1.6 Segunda prueba de ascenso / recuperación

La segunda prueba de recuperación del nivel dinámico de bombeo se inició a las 6:00 a.m. del día jueves 07/06/12 y concluyó a las 7:00 a.m. del mismo día siendo su resultado el siguiente:

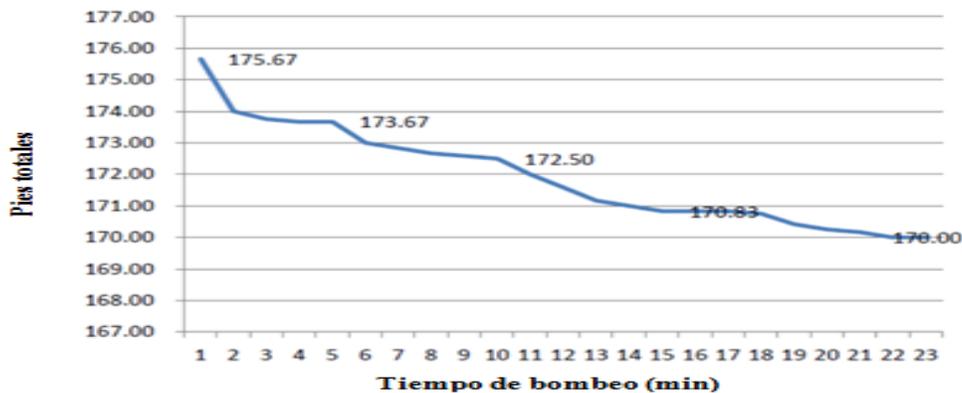


Figura 8. Curva de segunda prueba de recuperación, pozo finca El Plantel, 2012

Al final de la prueba de recuperación del nivel dinámico, el pozo quedó con 170.0 pies estabilizados para su explotación. El rebajamiento total que se obtuvo de la presente prueba de bombeo con una exacción de 650 galones por minuto fue de 70 pies y con una recuperación ascendente de 30 minutos, recupera su nivel estático. En vista de los resultados antes detallados certificamos que el pozo está en perfectas condiciones para su explotación de acuerdo a la demanda de riego.

4.2 Variables físicas del suelo

4.2.1 Densidad aparente y densidad real

Según los resultados de las muestras de suelo, la densidad aparente es de 0.90 g/cm^3 y densidad real de 2.39 g/cm^3 promedio global de toda el área del proyecto. La densidad aparente y la densidad real, están vinculadas con las partículas del suelo, asimismo el movimiento del agua a través del suelo (Marrero, 2006).

4.2.2 Porosidad de suelo

Según (Cairo, 1994) la porosidad se define como el volumen total de espacios o huecos y canales que existe dentro del suelo. De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de suelo se determinó en un 62.23 % de porosidad. Este valor indica que el suelo es arcilloso.

4.2.3 Velocidad de infiltración

De acuerdo a la prueba de infiltración del suelo se determinó la infiltración básica 32.5 mm por hora y la velocidad de infiltración 58 mm por hora, esto quiere decir que es un suelo de permeabilidad moderada. Esto se debe a que la textura del suelo es franco arenoso (Cairo, 1995).

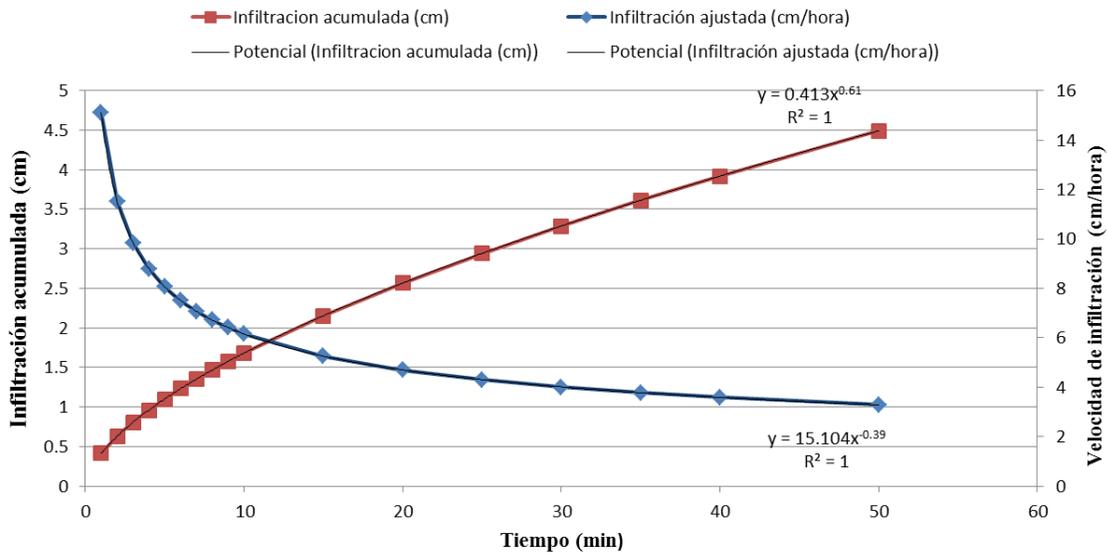


Figura 9. Velocidad de infiltración e infiltración acumulada del suelo, finca El Plantel, 2012.

4.2.4 Capacidad de campo

Los resultados obtenidos del análisis del suelo donde se estableció el experimento indican que la capacidad de campo (C_c) es de 22.43 %, nos indica que la capacidad de retención de agua del suelo es baja. La capacidad de campo de los suelos francos limoso oscila entre 20.5 y 30.0% (Blair, 2006).

4.3 Plano del levantamiento plani-altimétrico

Según el levantamiento realizado el área total de la poligonal es de 50.08 Mz lo que representa 35.186 ha o bien 351862.08 m². La topografía del terreno posee un área ondulada y otra área semiplana. El punto más bajo en el plano es de 109 metros y el punto más alto es de 121 metros, habiendo un desnivel entre ambos puntos de 12 metros. En el plano también se puede apreciar la ubicación de la bomba, los trinceptos dentro de la poligonal y las vías de acceso para vehículos y maquinaria.

4.4 Plano del desmembramiento de la poligonal El plantel

Del plano de desmembramiento surgieron 13 lotes distintos para la siembra de los cultivos de: aguacate 2 ha, ajonjolí 1ha, caña de azúcar 10.08 ha, cítricos 2 ha, guayaba 1 ha, mango 2 ha, maíz 1 ha, papaya 0.98 ha, pasto 10.07 ha, piña 1 ha, plátano 1 ha, sorgo 1 ha y soya 1 ha.

4.5 Plano final de los sistemas de riego en 15 hectáreas de Finca El Plantel

El plano detalla los tipos de sistema de riego, los cultivos, las líneas principales, líneas secundarias, terciarias y los aspersores, botones en los laterales de cada uno de los riegos. Los sistemas de riego están distribuidos de la siguiente manera: mango 2 ha y aguacate 2 ha y guanaba (riego por goteo), guayaba 1 ha y piña 1 ha (con cinta de riego), maíz 1 ha, ajonjolí 1 ha, sorgo 1 ha y soya 1 ha (riego por aspersión), plátano 2 ha y papaya 1 ha (con riego por microaspersión).

4.6 Distribución de los caudales de riego

A partir de las láminas de riego se calcularon los caudales para cada uno de los cultivos implementados en el área del proyecto de riego en la finca El Plantel. De acuerdo a la capacidad de la bomba se indican los cultivos que pueden ser regados en un día a la misma vez para no sobrepasar la capacidad.

V. CONCLUSIONES

1. La fuente de abastecimiento tiene una profundidad de 500 pies (152.5 m) y se encontró el nivel estático del agua (NEA) a los 170 pies (51.8 m) / 175 pies (53.3 m) de profundidad.
2. De acuerdo a la profundidad total se estima la explotación del pozo en 600 galones como mínimo y 1000 galones como máximo.
3. Al final de la prueba de recuperación del nivel dinámico, el pozo queda con 170 pies estabilizados para su explotación. El descenso total que se obtuvo de la prueba de bombeo con una exacción de 650 galones por minuto fue de 70 pies y con una recuperación ascendente de 30 minutos, en 30 minutos recupera su nivel estático. En vista de los resultados antes detallados certificamos que el pozo está en perfectas condiciones para su explotación de acuerdo a la demanda de riego.
4. Se realizó un levantamiento topográfico para un área total de 50.08 hectáreas, pero para la implementación de los sistemas de riego solo se usaron 15 hectáreas en la zona más plana del área total.
5. Los sistemas de riego establecidos fueron los siguientes: riego localizado (gotero) para los cultivos de Mango, Aguacate, Guanábana y Níspero; cinta de riego para Guayaba y Piña; microaspersión Papaya y Plátano; aspersión para los cultivos de Maíz, Sorgo, Soja y Ajonjolí.
6. Se logró realizar satisfactoriamente cada uno de los estudios y análisis que conlleva el diseño e instalación de los sistemas de riegos, por lo tanto se concluye que el proyecto contribuye en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Plan de Módulos Prácticos de la finca El Plantel.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis bacteriológico y un estudio de calidad de agua para riego y poder identificar las cantidades de sales que el riego está aportando a los suelos y al cultivo.
2. El piezómetro instalado solo cuenta con 260 pies (79.3 metros) de profundidad, siendo que la profundidad total del pozo es de 500 pies; quedaría un margen de 73.2 metros sin medición piezométrica. Enacal informó que “El tubo piezométrico deberá alcanzar una profundidad ligeramente inferior a la de la aspiración de la bomba 2 a 3 metros por encima” por lo que retomando esta recomendación el equipo de bombeo quedaría instalado a 270 pies de profundidad, lo que significaría que un verano fuertemente seco el descenso del nivel de agua dejaría el equipo fuera de funcionamiento y se presentaría la misma situación con el equipo de bombeo anterior.
3. Se recomienda realizar un segundo aforamiento en época de verano en punta (crítico), a fin de verificar el rebajamiento exacto que tendría el pozo en pleno verano, para garantizar su debida explotación en la época que más lo requiere la Hacienda El Plantel.
4. Identificar el uso consuntivo de los cultivos de la finca El Plantel y así calcular las láminas de riego para ajustar los turnos y tiempos de riego de cada uno de los sistemas de riego.
5. Realizar estudios de rendimiento de cultivos en periodos distintos y medir la efectividad de los sistemas de riego.
6. Evaluar el funcionamiento de los sistemas de riegos para un buen mantenimiento y efectividad.

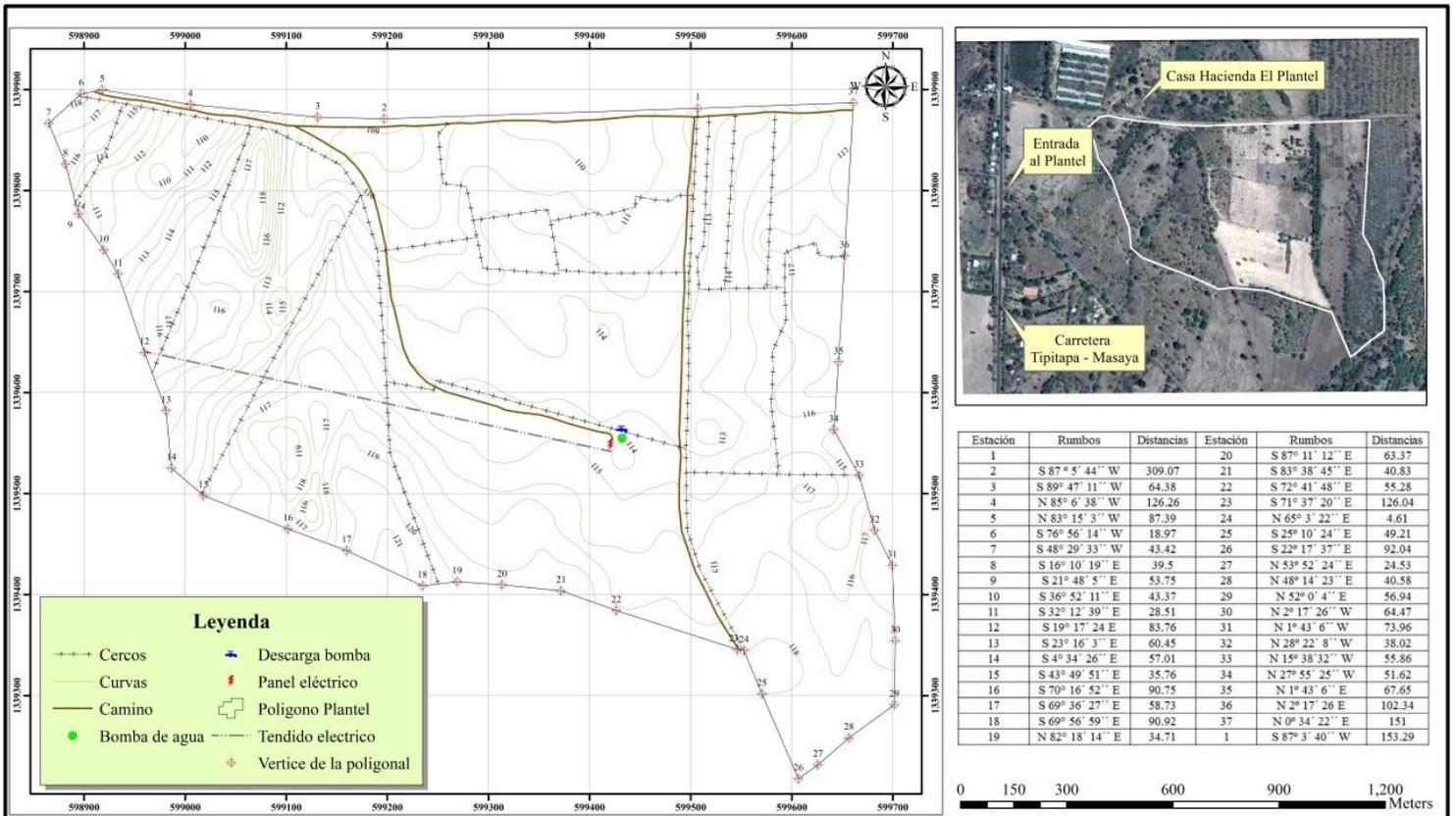
VII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABC Rural.** “*Importancia del riego en agricultura*” consultado: 08 de nov. 2015. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplemento/abc-rural/importancia-del-riego-en-agricultura-1284503.html>.
- Blanco B.** “Riego garantizaría tres cosechas a Nicaragua” actualización 13 Julio 2015. Consulta 23 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/364571-riego-garantizaria-tres-cosechas-nicaragua/>.
- Cairo, P. 1995,** la fertilidad física del suelo y la agricultura orgánica en el trópico. Profesor titular universidad central de las villas – Cuba, 66 p.
- Cairo P. y Fundora, O. (1994).** Edafología. Segunda edición corregida y ampliada, Editorial Pueblo y Educación 1994. Playa, Ciudad de la Habana, 177 y 181 p.
- Cisneros A. R.** 2003, centro de investigación y estudios de postgrado y área agropecuaria, apunte de la materia de riego y drenaje. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosi. Disponible en línea. <http://apuntes-de-riego-y-drenaje-v.2.pdf>.
- Cortez Mojica G.J. y Tercero Mercado J.J,** 2014. Efecto de tres láminas de riego por goteo en época seca sobre el estímulo de la floración y producción de café (*Coffea arabica* L), tesis, Ing. agrícola. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía Managua-Nicaragua, 15,18 y 19 p.
- Cruz Orellana, F. A.** Zamorano Honduras, dic. 2008 “Diseño de un sistema de riego por goteo en el área de El Llano en El Zamorano, Honduras” consultado: 04 de sept. 2015. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/856/1/T2572.pdf>.
- El Nuevo Diario.** “Nicaragua con mayores fuentes de agua Mucha agua, pero poco riego, el país tiene potencial para irrigar 1, 210,100 hectáreas.” Revisión 27 Septiembre 2013 consultado: 08 de oct. 2015. Disponible en: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/297763-mucha-agua-poco-riego/>.
- FAO, 2011.** “El estado mundial de la agricultura y la alimentación” consultado: 23 de agosto del 2015 disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/t0800s/t0800s09.htm#TopOfPage>.
- García, I. y Briones, G.** 2007, 2da. Edición México Trillas UAAAN. Sistema de riego por aspersión y goteo, relación-agua-suelo-planta, insumos de la irrigación, riego por aspersión y componentes de los sistemas de riego por aspersión, 12,17, 64 y 65p.

- García, I. y Briones, G.** 2007, 2da. Edición México Trillas UAAAN. Sistema de riego por aspersión y goteo, riego por goteo y componentes de los sistemas de riego por goteo 182 y 185p.
- INETER, 2013.** Dirección general de meteorología, datos de los parámetros climatológicos de las precipitaciones y temperaturas medias de Aeropuerto Internacional de Managua, Nicaragua.
- MAGFOR, 2008** “Sub programa desarrollo y reactivación del riego para contribuir a la seguridad alimentaria en Nicaragua”. Consultado: 27 de oct. 2015. Disponible en: <http://www.magfor.gob.ni/prorural/programasnacionales/perfilessub/riego.pdf>.
- Palomino, K.** 2009. Edición original publicada por Macro, S.A.C., Miraflores- Lima. Riego por goteo, objetivos de la irrigación, criterios para seleccionar los métodos de riego, selección del sistema de riego, 14, 22 y 28p.
- Palomino, K.** 2009. Edición original publicada por Macro, S.A.C., Miraflores- Lima. Riego por goteo, densidad aparente o densidad seca (Da) y densidad real o densidad de las partículas del suelo (Dr) 35 y 36p.
- Valverde, J.C.** 2000,1ra. Reimpresión de la 1ra. Edición San José, Costa Rica. Riego y Drenaje, porosidad del suelo, velocidad de infiltración y capacidad de campo 27, 30, 45 y 47p.

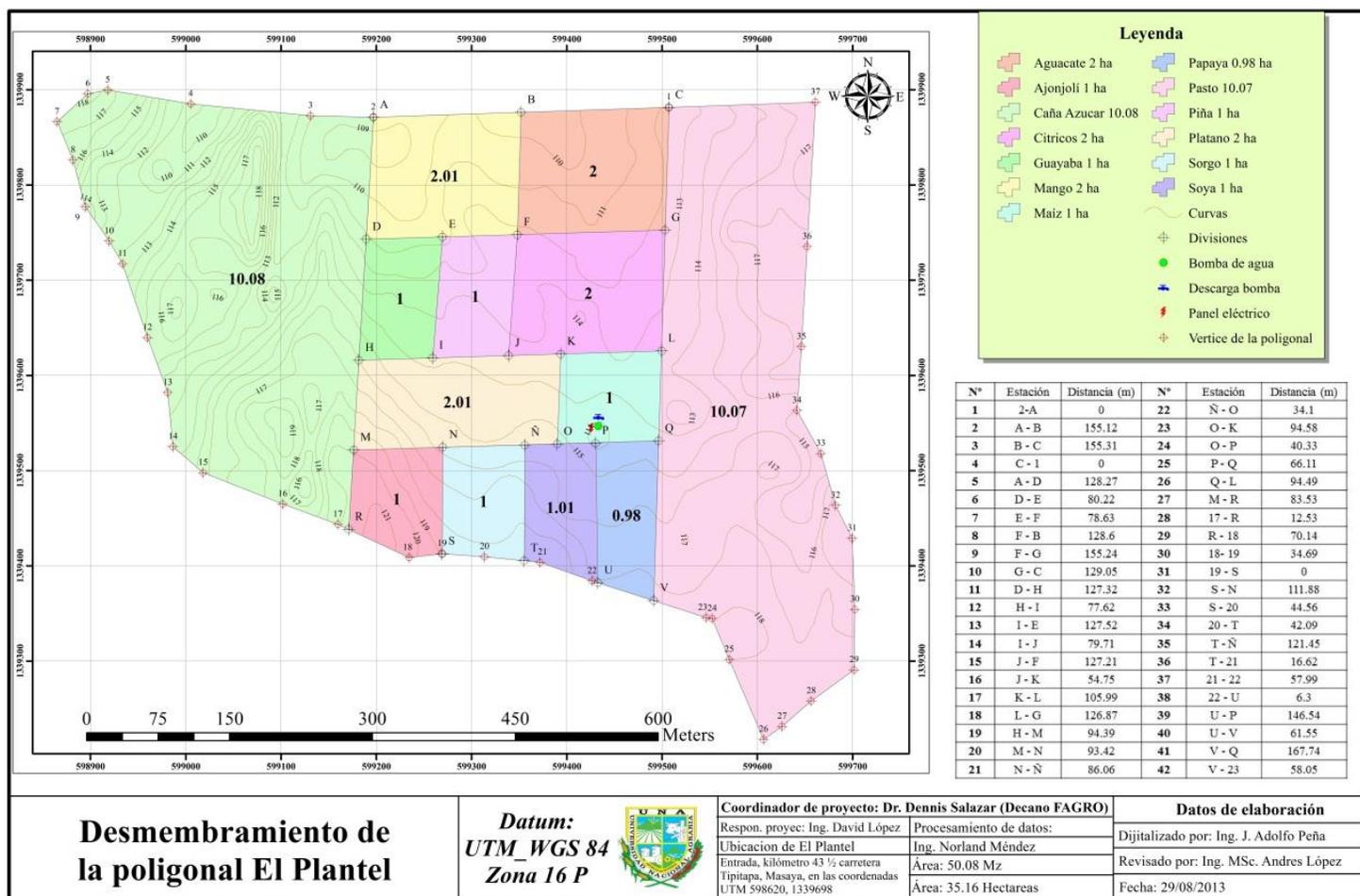
VIII. ANEXOS

Anexo 1. Sección del plano de levantamiento plani-altimétrico



<h2>Levantamiento Plani-altimetrico El Plantel</h2>	<p>Datum: <i>UTM_WGS 84</i> Zona 16 P</p> 	Información		Dotos de elaboración
		Coord. proyec: Ing. David López	Procesamiento de datos: Ing. Norland Méndez	Dibujado por: Ing. J. Adolfo Peña
Levantamiento: - Área de riego y topografía, DIA - Estudiantes de 4to de Ing. Agrícola - Estudiantes pasantes Ing. Agrícola		Área: 50.08 Mz	Área: 35.16 Hectareas	Revisado por: Ing. MSc. Andres López
				Fecha: 27/08/2013

Anexo 2. Sección del plano de desmembramiento de la poligonal, finca El plantel



Anexo 4. Distribución de caudales para distintos cultivos

CULTIVOS DEL SECTOR NORTE	q(gpm)			1 día	1 día	1 día	1 día
Hortalizas	218	218		218			
Mango	21.17						
Aguacate	23.36						
Guayaba	39.86						
Piña	162						
Guanábana, Rambután, etc.	9.8	256.19			256.19		
Maíz	305.2	305.2				305.2	
Ajonjolí	305.2	305.2					305.2
	1084.59						
CULTIVOS SECTOR SUR							
Plátano	287.98	152.46 + 135.52					287.98
Papaya	181.5			181.5			
Soya	305.2					305.2	
Sorgo	327				327		
Níspero, Mamón	7.66			7.66			
	1109.34						
				407.16	583.19	610.4	593.18

Anexo 5. Datos agronómicos de los cultivos

cultivo	RIEGO	marco plantacion	Aspersor	Presión operación(ps.i)	Caudal(gpm)	# Aspersores	caudal total(gpm)	Espaciamiento cuadrado(m)	Intensidad de aplicación(mm/h)	Intervalo Riego(días)	Lámina Riego(mm)	Tiempo Riego(horas)
Aguacate	Localizado	6m x 6m x0.866	Gotosos	22	0.0365	640	23.36					2
Mango	Localizado	6m x 6m x0.866	Gotosos	22	0.0365	580	21.17					2
Guayaba	Localizado	3m x 3m x0.866	Gotosos	22	0.0365	1092	39.86					
Plátanos	Miniaspersión	2m x 1.5m	Smooth Drive	30	2.42	119	287.98	12m x 12m	4.4	4	21	5
Papaya	Miniaspersión	2.5m x 2.5m x0.866	Smooth Drive	30	2.42	75	181.5	12m x 12m	4.4	4	21	5
Guanábana	Localizado	7m x 7m	Gotosos	22	0.0365	80	2.92					2
Borojé	Localizado	6m x 6m	Gotosos	22	0.0365	38	1.387					2
Chirimoya	Localizado	6m x 6m	Gotosos	22	0.0365	38	1.387					2
Araza	Localizado	4m x 4m	Gotosos	22	0.0365	84	3.066					2
Rambután	Localizado	8m x 8m	Gotosos	22	0.0365	28	1.022					2
Níspero y Mamón	Localizado	7m x7m x0.866	Gotosos	22	0.0365	210	7.665					2
Piña	Localizado	0.9m x 0.6m x 0.3	cinta riego	8	1.8	90	162					3
Maiz	Aspersión		Senninger	45	10.9	28	305.2	18m x 18m	7.64	4	21	4
Sorgo	Aspersión		Senninger	45	10.9	30	327	18m x 18m	7.64	4	21	4
Soya	Aspersión		Senninger	45	10.9	28	305.2	18m x 18m	7.64	4	21	4
Ajonjolí	Aspersión		Senninger	45	10.9	28	305.2	18m x 18m	7.64	4	21	4
Hortalizas	Aspersión		Senninger	45	10.9	20	218	18m x 18m	7.64	4	21	4

Anexo 6. Datos de la prueba de bombeo

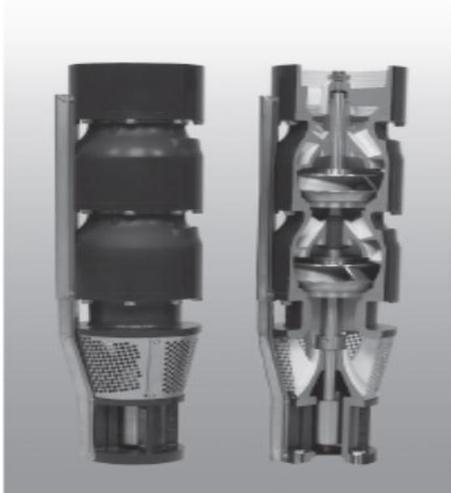
Primera prueba de bombeo a descarga libre 650 GPM				Primera prueba de recuperación			
Fecha	Hora	Tiempo de bombeo (min)	Pies Totales	Fecha	Hora	Tiempo de Recuperación	Pies Totales
06/06/2012	11:20:00			06/06/2012	01:20:00	0	0
06/06/2012	11:21:00	1		06/06/2012	01:21:00	1	0
06/06/2012	11:22:00	2	232.83	06/06/2012	01:22:00	2	174.75
06/06/2012	11:23:00	3	233.33	06/06/2012	01:23:00	3	172.17
06/06/2012	11:24:00	4	234.33	06/06/2012	01:24:00	4	171.54
06/06/2012	11:25:00	5	336.00	06/06/2012	01:25:00	5	171.42
06/06/2012	11:26:00	6	238.42	06/06/2012	01:26:00	6	171.08
06/06/2012	11:27:00	7	239.00	06/06/2012	01:27:00	7	170.63
06/06/2012	11:28:00	8	239.42	06/06/2012	01:28:00	8	170.29
06/06/2012	11:29:00	9	239.33	06/06/2012	01:29:00	9	170.17
06/06/2012	11:30:00	10	239.25	06/06/2012	01:30:00	10	170.00
06/06/2012	11:32:00	12	239.33	06/06/2012	01:32:00	12	169.79
06/06/2012	11:34:00	14	239.33	06/06/2012	01:34:00	14	169.58
06/06/2012	11:36:00	16	239.25	06/06/2012	01:36:00	16	169.54
06/06/2012	11:38:00	18	239.25	06/06/2012	01:38:00	18	169.29
06/06/2012	11:40:00	20	239.25	06/06/2012	01:40:00	20	169.42
06/06/2012	11:45:00	25	239.75	06/06/2012	01:48:00	28	169.42
06/06/2012	11:50:00	30	239.67	06/06/2012	01:50:00	30	169.58
06/06/2012	11:55:00	35	239.67				
06/06/2012	12:00:00	40	239.58				
06/06/2012	12:05:00	45	239.50				
06/06/2012	12:10:00	50	239.42				
06/06/2012	12:20:00	60	239.33				
06/06/2012	12:30:00	70	239.25				
06/06/2012	12:40:00	80	239.25				
06/06/2012	12:50:00	90	239.25				
06/06/2012	13:00:00	100	239.25				
06/06/2012	13:10:00	110	239.25				
06/06/2012	13:20:00	120	239.17				

Anexo 7. Datos de la prueba de bombeo

Segunda prueba de bombeo escalonada 360 GPM				Tercer prueba de bombeo a descarga libre 656 GPM			Cuarta prueba de bombeo a descarga libre 650 GPM			
Fecha	Hora	Tiempo Bombeo (min)	pies Totales	Hora	Tiempo Bombeo (min)	pies Totales	Fecha	Hora	Tiempo Bombeo (min)	pies Totales
06/06/2012	02:00:00			04:00:00			06/06/2012	06:20:00	140	238.42
06/06/2012	02:01:00	1		04:01:00	1	228.00	06/06/2012	06:40:00	160	238.42
06/06/2012	02:02:00	2		04:02:00	2	233.33	06/06/2012	07:00:00	180	238.50
06/06/2012	02:03:00	3	206.42	04:03:00	3	233.83	06/06/2012	07:20:00	200	238.50
06/06/2012	02:04:00	4	204.33	04:04:00	4	237.25	06/06/2012	07:40:00	220	238.50
06/06/2012	02:05:00	5	204.50	04:05:00	5	237.33	06/06/2012	08:00:00	240	238.50
06/06/2012	02:06:00	6	205.08	04:06:00	6	237.50	06/06/2012	08:30:00	270	238.50
06/06/2012	02:07:00	7	205.17	04:07:00	7	237.58	06/06/2012	09:00:00	300	238.50
06/06/2012	02:08:00	8	205.33	04:08:00	8	237.75	06/06/2012	09:30:00	330	238.50
06/06/2012	02:09:00	9	205.42	04:09:00	9	237.75	06/06/2012	10:00:00	360	238.42
06/06/2012	02:10:00	10	205.33	04:10:00	10	237.83	06/06/2012	11:00:00	420	238.42
06/06/2012	02:12:00	12	205.33	04:12:00	12	237.83	07/06/2012	12:00:00	480	238.50
06/06/2012	02:14:00	14	205.33	04:14:00	14	237.92	07/06/2012	01:00:00	540	238.50
06/06/2012	02:16:00	16	205.38	04:16:00	16	238.08	07/06/2012	02:00:00	600	238.50
06/06/2012	02:18:00	18	205.42	04:18:00	18	238.00	07/06/2012	03:00:00	660	238.50
06/06/2012	02:20:00	20	205.46	04:20:00	20	238.08	07/06/2012	04:00:00	720	238.50
06/06/2012	02:25:00	25	205.54	04:25:00	25	238.17	07/06/2012	05:00:00	780	238.50
06/06/2012	02:30:00	30	205.63	04:30:00	30	238.17				
06/06/2012	02:35:00	35	205.46	04:35:00	35	238.17				
06/06/2012	02:40:00	40	205.58	04:40:00	40	238.17				
06/06/2012	02:45:00	45	205.58	04:45:00	45	238.17				
06/06/2012	02:50:00	50	205.58	04:50:00	50	238.17				
06/06/2012	03:00:00	60	205.71	05:00:00	60	238.17				
06/06/2012	03:10:00	70	205.67	05:10:00	70	238.08				
06/06/2012	03:20:00	80	205.75	05:20:00	80	238.08				
06/06/2012	03:30:00	90	205.71	05:30:00	90	238.17				
06/06/2012	03:40:00	100	205.75	05:40:00	100	238.17				
06/06/2012	03:50:00	110	205.79	05:50:00	110	238.29				
06/06/2012	04:00:00	120	205.88	06:00:00	120	238.25				

Bombas Turbina Sumergibles

Bombas Turbina Sumergible de 8"



FPS
STSseries

Características:

- Fundición de hierro dúctil de primera calidad para una vida útil y resistir presiones más altas
- Bujes para soporte de motor y descarga más largos que incrementan la vida de la bomba
- Bujes intermedios de caucho con surcos en espiral, diseñados para ambientes abrasivos
- Eje de la bomba en acero inoxidable 416 esmerilado y pulido que maximiza la durabilidad
- Impulsores en fundición de acero inoxidable para una mayor resistencia a la abrasión
- Personalización de bombas disponible

Especificaciones

Diámetro Interno Mínimo del Pozo	8"
Sumergencia Mínima Arriba de la Succión	10'
Descarga	4" ó 6" NPT

Nota: Consulte los requerimientos de enfriamiento del motor en los datos del manual AIM de Franklin Electric.

Materiales de Construcción

Nombre de la Parte	Nombre Común del Material	Número de Espec. del Material
Soporte de Descarga	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Tazón Superior	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Tazón Intermedio	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Bujes, Descarga y Succión	Bronce	ASTM B584 C89835
Impulsor	Acero Inoxidable 304	ASTM A743/A743M CF8
Eje de la Bomba	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Soporte de Succión	Hierro Dúctil	ASTM A536 65-45-12
Buje del Tazón	Caucho	Caucho
Collarín de Arena	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Rejilla de Succión	Acero Inoxidable 302	ASTM A240 S30200
Guarda Cable	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Acoplamiento del Eje	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Perno de Empuje	Acero Inoxidable 300	ASTM A666
Manguito Cónico de Fijación	Acero Inoxidable 416	ASTM A582 S41600
Pernos	Acero Inoxidable 300	ASTM A666

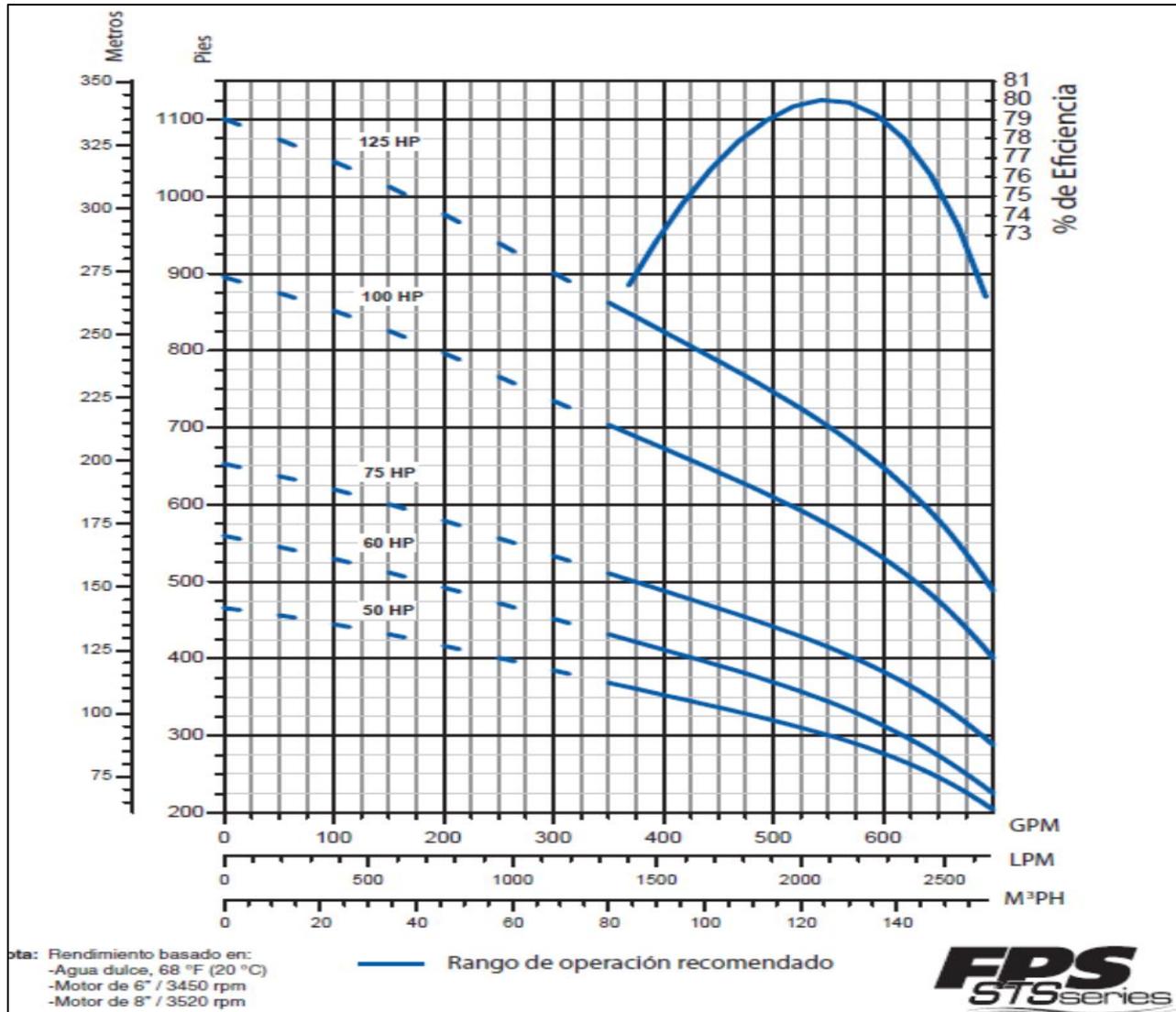
Nota: Opciones disponibles para buje del tazón y eje. Contacte a servicio al cliente para opciones disponibles.

Explicación del Número de Modelo

Ejemplo: 350STS10D8C-0264

- 350 = GPM
- STS = Turbina Sumergible
- 10 = HP
- D = Hierro Dúctil
- 8 = Bomba de 8"
- C = Recorte del Impulsor
- 02 = Número de Etapas
- 6 = Motor de 6"
- 4 = Descarga de 4"

Anexo 9. Curva característica de la bomba sumergible



Anexo 10. Datos de levantamiento planimétrico

Levantamiento: izquierdo					Proyecciones calculadas				correcciones		Proyecciones corregidas				Coordenadas		Calculo de área	
Azimut ₁₋₂ :267° 7'					Latitudes		Longitudes		Lat.	Long.	Latitudes		Longitudes		Lat.	Long.	Doble area	
Est.	Dist.	Ang. Inter.	Ang. Correg.	Rumbos	N	S	E	W	N-S	E-W	N	S	E	W	Y	X	YX	XY
1		180° 4'	180° 2'												660.99	636.66		
2	309.89	182° 42'	182° 40'	S 87° 7' W		15.59		309.50	0.07	0.83		15.66		308.67	645.33	327.99	216,798.11	410,855.80
3	64.55	185° 9'	185° 7'	S 89° 47' W		0.24		64.55	0.00	0.17		0.24		64.38	645.09	263.61	170,115.44	211,583.07
4	126.60	181° 54'	181° 52'	N 85° 6' W	10.81			126.14	0.05	0.34	10.76			125.80	655.85	137.81	88,899.85	172,888.62
5	87.62	160° 17'	160° 15'	N 83° 14' W	10.32			87.01	0.05	0.23	10.27			86.78	666.12	51.03	33,468.03	91,798.00
6	19.02	151° 47'	151° 45'	S 77° 1' W		4.27		18.53	0.02	0.05		4.29		18.48	661.83	32.55	21,682.21	33,773.18
7	43.40	114° 50'	114° 48'	S 48° 46' W		28.61		32.64	0.13	0.09		28.74		32.55	633.09	0	0.00	20,607.08
8	39.33	174° 40'	174° 38'	S 16° 26'E		37.72	11.13		0.17	0.03		37.89	11.16		595.20	11.16	7,065.28	0.00
9	53.54	165° 5'	165° 3'	S 21° 48' E		49.71	19.88		0.22	0.05		49.92	19.93		545.28	31.09	18,504.77	6,085.32
10	43.20	184° 20'	184° 18'	S 36° 45' E		34.61	25.85		0.16	0.07		34.77	25.92		510.51	57.01	31,086.41	15,871.76
11	28.39	193° 5'	193° 3'	S 32° 27' E		23.96	15.23		0.11	0.04		24.07	15.27		486.44	72.28	36,899.66	27,731.94
12	83.40	176° 18'	176° 16'	S 19° 24' E		78.66	27.70		0.36	0.07		79.02	27.77		407.42	100.05	48,668.32	29,448.32
13	60.20	198° 21'	198° 19'	S 23° 8' E		55.36	23.65		0.25	0.06		55.61	23.71		351.81	123.76	50,422.30	35,198.59
14	56.75	141°	140° 58'	S 4° 49' E		56.55	4.77		0.26	0.01		56.81	4.78		295.00	128.54	45,221.66	36,509.20
15	35.63	153° 33'	153° 31'	S 43° 51' E		25.69	24.68		0.12	0.07		25.81	24.75		269.19	153.29	45,220.55	34,601.68
16	90.48	180° 45'	180° 43'	S 70° 20' E		30.45	85.20		0.14	0.24		30.59	85.44		238.60	238.73	64266.42	36,574.99
17	58.56	179° 40'	179° 38'	S 69° 37' E		20.40	54.89		0.09	0.15		20.49	55.04		218.11	293.77	70,093.52	52,069.40
18	90.65	152° 16'	152° 14'	S 69° 59' E		31.03	85.17		0.14	0.24		31.17	85.41		186.94	379.18	82,702.95	54,917.36
19	34.63	190° 35'	190° 33'	N 82° 15' E	4.67		34.31		0.02	0.09	4.65		34.40		191.59	413.58	77,314.65	72,647.10
20	63.20	183° 35'	183° 33'	S 87° 12' E		3.09	63.12		0.01	0.17		3.10	63.29		188.49	476.87	91,363.52	77,955.69
21	40.72	190° 59'	190° 57'	S 83° 39' E		4.50	40.47		0.02	0.11		4.52	40.58		183.97	517.45	97,534.15	87,729.77
22	55.12	181° 4'	181° 2'	S 72° 42' E		16.39	52.63		0.07	0.14		16.46	52.77		167.51	570.22	104,903.37	86,678.05
23	125.67	136° 36'	136° 34'	S 71° 40' E		39.53	119.29		0.18	0.33		39.71	119.62		127.80	689.84	115,555.10	72,874.12
24	4.60	270° 8'	270° 7'	N 64° 54' E	1.95		4.17		0.01	0.01	1.94		4.18		129.74	694.02	88,695.76	89,499.84
25	49	182°35'	182°35'	S 24° 59' E		44.42	20.70		0.20	0.06		44.62	20.76		85.12	714.78	92,735.56	59,074.98

26	91.66	76°	76°	S 22° 24' E		84.74	34.93		0.38	0.09		85.12	35.02		0	749.80	63,822.98	0.00
27	24.53	174° 20'	174° 20'	N 53° 36' E	14.56		19.74		0.07	0.05	14.49		19.79		14.49	769.59	0.00	10,864.60
28	40.6	183° 47'	183° 47'	N 47° 56' E	27.20		30.14		0.12	0.08	27.08		30.22		41.57	799.81	11,589.25	31,991.86
29	56.95	126° 7'	126° 7'	N 51° 43' E	35.28		44.70		0.16	0.12	35.12		44.82		76.69	844.63	35,111.27	61,337.43
30	64.76	180° 11'	180° 11'	N 2° 10' W	64.71			2.45	0.29	0.01	64.42			2.44	141.11	842.19	64,587.55	119,185.74
31	74.3	153°47'	153°47'	N 1° 59' W	74.26			2.57	0.34	0.01	73.92			2.56	215.03	839.63	118,480.19	181,096.12
32	38.17	192° 43'	192° 43'	N 28° 12' W	33.64			18.04	0.15	0.05	33.49			17.99	248.52	821.64	176,677.25	208,664.85
33	56.1	167° 39'	167° 39'	N 15° 29' W	54.06			14.98	0.24	0.04	53.82			14.94	302.34	806.70	200,481.08	248,414.64
34	51.84	209° 16'	209° 16'	N 27° 50' W	45.84			24.20	0.21	0.07	45.63			24.13	347.97	782.57	236,602.21	280,707.40
35	67.96	180° 48'	180° 48'	N 1° 26' E	67.94		1.70		0.31	0.00	67.63		1.70		415.60	784.27	272,902.43	325,236.09
36	102.8	178° 19'	178° 19'	N 2° 14' E	102.72		4.01		0.46	0.01	102.26		4.02		517.86	788.29	327,613.32	406,142.06
37	151.68	86° 32'	86° 32'	N 0° 33' E	151.67		1.46		0.68	0.00	150.99		1.46		668.85	789.75	408,979.94	527,247.77
1	153.7			S 87° 5' W		7.82		153.50	0.04	0.41		7.86		153.09	660.99	636.66	425,830.04	522,016.85
Σ	2,639. 2	6,300° 47'	6,300°		699.63	693.34	849.52	854.11	6.29	4.59	696.47	696.47	851.81	851.81			4041,895.10	4,739,879.27
Σ					1,392.97	1,703.63					0	0						Área: 348,992.085 m ²
Error Lineal: 7.79					6.29	4.59	Precisión Lineal: 1/338.79										Área: 34.8992 Hectáreas	
Área: 49.6720 Manzanas																		

Nota: Para compensar el error angular (+ 0° 47'), se le restaron a los primeros 23 vértices 2 minutos a cada uno y al vértice 24 únicamente 1 minuto para lograr eliminar el error angular. Del vértice 25 hasta el 37 no se le quitó ningún minuto. Al final la suma de los ángulos internos nos da 6,300° y el error fue compenso y se procedió a calcular los rumbos.

Anexo 11. Replanteo de los rumbos y distancias a través de las coordenadas.

Estación	Coordenadas		Corrección de los Rumbos y Distancias	
	Y	X	Rumbos	Distancias
1	660.99	636.66		
2	645.33	327.99	S 87° 5' 44'' W	309.07
3	645.09	263.61	S 89° 47' 11'' W	64.38
4	655.85	137.81	N 85° 6' 38'' W	126.26
5	666.12	51.03	N 83° 15' 3'' W	87.39
6	661.83	32.55	S 76° 56' 14'' W	18.97
7	633.09	0	S 48° 29' 33'' W	43.42
8	595.20	11.16	S 16° 10' 19'' E	39.50
9	545.28	31.09	S 21° 48' 5'' E	53.75
10	510.51	57.01	S 36° 52' 11'' E	43.37
11	486.44	72.28	S 32° 12' 39'' E	28.51
12	407.42	100.05	S 19° 17' 24 E	83.76
13	351.81	123.76	S 23° 16' 3'' E	60.45
14	295.00	128.54	S 4° 34' 26'' E	57.01
15	269.19	153.29	S 43° 49' 51'' E	35.76
16	238.60	238.73	S 70° 16' 52'' E	90.75
17	218.11	293.77	S 69° 36' 27'' E	58.73
18	186.94	379.18	S 69° 56' 59'' E	90.92
19	191.59	413.58	N 82° 18' 14'' E	34.71
20	188.49	476.87	S 87° 11' 12'' E	63.37
21	183.97	517.45	S 83° 38' 45'' E	40.83
22	167.51	570.22	S 72° 41' 48'' E	55.28
23	127.80	689.84	S 71° 37' 20'' E	126.04
24	129.74	694.02	N 65° 3' 22'' E	4.61
25	85.12	714.78	S 25° 10' 24'' E	49.21
26	0	749.80	S 22° 17' 37'' E	92.04
27	14.49	769.59	N 53° 52' 24'' E	24.53
28	41.57	799.81	N 48° 14' 23'' E	40.58
29	76.69	844.63	N 52° 0' 4'' E	56.94
30	141.11	842.19	N 2° 17' 26'' W	64.47
31	215.03	839.63	N 1° 43' 6'' W	73.96
32	248.52	821.64	N 28° 22' 8'' W	38.02
33	302.34	806.70	N 15° 38' 32'' W	55.86
34	347.97	782.57	N 27° 55' 25'' W	51.62
35	415.60	784.27	N 1° 43' 6'' E	67.65
36	517.86	788.29	N 2° 17' 26'' E	102.34
37	668.85	789.75	N 0° 34' 22'' E	151.00
1	660.99	636.66	S 87° 3' 40'' W	153.29

Anexo 12. Datos de levantamiento altimétrico

Estación	Vista Atrás	Altura del Instrumento	Lecturas intermedias	Vista de frente	Elevación
BN ₁	1.308	115.308			114.000
LB 0+000			2.02		113.288
LB 0+025			2.526		112.782
LB 0+050			2.288		113.020
LB 0+075			1.740		113.568
LB 0+100			2.114		113.194
LB 0+000					
I 25			1.738		113.570
I 50			1.732		113.576
I 75			1.466		113.842
I 100			0.892		114.416
I 125			0.11		115.198
LB 0+025					
I 25			2.196		113.112
I 50			1.532		113.776
I 75			1.052		114.256
I 100			0.608		114.700
I 125			0.404		114.904
LB 0+050					
I 25			1.606		113.702
I 50			1.321		113.987
I 75			1.134		114.174
I 100			1.906		113.402
I 125			0.514		114.794
LB 0+075					
I 25			1.888		113.420
I 50			1.604		113.704
I 75			1.148		114.160
I 100			0.565		114.743
I 125			0.05		115.258
PL1	1.001	115.769		0.540	114.768
LB 0+100					
I 25			2.342		113.427
I 50			1.784		113.985
I 75			1.146		114.623
I 100			0.422		115.347
I 125			0.02		115.749
LB 0+125					
I 25			2.242		113.527
I 50			1.617		114.152
I 75			1.054		114.715
I 100			0.422		115.347
I 125			0.002		115.767
LB 0+150					
I 25			2.368		113.401

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lecturas intermedias	Vista de frente	Elevación
I 50			1.831		113.938
I 75			1.432		114.337
I 100			1.042		114.727
I 125			0.682		115.087
LB 0+175					
I 25			1.912		113.857
I 50			1.558		114.211
I 75			1.218		114.551
I 100			1.03		114.739
I 125			0.48		115.289
LB 0+125			2.834		112.935
LB 0+150			2.74		113.029
LB 0+175 (PL2)	2.624	115.975		2.418	113.351
LB 0+200			2.282		113.693
LB 0+200					
I 25			2.042		113.933
I 50			1.438		114.537
I 75			1.182		114.793
I 100			0.865		115.11
I 125			0.315		115.66
LB 0+225			2.828		113.147
LB 0+225					
I 25			2.263		113.712
I 50			1.652		114.323
I 75			1.228		114.747
I 100			0.612		115.363
LB 0+250			2.603		113.372
LB 0+250					
I 25			2.089		113.886
I 50			1.454		114.521
I 75 (PL3)	0.726	116.019		0.682	115.293
LB 0+275			2.362		113.658
LB 0+275					116.02
I 25			1.520		114.5
I 50			0.828		115.192
PL4	3.608	119.242		0.385	115.634
LB 0+250					
I 100			2.972		116.271
I 125			1.399		117.844
LB 0+275					119.243
I 75			3.00		116.243
I 100			1.463		117.78
I 125			0.232		119.011
LB 0+225					
I 125				3.012	116.230
	9.267			7.037	
		2.23			2.23

DATOS FRANKLIN

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lecturas intermedias	Vista de frente	Elevación
LB 0+000					
I 125 (BN1)	1.811	117.009			115.198
I 150			1.299		115.71
I 175			0.820		116.189
I 200			0.420		116.589
I 225			0.140		116.869
LB 0+025					
I 150			1.574		115.435
I 175			1.296		115.713
I 200			0.950		116.059
I 225			0.440		116.569
LB 0+050					
I 150			1.838		115.171
I 175			1.355		115.654
I 200			0.688		116.321
I 225			0.238		116.771
LB 0+075					117.009
I 150			1.390		115.619
I 175			1.888		115.121
I 200			0.120		116.889
LB 0+100					
I 150			0.720		116.289
I 175			0.300		116.709
PL1	1.838	117.91		0.939	116.070
LB 0+000					
I 250			0.555		117.353
LB 0+025					
I 250			0.879		117.029
LB 0+050					
I 250			0.838		117.07
LB 0+050					
I 250			0.838		117.07
PL2	1.815	118.525		1.200	116.708
LB 0+075					
I 225			0.456		118.067
I 250 (GPS) (035)					115
LB 0+100					
I 200			0.645		117.878
I 225			0.185		118.338
I 250 (GPS) (034)					124
LB 0+125					
I 150			1.248		117.275
I 175			0.820		117.703
I 200			0.443		118.08
I 225			0.102		118.421
I 250 (GPS) (033)					124
LB 0+150					118.523
I 150			1.439		117.084
I 175			1.238		117.285

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
I 200			0.934		117.589
I 225			0.459		118.064
LB 0+175					
I 150			1.998		116.525
I 175			1.498		117.025
I 175			1.498		117.025
I 200			0.920		117.603
I 225			0.311		118.212
LB 0+200					
I 150			1.800		116.723
I 175			1.259		117.264
I 200			0.719		117.804
I 225			0.075		118.448
PL3	1.934	119.409		1.050	117.473
LB 0+225					
I 150			2.247		117.16
I 175			1.545		117.862
I 200			0.775		118.632
LB 0+250					
I 150			1.142		118.265
PL4	2.389	121.723		0.075	119.332
LB 0+250					
I 175			2.410		119.311
I 200			1.251		120.47
I 225			0.841		120.88
LB 0+275					
I 150 (PL5)	3.490	123.401		1.810	119.911
I 175			1.016		120.705
I 200			0.265		121.456
I 225			0.236		121.485
LB 0+300					
I 150			2.770		120.631
I 175			1.445		121.956
I 200			1.439		121.962
I 225				1.300	122.101
	13.277			6.374	
		6.903			6.903
BN1 0+275	0.856	114.514			113.658
0+275 D 25			0.921		113.593
0+275 D 50			2.125		112.389
PL1 0+275 D 75	0.222	111.384		3.352	111.162
0+275 D 100			0.995		110.389
0+275 D 125			1.645		109.739
0+275 D 150			2.036		109.348
0+275 D 175			2.380		109.004
PL2 0+275 D 200	2.3	111.014		2.67	108.714
0+275 D 225			1.79		109.224
0+250 D 225			1.37		109.644
0+225 D 225			0.899		110.115

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
0+225 D 200			0.392		110.622
0+250 D 200			1.22		109.794
0+225 D 175			0.02		110.994
PL3 0+250 D 175	1.6	111.43		1.184	109.83
0+250 D 150			1.481		109.949
0+250 D 125			1.521		109.909
0+250 D 100	2.914	113.65		0.694	110.736
0+250 D 75			2.25		111.4
0+250 D 50			1.523		112.127
PL4 0+250 D 25	1.673	114.493		0.83	112.82
0+225 D 25			1.592		112.901
0+200 D 25			0.958		113.535
0+200 D 50			1.821		112.672
0+225 D 505			1.781		112.712
0+225 D 75			2.47		112.023
0+200 D 75			2.842		111.651
0+200 D 100			2.582		111.911
PL5 0+225 D 100	2.862	113.495		3.86	110.633
0+225 D 125			2.354		111.141
0+200 D 125			1.274		112.221
0+200 D 150			1.738		111.757
0+225 D 150			2.414		111.081
PL6 0+200 D 175	0.605	111.759		2.341	111.154
0+200 D 200			1.266		110.493
0+200 D 225			1.716		110.043
PL7 0+175 D 225	2.352	112.031		2.08	109.679
0+150 D 246.7			2.370		109.661
0+150 D 225			2.5		109.531
0+150 D 200			1.824		110.207
0+175 D 200			1.852		110.179
0+175 D 175			1.335		110.696
0+150 D 175			1.445		110.586
0+150 D 150			0.930		111.101
0+175 D 150			0.766		111.265
0+150 D 125			0.26		111.771
PL8 0+175 D 125	1.994	113.228		0.002	112.029
0+175 D 100			1.464		112.559
0+175 D 75			1.909		112.114
0+150 D 100			1.452		112.571
0+150 D 75			1.44		112.583
0+150 D 50			1.639		112.384
0+175 D 50			1.468		112.555
0+175 D 25			0.967		113.056
PL9 0+150 D 25	1.48			1.259	112.764
0+125 D 25			1.426		112.818
0+100 D 25			0.803		113.441
0+100 D 50			1.213		113.031

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
0+125 D 50			1.235		113.009
0+125 D 75			1.418		112.826
0+100 D 75			1.914		112.33
0+100 D 75			1.914		112.33
0+100 D 100			2.323		111.921
0+125 D 100	1.205			1.996	112.248
0+125 D 125			1.854		111.599
0+100 D 125			1.913		111.54
0+100 D 150			2.652		110.801
0+125 D 150			2.235		111.218
0+125 D 175			2.79		110.663
PL11 0+100 D 175	0.813			3.283	110.17
0+100 D 200			1.516		109.467
0+125 D 200			0.995		109.988
0+125 D 225			1.769		109.214
0+125 D 249			1.270		109.713
0+100 D 225			1.302		109.681
0+100 D 250			1.074		109.909
PL12 0+75 D 250	1.529			0.72	110.263
0+75 D 225			1.505		110.287
0+75 D 200			1.456		110.336
0+75 D 175			1.529		110.263
PL13 0+75 D 150	1.756			1.014	110.778
0+75 D 125			1.608		110.926
0+75 D 100			1.355		111.179
0+75 D 75			0.708		111.826
PL14 0+75 D 50	1.729			0.065	112.469
0+75 D 25				1.04	114.198

Henry Duarte

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN1 0+050	0.545				113.02
0+050 D 25			1.0308		112.5342
0+050 D 50			1.5		112.065
PL 1 0+050 D 75	1.439			1.687	111.878
0+050 D 100			1.533		111.784
0+050 D 125			1.69		111.627
PL2 0+050 D 150	1.39			2.24	111.077
0+050 D 175			1.672		110.795
0+050 D 200			1.575		110.892
0+050 D 225			1.585		110.882
0+050 D 250			1.684		110.783
0+050 D 275			1.708		110.759
0+025 D 275			1.144		111.323
0+025 D 250			0.883		111.584
0+025 D 225			0.768		111.699
0+025 D 200			1.019		111.448
PL3 0+025 D 175	1.578			1.095	111.372
0+025 D 150			1.644		111.306
0+025 D 125			1.198		111.752
PL 4 0+025 D 100	1.575			0.989	111.961
0+025 D 75			1.392		112.144
0+025 D 50			1.252		112.284
0+025 D 25					112.166
BN1 0+000	0.848				113.288
0+000 D 25			1.068		113.068
0+000 D 50			1.302		112.834
0+000 D 75			1.492		112.644
PL1 0+000 D 100	0.865			1.6	112.536
0+000 D 125			1.12		112.281
0+000 D 150			1.317		112.084
PL2 0+000 D 175	1.262			1.244	112.157
0+000 D 200			1.335		112.084
0+000 D 225			1.1015		112.3175
0+000 D 250			1.207		112.212
0+000 D 275				0.210	113.209

David, Henry y Erick

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN1 0+25	1.929	114.997			113.068
0+25 D 25			1.587		113.41
PL1 0+25 D 50	2.638	116.74		0.895	114.102
0+25 D 75			1.712		115.028
0+25 D 100			1.023		115.717
PL2 0+250 D 125	1.999	118.345		0.394	116.346
0+250 D 150				1.219	117.126
BN2 0+050	2.265	115.099			112.834
0+050 D 25			1.912		113.187
PL1 0+050 D 50	3.67	117.969		0.8	114.299
0+050 D 75			2.388		115.581
PL 2 0+050 D 100	2.265	118.887		1.347	116.622
0+050 D 125			1.255		117.632
0+050 D 150				1.74	117.147
BN3 0+075	1.978	114.622			112.644
D 25			1.289		113.333
PL1 D 50	2.465	116.872		0.215	114.407
PL 2 D 75	2.255	117.919		1.208	115.664
D 100			1.082		116.837
PL 3 D125	1.407	119.094		0.232	117.687
D 150				1.474	117.62
BN4 0+100	2.075	114.611			112.536
PL1 0+100 D 25	2.70	115.936		1.375	113.236
0+100 D 50			1.447		114.489
PL2 0+100 D 75	2.782	118.568		0.15	115.786
0+100 D 100			1.687		116.881
PL3 0+100 D 125	1.365	119.198		0.735	117.833
0+100 D 150				1.127	118.071
BN5 0+125	2.240	114.523			112.283
PL1 D 25	2.770	115.955		1.338	113.185
PL2 D 50	3.203	117.755		1.403	114.552
D 75			1.609		117.755
PL 3 D 100	1.600	118.736		0.619	117.136
D 125			1.418		117.318
D 150				1.280	117.456
BN6 0+150	2.435	114.519			112.084
PL1 0+150 D 25	3.21	116.351		1.378	113.141
PL2 0+150 D 50	2.86	117.636		1.575	114.776
0+150 D 75			1.269		116.367
PL3 0+150 D 100	1.70	118.396		0.94	116.696
0+150 D 125			1.356		117.04
0+150 D 150				2.13	116.266

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN6 0+175	3.999	116.156			112.157
D 25			2.819		113.337
D 50			1.550		114.606
PL 1 D 75	2.350	118.036		0.470	115.686
D 100			1.760		116.276
D 125			1.309		116.727
D 150				0.700	117.336
BN7 0+200	2.91	114.994			112.084
0+100 D 25			1.828		113.166
PL1 0+200 D 50	2.22	116.563		0.651	114.343
0+200 D 75			1.54		115.023
0+200 D 100			1.2		115.363
PL2 0+200 D 125	2.18	118.363		0.38	116.183
0+200 D 150				0.572	117.791
BN8 0+225	2.200	114.517			112.317
D 25			1.267		113.25
PL1 D 50	1.921	115.955		0.483	114.034
D 75			1.267		114.688
PL 2 D 100	1.890	117.031		0.814	115.141
D 125			0.996		116.035
D 150				0.122	116.909
BN10 0+250	2.55	114.762			112.212
0+250 D 25			1.928		112.834
0+250 D 50			1.368		113.394
PL1 0+250 D 75	2.608	116.74		0.63	114.132
PL3 0+250 D 100			1.742		114.998
0+250 D 125			0.923		115.817
0+250 D 150				0.31	116.43
BN8 0+275	2.889	116.098			113.209
D 25			1.690		114.408
D 50			1.079		115.019
PL 1D 75	2.000	117.828		0.270	115.828
D 100			1.369		116.459
D 125			0.729		117.099
D 150				0.258	117.57

David, Henry y Erick. "Lecturas "Izquierdas"

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN1 0+000	1.614	114.902			113.288
0+000PL1 I 25	1.928	115.737		1.093	113.809
0+000I 50			1.460		114.277
0+000 I 75			0.721		115.016
0+025 I 25			1.676		114.061
0+025 I 50			1.225		114.512
0+025 I 75	1.813	117.038		0.512	115.225
0+025 I 100			0.732		116.306
0+000 I 100	2.340	118.103		1.275	115.763
0+000 I 125			1.598		116.505
0+000 I 150			0.990		117.113
0+025 I 125			1.032		117.071
0+025 I 150				1.030	117.073
BM 1 0+50	0.694	114.27			113.576
0+50 I 25			1.255		113.015
0+75 I 25	2.365	115.294		1.341	112.929
0+50 I 50			1.618		113.676
0+075 I 50			1.692		113.602
0+50 I 75			0.893		114.401
0+75 I 75	2.115	116.511		0.898	114.396
0+50 I 100			1.426		115.085
0+075 I 100	1.83	116.971		1.37	115.141
0+50 I 125			1.018		115.953
PL1	1.464	117.415		1.02	115.951
0+75 I 125			1.593		115.822
PL2	1.023	116.456		1.982	115.433
0+50 I 150			1.188		115.268
0+075 I 150				1.73	114.726
BN1 0+100	1.779	116.195			114.416
0+100 I 25			1.891		114.304
0+125I 50			1.526		114.669
0+125 I 25			1.541		114.654
0+125 I 50			1.203		114.992
0+125 I 75			0.653		115.542
0+100 I 75	2.360	117.955		0.600	115.595
0+100 I 100			1.640		116.315
0+100 I 125			1.297		116.658
0+125 I 100			1.772		116.183
0+125 I 125	1.150	118.468		0.637	117.318
0+125 I 150			1.570		116.898
0+100 I 150				1.637	116.831

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BM 1 0+150	1.568	117.278			115.71
0+150 I 25			1.825		115.453
0+175 I 25			1.498		115.78
0+175 I 50			0.90		116.378
0+150 I 50			1.235		116.043
0+150 I 75			0.543		116.735
0+175 I 75	1.45	118.428		0.3	116.978
0+150 I 100			1.565		116.863
0+175 I 100			1.485		116.943
PL1	1.038	116.736		2.73	115.698
0+175 I 125			0.92		115.816
0+150 I 125			0.94		115.796
0+150 I 150			1.94		114.796
0+175 I 150				1.468	115.268

Norland y Basilio

BN1 0+025 I 175	1.631				115.78
0+025 I 200			1.25		116.161
0+050 I 200			1.548		115.863
0+050 I 225			0.911		116.5
0+025 I 225			0.913		116.498
0+025 I 250			0.445		116.966
0+050 I 250				0.541	116.87
BN2	2.398				115.863
0+050 I 200					115.863
0+075 I 200			1.747		116.514
0+100 I 200			0.919		117.342
0+100 I 225			0.800		117.461
0+075 I 225			1.423		116.838
0+075 I 250			0.952		117.309
PL 1 0+100 I 250	1.79			0.525	117.736
0+100 I 275			1.452		118.074
PL 2 0+125 I 275	0.811			1.44	118.086
0+125 I 250			1.239		117.658
0+125 I 225			1.512		117.385
PL 3 0+125 I 200	0.923			1.66	117.237
0+150 I 200			1.870		116.29
0+150 I 225			1.483		116.677
0+150 I 250			1.231		116.929
0+150 I 275				0.742	117.418

Levantamiento alimétrico de la parte sur - este de la poligonal, 23/07/2013.
 Norland y practicantes del DIA (Basilio, Alex, Gabriel, Byron, Lesly y Kadir)

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN1 0+125 I 275	1.580	119.666			118.086
0+125 I 300			1.123		118.543
0+125 I 325				1.931	117.735
BN2 0+15 I 275	1.882	119.3			117.418
0+150 I 300			1.452		117.848
0+150 I 325			1.463		117.837
PL1 0+150 I 350	1.423	117.906		2.817	116.483
0+150 I 375				1.333	116.573
BN3 0+150 I 325	0.802	118.639			117.837
0+175 I 350			2.46		116.179
0+175 I 325			1.387		117.252
0+175 I 300			1.652		116.987
PL1 0+175 I 275	0.607	117.176		2.07	116.569
0+175 I 250			0.942		116.234
0+175 I 225			1.428		115.748
PL2 0+175 I 200	0.598	116.246		1.528	115.648
0+175 I 175			1.186		115.06
0+175 I 150			1.668		114.578
0+175 I 125			1.704		114.542
0+175 I 100				1.708	114.538
BN 4 0+175 I 175	0.896	118.744			117.848
0+200 I 150			1.504		117.24
0+200 I 175			1.564		117.18
0+200 I 200			1.329		117.415
PL1 0+200 I 225	2.166	118.924		1.986	116.758
0+200 I 250			1.734		117.19
0+200 I 275			1.516		117.408
0+200 I 300			1.063		117.861
0+200 I 325				0.705	118.219
BN 5 0+200 I 175	1.043	118.223			117.18
0+225 I 300			1.146		117.077
0+225 I 275			1.350		116.873
0+225 I 250			1.697		116.526
0+225 I 225				1.893	116.33

Levantamiento alimétrico de la parte oeste de la línea 1-24 de la poligonal, 26/07/2013.
Norland y practicantes del DIA (Basilio, Alex, Gabriel, Byron, Lesly y Kadir)

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN1 0+ 275	3.222	116.88			113.658
0+300			2.252		114.63
0+325			1.215		115.67
PL 1, 0+350	0.564	117.23		0.215	116.67
PL 2, 0+375	0.477	115.81		1.899	115.33
0+400			2.828		112.98
PL3 0+425	2.483	115.67		2.624	113.19
PL 4, 0+450	2.842	117.96		0.548	115.12
0+475			2.303		115.66
0+500			0.637		117.32
0+525				2.624	115.34
BN1 0+275	0.286	113.94			113.658
0+300, D25			0.403		113.54
0+300, D50			1.491		112.45
0+300, D75			2.324		111.62
PL11 0+300, D100	0.190	111.01		3.123	110.82
0+300, D125			0.822		110.19
0+300, D150			1.418		109.59
0+300, D175			2.062		108.95
PL2 0+300, D200	2.164	110.66		2.518	108.49
0+300, D225				0.121	110.54
BN1 0+300	3.174	117.80			114.63
0+300, I 25			2.346		115.45
0+300, I 50			1.689		116.11
PL1 0+300, I 75	3.452	120.94		0.309	117.49
0+300, I100			2.524		118.42
PL2 0+300, I 125	2.380	121.98		1.344	119.60
0+300, I 150			1.26		120.72
PL3 0+300, I 175	1.365	121.77		1.574	120.41
0+300, I 200			1.487		120.28
0+300, I 225				1.193	120.58
BN2 0+325	1.01	116.68			115.670
0+325, D25			1.812		114.868
PL 1 0+325, D50	1.525	115.307		2.898	113.782
PL2 0+325, D75	0.785	113.729		2.363	112.944
0+325, D100			1.771		111.958
PL3 0+325, D125	1.065	111.966		2.828	110.901
PL4 0+325, D150	0.625	110.634		1.957	110.009
0+325, D175			1.517		109.117
0+325, D200			2.01		108.624
0+325, D225				0.66	109.974

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN2 0+325	2.625	118.295			115.67
0+325, I 25			1.6		116.695
PL1 0+325, I 50	2.144	119.675		0.764	117.531
0+325, I 75			1.593		118.082
PL2 0+325, I100	2.405	121.707		0.373	119.302
0+325, I 125			1.727		119.98
0+325, I 150			1.496		120.211
0+325, I 175	1.6	121.159		2.148	119.559
0+325, I 200				1.492	119.667
BN3 0+350	2.635	119.305			116.67
0+350, I 25			1.563		117.742
PL1 0+350, I 50	1.220	118.843		1.682	117.623
PL2 0+350, I 75	1.249	117.511		2.581	116.262
0+350, I100			1.327		116.184
PL3 0+350, I 125	0.932	118.127		0.316	117.195
PL4 0+350, I 150	0.226	116.836		1.517	116.610
0+350, I 175				1.664	115.172
BN3 0+350	0.224	116.894			116.67
0+350, D25					115.870
0+350, D50					115.341
0+350, D75					115.054
PL1 0+350, D100	0.533	114.522		2.905	113.989
PL2 0+350, D125	0.245	112.974		1.793	112.729
PL3 0+350, D150	0.424	110.806		2.592	110.382
0+350, D175					108.919
0+350, D200				2.038	108.768
BN1 0+375	2.962	118.292			115.33
I 25			1.074		117.218
PL1 I 50	1.54	118.478		1.354	116.938
PL2 I 75	3.634	121.258		0.854	117.624
I 100			1.715		119.543
I 125			1.501		119.757
PL3 I 150	0.379	119.251		2.386	118.872
I 175				1.954	117.297
BN1 0+375	0.332	115.662			115.33
D25			1.979		113.683
D50			3.101		112.561
PL1 D75	1.283	113.57		3.375	112.287
D100			2.054		111.516
PL2 D125	1.004	111.85		2.724	110.846
PL3 D150	1.1	111.039		1.911	109.939
D175			1.437		109.602
D200				1.106	109.933

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
BN1 0+400	3.081	116.061			112.98
PL1 I 25	3.338	117.552		1.847	114.214
I 50			2.028		115.524
PL2 I 75	3.048	120.287		0.313	117.239
I 100			1.284		119.003
PL3 I 125	0.702	119.008		1.981	118.306
I 150			2.012		116.996
I 175				2.035	116.973
BN1 0+400	0.637	113.617			112.98
D25			3.278		110.339
PL1 D50	1.358	113.485		1.49	112.127
D75			1.698		111.787
PL2 D100	1.319	112.949		1.855	111.63
D125			1.69		111.259
PL3 D150	1.896	113.056		1.789	111.16
D175			1.674		111.382
D200				1.239	111.817
BN1 0+425	0.65	113.84			113.19
PL1 I 25	2.779	115.416		1.203	112.637
PL2 I 50	2.943	117.184		1.175	114.241
PL3 I 75	2.503	118.865		0.822	116.362
I 100			1.377		117.488
I 125			2.082		116.783
PL4 I 150	1.459	117.41		2.914	115.951
I 175				0.674	116.736
BN1 0+425	2.444	115.634			113.19
D25			1.584		114.05
D50			1.516		114.118
PL1 D75	2.604	120.552		2.314	117.948
D100			1.68		118.872
D125			1.638		118.914
PL2 D150	1.541	120.244		1.849	118.703
D175			1.35		118.894
D200				3.567	116.677
BN1 0+450	1.001	116.121			115.12
I 25			2.003		114.118
PL1 I 50	3.044	115.804		3.361	112.76
I 75			1.3		114.504
PL3 I 100	1.41	116.538		0.676	115.128
I 125			1.459		115.079
I 150				1.163	115.375
BN1 0+450	2.446	117.566			115.12
D25			1.49		116.076
PL1 D50	1.308	116.283		2.591	114.975

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
PL2 D75	2.197	116.496		1.984	114.299
PL3 D100	2.562	118.735		0.323	116.173
D125			1.685		117.05
PL4 D150	0.329	116.428		2.636	116.099
PL5 D175	1.000	115.813		1.615	114.813
D200				3.772	112.041
BN1 0+475	0.561	116.221			115.66
I 25			1.255		114.966
PL1 I 50	0.95	114.068		3.103	113.118
I 75			1.534		112.534
PL2 I 100	1.383	114.10		1.351	112.717
PL3 I 125	2.126	114.771		1.455	112.645
I 150				1.369	113.402
	5.02		2.258	7.278	2.258
PL1 D25	0.426	116.391		1.346	115.965
PL2 D50	1.505	116.267		1.629	114.762
D75			1.519		114.748
PL3 D100	1.845	117.482		0.63	115.637
PL4 D125	0.056	114.90		2.638	114.844
D150			1.915		112.985
PL5 D175	0.988	112.498		3.39	111.51
D200			2.905		109.593
D 225				2.318	110.180
	6.471		5.48	11.951	5.48
BN1 0+500	1.101	118.4211			117.32
PL1 I 25	1.068	117.343		2.146	116.275
I 50			3.111		114.232
I 75				3.718	113.625
	2.169		3.695	5.864	3.695
BN1 0+500	0.412	117.732			117.32
D25			0.824		116.908
D50			1.67		116.062
D75			2.578		115.154
PL1 D100	1.386	116.234		2.884	114.848
PL2 D125	0.189	113.871		2.552	113.682
PL3 D150	0.78	111.672		2.979	110.892
D175			1.726		109.946
PL4 D200	1.986	111.97		1.688	109.984
D225				1.232	110.738
BN1 0+525	1.476	116.816			115.34
I 25				1.442	115.374
BN1 0+525	1.522	116.862			115.34
D25			1.402		115.46
D50			2.116		114.746

Estación	Vista atrás	Altura del instrumento	Lectura intermedia	Vista de frente	Elevación
PL1 D75	0.596	113.752		3.706	113.156
PL2 D100	1.114	113.141		1.725	112.027
D125			2.007		111.134
PL3 D150	2.782	111.993		3.93	109.211
PL4 D175	2.039	112.676		1.356	110.637
D 200			0.714		111.962
D 225				0.665	112.011
	8.053		3.329	11.382	3.329
BN1 0+525	0.083	115.423			115.34
0+550			2.071		113.352
D25			1.995		113.428
PL1 D50	0.846	113.567		2.702	112.721
PL2 D75	1.19	113.055		1.702	111.865
PL3 D100	1.401	112.754		1.702	111.353
PL4 D125	1.692	112.764		1.682	111.072
PL5 D150	2.887	114.149		1.502	111.262
PL6 D175	2.113	115.015		1.247	112.902
PL7 D200	1.937	116.301		0.651	114.364
D 212				0.833	115.468
	12.149		0.128	12.021	0.128
BN1 0+550 D125	2.566	113.638			111.072
0+575 D75			1.826		111.812
D100			1.171		112.467
D125			1.383		112.255
PL1 D150	3.703	116.135		1.206	112.432
PL2 D175	2.532	117.467		1.2	114.935
D 200			1.43		116.037
D 218				0.491	116.976
	8.801		5.904	2.897	5.904
BN1 0+575 D125	3.166	115.421			112.255
0+600 D100			0.366		115.055
D125			2.059		113.362
PL1 D150	2.668	116.209		1.88	113.541
PL2 D175	2.52	118.425		0.304	115.905
D 200			1.105		117.32
D 220				0.122	118.303
	8.354		6.048	2.306	6.048
BN1 0+600 D175	2.404	118.309			115.905
0+625 D150			3.392		118.309
D175			1.532		116.777
PL1 D 200	1.722	119.529		0.502	117.807
D 218				0.614	118.915
	4.126		3.01	1.116	3.01

Anexo 13. Datos de densidad aparente y % de humedad del suelo

CODIGO LAB	TARA	TARA + PSH	TARA + PSS	PSH	PSS	% HUMEDAD	Vol. Cilindro	Peso	Da
								roca	
	1	108.8	218.7	189.5	109.9	80.7	36.18	100.00	0.807
papaya	2	104.7	220.2	189.4	115.5	84.7	36.36	100.00	0.847
	3	97.2	225.9	195.3	128.7	98.1	31.19	100.00	0.981
	1	101.5	219.5	197.1	118	95.6	23.43	100.00	0.956
maiz I	2	110	228.7	201.9	118.7	91.9	29.16	100.00	0.919
	3	106.7	218.3	194	111.6	87.3	27.84	100.00	0.873
	1	108.2	233.4	203.8	125.2	95.6	30.96	100.00	0.956
maiz II	2	101.4	229	202.5	127.6	101.1	26.21	100.00	1.011
	3	102.3	229.2	203.8	126.9	101.5	25.02	100.00	1.015
	1	103.3	217.2	199.6	113.9	96.3	18.28	100.00	0.963
frutas	2	107	224.8	207.1	117.8	100.1	17.68	100.00	1.001
	3	99.3	212	193.7	112.7	94.4	19.39	100.00	0.944
	1	101.4	220.1	191.8	118.7	90.4	31.31	100.00	0.904
platano	2	107.2	262.7	117.9	155.5	10.7	13.53	100.00	0.107
	3	101.4	228.2	197.3	126.8	95.9	32.22	100.00	0.959
	1	107.7	215.7	200.4	108	92.7	16.50	100.00	0.927
nispero	2	108	224.8	208	116.8	100	16.80	100.00	1
	3	102	210.9	197.3	108.9	95.3	14.27	100.00	0.953
	1	108.5	206.8	188.5	98.3	80	22.88	100.00	0.8
piña	2	102.4	209.1	191.5	106.7	89.1	19.75	100.00	0.891
	3	107.1	287.1	170.8	180	63.7	18.25	100.00	0.637
	1	102.9	219.3	201.9	116.4	99	17.58	100.00	0.99
guayaba	2	107.8	235.4	218.7	127.6	110.9	15.06	100.00	1.109
	3	105.1	207.3	193.3	102.2	88.2	15.87	100.00	0.882
	1	99.2	212.1	196.3	112.9	97.1	16.27	100.00	0.971
aguacate	2	103.6	220.8	203.9	117.2	100.3	16.85	100.00	1.003
	3	98	223.3	203.5	125.3	105.5	18.77	100.00	1.055
	1	108.1	231.9	216	123.8	107.9	14.74	100.00	1.079
mango	2	99.7	210	194.6	110.3	94.9	16.23	100.00	0.949
	3	99.9	229.7	205.3	129.8	105.4	23.15	100.00	1.054
	1	105.4	202.7	182.9	97.3	77.5	25.55	100.00	0.775
sorgo	2	109.8	218.9	194.1	109.1	84.3	29.42	100.00	0.843
	3	97.7	215.7	188.6	118	90.9	29.81	100.00	0.909
	1	106.6	210.3	194.7	103.7	88.1	17.71	100.00	0.881
sorgo	2	102.7	197.1	181.5	94.4	78.8	19.80	100.00	0.788
	3	102.5	215.7	191.5	113.2	89	27.19	100.00	0.89
	1	101.4	229.6	209.7	128.2	108.3	18.37	100.00	1.083
mamon	2	109.1	234.2	216.3	125.1	107.2	16.70	100.00	12.9 0.73015
	3	102.5	207.8	191.6	105.3	89.1	18.18	100.00	0.891
	1	99.5	212.4	186.9	112.9	87.4	29.18	100.00	2.6 0.8051
pasto	2	99.7	219.4	199.9	119.7	100.2	19.46	100.00	1.002
	3	97.9	204.4	186.6	106.5	88.7	20.07	100.00	0.887

Anexo 14. Datos de Densidad Real y % de porosidad del suelo

A	C	D	B	I	III	II	DR=I/II-III	% de
PICN.VACIO	PICN.+ SUELO	PICN.+ SUELO+AGUA	PICN.+AGUA	C-A	A+D	B+C		porosidad
24.636	33.668	54.584	49.193	9.263	78.988	82.861	2.392	66.263
25.413	33.371	55.029	50.216	7.958	80.442	83.587	2.530	66.523
23.610	33.011	53.971	48.460	9.401	77.581	81.471	2.417	59.407
27.593	36.679	57.942	52.345	9.087	85.534	89.024	2.392	60.034
23.729	33.902	54.721	48.380	10.173	78.449	82.283	2.392	61.581
22.693	31.594	52.979	47.543	8.901	75.672	79.137	2.392	63.504
30.913	38.987	60.608	55.771	8.074	91.521	94.758	2.392	60.034
23.105	32.391	53.417	48.009	9.286	76.522	80.399	2.392	57.735
24.781	35.723	56.111	49.642	10.942	80.892	85.364	2.392	57.568
24.065	33.410	54.436	48.975	9.345	78.501	82.385	2.392	59.741
26.126	35.219	56.152	50.991	9.094	82.278	86.211	2.392	58.153
17.661	26.090	47.299	42.640	8.429	64.960	68.729	2.392	60.536
26.133	35.704	56.163	50.632	9.571	82.295	86.336	2.392	62.208
30.046	38.138	59.502	54.989	8.093	89.547	93.128	2.392	95.527
30.822	38.291	60.156	55.681	7.470	90.977	93.973	2.392	59.909
24.230	32.340	53.829	49.023	8.110	78.06	81.363	2.392	61.246
19.474	28.379	49.446	44.271	8.905	68.920	72.650	2.392	58.195
24.404	32.157	53.596	49.328	7.752	78.001	81.485	2.392	60.159
25.413	33.421	54.898	50.333	8.008	80.311	83.754	2.392	66.556
23.610	32.941	54.032	48.453	9.331	77.642	81.394	2.392	62.751
27.593	34.755	56.263	52.522	7.163	83.855	87.277	2.392	73.370
23.729	34.409	54.975	48.627	10.680	78.704	83.037	2.392	58.613
22.693	31.64	52.751	47.659	8.946	75.443	79.298	2.392	53.638
30.913	39.502	60.622	55.823	8.59	91.534	95.324	2.392	63.128
23.105	35.155	55.046	47.937	12.050	78.150	83.092	2.392	59.407
24.781	33.892	55.032	49.699	9.111	79.813	83.591	2.392	58.069
24.065	35.091	55.498	48.966	11.027	79.563	84.057	2.392	55.895
26.126	35.805	56.663	51.103	9.679	82.788	86.908	2.392	54.892
17.661	28.040	48.899	42.609	10.380	66.559	70.649	2.392	60.327
26.133	36.658	56.740	50.454	10.526	82.872	87.113	2.392	55.937
30.046	36.574	58.829	54.903	6.528	88.874	91.477	2.509	69.105
30.822	38.997	60.470	55.597	8.175	91.292	94.594	2.475	65.946
24.230	32.774	54.200	49.099	8.545	78.430	81.873	2.482	63.374
19.474	28.247	49.612	44.260	8.773	69.086	72.507	2.564	65.645
24.404	32.194	53.460	49.335	7.790	77.864	81.529	2.125	62.924
25.413	33.823	55.348	50.293	8.410	80.761	84.116	2.507	64.496
23.610	31.221	53.037	48.484	7.610	76.648	79.705	2.489	56.492
27.593	34.842	56.736	52.654	7.250	84.329	87.496	2.289	68.100
23.729	31.942	53.451	48.636	8.213	77.18	80.578	2.417	63.135
22.693	28.59	50.994	47.652	5.896	73.687	76.241	2.308	65.115
30.913	37.393	59.416	55.818	6.480	90.328	93.211	2.248	55.429
23.105	31.531	52.831	47.985	8.426	75.935	79.516	2.353	62.309

Anexo 15. Datos de campo de prueba de infiltración

Tiempo (min)	Intervalo entre lecturas (min)	Tiempo acumulado (min)	Lectura (cm)	Diferencia entre lecturas	Infiltración calculada
10:43	0		9		
10:44	1	1	8.2	0.8	48
10:45	1	2	8.1	0.1	6
10:46	1	3	8	0.1	6
10:47	1	4	7.8	0.2	12
10:48	1	5	7.5	0.3	18
10:49	1	6	7.4	0.1	6
10:50	1	7	7.3	0.1	6
10:51	1	8	7.2	0.1	6
10:52	1	9	7.1	0.1	6
10:53	1	10	7	0.1	6
10:58	5	15	6.5	0.5	6
11:03	5	20	6.1	0.4	4.8
11:08	5	25	5.7	0.4	4.8
11:13	5	30	5.3	0.4	4.8
11:18	5	35	4.9	0.4	4.8
11:23	5	40	4.7	0.2	2.4
11:33	10	50	4.1	0.5	3
11:43	10	60	3.8	0.3	1.8
11:53	10	70	3.5	0.3	1.8
12:03	10	80	3.2	0.3	1.8
12:13	10	90	2.9	0.3	1.8
12:23	10	100	2.6	0.3	1.8
12:38	15	115	2.1	0.5	2
12:53	15	120	1.1	1	4
01:08	15	125	0.9	0.2	0.8
01:09		126	8.3		
01:29	20	146	6.8	1.5	4.5
01:49	20	166	5.4	1.4	4.2
02:09	20	186	4.4	1	3
02:29	20	206	3.8	0.6	1.8
02:49	20	226	3	0.8	2.4
03:09	20	246	2.5	0.5	1.5
03:29	20	266	2.1	0.4	1.2
03:30		267	7.5		
03:51	20	287	6.5	1	3
04:11	20	307	5.5	1	3

Anexo 16. Cálculo para la obtención del modelo de la velocidad de infiltración

Tiempo acumulado (min)	Velocidad de infiltración (cm/hora)	$\log X_i$	$\log Y_i$	X^2	Y^2	$X_i Y_i$
1	48	0	1.6812	0	2.8264	0
2	6	0.301	0.7782	0.0906	0.6056	0.2342
3	6	0.4771	0.7782	0.2276	0.6056	0.3713
4	12	0.6021	1.0792	0.3625	1.1647	0.6498
5	18	0.699	1.2553	0.4886	1.5758	0.8775
6	6	0.7782	0.7782	0.6056	0.6056	0.6056
7	6	0.8451	0.7782	0.7142	0.6056	0.6577
8	6	0.9031	0.7782	0.8156	0.6056	0.7028
9	6	0.9542	0.7782	0.9105	0.6056	0.7426
10	6	1	0.7782	1	0.6056	0.7782
15	6	0.1761	0.7782	0.031	0.6056	0.1370
20	4.8	1.301	0.6812	1.6926	0.464	0.8862
25	4.8	1.3979	0.6812	1.9541	0.464	0.9522
30	4.8	1.4771	0.6812	2.1818	0.464	1.0062
35	4.8	1.5441	0.6812	2.3842	0.464	1.0518
40	2.4	1.6021	0.3802	2.5667	0.1446	0.6091
50	3.6	1.699	0.5563	2.8866	0.3095	0.9452
	151.2	15.7571	13.9026	18.9122	12.7218	11.2074

Anexo 17. Calculo de la velocidad de infiltración e infiltración acumulada usando el método de Kostiakov

Tiempo (min)	Infiltración ajustada (cm/hora)	Infiltración acumulada (cm)
1	15.1043	0.4126
2	11.5281	0.6298
3	9.8428	0.8066
4	8.7987	0.9614
5	8.0657	1.1016
6	7.5124	1.2414
7	7.0743	1.3527
8	6.7155	1.4676
9	6.4141	1.5769
10	6.156	1.6816
15	5.2561	2.1537
20	4.6985	2.567
25	4.3071	2.9414
30	4.0116	3.2875
35	3.7777	3.6118
40	3.5861	3.9184
50	3.2873	4.4899

Anexo 18. Presupuesto

LÍNEA DE CONDUCCIÓN A LOS DISTINTOS SISTEMAS					
N/O	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	TUBO PVC DE 4" X 6 MTS SDR 26	TUBO	290.00	C\$ 975.00	C\$ 282,750.00
02	TEE PVC DE 4"	UNIDAD	18.00	C\$ 187.50	C\$ 3,375.00
03	REDUCCION DE 6" A 4" (HG A PV ACOUPLE)	UNIDAD	1.00	C\$ 1,000.00	C\$ 1,000.00
04	PEGAMENTO PVC GRIS	GALON	2.00	C\$ 816.00	C\$ 1,632.00
SUB TOTAL- 1					C\$ 288,757.00

SISTEMA DE MINI ASPERSION (PLATANO Y PAPAYA)					
N/O	DESCRIPCION DEL MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	TUBO PVC SDR 26 DE 1 ½" X 6 MTS	UNIDAD	344.00	C\$ 280.31	C\$ 96,426.64
02	TUBO PVC SDR 26 DE 3" X 6 MTS	UNIDAD	25.00	C\$ 585.00	C\$ 14,625.00
03	TUBO PVC SDR 26 DE 4" X 6 MTS	UNIDAD	15.00	C\$ 975.00	C\$ 14,625.00
04	REDUCCION PVC DE 3" A 1 ½"	UNIDAD	24.00	C\$ 56.25	C\$ 1,350.00
05	REDUCCION PVC DE 4" A 1 ½"	UNIDAD	14.00	C\$ 150.00	C\$ 2,100.00
06	CRUZ PVC DE 3"	UNIDAD	11.00	C\$ 234.37	C\$ 2,578.07
07	CRUZ PVC DE 4"	UNIDAD	6.00	C\$ 328.10	C\$ 1,968.60
08	TEE PVC DE 3"	UNIDAD	1.00	C\$ 135.93	C\$ 135.93
09	TEE PVC DE 4"	UNIDAD	1.00	C\$ 187.50	C\$ 187.50
10	REDUCCION PVC DE 4" A 3"	UNIDAD	1.00	C\$ 117.18	C\$ 117.18
11	VALVULA DE AIRE VACIO JMTENX-295 DE 1"	UNIDAD	4.00	C\$ 650.00	C\$ 2,600.00
12	VALVULA REGULADORA DE PRESION DE 3" BERMAND SERIE 100	UNIDAD	4.00	C\$ 5,708.00	C\$ 22,832.00
13	VALVULA DE PASE PVC DE 3"	UNIDAD	4.00	C\$ 1,500.00	C\$ 6,000.00
14	ASPELOR SENNINGER SMOOTH DRIVE HA, d= 18 MM BOQUILLA #8 (INCLUYE SU ELEVADOR SEGÚN DETALLE)	UNIDAD	90.00	C\$ 450.00	C\$ 40,500.00
15	PEGAMENTO PVC GRIS	GALON	3.00	C\$ 816.00	C\$ 2,448.00
16	TEFLON DE ¾ DE 15 MTS	UNIDAD	24.00	C\$ 30.00	C\$ 720.00
SUB TOTAL-2					C\$ 209,213.92

SISTEMA DE GOTERO DE BOTON (MANGO, AGUACATE, GUAYABA, CITRICOS)					
N/O	DESCRIPCION DEL MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	TUBO PVC SDR 26 DE 2" X 6 MTS	UNIDAD	94.00	C\$ 280.31	C\$ 26,349.14
02	MANGUERA DE POLIETILENO DE 20 MM, EN ROLLOS DE 1000 MTS, PE32, PEBD, ESPESOR DE PARED DE 1.3 MM Y PRESION DE 4 ATMOSFERA.	UNIDAD	14200.00	C\$ 9.00	C\$ 127,800.00
03	GOTEROS DE BOTON CON 4 SALIDAS AUTOCOMPENSANTES, CAUDAL 9 LTS X HORA, PRESIO DE OPERACIÓN DE 0.6 A 4 BAR (ADO CON MANGURAS DE INYECCIONN INCLUIDA)	UNIDAD	3045.00	C\$ 15.00	C\$ 45,675.00
04	REDUCCION PVC DE 4" A 2"	UNIDAD	4.00	C\$ 117.18	C\$ 468.72
05	TEE PVC DE 2"	UNIDAD	30.00	C\$ 32.81	C\$ 984.00
06	CODO DE 2" X 90°	UNIDAD	12.00	C\$ 32.81	C\$ 393.72
07	VALVULA DE AIRE VACIO JMTEX-259 DE 2"	UNIDAD	4.00	C\$ 1,344.00	C\$ 5,376.00
08	VALVULA DE CIERRE CENTRAL PVC DE 2"	UNIDAD	4.00	C\$ 768.00	C\$ 3,072.00
09	VALVULA DEDUCTORA DE PRESION DE 2" BERMAND SERIE 100	UNIDAD	4.00	C\$ 5,376.00	C\$ 21,504.00
10	VALVULA DE CIERRE RAPIDO DE 2" PVC	UNIDAD	31.00	C\$ 230.00	C\$ 7,130.00
11	CONECTOR PARA TUBERIA Y MANGUERA DE 20 MM	UNIDAD	150.00	C\$ 15.00	C\$ 2,250.00
12	VALVULA RAMAL PARA MANGUERA DE 20 MM	UNIDAD	150.00	C\$ 60.00	C\$ 9,000.00
13	CONECTOR ENTRE MANGUERA Y MANGUERA DE 20MM	UNIDAD	150.00	C\$ 15.00	C\$ 2,250.00
14	TAPON HEMBRA PARA MANGUERA DE 20 MM	UNIDAD	150.00	C\$ 15.00	C\$ 2,250.00
15	COLOCACION DE FILTRO SEGÚN DETALLE	UNIDAD	4.00	C\$ 150.00	C\$ 600.00
16	TEFLON DE ¼ DE 15 MTS	UNIDAD	36.00	C\$ 30.00	C\$ 1,080.00
SUB TOTAL-3					C\$ 256,182.88

SISTEMA DE CINTA DE RIEGO (PIÑA, HORTALIZAS)					
N/O	DESCRIPCION DEL MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	TUBO PVC SDR 26 DE 2" X 6 MTS	UNIDAD	24.00	C\$ 280.31	C\$ 6,727.44
02	TUBO PVC SDR 26 DE 3" X 6 MTS	UNIDAD	18.00	C\$ 585.00	C\$ 10,530.00
03	CINTA DE RIEGO DE 20 MM EN ROLLOS DE 100 MST, CON GOTERO INTEGRADO AUTOCOMPENSANTE, ESPACIADO A 30 CMS CON UN CAUDAL DE 3 LTS X HORA A 8 PSI	ROLLO	407.00	C\$ 256.00	C\$ 104,192.00
04	TEE PVC DE 2"	UNIDAD	4.00	C\$ 32.81	C\$ 131.24
05	CODO DE 2" X 90°	UNIDAD	12.00	C\$ 32.81	C\$ 393.72
06	CONECTOR PARA TUVIERA Y CINTA	UNIDAD	290.00	C\$ 15.00	C\$ 4,350.00
07	VALVULA RAMAL DE 16 MM PARA MANGUERA	UNIDAD	290.00	C\$ 15.00	C\$ 4,350.00
08	CONECTOR ENTRE CINTA Y CINTA	UNIDAD	290.00	C\$ 50.00	C\$ 14,550.00
09	TAPON HEMBRA PARA CINTA	UNIDAD	290.00	C\$ 15.00	C\$ 4,350.00
10	COLOCACION DE FILTRO SEGÚN DETALLE	UNIDAD	2.00	C\$ 150.00	C\$ 300.00
11	VALVULA DE CIERRE CENTRAL PVC DE 2"	UNIDAD	3.00	C\$ 768.00	C\$ 2,304.00
12	VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE 2" BERMAND SERIE 100	UNIDAD	4.00	C\$ 5,376.00	C\$ 21,504.00
13	PEGAMENTO PVC GRIS	GALON	1.00	C\$ 816.00	C\$ 816.00
14	TEFLON DE ¾ DE 15 MTS	UNIDAD	12.00	C\$ 30.00	C\$ 360.00
SUB TOTAL-4					C\$ 174,808.40

SISTEMA DE ASPERSION (SOYA, MAIZ, AJONJOLI, SORGO)					
N/O	DESCRIPCION DEL MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	TUBO PVC SDR 26 DE 1 ½" X 6 MTS	UNIDAD	280.00	C\$ 280.31	C\$ 78,486.80
02	TUBO PVC SDR 26 DE 3" X 6 MTS	UNIDAD	68.00	C\$ 285.00	C\$ 39,780.00
03	REDUCCION PVC DE 3" A 1 ½"	UNIDAD	47.00	C\$ 56.25	C\$ 2,643.75
04	CRUZ PVC DE 3"	UNIDAD	22.00	C\$ 234.37	C\$ 5,156.14
05	TEE PVC DE 3"	UNIDAD	4.00	C\$ 135.93	C\$ 543.72
06	CODOS PVC DE 3" X 90°	UNIDAD	12.00	C\$ 112.50	C\$ 1,350.00
07	VALVULA DE AIRE VACIO JMTEX-295 DE 3" (CON SUS ACCESORIOS)	UNIDAD	4.00	C\$ 4,500.00	C\$ 18,000.00
08	VALVULA REGULADORA DE PRESION DE 3" BERMAND SERIE 100 (CON TODOS SUS ACCESORIOS)	UNIDAD	4.00	C\$ 5,708.00	C\$ 22,832.00
09	ASPESOR SEENNINGER SERIE 40 MODELO 4023-2, 18 MM (CON SU ELEVADOR SEGÚN DETALLE)	UNIDAD	58.00	C\$ 450.00	C\$ 26,100.00
10	VALVULA DE PASE PVC DE 3"	UNIDAD	4.00	C\$ 1,500.00	C\$ 6,000.00
11	TEE PVC COMBINADA (LISO Y ROSCA) DE 1 ½"	UNIDAD	153.00	C\$ 70.31	C\$ 10,757.43
12	CODO PVC COMBINADO (LISO Y ROSCA) 1 ½" X 90°	UNIDAD	38.00	C\$ 37.50	C\$ 1,425.00
13	NIPLES DE HG CON DOBLE ROSCA DE ¾" X 2.4 MTS	UNIDAD	58.00	C\$ 500.00	C\$ 29,000.00
14	CAMISAS DE HG DE ¾"	UNIDAD	58.00	C\$ 30.00	C\$ 1,740.00
15	PEGAMENTO PVC GRIS	GALON	3.00	C\$ 816.00	C\$ 2,448.00
16	TEFLON DE ¾ DE 15 MTS	UNIDAD	50.00	C\$ 30.00	C\$ 1,500.00
SUB TOTAL-5					C\$247,762.84

MATERIALES COMPLEMENTARIOS					
N/O	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	U/M	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
01	ARENA MOSTASTEPE	M3	15.00	C\$ 662.99	C\$ 9,944.85
02	GRAVA DE ½	M3	9.00	C\$ 910.00	C\$ 8,190.00
03	CEMENTO TIPO PORTLAND	BOLSA	180.00	C\$ 267.79	C\$ 48,202.20
04	FER TIRIEGO (VENTTURI) DE 1" COMPLETO CON SU TANQUE SEGÚN FICHA TECNICA DEL DISTRIBUIDOR	GLB	2.00	C\$ 9,500.00	C\$ 19,000.00
SUB TOTAL- 6					C\$ 85,337.05

TOTAL DE MATERIALES

MATERIALES Y EQUIPOS	C\$ 1,262,062.09
MANO DE OBRA	C\$ 189,309.3135
SUB TOTAL DIRECTO	C\$ 1,451,371.404
INDIRECTO Y UTILIDAD	C\$ 145,137.1404
TOTAL DIRECTO	C\$ 1,596,508.544
15 % IVA.	C\$ 239,476.2817
GRAN TOTAL	C\$ 1,835,984.83

