

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
SEMINARIO DE GRADUACIÓN**



TEMA:

Diseño de un sistema de ferti-riego automatizado en la plantación de musáceas de la finca Ojo de Agua ubicada en Isla de Ometepe, (Rivas).

Integrantes:

Br. Kenner Alberto Sandoval Guerrero.

Br. Byron José Somarriba Castro.

Tutor:

MSC. Edwin Quintero.

Fecha:

Managua, Nicaragua 12 de Enero de 2015



AGRADECIMIENTOS

Damos gracias:

A Dios nuestro padre amado por el amor y cuidado que nos da día a día, gracias por el valor y la fortaleza de poder permitarnos culminar hoy, nuestra carrera profesional.

A nuestros padres por habernos dado su amor, comprensión y su apoyo incondicionalmente en el transcurso de nuestra vida.

A nuestro tutor y asesor Msc. Edwin Quintero quien estuvo siempre a la disposición de orientarnos y dirigirnos en cualquier dificultad.

A nuestros maestros porque a través de sus conocimientos y sabiduría que Dios les ha profesado han logrado formar en nosotros unos profesionales.

Msc. Ervin Cabrera, Msc. Meilyn Cortes, Arq. Leana Mejía, Ing. Joysell Blandón, Msc. Jeanette Guadamuz, familia Cabrera quienes además de brindarnos sus conocimientos y tiempo, nos facilitaron el medio de trabajo y el equipo necesario para la elaboración de pruebas que sostienen el presente trabajo.

Agradecemos muy especialmente a todas estas personas que han estado cerca de nosotros, animándonos a seguir adelante y a aquellas personas que de alguna manera estuvieron involucradas en el proceso de la realización de esta tesis.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios nuestro padre y amigo incondicional que está con nosotros en las buenas y en las malas, le doy gracias por haberme permitido esta experiencia tan maravillosa y guiarme por el sendero del bien.

A mis padres Ronald Alberto Sandoval Polanco y Gladys del Socorro Guerrero Torres, en especial a mi madre y hermanas Yahaira Cortes, Meilyn Cortes y Olga Cortes quienes han sido los pilares fundamentales en el proyecto que es mi vida, por estar siempre apoyándome, por brindarme el amor y la comprensión.

A todos los docentes que en el transcurso de mis estudios me han nutrido con sus enseñanzas, consejos y sabiduría, ya que gracias a esto he logrado culminar mi carrera.

Kenner Alberto Sandoval Guerrero



DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la vida, por guiarme por el buen camino, por darme las fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres y familia

Mis padres quienes siempre me han brindado su apoyo en el transcurso de la vida, quienes me dieron los valores, principios y han formado mi carácter, perseverancia y ánimo para lograr los objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, y a quienes han estado de alguna manera fortaleciendo con cariño y comprensión esta etapa tan importante de mi vida.

A los maestros.

Quienes día a día han puesto de su empeño para enseñarnos y hacernos crecer como profesionales, por sus consejos, su dedicación y comprensión, porque nos han aguantado por tanto tiempo y nos han formado para la superación de nuestras metas y nuestros propósitos.

Y a todos aquellos quienes estuvieron involucrados en la realización de esta monografía quienes han sido parte importante en la culminación de nuestro esfuerzo.

Byron José Somarriba Castro



RESUMEN

El uso razonable de agua y fertilizantes en instalaciones agrícolas es uno de los grandes retos en sistemas de fertirrigación, ya que se brinda máxima eficiencia en la dosificación y control de fertilizantes y otros aditivos. Uno de los sistemas de riego más extendido y empleado en plantaciones de Musáceas, debido a su eficacia y al ahorro de agua que se consigue, es el sistema de micro-aspersión, el cual es el propuesto en el presente estudio.

El sistema propuesto está conformado por los siguientes componentes:

- El grupo de bombeo de agua: que comprende, además de la bomba de agua, la tubería de aspiración de agua desde la fuente (pozo o depósito) y la tubería de impulsión a la salida de la bomba.
- El cabezal de la instalación: que comprende un conjunto de aparatos destinados a tratar, medir y filtrar el agua, además de los dispositivos de inyección de fertilizantes.
- La red de distribución de tuberías: que la forman por un lado las líneas principales y secundarias de distribución que suelen ir enterradas, y por otro lado, los ramales que recorren por la superficie del terreno las hileras de cultivo para la descarga del agua;
- Los emisores o microaspersores: que son los elementos encargados de aplicar el agua a las plantas y que van insertados en los ramales porta goteros a cada cierta distancia uno de otro, con una equidistancia de 10 m según recomendaciones del fabricante.

El presente documento contiene el diseño del sistema de fertiriego automatizado para una parcela de terreno dedicada al cultivo de musáceas en la finca Ojo de Agua, Ometepe.



INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
III.	ANTECEDENTES	11
IV.	JUSTIFICACIÓN	12
V.	OBJETIVOS	13
VI.	DESARROLLO	14
6.1.	Descripción del Cultivo de Musáceas	14
6.2.	Sistema de riego por micro-aspersión	16
6.2.1.	Fuente de agua	17
6.2.2.	Equipos de Bombes	17
6.2.3.	Tanque de Almacenamiento	18
6.2.4.	Tuberías	19
6.2.5.	Microaspersores	20
6.2.6.	Electroválvulas	21
6.2.7.	Electro nivel	22
6.3.	Fertiriego	22
6.4.	Autómata Programable	23
6.4.1.	PLC LOGO! 230RC	24
VII.	DISEÑO METODOLOGICO	28
VIII.	RESULTADOS	31
8.1.	Necesidad de agua y abono en la plantación de musáceas	31
8.1.1.	Agua	31
8.1.2.	Abono	33
8.2.	Diseño del sistema de ferti-riego automatizado en la finca de musáceas ojo de agua	35
8.2.1.	Diseño del sistema de riego	35
8.2.2.	Sistema de llenado del tanque	37
8.2.3.	Sistema de fertilización	39
8.2.4.	Sistema de riego de la plantación	40
8.3.	Análisis Economico	44



8.3.1. Inversión Del Proyecto	44
8.3.2. Ingresos Del Proyecto	46
8.3.3. Costos Del Proyecto	47
8.3.4. Evaluación Del Proyecto	47
IX. CONCLUSIONES	49
X. RECOMENDACIONES	50
XI. BIBLIOGRAFÍA	51
XII. GLOSARIO	52
XIII. ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura No 1. Etapas de Crecimiento de la Planta.....	14
Figura No 2. Bomba Horizontal con Generador eléctrico.....	16
Figura No 3. Tanque de Almacenamiento, plástico.....	17
Figura No 4: Red de Distribución, tuberías PVC.....	18
Figura No 5: Microaspersor Smooth Drive de Senninger....	19
Figura No 6. Electroválvulas.....	20
Figura No 7. Electro nivel.....	21
Figura. No 8: Micro localización del proyecto.....	25
Foto No 1. Plantación Ojo de Agua.....	14
Foto No 2. Fuente de agua.....	16
Foto No 3. PLC LOGO.....	24
Tabla 1.Precipitación promedio mensual. Serie 1971-2013 ¹	29
Tabla 2. Resumen de Escorrentía mensual 1971- 2013.....	29
Tabla 3. Evapotranspiración Real mensual, 1971- 2013.....	29
Tabla 4. Disponibilidad de Agua.....	30

¹ Informe de Ineter sobre llluvias en Isla de Ometepe, (RIVAS).



Tabla 5. Resumen sobre la diferencia de producción en invierno y verano.....	30
Tabla 6. Simbología.....	43
Tabla 7. Presupuesto de las obras.....	45
Tabla 8. Ingresos de productividad con sistema de Riego.	46
Tabla 9. Costos Operativos anuales.....	47
Tabla 10. Evaluación Financiera del Proyecto Ferti Riego ..	48
Layout 1. Diseño hidráulico del sistema de riego.....	35
Layout 2. Diagrama de Flujo de Proceso del Sistema Ferti Riego.....	36
Layout 3. Sistema de Llenado del tanque.....	37
Layout 4. Sistema lógico de llenado de tanque.....	38
Layout 5. Sistema de Fertilización.....	39
Layout 6. Propuesta de Automatización del Sistema de Riego.....	40
Layout 7. Sistema General de Control Automático.....	41



I. INTRODUCCIÓN

La finca de musáceas Ojo de Agua está ubicada en la isla de Ometepe departamento de Rivas. En la finca se producen grandes cantidades de plátanos que abastece al mercado local e internacional, el tipo de plátano es cuerno gigante caracterizado por su tamaño y su buen sabor, sin embargo no existe automatización de sus procesos por lo que se pretende automatizar el riego para obtener un mejor nivel de producción.

En la fase inicial del trabajo se procede a identificar las necesidades de agua y abono de la plantación de musácea durante las diferentes épocas del año, un estudio sobre el tipo de suelo, tipo de musácea, cantidad de matas que existe en la área de estudio.

Con la elaboración del diseño se pretende automatizar los procesos de la plantación. El PLC es el cerebro del sistema el cual se encuentra dentro de las instalaciones de la finca en espera de ser utilizado por el operador. Este constara con dispositivos de entrada como sensor de nivel de agua y de salida como tanques, bomba de agua y electroválvulas.

La metodología empleada para el desarrollo de la propuesta ha sido mediante la programación del Relé Inteligente LOGO Soft Comfort. Su principal función es tener un control de los procesos de llenado de tanques, riego y fertilización, a través de un sistema central automatizado al cual van conectados los dispositivos a operar. El mismo que permitirá controlar y automatizar completamente las tareas a ejecutarse dentro de la finca de musáceas para obtener una eficiencia de trabajo notablemente considerable.

Para la demostración de los procesos a realizarse dentro del área de estudio se realizara una maqueta de la finca y de los sistemas automatizados con prototipos de los dispositivos que actuaran como señales tanto de entrada como salida para la ejecución de los procesos.



II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La principal problemática de la plantación de musácea Ojo de Agua es la necesidad de aumentar la productividad de la plantación y que sea constante en las dos estaciones del año, lo cual carece de un sistema de riego y de fertilización que le proporcione el agua y los nutrientes adecuados para lograr el objetivo.

El método de riego que utiliza es nulo ya que depende de precipitaciones en época de lluvias, debido al costo elevado del combustible y la mano de obra sobrepasa el presupuesto de la plantación y no permite dar el riego necesario para mantener una producción constante.

En la plantación no se han hecho estudios que propongan un sistema de ferti-riego para la mejora de la producción, carece de tecnificación y presencia nula de instituciones rectoras para el asesoramiento, los propietarios no cuentan con datos estadísticos científicos de los rendimientos de años anteriores , únicamente se basan en estimaciones.



III. ANTECEDENTES

En Nicaragua se inició a implementar el riego en la década de los años 50 y representa el 6.4% de la actividad agrícola total. Los principales cultivos bajo el riego en esa época fueron el Banano y la caña de azúcar.

Para el desarrollo de la agricultura de riego se utilizaron los mejores suelos de la planicie del pacífico, sirviéndose de la mayoría de aguas subterráneas y en menor cantidad aguas superficiales.

En la década de los años 80 el Gobierno promueve e implementa el plan contingente y se introducen los sistemas de riego por aspersión con pivote central automatizado, de 200 pivotes distribuidos en proyectos ya existentes y nuevos por la falta de mantenimiento muchos de estos se deterioraron, dejados en abandonados o simplemente ya no existen.

Los proyectos de riegos están localizados principalmente en la región del pacífico, Sebaco y municipios de Estelí y Jalapa.

En la actualidad los sistemas de riego que se implementan en Nicaragua son por aspersión, micro-aspersión, inundación y por goteo. En Colombia se están implementando los sistemas de riego automatizados, en la empresa Santa Martha Magdalena en la ciudad de Cali, la cual cuenta con 45 hectáreas de banano asistidas con el sistema de riego automatizado.

En la ciudad de Chinandega se encuentra establecida la empresa Chiquita la cual está regida por Banana Corp., teniendo 50 manzanas de banano con un sistema de control automatizado que controla todos los procesos de riego, que representa un ahorro en mano de obra de hasta el 30% según técnicos de la empresa.



IV. JUSTIFICACIÓN

Nicaragua al igual que el resto de países del mundo, sufre los efectos del aumento del precio del combustible, el deterioro ambiental, el cambio climático y los problemas de seguridad alimentaria, los cuales influyen en el incremento de los índices de pobreza incidiendo en el desarrollo rural y productivo.

Por lo ante expuesto el presente documento propondrá un sistema de riego automatizado económico y accesible para la finca ojo de agua permitiendo que exista permanentemente producción de plátanos, aprovechamiento de suministros como el agua, optimización de insumos agrícolas, garantizando además el abastecimiento del mercado local y externo de la Isla de Ometepe.

También se contribuye a la seguridad alimentaria mejorando la productividad de la plantación de musáceas de la finca. Ayudando a eliminar las principales carencias de la plantación para así conseguir mejores cosechas en ambas estaciones del año.

Con esto ayudaremos al desarrollo de capacidades de diseño e implementación de sistemas de control automático, tecnificación y se contribuirá en disminuir la dependencia de grandes cantidades de combustible y de exceso de mano de obra que reducen los presupuesto de cosecha.



V. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Diseñar un sistema de ferti-riego automatizado en la plantación de musáceas de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe, (RIVAS).

5.2. ESPECÍFICOS

- Identificar las necesidades de agua y abono de la plantación de musácea en las diferentes épocas del año.
- Diseñar un sistema de fertiriego por micro-aspersión totalmente automatizado para la plantación de musácea.
- Implementar una maqueta de prueba del sistema de fertiriego haciendo uso de PLC, sensores y electroválvulas.



VI. DESARROLLO

6.1. Descripción del Cultivo de Musáceas

Las musáceas (nombre científico Musaceae) son una familia de plantas monocotiledóneas conocidas por sus frutos (bananos). La familia fue reconocida por sistemas de clasificación modernos como el sistema de clasificación APG III (2009) y el APWeb (2001 en adelante), donde comprende 41 especies repartidas en 2 géneros (Musa y Ensete). Pueden ser reconocidas porque son hierbas grandes con hojas con pecíolo corto dispuestas en espiral a lo largo del tallo, con las venas secundarias más o menos en ángulo recto con respecto a la vena media.

Generalmente la duración de la plantación es de 6 a 15 años, dependiendo de las condiciones ambientales y de los cuidados del cultivo; en nuestro país sin sistema de riego los meses de recolección de plátanos son de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.

6.1.1. Variedad de Musácea Cuerno gigante

Esta variedad es demandada, y de mayor aceptación, ya que posee una de las mejores características organolépticas y de proceso dando un mejor rendimiento de campo. El cuerno gigante tiene las siguientes ventajas:

- Es de porte bajo (resiste al acame en comparación con otras variedades)
- El tamaño y grosor del dedo es aceptable.
- Ya desmanado, el cual se deja 4 a 5 manos - para que el racimo quede con un mínimo de 35 dedos - se obtienen dedos que pesen por lo menos 340 g (0.75 Lb.), con un largo mínimo 25 cm (10 pulgadas) y un calibre mínimo de 52 (Dole) o 26 (Chiquita).
- El plátano varía entre 10 pulgadas a 15 pulgadas.

En la figura No 1 podemos observar las etapas de crecimiento de la planta, siendo la etapa de floración donde la planta tiene mayor demanda de agua.



Diseño de un sistema de fertiriego automatizado en la plantación de musácea de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe (Rivas).

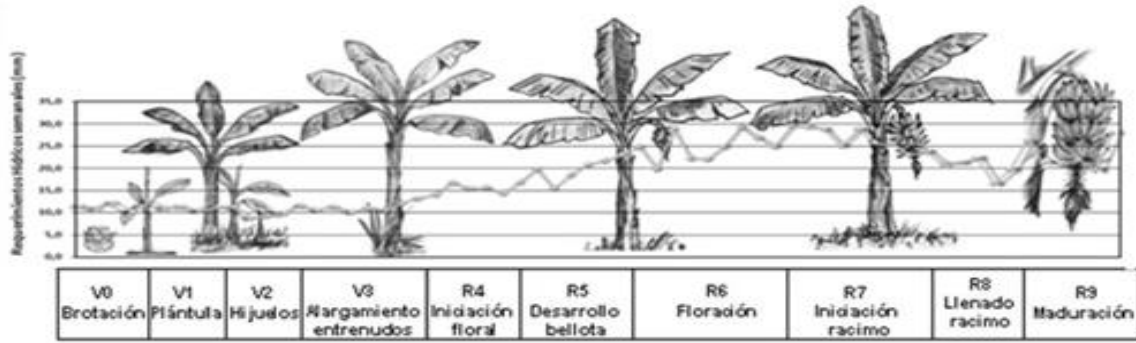


Figura 1. Etapas de Crecimiento de la Planta

6.1.2. Método de siembra

La tecnificación en las plantaciones de musáceas o mayormente conocido como platanales se empezó en india, la cuna de la tecnificación en agroindustrias y agricultura a nivel mundial.

El método de siembra utilizado en la plantación de la finca Ojo de Agua donde se realiza nuestro estudio es convencional, ya que no presenta ningún tipo de tecnificación o ayuda por personas especializadas en ese ramo, carece de ayuda alguna del gobierno, cooperativas y de la propia alcaldía del lugar como en plantaciones de Rivas, como se observa en la foto No 1.



Foto 1. Plantación Ojo de Agua



6.1.3. Riego de las musáceas

Los sistemas de riego más empleados son el riego por goteo y por micro-aspersión. En verano las necesidades hídricas en general alcanzan aproximadamente unos 100 m³ de agua por semana, por hectárea y en otoño la mitad.

El drenaje es una de las prácticas más importantes del cultivo. Un buen sistema de drenaje aumenta la producción y la disminución de la incidencia de plagas y enfermedades. En el área de estudio no posee en la actualidad un sistema de riego.

6.2. Sistema de riego por micro-aspersión

El sistema de riego seleccionado en el presente estudio es el riego por micro-aspersión ya que demanda menores caudales, presión de trabajo y por ende menores costo de energía, a esto se suma que la eficiencia que brinda en plantaciones de musácea siendo estas las razones de la elección del sistema.

El riego por micro-aspersión es un sistema de riego presurizado que nació en el país de la cuna del riego por goteo, Israel; a causa de los problemas que presenta el riego por goteo en terrenos con textura arenosa, ya que en este tipo de suelos no se forma bien el bulbo de mojado característico de éste sistema de riego. Este sistema de riego, en la última década ha tenido gran aplicación en el riego de árboles frutales e invernaderos, es un híbrido entre el riego por goteo y riego por aspersión, suministra el agua a los cultivos en forma de lluvia artificial, los difusores tienen varias formas de asperjar el agua, como la lluvia en círculos o sectores de círculos, la nebulización y los chorros.

El sistema de riego propuesto está compuesto por los siguientes componentes: fuente de agua, equipos de bombeo, almacenamiento, tuberías, microaspersores, válvulas y el sistema de automatización que controla el proceso de riego. A continuación se detallan las características técnicas de los elementos del sistema.



6.2.1. Fuente de agua

La demanda de agua del proyecto es suministrada por agua subterránea captada mediante un pozo artesanal (Ver foto No 2) ubicado al oeste del área del proyecto, el cual tiene un rendimiento de 500 GPM según resultados de estudios de INETER realizados en Mayo de 2013.



Foto No 2. (Fuente de agua)

6.2.2. Equipos de Bombeos

La bomba de agua marca Grundfos (ver fig. No 2 parte izquierda) de 120 a 220V (Voltios) es una máquina rotativa generadora que transforma la energía mecánica en energía cinética. Para desplazar fluido de agua a través de las tuberías de PVC hasta la plantación de musáceas.



Figura No 2. Bomba Horizontal con Generador eléctrico

Se empleará bombas eléctricas ITC de desplazamiento positivo para la inyección de fertilizantes con precisión y altos rendimientos (ver Fig. No 2 parte derecha), diseñadas especialmente para la agricultura y su aplicación en sistemas de riego. Para la determinación del modelo del dosificador de abono se debe indicar: la tensión eléctrica disponible, la frecuencia eléctrica, la presión de trabajo del inyector de abono, el caudal máximo a dosificar y los productos que se van a inyectar. En ésta bomba de



dosificación, se desplaza un émbolo en un movimiento recto hacia un cilindro equipado con una entrada y una salida.

En un mismo dosificador se pueden acoplar hasta cuatro módulos de inyección para la dosificación de distintos productos o para incrementar el caudal de inyección. El equipo para la inyección de fertilizantes está compuesto de regulador, bloque, válvula de aspiración, cilindro, válvula de impulsión, y motor.

6.2.3. Tanque de Almacenamiento

Existen muchos materiales para la construcción de tanques de almacenamiento, entre los principales están: acero, concreto, vitrificado², de mampostería y plásticos. Considerando el volumen de almacenamiento demandado por el proyecto y la facilidad de instalación se seleccionó material tipo plástico para el almacenamiento del agua y la solución de los fertilizantes³.



Figura No 3. Tanque de Almacenamiento, plástico

La presión de agua que demanda los microaspersores será obtenida por gravedad a través del tanque de almacenamiento propuesto (Ver Fig. No 3.), emplazado sobre suelo y ubicado en el punto más alto del área del proyecto. El Volumen del tanque está

² Tanque de vidrio fusionado al acero

³ Los fertilizantes a aplicar son: NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio)



diseñada para dos horas del caudal de bombeo que corresponde a la demanda del 16.7% del área total de la parcela del proyecto en estudio.

6.2.4. Tuberías

Existen variedad de materiales en tuberías que se emplean en los sistemas de riego, entre las principales están; hierro fundido (HoFo), hierro galvanizado (GoFo), polietileno (PEAD), concreto, y Policloruro de Vinilo (PVC); siendo este último el material a emplearse en el presente proyecto debido a costos y diámetros existentes en el mercado.

La línea primaria o de conducción (que va de la fuente al tanque de almacenamiento) será de PVC SDR 26 y la red de distribución (que va del tanque de almacenamiento a la plantación de musáceas) será de PVC SDR 13.5.⁴ .

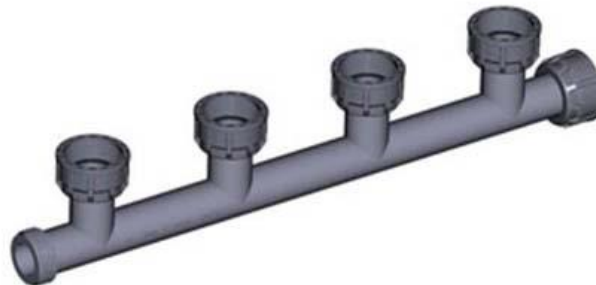


Figura No 4: Red de Distribución, tuberías PVC

El diámetro de las tuberías se ha determinado en base a la presión requerida que demanda el microaspersor propuesto (30 PSI) y a la velocidad adecuada (2.0 a 2.5 m/s) para que el consumo de energía no sea elevado por tener un diámetro menor al recomendado o el costo de la tubería no sea muy alto por exagerar en el diámetro requerido.

⁴ Esto va de acuerdo a especificaciones técnicas del proveedor de tuberías



6.2.5. Microaspersores

En el sistema de riego por microaspersión, los dispositivos encargados de verter el agua al suelo (microaspersores) se seleccionan con gastos adecuados para evitar encharcamientos y escurrimientos de agua, que no excedan la velocidad de infiltración de agua en el suelo de tal manera que la elección de los emisores se ha hecho pensando en una uniformidad en el riego de la superficie de las diferentes parcelas, por lo que se pondrán cada microaspersor a la equidistancia recomendada por el fabricante.

En este sentido el microaspersor seleccionado es el Smooth Drive de Senninger (ver Fig. No 5), debido a que está diseñado para el riego subfoliar, de campo abierto (palma africana y musáceas) y de invernaderos; su “difusor móvil” ofrece excelente uniformidad y una aplicación suave que elimina las áreas secas por la interferencia de soportes.

El mecanismo de deflexión avanzado del Smooth Drive asegura una velocidad de rotación constante y suave, y un esfuerzo del elevador mínimo a una amplia gama de presiones. El método de montaje de fácil manejo significa que no se necesitan herramientas para colocar las boquillas.



Figura No 5: Microaspersor Smooth Drive de Senninger

Tres boquillas disponibles con caudales entre 0,29 – 0,65 m³/h a presiones entre 1,7 - 2,7 Kg/cm². Modelo normalizado con boquilla **lima** (7). Base ½" rosca macho NPT.



Características Técnicas:

- Modelo de Angulo Bajo (LA) de 14" es ideal para subfoliar
- Deflector con contorno de precisión que brinda mayor alcance y mejor distribución
- Mecanismo avanzado de freno para lograr una velocidad de rotación suave y uniforme y un esfuerzo mínimo sobre el elevador
- Diseño resistente para soportar condiciones rigurosas de campo
- Método de armado sencillo para el usuario, que no requiere herramientas para acceder a la boquilla
- Caudales: 1.22 a 2.79 gpm (277 a 634 L/hr)
- Presiones operativas: 25 a 40 psi (1.72 a 2.76 bar)
- Entrada estándar: 1/2" M NPT
- Adaptador hembra de 1/2" o macho en espiga para cementar de 3/4"
- Adaptador hembra de 3/4" o macho en espiga para cementar de 1"
- Boquillas codificadas por color para fácil identificación de tamaño y con garantía de mantener el diámetro correcto de orificio por cinco años.

6.2.6. Electroválvulas

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería, la válvula se mueve mediante una bobina solenoide y generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Se utilizara para controlar el flujo del sistema de riego.



Figura No 6. Electroválvulas



6.2.7. Electro nivel

El electro nivel básico detecta el nivel de agua por medio de 2 sensores colocados dentro del taque. Para esperar la señal de arranque a la bomba y así iniciar el proceso de bombeo para el riego.



Figura No 7. Electro nivel

6.3. Fertiriego

El plátano como todos los cultivos requieren de diversos nutrientes, un adecuado suministro de ellos mediante la fertilización es necesario para obtener los máximos rendimientos; algunos nutrientes son requeridos en cantidades muy bajas, de ahí que sean conocidos como elementos menores o micro nutrientes, tales como el Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) y Boro (B). Existen otros nutrientes que son requeridos en mayores cantidades y han sido clasificados como elementos mayores o macro nutrientes como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). Los nutrientes que más demanda el cultivo del plátano son el **N, P y K**, por lo que es recomendable proporcionarle una fertilización balanceada para mejorar la producción y calidad del fruto.

En algunas zonas los productores prefieren hacer aplicaciones ligeras de fertilizantes cada mes o cada dos meses; en otras realizan aplicaciones moderadas cada tres o cuatro meses, por lo que las aplicaciones frecuentes incrementan los costos de producción del cultivo. Se han obtenido buenos resultados con la aplicación de dos veces en el año con intervalos.



6.4. Autómata Programable

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles.

La función básica y primordial del PLC ha evolucionado con los años para incluir el control del relé secuencial, control de movimiento, control de procesos, Sistemas de control distribuido y comunicación por red. Las capacidades de manipulación, almacenamiento, potencia de procesamiento y de comunicación de algunos PLC modernos son aproximadamente equivalentes a las computadoras de escritorio.

El autómata programable es el encargado de interpretar cada una de las señales enviadas por el operador y el sensor de temperatura en el sistema de incubación. Todos los circuitos eléctricos del sistema están conectados al PLC y en dependencia de su función, actúan como entradas o como salidas. Además el autómata programable en dependencia de su programación brinda cierta jerarquía entre uno y otro circuito. Para los procesos en el sistema automático.

Se seleccionó el PLC SIEMENS debido a su fácil manejo tanto en modo manual como utilizando software el cual viene incluido con la compra del equipo y que se puede descargar mediante portal web de la empresa SIEMENS.

Dada su importancia para la implementación del sistema de automatización del fertiriego de la plantación de musácea, amortigua el impacto de su costo, además de que su periodo de vida es bastante largo hecho atribuido a su correcto uso.



Los autómatas PLC cuentan con una serie de características que los diferencia de otros elementos lógicos como las computadoras y microprocesadores dichas características son:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy sencilla tanto la programación como el entendimiento del lenguaje de programación que implementa, el cual se basa en operaciones de lógica y conmutación.

6.4.1. PLC LOGO! 230RC

Este es el modelo que se utilizó en el diseño del sistema automatizado en la plantación de musáceas en la finca Ojo de Agua ubicada en la isla de Ometepe es una de las versiones del LOGO! Basic, cuya características principales para su fácil manejo son las siguientes:

- 8 entradas
- 4 salidas a relevador
- 16 funciones horarias
- 24 funciones de contador
- 8 interruptores de horarios
- 3 contadores de horas de funcionamiento
- 42 relés de impulsos de corriente
- 42 relés con autorretención
- Funciones para procesar valores analógicos y textos de aviso.
- Temperatura ambiente y de servicio: -250 C... +550 C
- Temperatura de transporte y almacenaje: -400 C... +700 C
- Posee 8 funciones básicas y 21 funciones especiales que pueden combinarse hasta 56 veces.



A continuación se muestran los diferentes elementos de un PLC LOGO como el utilizado en la propuesta y los elementos que se conectan a cada entrada y salida del PLC LOGO!

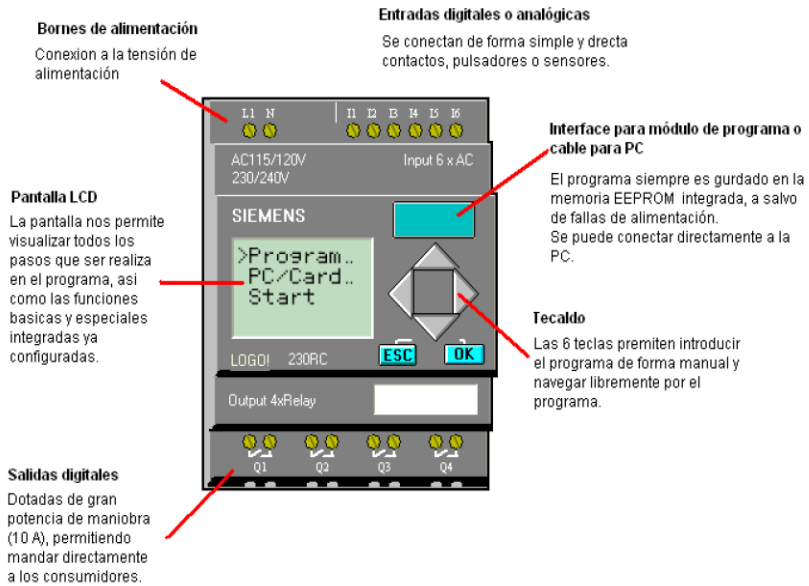


Foto No 3. PLC LOGO!

6.5. Análisis de factibilidad del proyecto

Un estudio de análisis de factibilidad determina el monto de los recursos necesarios para la realización del proyecto, el costo total de la operación y los ingresos que generará el proyecto; apoyándose de métodos de evaluación financiero se determina la rentabilidad del proyecto y se mide la capacidad de pago mediante un flujo efectivo.

Existen variedad de métodos para determinar la rentabilidad de un proyecto, en este estudio se utilizan los métodos clásicos, siendo estos: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), período de recuperación de inversión (PRI) y la relación beneficio-costos R (B/C). Actualmente la finca está generando ingresos.



Valor actual neto o valor presente neto (VAN): Es el valor actual de los flujos efectivos menos la inversión inicial, este refleja lo que queda después de pagar los costos y ganar lo que el inversionista quiere. Se determina mediante la ecuación :

$$= -I_0 + \sum_{i=k}^n \left(\frac{FFE}{(1+i)^n} \right)$$

Dónde:

I_0 = Inversión inicial requerido para iniciar el proyecto, el signo negativo implica una erogación del inversor; generalmente es inversión de capital de trabajo y activos fijos.

i = Tasa de costo del capital o tasa de oportunidad.

n = Horizonte económico de la inversión.

FFE = Flujo de Fondo efectivo.

Criterios de evaluación:

Si el VAN > 0 El proyecto es atractivo para el inversionista

Si el VAN < 0 El proyecto se rechaza

Si el VAN = 0 El proyecto es indiferente para el inversionista.

Tasa interna de retorno (TIR): Es una tasa que surge de la relación entre la inversión inicial y los flujos netos de caja, es decir es el rendimiento de una unidad de capital invertido en una unidad de tiempo. Para obtenerla debe tenerse en cuenta que la TIR es la tasa que hace que el VAN sea igual a cero y se determinará con la fórmula de interpolación.

$$TIR = i_2 - VAN_2 \left(\frac{i_2 - i_1}{VAN_2 - VAN_1} \right)$$

i_2 = Tasa aproximada mayor de recuperación en cuanto a la inversión.

i_1 = Tasa aproximada mínima de recuperación en cuanto a la inversión.

VAN1 = Valor actual neto aproximado determinado con la i_1

VAN2 = Valor actual neto aproximado determinado con la i_2



Criterios de Evaluación:

Si la TIR > Trema Se acepta el proyecto

Si la TIR < Trema Se rechaza el proyecto

Si la TIR = Trema El proyecto es indiferente

La trema es la tasa mínima de rendimiento que el inversionista desea ganar.

Relación beneficio–costo: Es la valorización de evaluación que relaciona las utilidades con el capital invertido y los recursos empleados con el beneficio generado; es decir compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. Se determina mediante la fórmula.

$$RBC = \frac{VAN \text{ ingresos}}{VAN \text{ egresos}}$$

Criterios de Evaluación:

Si la RBC > 1 El proyecto se acepta.

Si la RBC <1 El proyecto se rechaza.

Si la RBC = 1 El proyecto es indiferente

Periodo de recuperación de la inversión (PRI): Es el tiempo necesario para cubrir la inversión inicial y su costo de financiamiento, se obtiene sumando los flujos netos de caja actualizados, solamente hasta el periodo que supera la inversión inicial. Se expresa por

$$PRI = \frac{\sum FEE}{I_0}$$

Criterios de Evaluación:

Si PRI < 1 la inversión inicial se recupera antes del plazo total, el proyecto es aceptable. Mientras menor sea el PRI, mayor liquidez proporcionará el proyecto y será más conveniente.

Si PRI > 1 la inversión inicial no se recupera antes del plazo total, el proyecto no es aceptable.

Si PRI = 1 se cubre la inversión inicial en el plazo total y el proyecto es indiferente.



VII. DISEÑO METODOLOGICO

El tema de investigación “Diseño de un sistema de fertiriego automatizado en la plantación de musácea de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe” situado dentro de la categoría de proyecto, contiene elementos cualitativos y cuantitativos por lo que dada las características de este se define dentro de un enfoque mixto, es de tipo experimental porque no hay estudios hechos en el sitio y correlacional debido a que relacionaremos diferentes variables. El estudio se realizó en tres grandes fases: Conceptualización, levantamiento de datos de campo y de Gabinete.

7.1. Área de Estudio

El lugar donde se desarrolla el tema en estudio es en la plantación de musáceas de la finca “Ojo de Agua”, ubicado en la comunidad de Tilgue, Isla de Ometepe departamento de Rivas, propiedad del Agricultor Manuel Cabrera Obregón.

La finca limita al Norte con la comunidad de Altagracia, al Sur con el rio Istian, al Este con las playas Santo Domingo y al Oeste con la comunidad de Urbaite. Dista a 5 km del casco urbano de Altagracia, y a 22 km del Municipio de Moyogalpa.

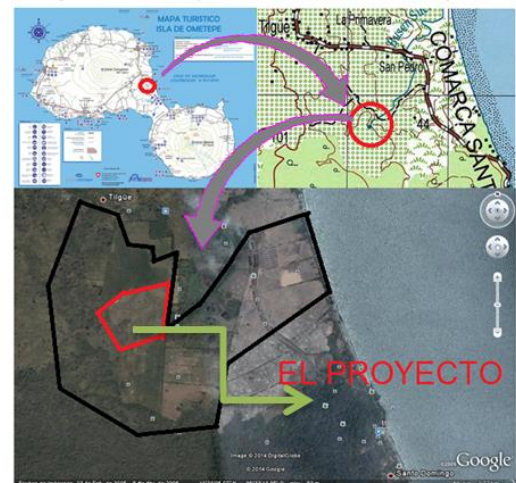


Fig. No 8: Micro localización del proyecto

Esta finca cuenta con 80 manzanas de terreno (ver fig. No 8, polígono exterior) de las cuales 35 corresponden al sector ganadero y 40 al sector agrícola, cultivándose distintos tipos de cultivos como granos básicos, hortalizas y frutales, estando la plantación de musáceas común mente conocido como plátano dentro de ellas (35 Mz).

El proyecto en estudio corresponde a 5 1/2 (cinco Mz y media) el cual servirá como proyecto piloto según el propietario (Ver Fig. No 8, polígono interior).



7.2. Métodos e Instrumentos para la recolección de la información

La recopilación de la información se realizó en dos etapas: Fase de Conceptualización y de campo.

En la fase de Conceptualización se recurrió a la ubicación y revisión de la bibliografía, la cual se ha encontrado en la biblioteca de la UNAN-Managua, UNI, UCA y la del Banco Central e Internet y en las instituciones como INETER, MARENA e INTUR; a partir de estos hemos definido los elementos teóricos que sustentaran el desarrollo del tema de investigación del presente estudio.

En la fase de campo se realizó visita de campo al sitio para identificar fuente de agua, sitio de ubicación de tanque, reconocimiento de área del proyecto y conteo de planta de musáceas por hectárea. Se entrevistó a los principales actores que brindan mantenimiento a la plantación, a técnicos de la empresa AMANCO para asesoría de datos técnicos de los diferentes elementos que componen el sistema; ingenieros especialistas en control automáticos e hidráulicos. Se obtuvo capacidad de la fuente de agua, mapa topográfico geo referenciado, datos meteorológicos y edafológicos del área de estudio.

7.3. Métodos e instrumentos para analizar la información recopilada.

Una vez obtenidos los datos para su procesamiento y análisis se utilizaron los programas que ayudaron a obtener los mejores resultados con el menor esfuerzo posible, estos son: Microsoft Visio, LOGO!Soft Confort versión 8, Auto CAD 2D para la demostración gráfica del sistema propuesto

Los resultados se presentan a través de cuadros y gráficos utilizando los programas Microsoft Word XP y Microsoft Excel XP, obteniéndose los datos, tablas, planos y gráficos por medio de los cuales inferiremos y realizaremos los análisis pertinentes a nuestro tema de investigación.



Diseño de un sistema de fertiriego automatizado en la plantación de musácea de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe (Rivas).

En ésta fase de gabinete se elaboró el diseño propuesto atreves de LOGO Soft Comfort, siendo su función controlar los procesos de llenado de tanques, riego y fertilización, a través de un sistema central automatizado al cual van conectados los dispositivos a operar.

Para la demostración de los procesos a realizarse en el diseño propuesto se presenta una maqueta que contiene todos los elementos del sistema para validar el diseño de fertiriego.



VIII. RESULTADOS

8.1. Necesidad de agua y abono en la plantación de musáceas

8.1.1. Agua

Como es de nuestro conocimiento nuestro país tiene un clima tropical, marcándose dos grandes estaciones: la lluviosa común mente conocida como invierno y la seca conocida como verano, que de acuerdo al sitio geográfico depende el tiempo de éstas. Según INETER para la región donde se ubica el área de estudio, generalmente la primera inicia a finales de Mayo y finaliza a finales de Noviembre y el periodo seco va desde Noviembre hasta finales de Mayo.

De lo anterior se deduce que para el periodo copioso (invierno) no se empleará el sistema de riego, a menos que exista inconvenientes (problemas de sequía) ya que la demanda de agua será suministrada por precipitaciones y para el periodo seco se hará uso del sistema e fertiriego propuesto suministrándole a la planta 8 mm de agua .

Por tanto para determinar cuánto es la demanda de agua en periodo seco se presentan los resultados del estudio del balance hídrico realizado por INETER para la finca Ojo de Agua⁵:

➤ Precipitación (P)

Los valores de Precipitación se obtuvieron en el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), en la Dirección General de Meteorología; de los registros de las únicas tres estaciones meteorológicas vecinas al lugar de estudio (Isla de Ometepe); la primera ubicada en Altagracia con una latitud de 110 33´ 54´´ N, longitud 850 34´ 24´ W a una elevación de 62 msnm (metros sobre el nivel del mar), la de Moyogalpa con una latitud de 110 32´ 12´´ N, longitud de 850 41´ 42´ W y a una elevación de 63 msnm y por último la estación meteorológica de Mérida con una latitud de 110 26´ 24´´ N, longitud de 850 33´ 27´´ W y a una elevación de 40 msnm.

⁵ Estudio hidrológico de la cuenca Ojo de agua, 2007.



Para fines de este trabajo se tomaron los datos promedio de precipitación de las tres estaciones existentes en la Isla del periodo de 1971-2013, resultando una presión promedio para el periodo de verano de **40.06 mm**

Tabla 1. Precipitación promedio mensual. Serie 1971-2013⁶

UM	Eneo	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Agos	Sep	Oct	Nov	Dic	suma
mm	16.2	6.7	5.2	16.6	163.5	241.4	171.3	203.3	266	247.6	92.1	32.2	1463
in	0.6	6.3	3.2	0.6	6.4	9.5	6.7	8	10.5	9.7	3.6	1.3	57.4

Nota: 1 pulgada es igual a 25.4mm

➤ Escorrentía (E)

Según el estudio la Escorrentía fue calculada por medio del procedimiento de la Curve Number del SCS, debido a que puede ser empleado en cualquier lugar ya que sus fórmulas surgen del uso, tipo y pendiente del suelo, resultando los siguientes datos:

Tabla 2. Resumen de Escorrentía mensual 1971- 2013

Meses	Ene	Feb	Marz	Abr	May	Juni	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Suma
E(mm)	1.06	0.38	0.31	1.08	11.53	17.06	12.08	14.36	18.81	17.5	6.54	2.19	102.8

➤ Evapotranspiración Real (ETR)

Es la consideración conjunta de dos procesos diferentes: la evaporación y la transpiración. La evaporación es el fenómeno físico en el que el agua pasa de líquido a vapor y se transfiere a la atmosfera; la transpiración es el fenómeno biológico en el cual las plantas pierden agua en forma de vapor y la transfieren a la atmósfera. En tabla No 3 se presentan los resultados de evapotranspiración real

Tabla 3. Evapotranspiración Real mensual, 1971- 2013

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agost	Sept	Oct	Nov	Dic	Suma
ETR(m m)	13.4	5.5	4.7	13.7	135.2	199.6	141.6	168.1	220	204.7	76.2	26.6	1209

⁶ Informe de Ineter sobre lluvias en Isla de Ometepe, (RIVAS).



Por tanto en promedio la Disponibilidad de agua para el periodo seco (de Dic. a Mayo) resulta de 3.7 mm inferior a lo que requiere la planta que son 8.0 mm. La Tabla No 4 presenta los resultados

Meses	Ene	Febr	Marz	Abr	May	Juni	Jul	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	Suma
DA	1.74	0.82	0.19	1.82	16.77	24.74	17.62	20.84	27.19	25.4	9.36	3.41	149.9

Tabla No. 4 Disponibilidad de Agua

Agua Disponible = P – ETR – E

Para el mes de Enero = (16.2 - 1.06 – 13.4) mm = **1.74mm**

Por tanto se aplicara riego en una frecuencia diaria con duración de riego de 30 min, siendo el pozo excavado a mano con capacidad de 500 gpm (aforo realizado por INETER) quien suministrará ésta demanda, teniendo 2.0 m de diámetro y 3.8 de Profundidad Total. De la Superficie del suelo al nivel del agua existe una altura de 1.7 m y 2.1 de tirante (altura) de agua que va del nivel del agua al fondo del pozo.

8.1.2. Abono

Según investigación bibliográfica el tipo de suelo que se encuentra emplazada la plantación de Musáceas del área de estudio es **Franco Arcilloso Arenoso**; lo que posee buenas propiedades físico químicas para la producción del cultivo. Según el propietario se aplica al año una dosis de fertilizante (UREA y Muriato de Potasio) lo que le brinda una producción al año de 860 cargas de plátanos. En la siguiente tabla se da a conocer el nivel de cosecha de la finca. En la siguiente tabla se da a conocer el nivel de cosecha de la finca.

Tabla 5. Resumen sobre la diferencia de producción en invierno y verano.

Unidad de medida	Invierno	Verano
Cantidad de cargas	850	10
Cantidad de mancuernas	10200	120
Unidad de plátano	714,000.00	8,400

Fuente: Datos propios recopilados por encuestas a trabajadores

1 Carga equivale a 12 Mancuernas, y estas a su vez a 70 plátanos.



1 carga=840 plátanos, en el mercado actual la carga cuesta 2,200 córdobas.

En la tabla numero # 5, podemos observar que la productividad de la finca en verano por no poseer un sistema automatizado de riego se baja en un 98.8% con respecto a la época de invierno, que significan 705,600 unidades de plátanos a un costo de venta en dicha temporada de C\$ 4.00 equivalente a una pérdida de C\$ 2, 822,400. De Junio a Septiembre no se produce nada, lo que las ventas son cero (estadísticas del dueño).

➤ **Cantidad de Matas de Musáceas**

Para obtener la información de la cantidad de matas de platanos que se encuentran en la plantación de la finca, nos dimos a la tarea de contabilizar uno por uno la cantidad que hay en nuestras 5 manzanas 1/2 que es nuestro universo, manzana a manzana con la ayuda del capataz y empleados de la finca.

Según nuestras estadísticas la cantidad de plantas que hay en una manzana es de 1,660, variando entre 10 y 15 plantas con respecto a las otras manzanas de nuestro universo, con respecto a otras fincas que poseen 880 a 1,200 platanos por manzanas que poseen métodos de siembra agroindustriales..

➤ **Cantidad de abono**

El tipo de fertilizante que emplean la mayor parte de las plantaciones de plátanos en Nicaragua es manual. Utilizan urea como abono natural, cada tres meses, 2 veces por temporada, en una temporada se utilizan 100 quintales por manzana, se dispensan planta por planta esto hace que exista mano de obra elevada, con nuestro diseño de fertiriego se disminuirá varios factores como mano de obra, mala dosificación de los diferentes tipos de abono ya que no poseen una medida estándar y sobre todo tecnificación en la plantación para obtener mejores resultados tanto económicos como de calidad.

La necesidad de abono por planta es de 0.02 kg de fertilizante, en la etapa de siembra a los 30 días de crecimiento, y los 5 meses se aplica una segunda dosis.



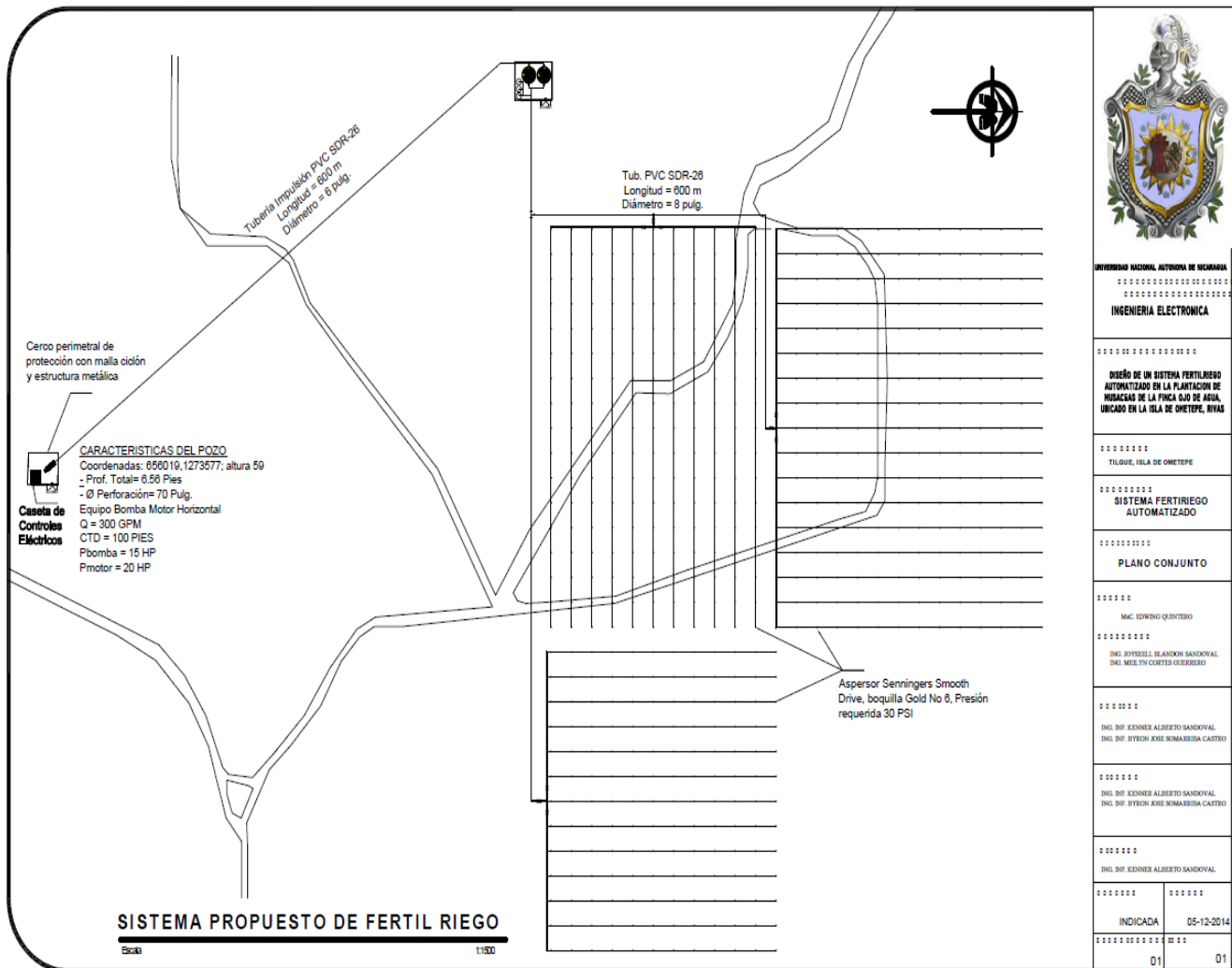
Diseño de un sistema de fertiriego automatizado en la plantación de musácea de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe (Rivas).

8.2. Diseño del sistema de ferti-riego automatizado en la finca de musáceas ojo de agua

8.2.1. Diseño del sistema de riego

Según la caracterización realizada de la plantación se propone un sistema de riego que comprende de 6 secciones de riego. Con aspersores que se encuentren a una distancia de 10 metros entre cada uno, esto permite que su diámetro de riego sea lineal.

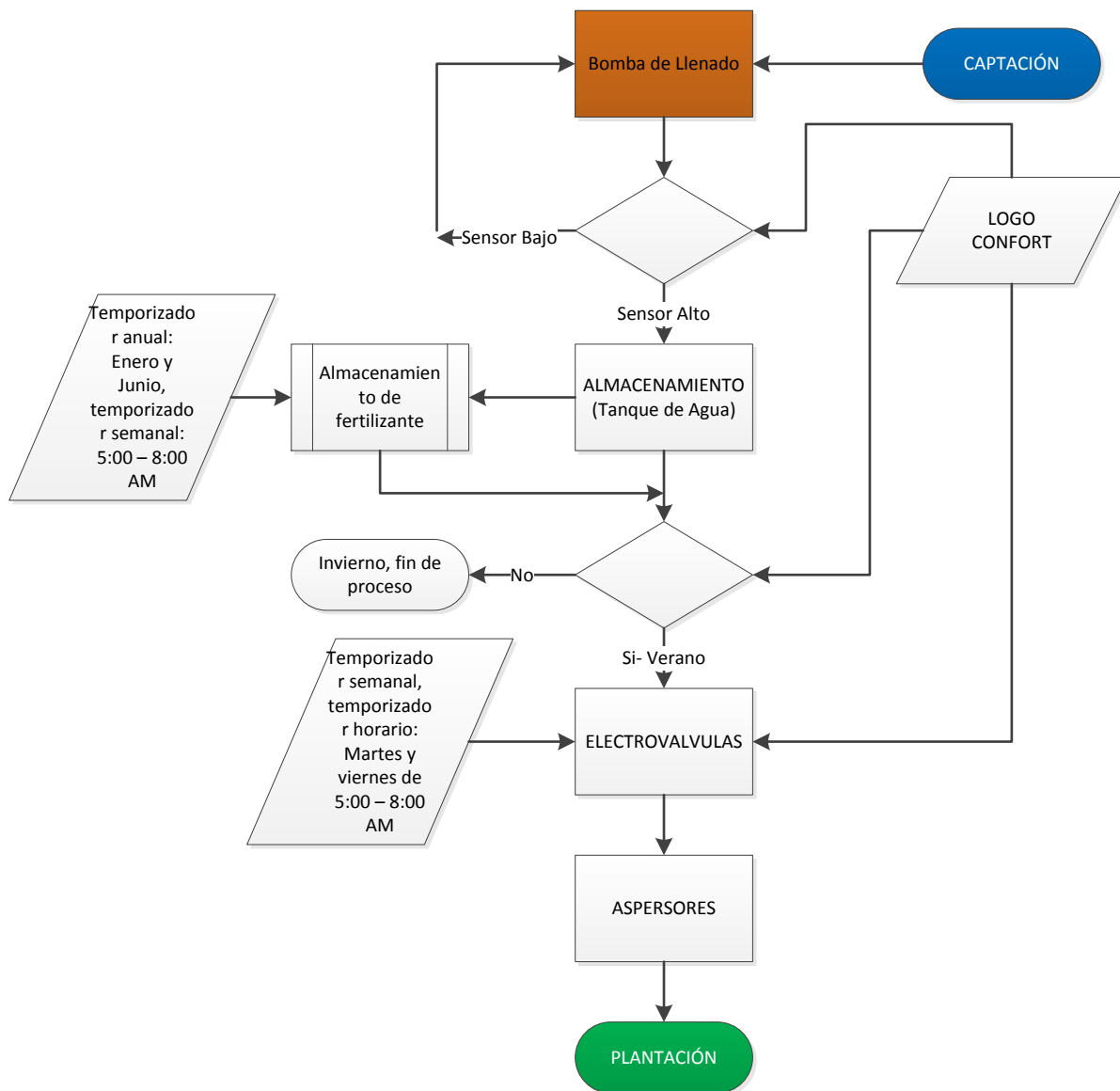
Layout 1. Diseño hidráulico del sistema de riego.



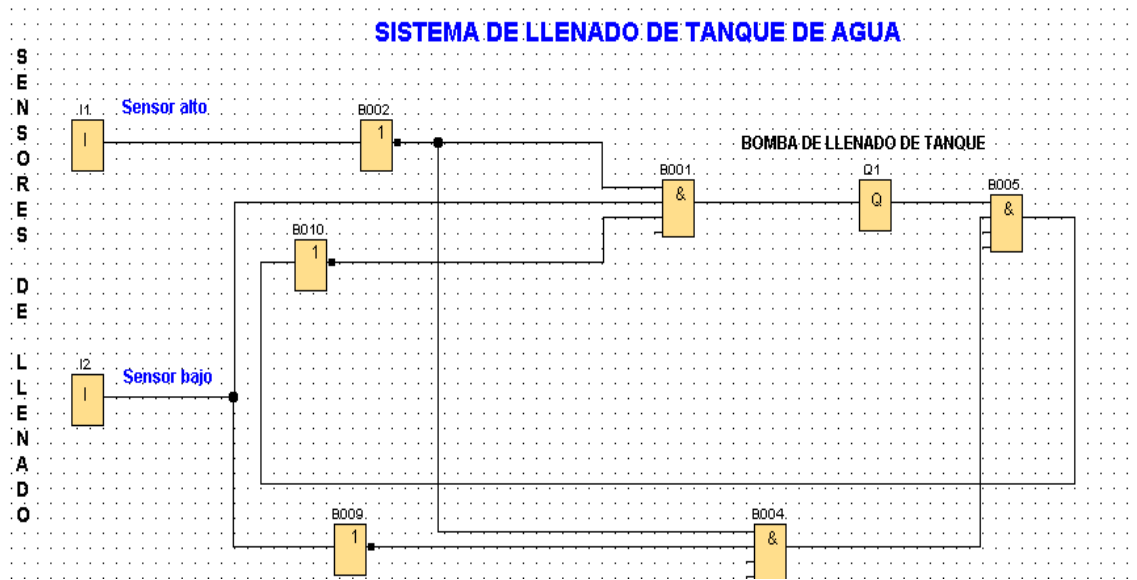
Fuente: Elaboración propia



Se presenta el flujo de proceso que tendrá el sistema automatizado de fertiriego propuesto



Layout 2. Diagrama de flujo de proceso del sistema de fertiriego



Layout 4. Sistema lógico de llenado de tanque

I1 e I2 corresponden a los sensores de nivel de agua y tienen asignada una única salida que es la bomba de llenado del tanque, representado con Q1.

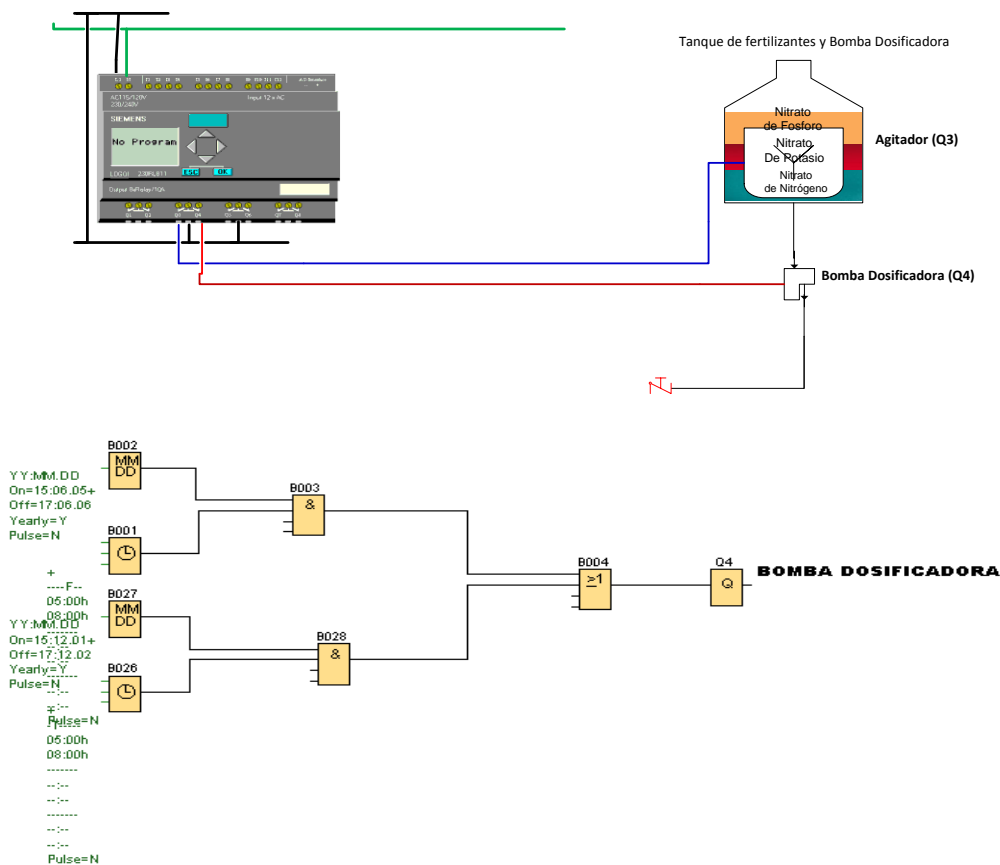
I2 representa el nivel mínimo de agua e I1 representa el nivel máximo cuando ambos están en cero, Q se activa y empieza a llenar, I2 pasa a uno lógico esperando que I1 cambie de estado para enviar el pulso que apague la bomba.



8.2.3. Sistema de fertilización

Comprende en un tanque con un agitador integrado, en cual mezcla los diferentes abonos líquidos, estos son:

- ✓ Sulfato de Fosforo proporciona los nutrientes para alargar las raíces de la musácea.
- ✓ Sulfato de Nitrógeno ayuda al follaje y crecimiento de la planta.
- ✓ Sulfato de Potasio pone plátano grueso el fruto de Musácea.



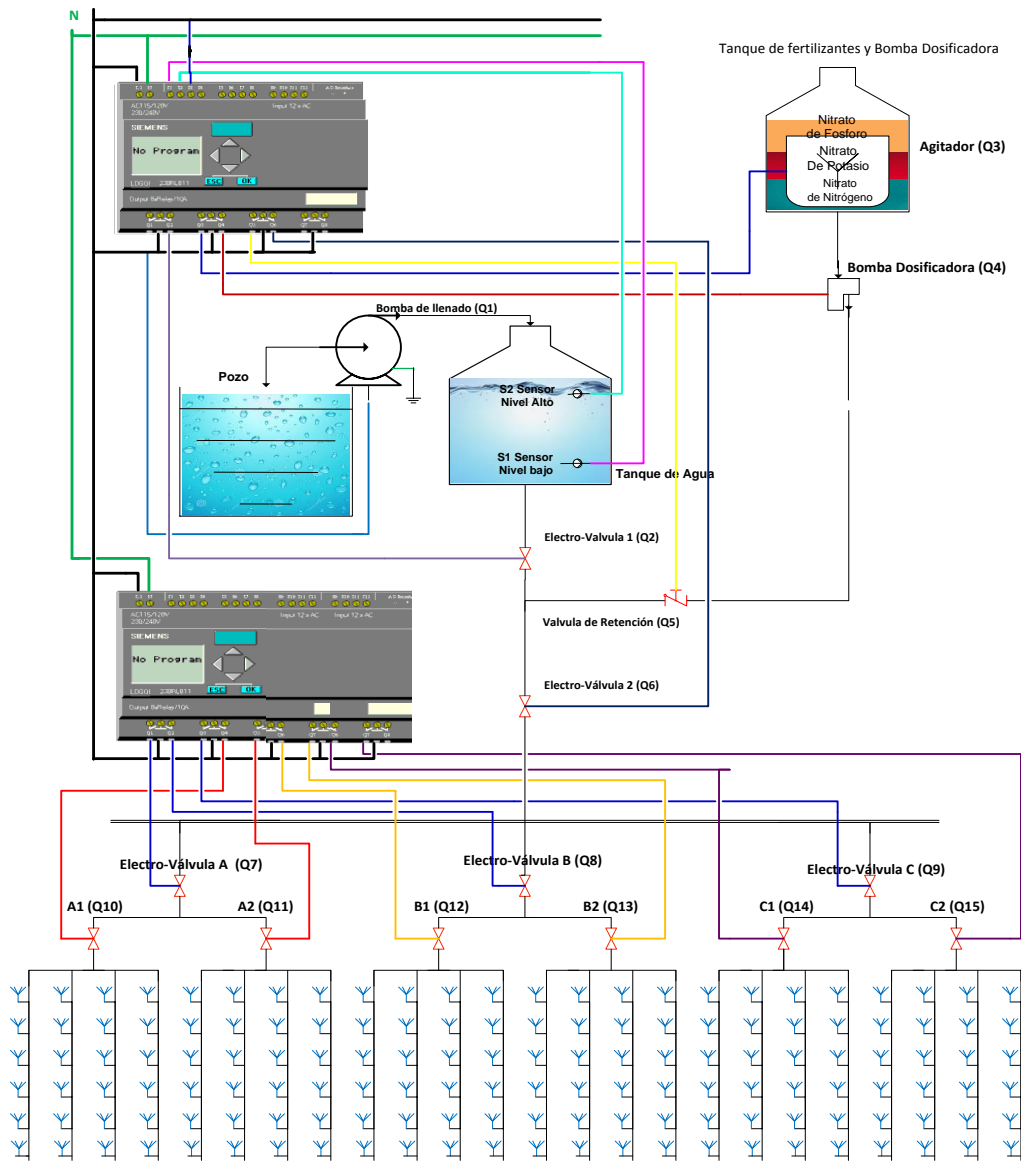
Layout 5. Sistema de Fertilización

La bomba dosificadora es programada con respecto a la fertilización de la plantación, en el diagrama se observan dos contadores semanales y dos contadores anuales estos permiten llevar a cabo lo que se desea, la plantación se fertilizara 2 veces por temporada, es decir cada seis meses, durante Junio y Diciembre.



8.2.4. Sistema de riego de la plantación

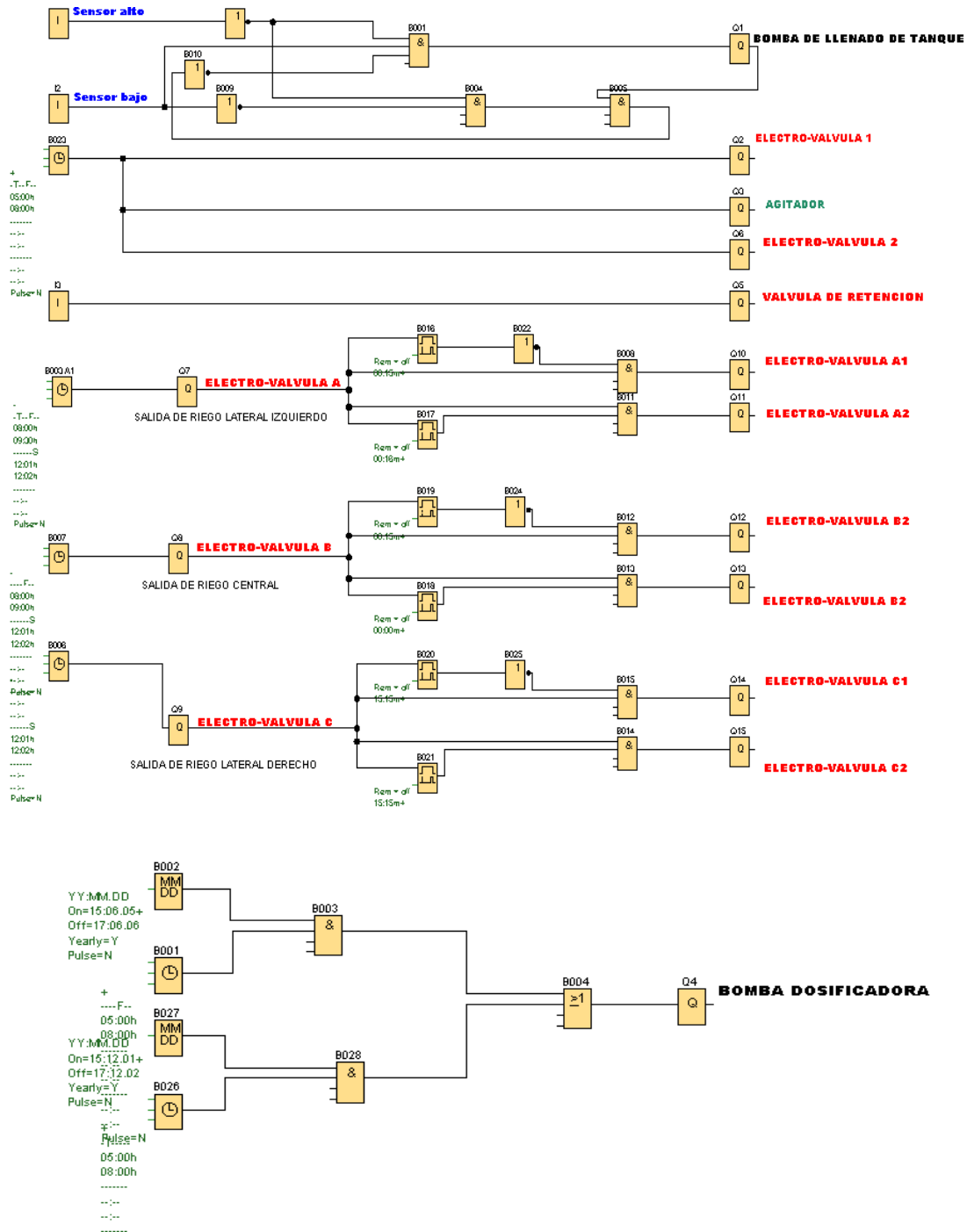
El sistema se controlará por un temporizador semanal durante todo el año, este mandara a regar los días martes y viernes de 05:00 am a 08:02 am, el sistema cuenta con 3 válvulas principales que controlan 3 sectores, cada sector cuenta con dos subsectores. Cada sector contara con un lapso de riego de 30 min, para que el riego se mantenga con la misma presión para mayor ahorro de agua y fertilizante.



Layout 6. Propuesta de Automatización del Sistema de Riego



En el siguiente esquema elaborado en logo soft confort se simula el sistema de llenado del tanque, control de las electroválvulas, el sistema de riego en general.



Layout 7. Sistema General de Control Automático



I2: Sensor Alto.

I1: Sensor Bajo.

Q1: Bomba de llenado del tanque.

Q2: Electroválvula 1 controla la salida de agua hacia la tubería.

Q6: Electroválvula 2 da el pase del agua junto al fertilizante hacia el sistema de riego.

B006, B007, B003, B0023, B001, B026: Temporizadores Semanales.

Q7, Q8, Q9: Electroválvulas de sectores.

B016, B017, B018, B019, B020, B021: Retardo a la conexión.

Q10, Q11, Q12, Q13, Q14, Q15: Válvulas de los subsectores.

Q4: Bomba dosificadora.

B002, B027: Temporizadores anuales.

Para mayor ahorro de agua y mantener una presión constante en toda la tubería, se diseñó un sistema seccionado en tres sectores a diferente hora de riegos entre ellos, para controlar la diferencia de horario se encuentra B006, B007 y B008 los cuales son los temporizadores semanales, estos están programados para activarse los días Martes y Viernes de 5:00 Am a 8.02 Am, estas mandan activar las Electroválvulas de cada sector Q7, Q8, Q9, luego B016, B017, B018, B019, B020 son retardo a la conexión los cuales están configurados cada 30 min, los estados altos de estos pasan a una AND que a una de sus entrada cuentan con un 1 lógico, espera el otro 1 lógico que proviene de los retardos a la conexión estos controlan a las válvulas de los subsectores que son las llaves para el riego a través de los micro-aspersores.



Diseño de un sistema de fertiriego automatizado en la plantación de musácea de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe (Rivas).

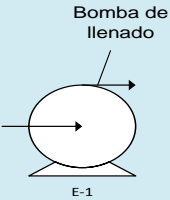



Símbolos	Nombre	Características
	Bomba de agua	bomba de agua marca Grundfos de 120 a 220V (Voltios) es una máquina rotativa generadora que transforma la energía mecánica en energía cinética
	Bomba dosificadora	Bomba Dosificadora Modular 12V 130V Cilindro SS Pistón CERÁMICO Caudal 100 5 bar
	Agitador	Agitador Monofásico 220V(50Hz), 115/220V(60Hz)
	Electroválvula	Electroválvula Hunter PGV Jar-Top 120/220v

Tabla 6. Simbología



8.3. Análisis Económico

En el presente acápite se desarrolla la evaluación económica del proyecto en estudio, donde se contabiliza los beneficios directos por la implementación del sistema de Ferti riego en la plantación de musáceas existente, realizándose la evaluación **con y sin proyecto**. Dicha evaluación se basa en datos recopilados por la administración del propietario con su personal técnico (producción), costos de mercados (materiales) recopilados por las empresas distribuidoras en el área; los cuales mediante indicadores económicos como la VAN, TIR y relación Beneficio Costo se determina que tan atractivo es realizar el proyecto.

8.3.1. Inversión Del Proyecto

A continuación se muestra una tabla resumen de los costos de inversión que conlleva la ejecución del proyecto, los costos son de mercado, tomando el precio de AMANCO como oferente. En tabla No 7 se muestra el costo total del proyecto que asciende a US\$ 85,461.00 (ochenta y cinco mil cuatrocientos sesenta y un mil dólares con cero centavos).

De no llevarse a cabo el proyecto, la inversión sería nula



Diseño de un sistema de fertiriego automatizado en la plantación de musácea de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe (Rivas).

Tabla No 7: PRESUPUESTO DE LAS OBRAS, PROYECTO FERTI RIEGO				
CONCEPTO	U/M	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (US\$)	PRECIO TOTAL (US\$)
PRODUCCION DE AGUA				32,570
Rehabilitación de Pozo Existente	Glb	1	586.5	587
Línea de Impulsión, tubería Ø4" PVC SDR-26	m	600	7.0	4,224
Eq. Bomb Horizontal Q=300 gpm, CTD=100 pies, 20 HP c/Panel y Accesorios	c/u	1	8,500.0	8,500
Banco de transformador de 20 KVA con accesorios	c/u	1	7,452.0	7,452
Línea eléctrica primaria	m	230	41.6	9,568
Acometida, Canalización y Alambrado	Glb	1	937.5	938
Luminaria tipo cobra con poste de concreto	c/u	1	1,302.0	1,302
DISTRIBUCIÓN DE AGUA				52,297
Tanques de Almacenamientos	m ³	90	250.0	22,500
Tubería Ø4" PVC SDR-26	m	986	7.0	6,941
Tubería Ø3" PVC SDR-26	m	380	4.4	1,672
Tubería Ø 1 1/2" PVC SDR-26	m	5,546	1.3	7,320
Tubería Ø 3/4" PVC SDR-17	m	351	0.6	211
Tubería Ø 1/2" PVC SDR-17	m	176	0.4	74
Aspersor Senninger Smooth Drive, boquilla Gold No 6	c/u	585	7.4	4,329
Electro Válvulas	c/u	11	180.6	1,987
Válvula de Retención	c/u	1	778.0	778
Logo Confort con sus gavinetes	und	2	300.0	600
Bomba Agitadora de 0.5 HP	und	1	151.7	152
Bomba Dosificadora 1.5 HP	und	1	230.6	231
Conductor No 10 THHW-LS	m	3,000	0.9	2,550
Conductor No 12 THHW-LS	m	2,000	0.5	1,000
Tubo conduit 3/4 plg	m	1,500	1.16	1,740
Cajas de 4"x4" tipo pesado EMT con tapa ciega	c/u	12	1.4	16
Sensores de liquido	c/u	2	45.0	90
Varillas Polo de Tierra (3 m)	c/u	2	53.2	106
EDIFICIOS				594
Casetas de bombeo	Glb	1	350.0	350
Casetas para sistema de controles	Glb	2	122.0	244
GRAN TOTAL DE LAS OBRAS				85,461



8.3.2. Ingresos Del Proyecto

Los ingresos se determinan en función de los datos de producción suministrados por el propietario, se considera los datos mostrados en Tabla No 5 de la pág. 32.

Dicha tabla muestra que en época de verano la producción es de 10 cargas que corresponden a 8,400 plátanos; con la implementación del proyecto ésta haciende aproximadamente a 480 cargas equivalente a 403, 200 plátanos.

Según estadísticas en promedio la venta de plátano en invierno es de aproximadamente de C\$ 2.4 la unidad, mientras que en época de verano haciende a C\$ 3.80 la unidad. La tabla No 8 muestra el detalle de producción a lo largo del año.

Tabla No 8: Ingresos de productividad con sistema de Riego.

Concepto	Sin Proyecto		Con Proyecto	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
No Cargas	850	10	850	480
Mancuernas	10,200	120	10,200	5,760
Plátanos	714,000	8,400	714,000	403,200
Total	722,400		1117,200	
C\$ CORRIENTES				
Costo por Unidad	2.4	3.8	2.4	3.8
Ingresos	1713,600	31,920	1713,600	1532,160
Promedio Anual	1745,520		3245,760	

Fuente: Datos propios recopilados por entrevistas a trabajadores⁷

La vida útil del proyecto es de 15 años (periodo 2015-2030), los ingresos obtenidos anual en la situación Sin Proyecto fueron de C\$ 1,713, 600 anual; mientras que para la situación Con Proyecto el Ingreso es de C\$ 3, 245,760 (ver la anterior tabla); incrementando los ingresos en un 85.94%.

⁷ Ver anexo número II



8.3.3. Costos Del Proyecto

Los costos del proyecto se obtuvieron de los registros que llevan contabilidad y datos técnicos de consumo del equipo de bombeo por parte del suplidor. En tabla No 9 se refleja la clasificación de los egresos o lo largo del año.

Tabla No 9: Costos Operativos anuales

CONCEPTO	SIN PROYECTO		CON PROYECTO	
	MONTO C\$	%	MONTO C\$	%
Energía Eléctrica	0	0.0	86,100.0	24.0
Productos Químicos	99,000	37.4	104,940.0	29.2
Costos Directos de Personal (OyM)	48,020	18.2	48,980.4	13.6
Combustibles y lubricantes	47,600.00	18.0	49,028.0	13.6
Costos Directos de Mantenimiento	30,900.00	11.7	31,209.0	8.7
Otros Costos Directos	39,000.00	14.7	39,000.0	10.9
TOTAL	264,520.00	100.0	359,257.4	100.0

Fuente: Datos Recopilados en campo

Los Costes se incrementan en la situación Con Proyecto en un rango de aproximadamente un 36% del costo Sin Proyecto, especialmente debido al incremento de los costes de energía eléctrica que pasan de C\$ 0 a C\$86,100.0. El componente que más pesa dentro de los costos hallados son energía eléctrica y productos químicos correspondiente a 24% y 29.2% del coste total.

8.3.4. Evaluación Del Proyecto

El proyecto se evalúa para un horizonte de 5 años con dos escenarios con y sin proyectos, con tasa de interés del 12% que le ofrece el banco LAFISE al propietario; los ingresos y egresos anuales son los mostrados anteriormente en tablas 8 y 9. En Tabla No 10 se aprecia la rentabilidad del proyecto empleando criterios clásicos de rentabilidad (VAN, TIR y Periodo de recuperación), los valores están en dólares (T/C = 26.45) y en miles. De realizarse el proyecto se percibiría más utilidades y la inversión se recuperaría en un año.



Tabla No 10.EVALUACION FINANCIERA DEL PROYECTO FERTI RIEGO						
CON PROYECTO						
Variables del Modelo	Valores					
Tasa de Corte	12%					
Resultados del Modelo						
Valor Actual Neto	249					
Tasa Interna de Retorno	105.6%					
Periodo de Recuperación	1 año					
	Años					
Conceptos	0	1	2	3	4	5
Inversión Neta	(85.461)					
Ingresos del proyecto		122.7	122.7	122.7	122.7	122.7
Menos: Egresos del Proyecto		(13.6)	(13.6)	(13.6)	(13.6)	(13.6)
Utilidad antes de impuestos		109.1	109.1	109.1	109.1	109.1
Menos: Impuestos Incrementales		(16.4)	(16.4)	(16.4)	(16.4)	(16.4)
Utilidad Neta		92.8	92.8	92.8	92.8	92.8
FLUJO DEL PROYECTO	(85.461)	92.8	92.8	92.8	92.8	92.8
SIN PROYECTO						
Variables del Modelo	Valores					
Tasa de Corte	12%					
Resultados del Modelo						
Valor Actual Neto	172					
	Años					
Conceptos	0	1	2	3	4	5
Inversión Neta	0.000					
Ingresos del proyecto		65.99	65.99	65.99	65.99	65.99
Menos: Egresos del Proyecto		(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)	(10.0)
Utilidad antes de impuestos		56.0	56.0	56.0	56.0	56.0
Menos: Impuestos Incrementales		(8.4)	(8.4)	(8.4)	(8.4)	(8.4)
Utilidad Neta		47.6	47.6	47.6	47.6	47.6
FLUJO DEL PROYECTO	0.000	47.6	47.6	47.6	47.6	47.6



IX. CONCLUSIONES

La propuesta de diseño de un sistema de ferti-riego automatizado en la plantación de musáceas de la finca ojo de agua ubicada en isla de Ometepe, (RIVAS), se presentó en calidad de proyecto.

La plantación tiene déficit de agua en la época de verano de 289 m³, donde los parámetros tomados del estudio hidrológico de la finca, demuestran que la escorrentía disminuye en los meses de Febrero, Marzo, Abril y parte de Mayo.

Se tomó como universo 5 manzanas 1/2 de plátano, obteniendo un promedio de 1,660.00 plántulas por manzana, en la etapa de floración es donde tienen mayor demanda de agua (R6).

La necesidad de fertilización se coloca en dos etapas de las plántulas en los primeros 30 días y a los 5 meses de crecimiento que empieza la etapa de floración consumiendo la cantidad de 0.02kg de fertilizante por plántula.

Conforme a las características antes mencionadas se procedió a diseñar una propuesta de sistema de riego automatizado que consiste en los siguientes elementos; 6 secciones de riego, con aspersores ubicados cada 10 metros, PLC LOGO! 230RC, diseño del sistema de llenado del tanque, sistema de fertilización y sistema de control de riego, diseñado según las características antes mencionadas.

Con esta propuesta se disminuyen las pérdidas económicas que genera la disminución de la productividad por falta de agua en la época de verano, recuperando la inversión del proyecto en xx años.



X. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los recursos con que cuenta actualmente el propietario del Ojo de agua, recomendamos desarrollar el proyecto, ya que cumple con todos los parámetros.

Los tiempos de riego y fertilización pueden adaptarse fácilmente a las dimensiones del recinto en cuestión. Esto permite reutilizar de manera sencilla el programa para otros sistemas.

Tener un sistema de energía de respaldo utilizando energía renovable como paneles solares o energía eólica, y asegurarse que sus conexiones estén bien protegidas, para que en casos de apagones, el sistema no esté desprotegido, por lo que se recomienda una fuente estabilizadora.

En el caso de sensores que utilicen corriente directa, cerciorarse del correcto funcionamiento de las mismas, cambiándolas periódicamente, para evitar errores en los equipos.

Realizar mantenimiento preventivo cada tres meses, para verificar el buen funcionamiento del sistema automático de la finca y en caso de anomalías, realizar chequeo.



XI. BIBLIOGRAFÍA

Pérez, E. M. (s.f.). Controladores Lógicos y Autómatas Programables. Alfaomrga Marcombo.

Umez, E. (s.f.)(2001). Dinámica de Sistema y Control. Thomson.

Pérez, W. (2014). En línea. Disponible en: <http://tesisalfovan.wordpress.com/clp/>.

Logo, S. (2014). *Logo sowtf comfort*. Disponible en: https://a248.e.akamai.net/cache.automation.siemens.com/dnl/jg1Mzg1AAAA_19625761_HB/logo_s_09_99.pdf

Cabrera, B. E. (2006). Estudio Hidrológico de la Cuenca Ojo de Agua. Tesis de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

APA. (8 de febrero del 2014). Normas APA 2014. Obtenido de <http://normasapa.com/2014/citar-una-entrevista-segun-las-normas-apa/>

Lardezabel, R. (2007). Manual de Producción del Plátano. Cuenta Reto del Milenio. Honduras.

Chávez, H. (2008). Fertiriego. Colombia.

Ministerio Agropecuario Forestal (2008). Sub programa desarrollo y reactivación del riego para contribuir a la seguridad alimentaria en Nicaragua. Nicaragua.

Siemens AG (2006). Módulo Lógico LOGO COMFORT.



XII. GLOSARIO

Precipitación (P): Caída de agua sólida o líquida por la condensación del vapor sobre la superficie terrestre.

Escorrentía (E): Altura de agua de lluvia escurrida y extendida que circula en una cuenca de drenaje, depende de la pendiente del terreno.

Evapotranspiración Real (ETR): Es la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

GPM: Galones por minutos.

INETER: Instituto nicaragüense de estudios territoriales.

SDR: Relación diámetro espesor, que determina la resistencia de la tubería.

ITC: Dosificador de abono líquido

APG III: Es la última versión del sistema para la clasificación de las angiospermas según criterios filogenéticos.

Acame: Doblez o inclinación que sufre el tallo de las debido a la acción del viento o a que ha alcanzado su madurez y no se le corta.

PSI: Libra-fuerza por pulgada cuadrada, es una unidad de presión en el sistema anglosajón de unidades.

T (Thermoplastic): Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables aislados).

HH (Heat resistant): Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).

W (Water resistant): Resistente al agua y a la humedad.

LS (Low smoke): Significa que el cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gas ácido.



XIII. ANEXOS

Anexo I. Fotos



Pozo donde se extraerá el agua para el sistema de fertiriego



Plantación de Musáceas en Finca Ojo de Agua



Emplanada, sector donde se realizara el proyecto



Tipo de suelo Franco Arcilloso Arenoso



Toma de muestra de la cantidad de matas de una manzana del proyecto



Anexo II. Entrevista

Estimado(a): La presente entrevista se realiza para determinar la demanda, oferta y precios de la musácea que se encuentran en la finca ojo de agua, la información que usted nos brinde será de mucho valor para el logro de este, por lo que le solicitamos conteste cada pregunta.

I. Generalidades

- 1.1 Sexo: F_____ M_____
- 1.2 Nombre: _____
- 1.3 Edad: _____ años
- 1.4 Cargo

II. Demanda, Oferta y precios

- 2.1 ¿Cuál es la cantidad de manzanas de la plantación?
- 2.2 ¿Qué variedad de musácea es la que se encuentra en la plantación?
- 2.3 ¿En qué parte sale la mejor cosecha de plátanos?
- 2.4 ¿Cuáles son sus principales compradores?
- 2.5 ¿Cuánta es la cantidad de cargas de plátano que se produce en la temporada de invierno o en época lluviosa?
- 2.6 ¿Cuál es la cantidad de cargas de plátanos que se produce en temporada de verano?
- 2.7 ¿Existe mucha diferencia de ingresos entre las temporadas de invierno y verano?
- 2.8 ¿Qué tanto afecta a la planta la falta de agua en la etapa de crecimiento?
- 2.9 ¿Qué tipo de siembra utilizan en la finca?
- 2.10 ¿En comparación con otras plantaciones con tecnificación poseen la misma cantidad de matas por manzana?
- 2.11 ¿Cuál es el precio por carga?
- 2.12 ¿Cuántos trabajadores hay en la plantación?
- 2.13 ¿Por qué no poseen un sistema de riego?
- 2.14 ¿Cree que al implementar el sistema de fertiriego exista una mejor producción y elevación de la misma?
- 2.15 ¿Qué tipo de fertilizantes se emplean y como es su dosificación?
- 2.16 ¿En plátanos cuánto equivale una mancuerna y una carga?