



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

“DEFINIR UN SISTEMA PARA AUTOMATIZAR Y CONTROLAR EL RIEGO EN UN CULTIVO DE MANGO UTILIZANDO SENSORES DE HUMEDAD, CONTROLADORES, Y ENERGÍA ALTERNATIVA INTERCONECTADOS A TRAVÉS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA”

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

LICENCIADA EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS

LUISA IVON RUIZ LAMILLA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a **Dios** por permitir llegar hasta este eslabón más de mi vida profesional, a **mis padres José Cirilo Ruiz Benavides y Luisa Lamilla vera** por su apoyo necesario a mis hermanos **Geoconda, Miguel Ruiz Lamilla y Jorge Ruiz Peña** por aportar en varias circunstancias y haber estado pendiente de mí. Agradezco a **Erlin Cruz** por su ayuda incondicional.

Por último, pero no menos importantes a mis **profesores de LICRED** quienes son los que día a día se preparan para aportar con sus conocimientos durante estos años de estudios, en especial por la paciencia y dedicación al docente de la Materia Integradora el **Msg. Robert Andrade Troya y tutor Msig. Ronal Criollo**. Por su tiempo muy valioso, a los directores de mi carrera que han estado durante mi periodo como son los Ing. Albert Espinal Santana, Ing. Rayner Durango.

Luisa Ivon Ruiz Lamilla.

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico especialmente a Dios el dador de la vida quien me ha dado la fuerza y animo a continuar, el cual me ha provisto de sabiduría para poder estar en este nivel de estudio.

En una forma especial a mis padres, hermanos, amigos de la carrera y profesores, que han estado pendiente de cada situación que se me presentara en esta etapa de la vida universitaria. Ofreciéndome lo mejor de ellos para poder obtener mi título.

Luisa Ivon Ruiz Lamilla.

TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

MSG. Robert Andrade Troya

PROFESOR DE MATERIA
INTEGRADORA

MSIG. Ronald Criollo Bonilla

TUTOR ACADÉMICO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, me corresponde exclusivamente; y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

Luisa Ivon Ruiz Lamilla

RESUMEN

La hacienda “La Carolina” ubicada en el cantón Colimes, tiene 25 hectáreas de cultivo de mango, cuyos árboles tiene 25 años y miden entre los 3 a 5 metros de altura. El riego de las 25 hectáreas lo hacen de forma manual, es decir que 10 personas cubren la zona de irrigación del cultivo de mango en 10 días.

Para abastecer de agua a la hacienda han cavado un pozo, con la ayuda de una bomba hacen el llenado de algunos reservorios y una zanja, para el respectivo riego de las plantaciones de mango. El desperdicio de agua es el principal problema, para el riego total de la hacienda tardan aproximadamente 10 días.

En el Segundo Capítulo, se da una propuesta de solución a cada uno de los requerimientos analizados y a la necesidad que tiene la hacienda con el riego.

He diseñado un sistema de riego automatizado utilizando sensores de humedad, controladores y energía alternativa interconectada a través de comunicación inalámbrica; con la finalidad de mejorar la calidad y la producción de mango.

Así lograré que el periodo de riego se lo realice en aproximadamente 4 horas, no habrá desperdicio de agua, no se contará con mucho personal para el riego y en forma especial ya no existirá el temor del ataque de las serpientes.

En el tercer capítulo se muestran los presupuestos donde incluye la comparativa con y sin la solución; demostrando que actualmente tienen un gasto exagerado y esos gastos son anualmente, pero mediante la solución harán una buena inversión porque el gasto que genera en la solución es una sola vez, después será solo pequeños gastos tales como: mantenimiento y personal en temporada de cosecha etc.

Palabras Clave: Diseñar, automatizar

ABSTRACT

The farm "La Carolina" located in the canton Colimes, has 25 hectares of mango crop, whose trees are 25 years old and measure between 3 to 5 meters high. The irrigation of the 25 hectares does it manually, that 10 people cover the irrigated area of the mango crop in 10 days.

To supply water to the farm they have dug a well, with the help of a pump they fill some reservoirs and a ditch, for the respective irrigation of the mango plantations. The waste of water is the main problem, for the total irrigation of the farm it takes approximately 10 days.

In the Second Chapter, a solution proposal is given to each one of the analyzed requirements and to the need of the farm with irrigation.

I have designed an automated irrigation system using humidity sensors, controllers and alternative energy interconnected through wireless communication; to improve the quality and production of mango.

So, I will achieve that the irrigation period is done in about 4 hours, there will be no waste of water, there will not be a lot of staff for irrigation and in a special way there will no longer be fear of the snakes' attack.

In the third chapter the budgets are shown where it includes the comparison with and without the solution; showing that they currently have an exaggerated expense and those expenses are annually, but through the solution they will make a good investment because the expense generated in the solution is only once, then it will be only small expenses such as: maintenance and personnel in harvest season etc.

Keywords: Design, automate

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Problemática del Proceso del Riego Actual.	1
1.2 Riego de la Hacienda, Proceso actual.	3
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación.....	6
CAPÍTULO 2	8
2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.	8
2.1 Descripción de la Solución Propuesta para el Riego	8
2.2 Diseño de Solución	8
2.2.1 Subsistema de sensores	9
2.2.2 Subsistema de reservorio	13

2.3	Subsistema de Riego	19
2.4	Subsistema de energía fotovoltaicas o solar	24
2.5	Subsistema de comunicación de datos	30
CAPÍTULO 3		35
3.	Diseño de la aplicación y planificación	35
3.1	Diseño de Aplicación.....	35
3.2	Plan de actividades	37
3.3	Presupuesto actual en la hacienda “Carolina”	40
3.4	Presupuesto con la solución	43
3.5	Análisis de los presupuestos.....	44
Conclusión y RECOMENDACIONES.....		45
	Conclusiones.....	45
	Recomendaciones.....	46
BIBLIOGRAFÍA		47
ANEXOS		50

ABREVIATURAS

CA	Corriente Alterna
CC	Corriente Continua
GND	Toma de tierra
HP	Caballo de fuerza
msnm	Metros sobre el nivel del mar
rpm	Revoluciones por minuto
S	Nivel mínimo de arranque (agua)
Vcc	Voltage corriente continua
X	Nivel de vaciado

SIMBOLOGÍA

A	Amperio
Ha	Hectárea
Hz	Unidad de frecuencia del sistema Internacional de Unidades Hertzio
Kg	Kilogramo
l	Litro
m	Metro
min	Minuto
mV	MiliVoltio
“	Pulgada
s	Segundo
V	Voltio
W	Watts

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Las 50 hectáreas de la hacienda “Carolina”	1
Figura 1. 2 Etapas del mango.	2
Figura 1. 3 Ciclo fenológico o etapas del Mango.....	2
Figura 1. 4 Distancia entre río Colimes y hacienda “Carolina”	3
Figura 1. 5 Proceso actual del riego	4
Figura 1. 6 Reservorio secundario	5
Figura 1. 7 Bomba.....	6
Figura 2. 1 Modo de uso del sensor.	10
Figura 2. 2 Ubicación de los 4 sensores en las 4 zonas	11
Figura 2. 3 Distancia entre árboles de 8 m.....	12
Figura 2. 4 Interior del gabinete Outdoor.....	13
Figura 2. 5 Subsistema de reservorio.....	14
Figura 2. 6 caudalímetro armado y con vista del rotor	16
Figura 2. 7 Conexión del Arduino uno con el caudalímetro.....	17
Figura 2. 8 Conexión entre el Arduino uno y el sensor HC-SR04	18
Figura 2. 9 Partes de la electroválvula	19
Figura 2. 10 Electrobomba sumergible multietapa UP	20
Figura 2. 11 Modelo de la bomba a usar UP8/3.....	21
Figura 2. 12 Dimensiones de la bomba.....	22
Figura 2. 13 Bomba conectada a través del relé al Arduino uno	23
Figura 2. 14 Distribución de cinta de riego	24
Figura 2. 15 coordenadas del Cantón Colimes	25

Figura 2. 16 batería gel	26
Figura 2. 17 forma de conexión del panel solar.....	27
Figura 2. 18 especificaciones del panel solar de 55 watts	28
Figura 2. 19 Panel solar e 4000 watt y sus requerimientos generales	29
Figura 2. 20 Calculadora de voltios a Kilowatts.....	29
Figura 2. 21 Infraestructura de Red Física	31
Figura 2. 22 características del Ap UniFi PoE	33
Figura 2. 23 Demostración como quedara el Ap en el polo industrial	34
Figura 3. 1 Portada de la página web.....	35
Figura 3. 2 Muestra de la página de inicio.....	36
Figura 3. 3 Se observa el diagnóstico del terreno	37
Figura 3. 4 Diseño del Calendario del plan de actividades.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1 consumo en Amperios de la bomba	23
Tabla 2. 2 Direccionamiento IP	32
Tabla 3. 1 Planificación de la solución	39
Tabla 3. 2 Presupuesto de gastos Actual	42
Tabla 3. 3 Presupuesto de la solución	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. 1 Diagrama del proceso de comunicación	50
Anexo 1. 2 Diagrama del proceso de comunicación del subsistema de sensores	51
Anexo 1. 3 Diagrama de comunicación proceso del subsistema de reservorio	51
Anexo 1. 4 Características del sensor de humedad 5 TM SDI 12v.	51

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática del Proceso del Riego Actual.

El lugar a implementar la solución a este problema es en la Hacienda "Carolina" del Cantón Colimes Provincia del Guayas, está ubicada a 85 km al norte de Guayaquil; esta hacienda tiene 50 hectáreas de terreno donde 25 hectáreas son dedicadas solamente a la producción de mango como se muestra en la figura 1.1

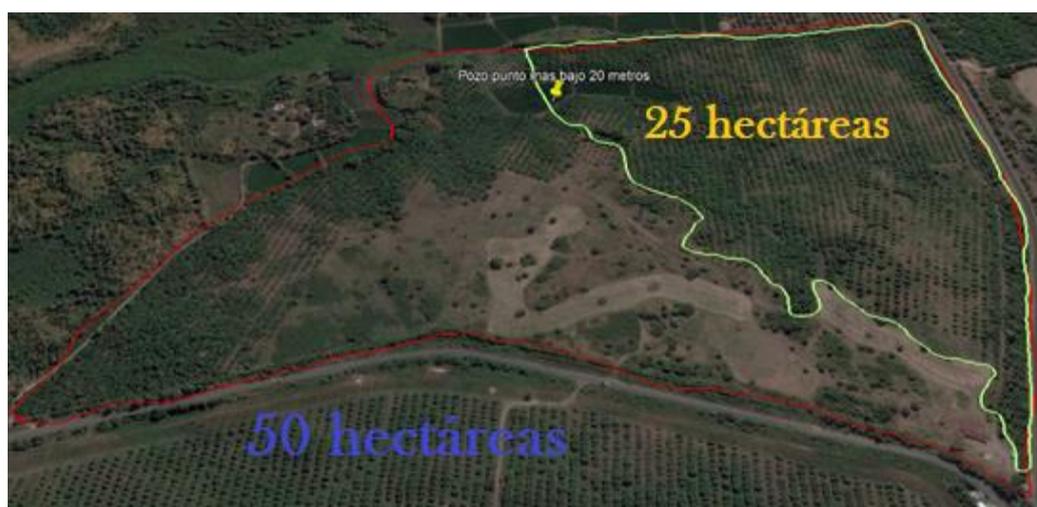


Figura 1. 1 Las 50 hectáreas de la hacienda “Carolina”

La hacienda no está nivelada porque tiene sectores con elevaciones desde 20 hasta los 27 metros de altura msnm (metros sobre nivel del mar).

Las plantas tienen 25 años aproximadamente, por tal razón no es necesario que sean regadas diariamente porque toleran la sequía y soportan inundaciones. [1]

Pero en la etapa de brotamiento o crecimiento vegetativo (diciembre a enero) es donde requiere cuidado con el riego, porque en este periodo generalmente contamos con la lluvia y es de acoplarse a la temporada. ver figuras 1.2, y 1.3.



Figura 1. 2 Etapas del mango.

La poda de los árboles es parte del mantenimiento y se recomienda hacer fines de diciembre antes que comience la etapa de inducción floral, porque en esta etapa es el apropiado para agregar nutrientes (febrero - abril) como lo muestra la figura 1.3. [1]

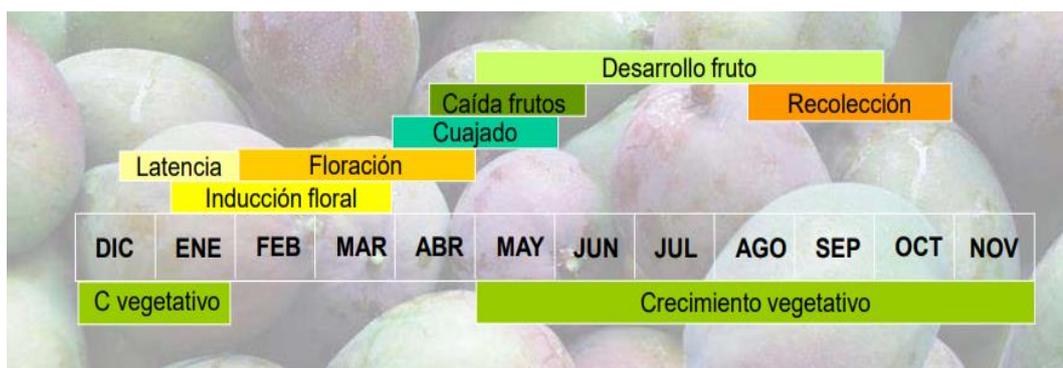


Figura 1. 3 Ciclo fenológico o etapas del Mango.

El río se encuentra aproximadamente a 1.5 km de distancia como se observa en la figura 1.4, debido a esto la hacienda no cuenta con abastecimiento de agua por los ríos y tienen que extraer agua de un pozo cavado en la hacienda para regar las

plantas, aun así, se dificulta proporcionar la cantidad correcta de agua requerida por las plantas que se encuentran en sectores más altos o lejanos.

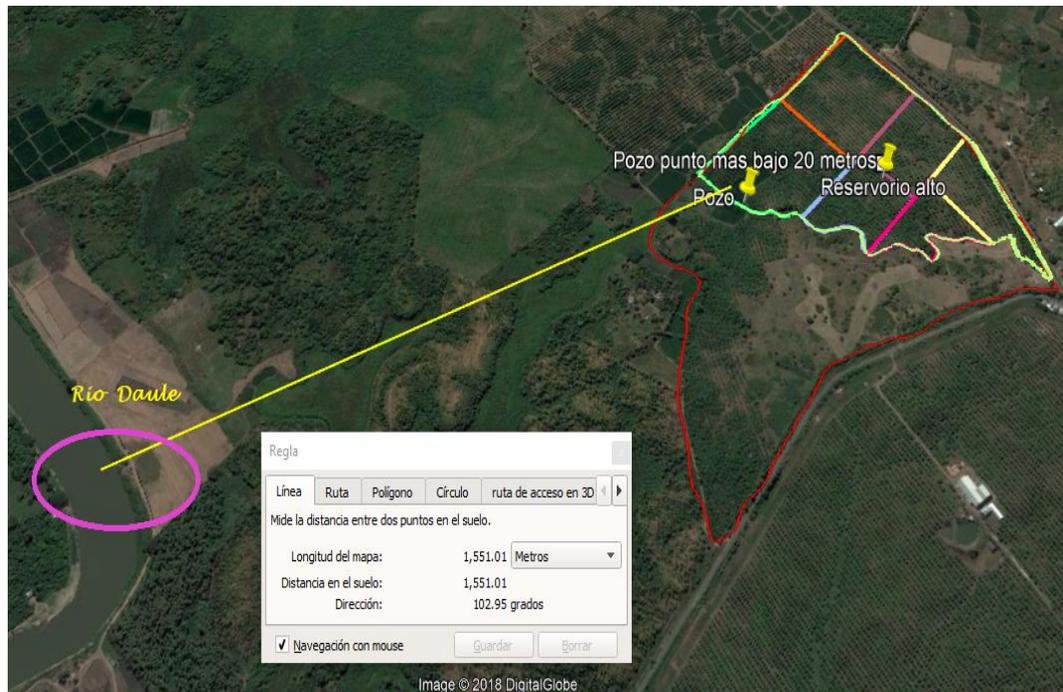


Figura 1. 4 Distancia entre río Colimes y hacienda “Carolina”

1.2 Riego de la Hacienda, Proceso actual.

El riego en la hacienda se da por medio de un proceso de cinco pasos, detallados a continuación:

1. El pozo para succionar el agua ya está cavado hace 25 años, entonces se conecta una bomba a combustible(gasolina) al pozo y en el otro extremo de la bomba un tubo para trasladar el agua succionada hasta un reservorio principal. Como muestra la figura 1.5. La bomba que succionan el agua se muestra en la figura 1.6.
2. Una vez que al gua llega al reservorio principal, este tiene aproximadamente 30 m(metros) de largo, 10 m de ancho y 6 m de profundidad), se preparan tubos y bomba para que el agua sea trasladada a la zanja. Recordando que este reservorio principal no está acondicionado para poder almacenar el agua en un tiempo mayor a 1 hora.

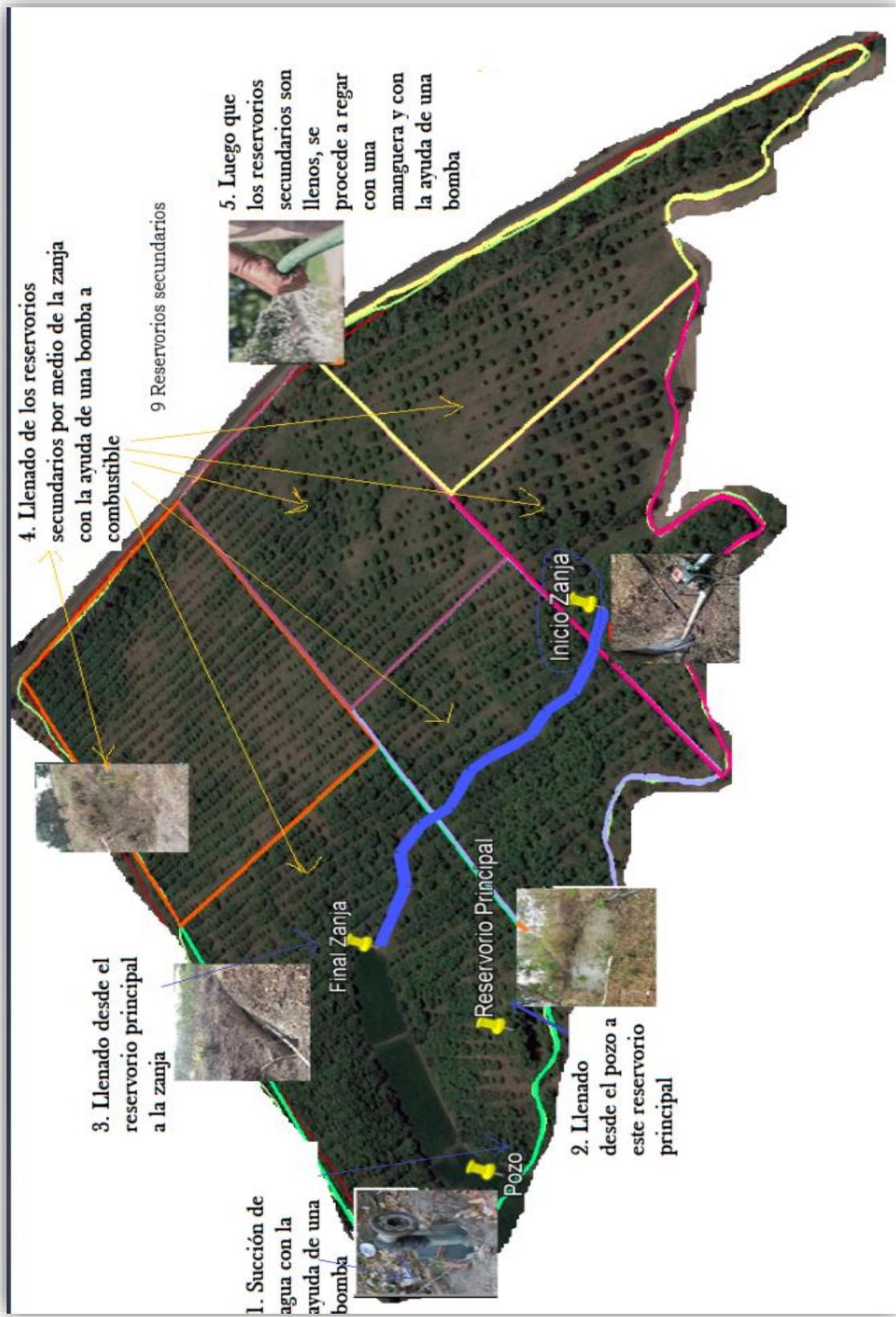


Figura 1. 5 Proceso actual del riego

3. De manera similar se continua con el proceso de traspaso del agua, ahora hasta la zanja con las siguientes dimensiones aproximadas (300 metros de largo 3 metros de profundidad y 1 metro de ancho). Recordando que la zanja tampoco esta acondicionada para el almacenamiento del agua.

4. Cuando la zanja esta casi llena de agua se continua con el proceso de trasladar el agua hasta los reservorios secundarios que tienen aproximadamente (4 m de largo, 4 m de ancho y 2 m de profundidad). Como se aprecia en la figura 1.6 Tampoco esta acondicionado para almacenar agua por más de 1 hora.



Figura 1. 6 Reservorio secundario

5. Por último, una vez que estén llenos los 9 reservorios secundarios se procede a regar de forma manual planta por planta con la ayuda de una manguera. Procurando hacer lo más rápido para aprovechar el agua y no sea resumida por la tierra. Este proceso también se lo hace con la ayuda de la bomba. Y es así cómo se tardan 10 días aproximadamente en regar todas las 25 hectáreas. Como se aprecia en la figura 1.7.



Figura 1. 7 Bomba

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Definir un sistema automatizado de riego por goteo para optimizar el uso de recurso hídrico en el proceso fenológico del cultivo de mango, mejorando así su producción en la hacienda Carolina.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Suministrar la cantidad necesaria de agua al cultivo basándose en la información del contenido volumétrico del suelo.
- Establecer monitoreo del riego en las temporadas requeridas.
- Contribuir al cuidado del recurso hídrico para un mejor aprovechamiento del agua.
- Diseñar una herramienta que utilice Tic's junto con sus dispositivos para que el sistema de riego sea monitoreado mediante la página web.

1.4 Justificación

En este diseño de automatización y control de riego por goteo se obtendrá la optimización de personal, agua, tiempo, combustible, entre otros.

Es un desperdicio de agua de un 50% cada vez que se realiza el proceso de riego en dicha hacienda, partiendo de la premisa que nuestro planeta tiene un 97.5% del agua no apta para el consumo humano y el 2.5% es agua dulce. Donde el 2.5% esta subdividida en 79% hielo, 20% agua subterránea y el 1% agua dulce superficial. [2]

Para llevar a cabo la solución se usará sensores que permitirá llevar un control sobre la humedad del suelo. Se controlará el caudal del agua por medio de un caudalímetro y la electroválvula, también se usarán otros dispositivos como el uso de la energía alternativa interconectados a través de la comunicación inalámbrica de tal forma obtener el riego oportuno y sin desperdicio de agua en un tiempo de 4 a 6 horas.

CAPÍTULO 2

2. ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.

2.1 Descripción de la Solución Propuesta para el Riego

Para optar por la decisión de hacer la instalación de un sistema de riego por goteo se debe considerar o tener presente lo siguiente:

- Disponibilidad de agua
- Calidad física del agua
- Presión de agua en el sistema
- La disponibilidad de agua en la hacienda Carolina es permanente por medio de pozo considerando que el riego se lo hará por unas 4 a 6 horas diarias dependiendo la temporada climática del año.

2.2 Diseño de Solución

He diseñado la solución en cinco subsistemas:

- Subsistema de sensores
- Subsistema de reservorio
- Subsistema de Riego
- Subsistema de energía fotovoltaicas o solar
- Subsistema de comunicación de datos

Detalle a continuación:

2.2.1 Subsistema de sensores

El subsistema de sensores está compuesto por:

- 5TM
- Arduino uno

Usaré sensores de humedad de acuerdo con su utilidad elegí **5TM Sensor** por sus características como se detalla en el Anexo 1.4

Este sensor ha sido diseñado para la presión, la calibración viene de fabrica para la utilidad que se requiera y tipo de suelo. Se ajusta al reloj y a los intervalos de medición. [12]. El sensor de humedad del suelo SDI emite una señal digital hacia el controlador, la cual interpreta en su librería la señal recibida y lo compara con los parámetros establecido, la lectura desde 0 a 30% se interpreta como seco,31% hasta el 60% es húmedo; y desde 61% a 95% si excede de agua.

Mientras los parámetros de humedad del suelo arcilloso donde se encuentra el cultivo de mango en la hacienda “Carolina” se mantengan con el nivel aceptado, el riego no se produce en el segmento. Una vez que el nivel de humedad se minimiza en el suelo, se activa el riego para el segmento que se reconoce como seco.

Cuando requieran de agua las plantas, el sensor se comunicará con el Arduino uno; A esto le denominaremos Subsistema de sensores. Partiendo que el sensor SDI-12 tienen 3 hilos,arboles Como se aprecia en la figura 2.1. [3]



Figura 2. 1 Modo de uso del sensor.

En la figura 2.2 se muestra la hacienda “Carolina”, para el diseño la dividí en 4 zonas y cada zona tiene aproximadamente 6.25 Ha. Ubicaré un sensor en cada zona donde elegí el lugar más alto msnm con la ayuda de Google Earth.

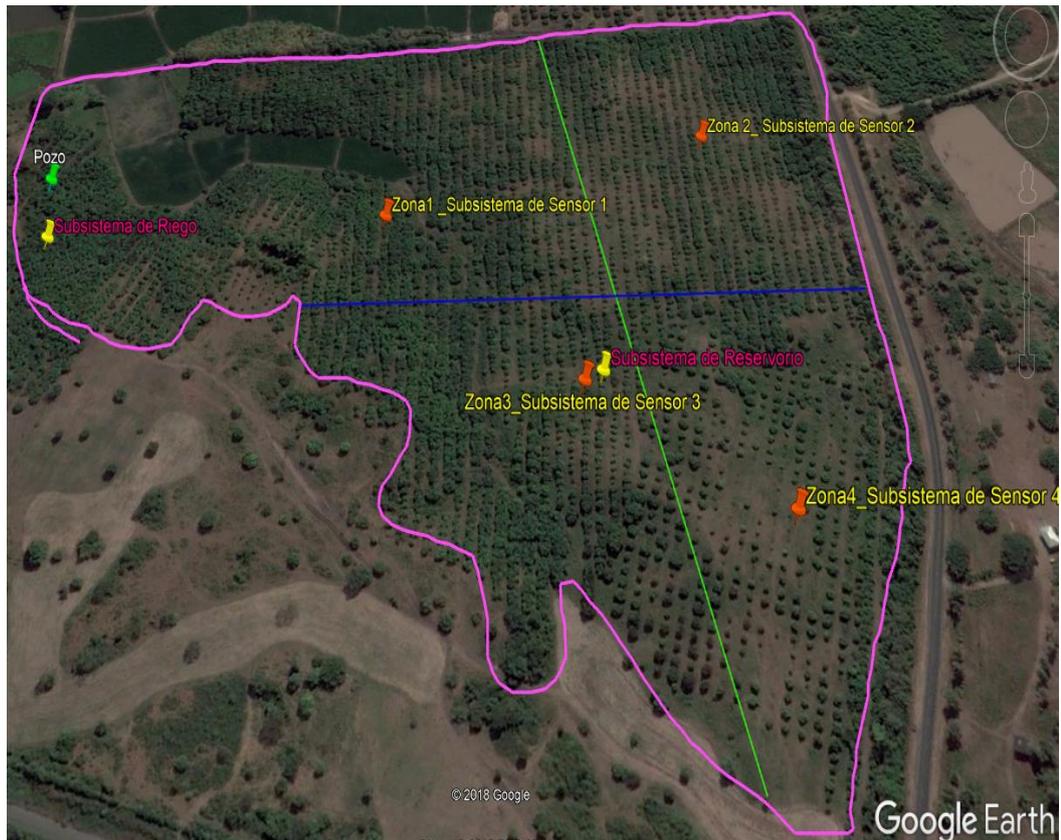


Figura 2. 2 Ubicación de los 4 sensores en las 4 zonas

Las plantaciones de mango se encuentran separadas 8m a su alrededor entre planta y planta, además el sensor estará a una profundidad de 50cm para dar valores reales; como el sensor 5TM tiene cable de 5m aprovechamos su longitud y se ubicará el gabinete outdoor a esta altura del polo industrial.

El gabinete contendrá un Arduino uno que irá conectado al sensor para poder acceder a la información que emite el sensor; El gabinete será elaborado de planchas metálicas galvanizadas porque es para exterior y así evitar el pronto deterioro, este irá sujeto a un polo industrial que varían las medidas de acuerdo con su ubicación entre 8 y 10 metros.

La altura de las plantaciones de mango está a lo mucho de 5m, otra cosa que aprovecharemos de los tubos es su agujero, por su interior pasaremos los cables.

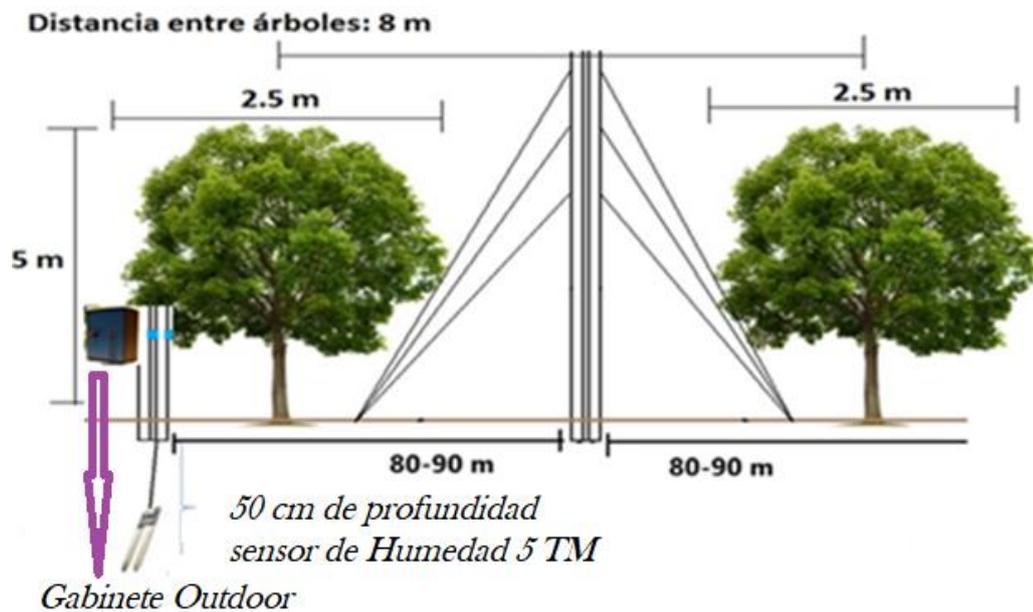


Figura 2. 3 Distancia entre árboles de 8 m

Los controladores Arduino para el control y automatización cumplen con características como:

- El software puede ejecutarse en los sistemas operativos más usados en el mercado como Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux.
- Sencilla interfaz de programación que permite a programadores principiantes utilizarlo con facilidad.
- Es configurado para que no este 100% trabajando todas las horas. Porque habrá un rango de descanso.

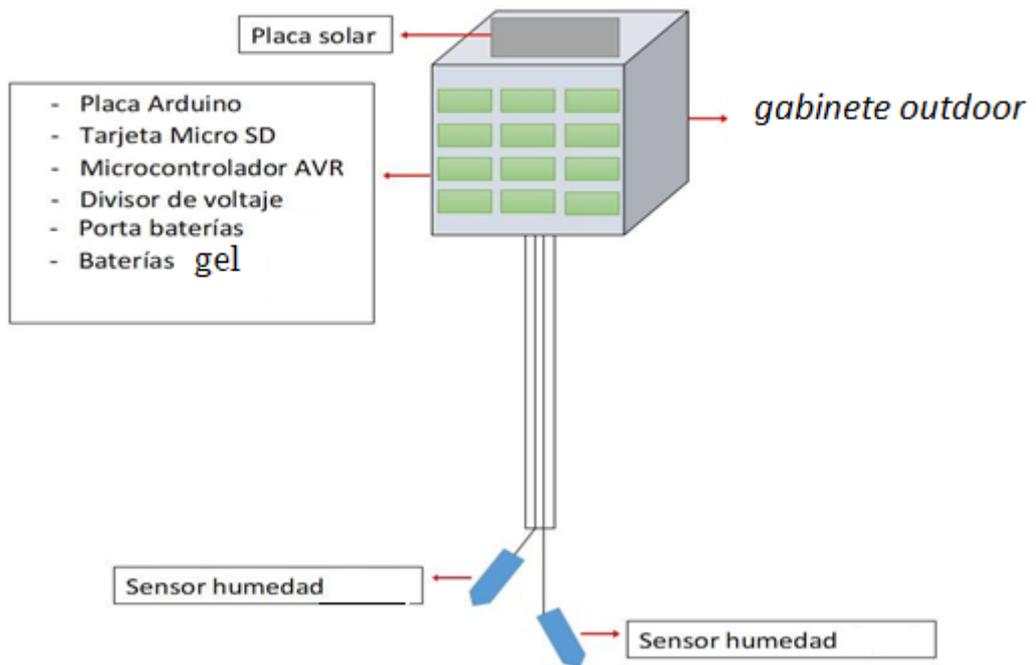


Figura 2. 4 Interior del gabinete Outdoor.

2.2.2 Subsistema de reservorio

El subsistema de reservorio está compuesto por:

- reservorio o tanque
- Arduino uno para calcular el caudalímetro
- Arduino uno para controlar el nivel de agua
- Caudalímetro
- Electroválvula

El reservorio tiene las dimensiones de 5,61 m de altura y 2,77 m de diámetro y una capacidad de almacenaje de agua de 30.000 l (litros). Como se muestra en la figura 2.5.

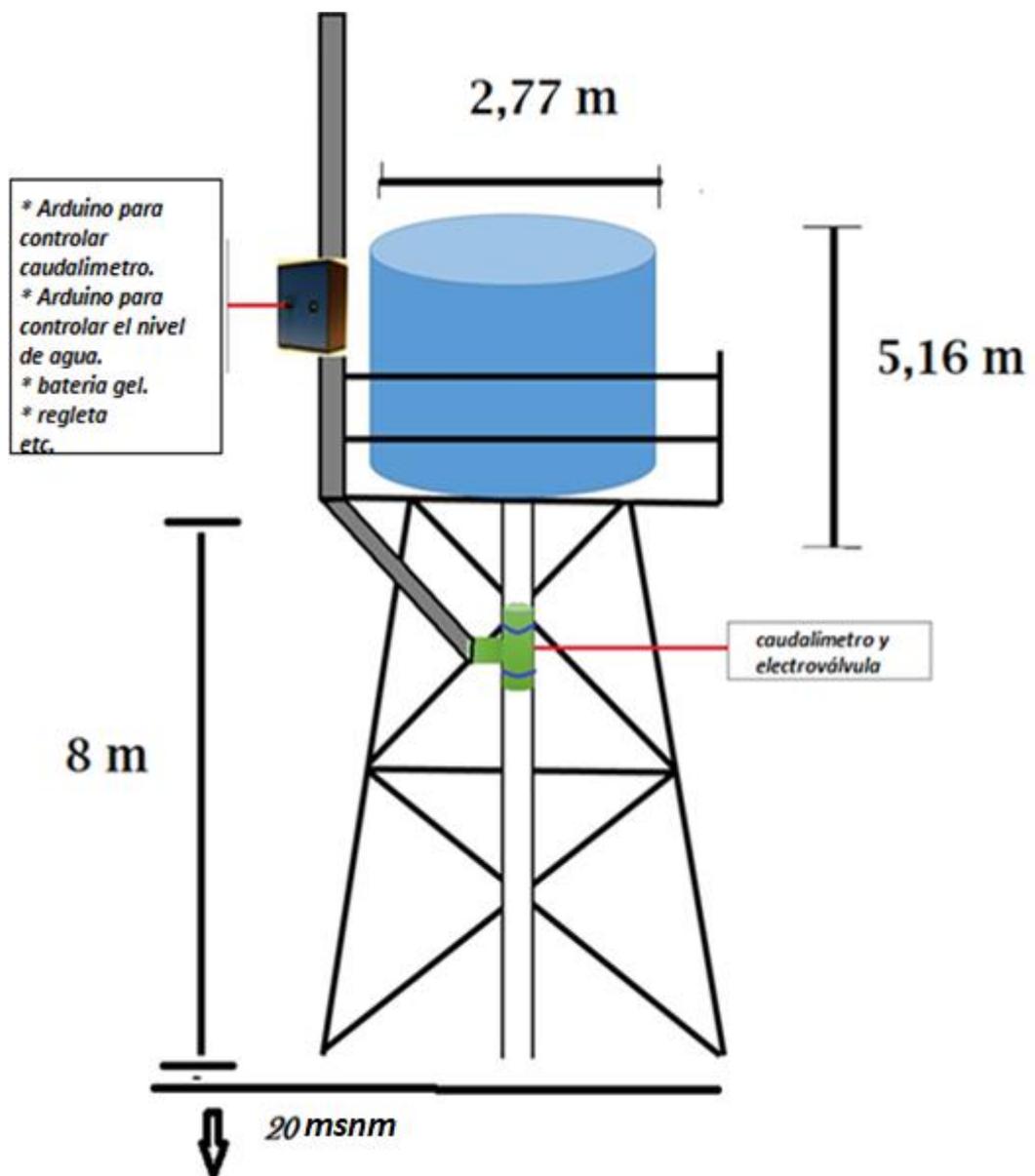


Figura 2. 5 Subsistema de reservorio.

Haciendo los cálculos respectivos para conocer cuantas plantas de mango existen en 25 hectáreas, partiendo de la premisa que en 3 Ha. Hay 600 plantas, entonces en las 25 Ha hay un aproximado de 5000 plantas. Como los árboles tienen 25 años, depende del volumen y tipo de tierra necesitan como mínimo 6 litros, dependiendo del clima refiriéndose al calor.

Volumen

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = (3,14)(1.39)^2(5.16)$$

$$V = 31,32 \text{ m}^3$$

Ecuación 2. 1 Volumen del reservorio

Área del reservorio

$$A = 2\pi r^2$$

$$A = 2\pi 1.39^2$$

$$A = 12,14 \text{ m}^2$$

Ecuación 2. 2 Área del reservorio

La capacidad de almacenamiento que necesito para estas 5000 plantas es de aproximadamente 30.000 l de agua.

Este reservorio estará ubicado en el punto céntrico de la hacienda se asentará sobre una torre elevada de 8 metros de altura. El objetivo de la torre es para alcanzar una altura considerada, y así aprovechar los beneficios de la gravedad en el riego; Para este efecto se debe hacer un estudio para conocer si es el lugar indicado para la torre donde iría el reservorio, debido a su peso.

Para medir el caudal y consumo de agua usaré un procesador como Arduino uno y un sensor como es el caudalímetro. Ver figura 2.6 muestra el caudalímetro armado y con vista del rotor.



Figura 2. 6 caudalímetro armado y con vista del rotor

Con esta fórmula que muestra en la ecuación 2.1 se calcula el caudal.

$$f(Hz) = K \cdot Q(l/min) \Rightarrow Q(l/min) = \frac{f(Hz)}{K}$$

frecuencia ↙
↘ factor K
 caudal

(2.1)

En la figura 2.7 podemos observar la conexión del Arduino uno con el caudalímetro; y sus respectivos nombres de sus partes.

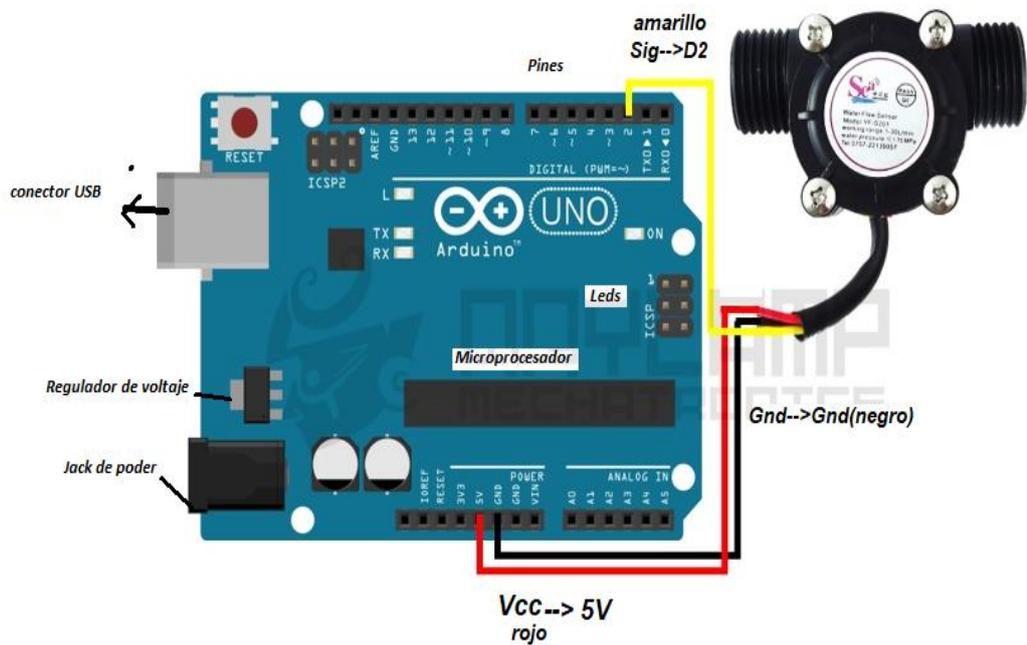


Figura 2. 7 Conexión del Arduino uno con el caudalímetro.

Para controlar el nivel de agua usaré sensor de ultrasonido HC-SR04 este calcula la distancia entre el sensor y el líquido. Como muestra la figura 2.8 [15]

El sensor HC-SR04 emitirá ultrasonidos hacia el interior del reservorio y este me indicará la distancia a la que se encuentra el nivel de agua. Luego se calibra 2 distancias: una indique reservorio lleno y la otra para el reservorio vacío.

El mensaje que aparecerá cuando el reservorio este lleno será un valor superior al calibrado. De igual forma se lo hará cuando este vacío, la distancia calibrada sea menor a la que marca el sensor.

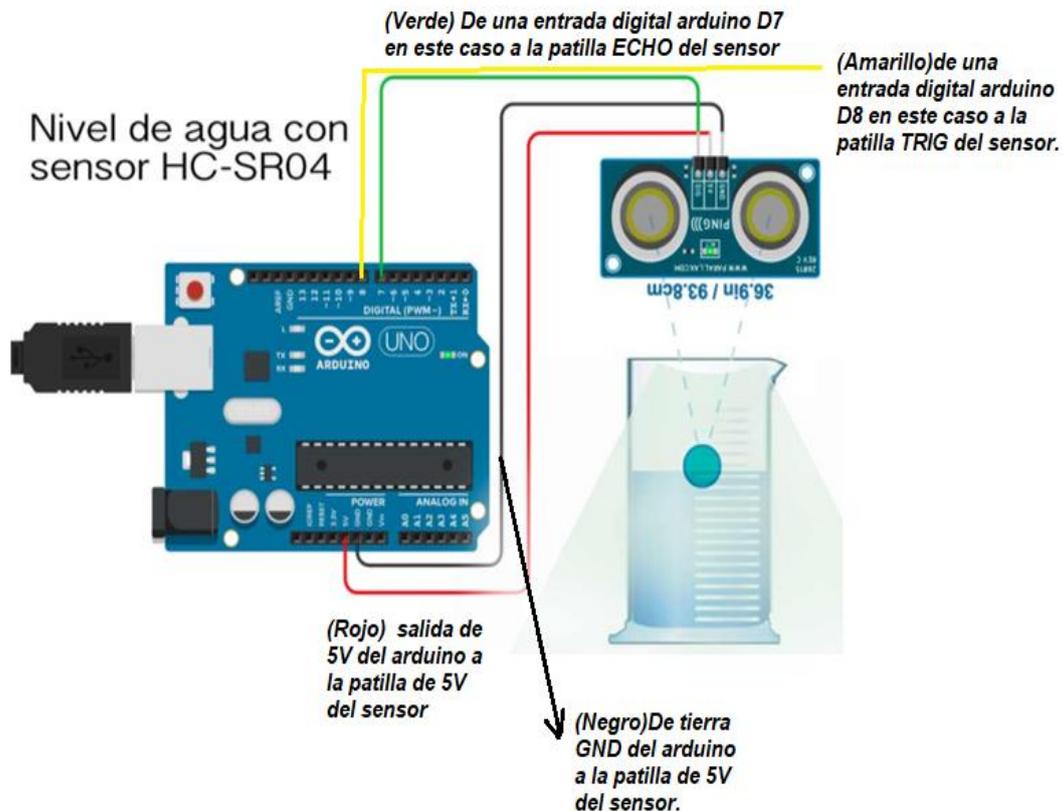


Figura 2. 8 Conexión entre el Arduino uno y el sensor HC-SR04

Funcionamiento de la electroválvula

La bobina no tiene corriente, por lo que el embolo 2, por medio del muelle tapona un agujerito central (3) de la membrana (5). El agua por la presión entra por el conducto (1). La membrana con la presión muelle sobre el embolo hace que comprima y haga cierre impidiendo la salida de agua.

Así es como habrá control con el subsistema de reservorio, en lo que concierne con la abierta y cerrada de la electroválvula, para efectuar el respectivo riego cuando lo requiera las plantas y en la temporada señalada.

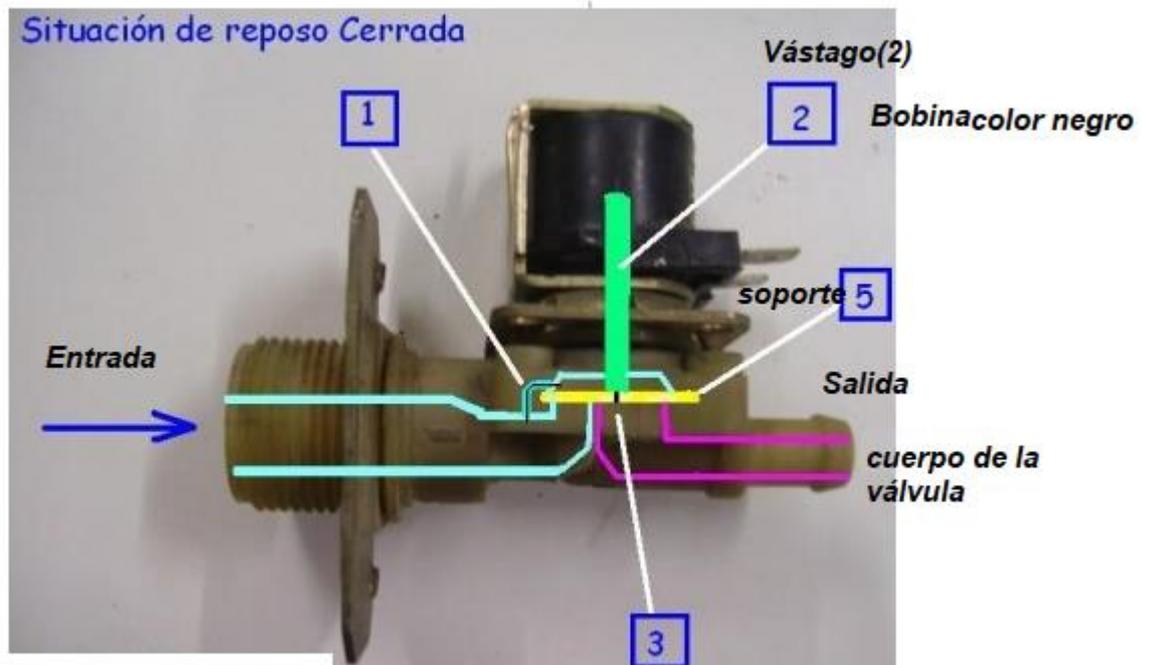


Figura 2. 9 Partes de la electroválvula

2.3 Subsistema de Riego

El subsistema de riego está compuesto por:

- Bomba de inmersión
- Relé
- Cinta de riego
- Unión para cinta
- Rollos de cinta de riego por goteo de 12"
- Rollo de cinta de riego por goteo de 16"
- Goteros auto compensantes

Usaré bomba sumergible, estas están diseñadas para trabajar en la profundidad de un pozo y la voy a alimentar diariamente por un arreglo de panel solar. En la figura 2.10 podemos apreciar la bomba sumergible.



Figura 2. 10 Electrobomba sumergible multietapa UP

Campo de prestaciones

- Caudal hasta 200l/min ($12m^3/h$)
- Altura manométrica hasta 94m.

Límites de Uso

- Temperatura máxima del fluido hasta **+40°C**
- Contenido de arena máximo **150 g/m³**
- Profundidad de utilización hasta **20m** bajo el nivel del agua (con cable de alimentación de longitud adecuada)
- Funcionamiento en vertical y horizontal
- Funcionamiento continuo **S**

En la figura 2.11 podemos visualizar la altura manométrica que alcanza la bomba con su respectivo caudal, la bomba recomendada para este diseño es la UP 8/3 trifásica de 2HP (caballo de fuerza).

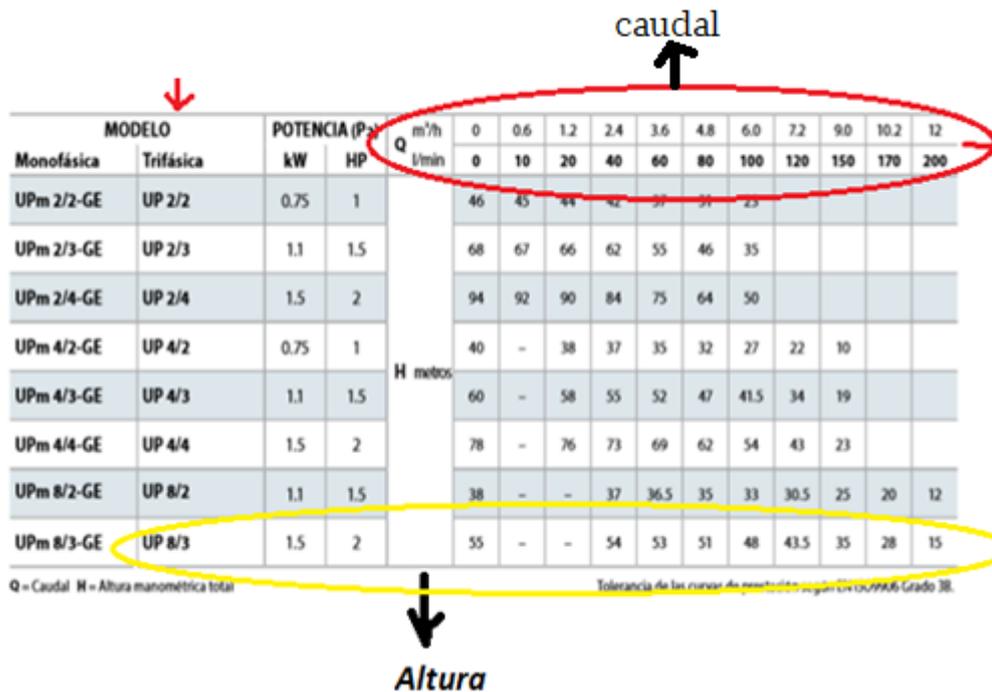
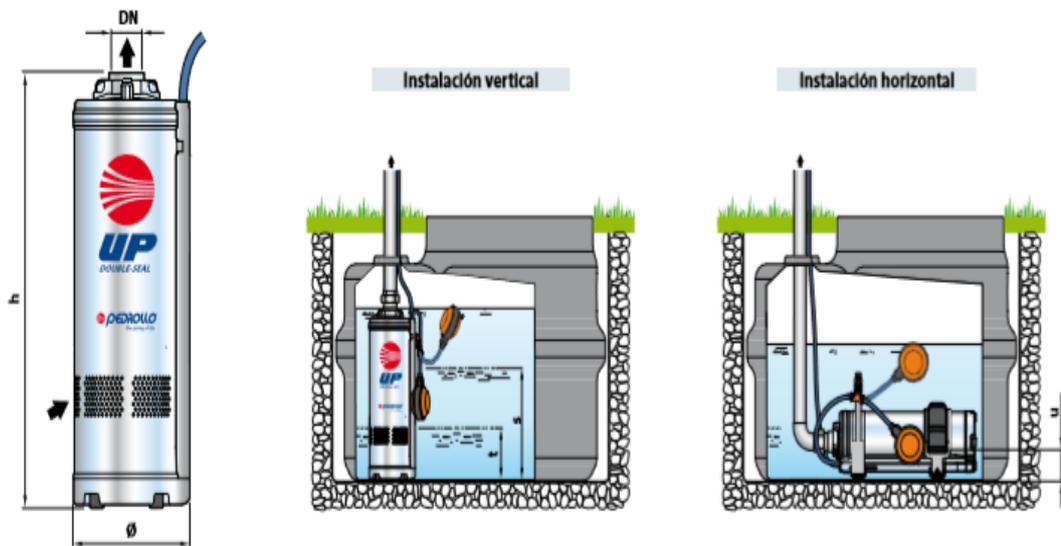


Figura 2. 11 Modelo de la bomba a usar UP8/3

Para el respectivo riego se extraerá el agua por medio de una bomba sumergible de 2HP, La bomba elegida permitirá trasladar el agua desde el pozo hacia el reservorio ubicado a 388 m. El diámetro de la salida de la bomba es de 1 1/4 de pulgada, ver figura 2.12; en esta salida del agua colocaré un convertidor en forma de unión de un lado con este diámetro mencionado y en el otro extremo de 16" pulgadas, porque de 16" es el diámetro de la cinta principal. Ver figura 2.14.



MODELO		BOCA DN	Nº ETAPAS	DIMENSIONES mm		kg	
Monofásica	Trifásica			Ø	h	1~	3~
UPm 2/2-GE	UP 2/2	1¼"	2	150	398	13.7	13.5
UPm 2/3-GE	UP 2/3		3		455	16.5	15.7
UPm 2/4-GE	UP 2/4		4		502	18.7	17.7
UPm 4/2-GE	UP 4/2		2		398	13.7	13.5
UPm 4/3-GE	UP 4/3		3		455	16.5	15.7
UPm 4/4-GE	UP 4/4		4		502	18.7	17.7
UPm 8/2-GE	UP 8/2		2		428	15.0	14.2
UPm 8/3-GE	UP 8/3		3		475	17.3	16.3

MODELO	NIVELES mm		
	s	t	u
UP 2/2 UP 4/2	320	135	55
UP 2/3 UP 4/3 UP 8/2			
UP 2/4 UP 4/4 UP 8/3	370		

s = Nivel mínimo de arranque
t = Nivel de vaciado
u = Nivel mínimo de funcionamiento

Figura 2. 12 Dimensiones de la bomba

En este subsistema de riego se conectará un Arduino uno a la bomba, donde se configurará los modos de encendido y apagado de la bomba de acuerdo con los requerimientos establecidos entre todos los subsistemas configurados, cada uno de acuerdo con la climatología. Ver figura 2.13.

Para tener cuidado de la bomba usará un relé térmico, este ayuda a proteger sus motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se puedan usar en

corriente alterna o continua. Esto impedirá que funcione en condiciones de calentamiento anómalo.

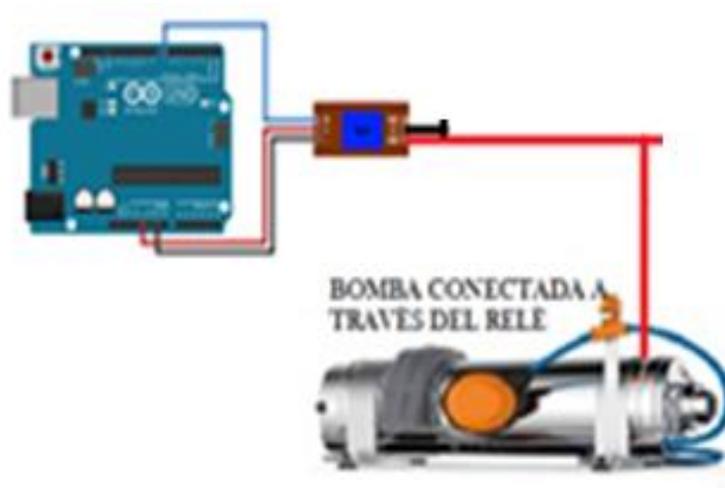


Figura 2. 13 Bomba conectada a través del relé al Arduino uno

En la Tabla 2.1 muestro el amperaje de la bomba a usar en 2 tensiones.

CONSUMO EN AMPERIOS		
MODELO	TENSION	
Trifásica	220 V	380 V
UP 2/3	4.0 A	2.3 V
UP 2/3	6.0 A	3.5 A
UP 2/4	7.2 A	4.1 A
UP 4/2	4.0 A	2.3 A
UP 4/3	6.0 A	3.5 A
UP 4/4	6.9 A	4.0 A
UP 8/2	6.0 A	3.5 A
UP8/3	6.9 A	4.0 A

Tabla 2. 1 Consumo en Amperios de la bomba

La cinta de riego irá ubicada en 2 medidas una de 12" y 16", la de 16 pulgadas es de color azul la cinta principal porque esta es de mayor diámetro para aprovechar el caudal del reservorio como muestro en la figura 2.14 a su vez la de color naranja sería la secundaria de 12".

$$v = \pi r^2 l$$

$$v = 3.1416(0.4064)^2(2300)$$

$$v = 1.193,4 m^3$$

Ecuación 2. 3 cálculo de la cinta



Figura 2. 14 Distribución de cinta de riego

2.4 Subsistema de energía fotovoltaicas o solar

El subsistema de energía fotovoltaicas o solar está compuesto por:

- Panel solar de 4000 watts
- Panel solar de 55 watts 12V
- Adaptadores de AC/DC

- Regletas de conexión de corriente
- Inversor convertidor 12V a 110 V a.c/3000W
- Regulador de voltaje
- Batería gel

Para esta solución usare la batería gel es una batería solar que suele usarse para instalaciones que requieren de mucha duración y ningún mantenimiento; es recomendado para instalaciones donde es difícil su acceso. [4] .

En esta pagina <http://www.lawebdelasenergiasrenovables.com/calculadora-online-de-electricidad-fotovoltaica/> me ayudo a ubicar el cantón colimes, indicando sus coordenadas, además adjunto en la parte final del documento la radiación de este.[20]

The screenshot shows a web interface for renewable energy calculations. The main content area has three dropdown menus for location selection: País (Ecuador), Regiones (Guayas), and Ciudades (Colimes). Below these, there is a 'Mapa' section with a 'Lugar' field displaying 'Colimes [-1.55 / -80.0167] / Guayas / Ecuador' and a note: 'Datos: punto más cercano a 50.07 Km de Colimes. Coordenadas -2 / -80'.

Figura 2. 15 Coordenadas del Cantón Colimes

Características de la batería gel

- Baterías de 6V y 12V.
- Tensión de carga 2.40V /Elemento entre 15 y 25°C

- Vida de diseño de 800 y 1200 ciclos según IEC896-2, dependiendo del modelo
- No requieren mantenimiento
- Bornes de conexión circulares
- Larga vida útil
- Garantía 1 año.



Figura 2. 16 Batería de gel

La instalación de 4000W fotovoltaicos, aproximadamente dispone de 2 inversores, uno a red un IG PLUS 50 de Fronius, y un inversor multiplus de Victron. El inversor a red funciona como regulador. Pero el punto es que las baterías que componen esta instalación son baterías de gel. Un campo autosuficiente para generar 42Kwh, dándonos una autonomía aproximada de 3 días. Donde esta sería la mejor opción. [5]

En el subsistema de riego necesito de un Panel 4000watts porque en este subsistema necesito de mayor capacidad de almacenamiento de energía para: La bomba de inmersión necesito de 1.5 kW ver figura 2.11, luego el Arduino 12 v, batería gel 12 v, electroválvula 12v, una laptop, regleta, inversor, controlador de carga.

En el subsistema de sensores y reservorio necesitamos un panel solar de 55watts de 12 V entonces necesitaremos en total 4 paneles de 55 watts. De esta forma irán conectados el panel fotovoltaico con el controlador de carga, batería, inversor. Ver figura 2.17

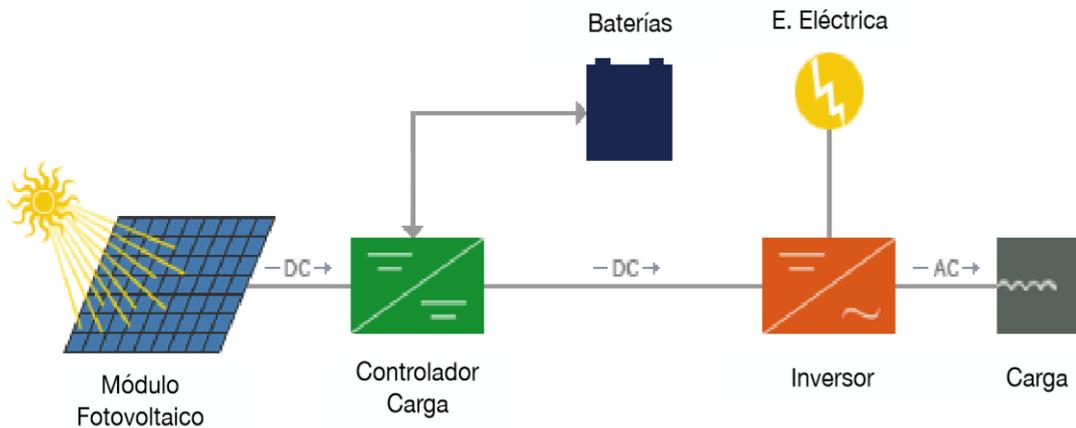


Figura 2. 17 forma de conexión del panel solar

Estas son las características del panel solar de 55 watts como se aprecia en la figura 2.18. Entonces este panel tiene 3.15 A.

$3.15 \times 220 = 693$ Vatios es la capacidad de soportar estos paneles solares que se encuentran en el subsistema de sensores. Los sensores como se explica en la parte del subsistema de sensores que estos están configurados para que trabajen en dos horarios, es decir que el consumo de energía solar no será exagerado. A lo contrario se va a trabajar partiendo de la premisa que las baterías no deben trabajar en un rango de 45% a 75%.

Es decir que en el subsistema de sensores debería de consumir hasta los 350 vatios aproximadamente.

Solar module SM55		
Electrical parameters		
Maximum power rating P_{max}	[Wp] ¹⁾	55
Rated current I_{MPP}	[A]	3.15
Rated voltage V_{MPP}	[V]	17.4
Short circuit current I_{SC}	[A]	3.45
Open circuit voltage V_{OC}	[V]	21.7
Thermal parameters		
NOCT ²⁾	[°C]	45 ±2
Temp. coefficient: short-circuit current		1.2mA / °C
Temp. coefficient: open-circuit voltage		-.077V / °C
Qualification test parameters ⁴⁾		
Temperature cycling range	[°C]	-40 to +85
Humidity freeze, Damp heat	[%RH]	85
Maximum permitted system voltage [V]		600 (1000 V per ISPR4)
Wind Loading PSF	[N/m ²]	50 [2400]
Maximum distortion ³⁾	[°]	1.2
Hailstone impact	Inches [mm]	1.0 [25]
	MPH [m/s]	52 [v=23]
Weight	Pounds [kg]	12 [5.5]

Figura 2. 18 especificaciones del panel solar de 55 watts

4000 WATT SOLAR PANEL KIT





4 KW SOLAR SYSTEM INCLUDES:

- 16 Qty AS-5M MONOCRYSTALLINE 200W SOLAR MODULES
- 4KW Pure Sine Wave Power Inverter (with data collector, WIFI and DC switch)
- 18,000 Vah Batteries
- Complete Racking System
- All Cables and Plugs
- 35 day lead time plus shipping and delivery time

To Order: www.thesolpatch.com | Contact: sales@thesolpatch.com



Figura 2. 19 Panel solar de 4000 watt y sus requerimientos generales

Volts to kilowatts calculator

Volts (V) to kilowatts (kW) calculator.

Enter the [voltage](#) in volts, [current](#) in amps and press the *Calculate* button to get the [power](#) in watts:

Select current type:	<input type="text" value="DC"/>	
Enter voltage in volts:	<input type="text" value="12"/>	V
Enter current in amps:	<input type="text" value="2.5"/>	A
	<input type="button" value="Calculate"/>	<input type="button" value="Reset"/>
Power result in kilowatts:	<input type="text" value="0.03"/>	kW

[kW to volts calculator](#) ►

Figura 2. 20 Calculadora de voltios a Kilowatts

2.5 Subsistema de comunicación de datos

Para este proyecto usaré comunicación inalámbrica con redes mesh debido a que esta es una tecnología emergente en redes inalámbricas donde permite interconectar varios nodos o puntos de accesos. Son muchas las ventajas de esta red.

1. Las estaciones transmiten en menor potencia y por ello pueden emplear mayores velocidades de transmisión, por lo consiguiente se facilita el acceso a internet en varios puntos.
2. Es capaz de balancear la carga de tráfico y soporta tolerancia a fallos, de forma que, si uno de los nodos cae, la red puede auto reconfigurarse para encontrar otras rutas alternativas de acceso. [6]

Se solapan varias zonas de cobertura, aunque falle uno más nodos la red sustenta y sigue operando, porque el equipo se conectara automáticamente(roaming) con el nodo más próximo.

En la figura 2.21 Se observa la infraestructura física de la red diseñada para esta solución, donde los equipos de red estarán ubicados en la “central de riego” denominaremos así a este lugar donde van a estar alojados: un servidor web virtualizado que en este caso sería una laptop en esta mismas maquina el agricultor accederá a la página web de la hacienda, una regleta, el panel solar que estará formando la cubierta de esta central, el inversor, la batería, el ap ,el Arduino, etc.

En este lugar encontraremos los paneles fotovoltaicos y se aprovechara su potencial de la energía alternativa para los equipos de red. Se necesita 5 Access point donde estos se comunicarán inalámbricamente entre los subsistemas.

Se utilizará controladores de código abierto que sean flexibles y fáciles de configurar en su hardware y software, que permitan la comunicación

con los distintos sensores y sean compatibles con cada uno de los protocolos existentes en el mercado.

El controlador ARDUINO UNO recibe el mensaje del sensor en forma digital luego el Arduino envía la información a los APs, para que estos la emitan de forma inalámbrica al subsistema de reservorio. ver figura 2.21

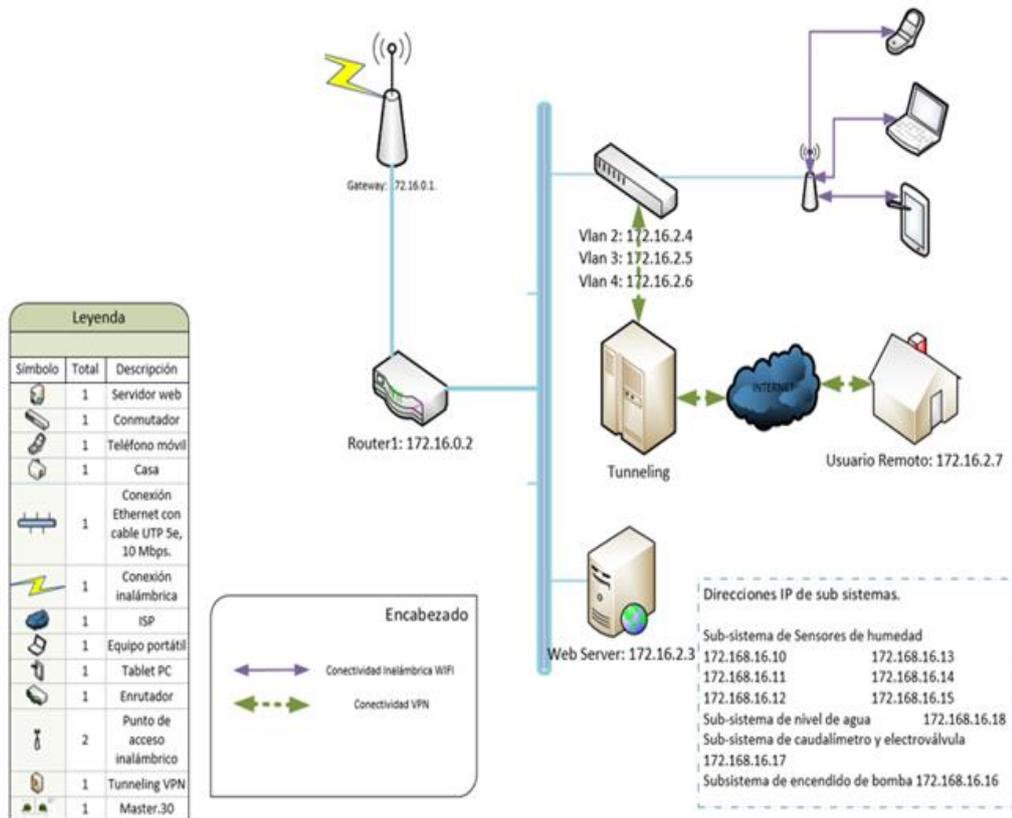


Figura 2. 21 Infraestructura de Red Física

Direccionamiento IP de la comunicación de datos incluida la seguridad como son las VLAN como se aprecia en la tabla

Direccionamiento IP de los subsistemas de Datos		
Gateway	172.16.0.1	
Router	172.16.0.2	
Web server	172.16.2.3	
VLAN	172.16.2.4	
	172.16.2.5	
	172.16.2.6	
Remoto	172.16.2.7	
Sensores de humedad	172.168.16.10	
	172.168.16.11	
	172.168.16.12	S. sensores
	172.168.16.13	
	172.168.16.14	S. reservorio
	172.168.16.15	
	172.168.16.16	S. riego
	172.168.16.17	

Tabla 2. 2 Direccionamiento IP

El UniFi AC Mesh PRO es un punto de acceso WiFi 802.11ac MIMO 3x3 de doble banda diseñado para exteriores, equipado con tecnología WiFi Mesh. Ideal para comunicaciones de largo alcance el UAP AC Mesh PRO ofrece una potente cobertura omnidireccional de hasta 183m, con banda dual simultánea.

Su óptimo rendimiento inalámbrico permite velocidades inalámbricas de hasta 1300Mbps en la banda de 5 GHz y 450 Mbps en la banda de 2.4 GHz, para un total de hasta 1750 Mbps. Resistente a la intemperie, cuenta con dos puertos Gigabit Ethernet con soporte PoE 802.3af, compatibles con la línea UniFi PoE Switch. [7] ver figura 2.22



Figura 2. 22 características del Ap UniFi PoE

En la figura 2.22 podemos observar cómo quedaría el Ap en el tubo industrial en la parte superior, recordando que por encima de este irá el panel solar de 55 W.

Con la excepción del subsistema de riego que los paneles solares van sobre la “central de riego” descrita anteriormente.

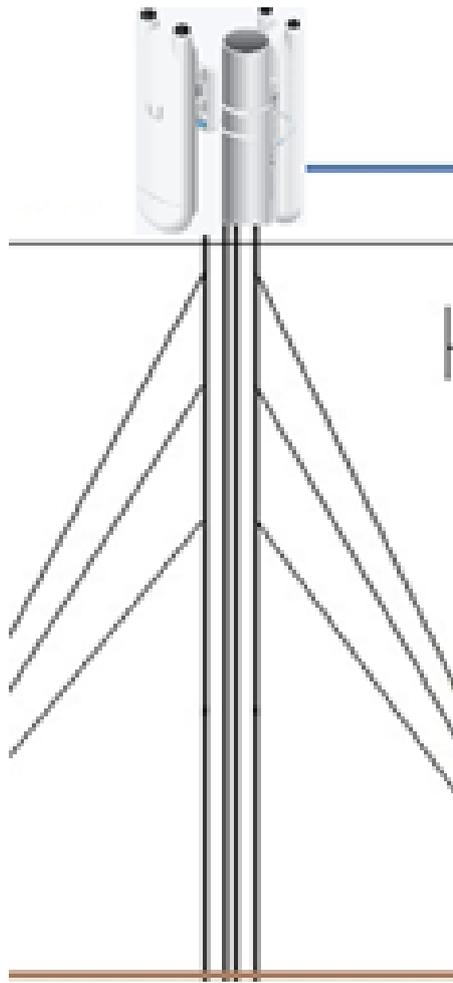


Figura 2. 23 Demostración como quedara el Acces point en el polo industrial

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA APLICACIÓN Y PLANIFICACIÓN

3.1 Diseño de Aplicación

En la figura 3.1 se muestra la portada de la página web que se creará para que el agricultor pueda revisar la información necesaria sobre la humedad del terreno en cada sector. Para poder acceder a ella lo hará con su respectivo usuario y contraseña, siendo esta la seguridad para que solo la persona autorizada pueda acceder.

Esto evitará que cualquier persona pueda acceder a esta página que ha sido creada con exclusividad para esta hacienda “Carolina” y con el único interés para ellos.



Figura 3. 1 Portada de la página web

En la figura 3.1 se muestra el portal en donde se solicita Usuario y contraseña solo ingresando esta información podrá ver cualquier información de la hacienda, tales como:

- Su ubicación
- Las dimensiones de su terreno
- Generará un reporte de los sensores



Figura 3. 2 Muestra de la página de inicio.



Figura 3. 3 Se observa el diagnóstico del terreno

3.2 Plan de actividades

Este proyecto dado el tiempo de implementación será de 5 meses con 34 días porque algunos implementos o dispositivos serán solicitados fuera del País. En la visita y levantamiento de la información de la hacienda se lo hace en 2 días a esto le llamé Análisis de automatización.

En elaboración de diseño estos 400 dias, aproximadamente 3 meses, para lo que es diseño de la hacienda, diseño de la posible solución, se llevó su tiempo en esperas de la cotización si envían los materiales fuera del país y en qué tiempo, allí mismo se hizo la elaboración del presupuesto.

El plan de actividades comienza el 10 de octubre y finaliza el 8 de marzo del 2018

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Automatización de riego por goteo en la hacienda "CAROLINA"	5,34 mss.	mar 10/10/17	jue 8/3/18		
Análisis de automatización	0,1 mss.	mar 10/10/17	mié 11/10/17		
visita y levantamiento de la Información de la hacienda	2 días	mar 10/10/17	mié 11/10/17		Gerente Propietario; Luisa Ruiz
Elaboración del diseño	2,63 mss.	lun 16/10/17	mié 27/12/17		
Diseño de la hacienda	5 horas	lun 16/10/17	lun 16/10/17		Luisa Ruiz
Diseño de posible solución	2 días	lun 16/10/17	mié 18/10/17	5	Gerente Propietario; Luisa Ruiz
cotización de equipos a usar	1 sem	mié 18/10/17	mié 25/10/17	6	Luisa Ruiz
cotización de torre para reservorio	1 día	mié 25/10/17	jue 26/10/17	7	Gerente Propietario; Luisa Ruiz
Diseño del plan de trabajo	2 días	jue 26/10/17	lun 30/10/17	8	Luisa Ruiz
Elaboración de presupuesto	2 días	lun 30/10/17	mar 31/10/17	9	Luisa Ruiz
Adquisición de equipos	2 mss.	mié 1/11/17	mié 27/12/17	10	Gerente Propietario; Luisa Ruiz
Implementación de equipos	2,5 mss.	mié 27/12/17	jue 8/3/18		
revisar, Probar equipos (funcionamiento)	2 días	mié 27/12/17	mar 2/1/18	11	Gerente Propietario; Luisa Ruiz
instalación de cinta de riego	1 ms	mar 2/1/18	lun 29/1/18	13	Gerente Propietario;

					Luisa Ruiz; José Bohórquez; Jesús Ramírez; Pedro Jiménez
elaboración de torre para tanque	2 sem.	lun 29/1/18	vie 9/2/18	14	Jesús Ramírez
instalación de tanque	3 días	vie 9/2/18	mié 14/2/18	15	Pedro Jiménez
instalación de Sensores	1 sem	mié 14/2/18	mié 21/2/18	16	Luisa Ruiz
Instalación de AP's y Cableado entre polos	5 días	mié 21/2/18	jue 1/3/18	17	Luisa Ruiz
Instalación de Arduino e incorporación de polos con rompe vientos	1 sem	vie 2/3/18	jue 8/3/18	18	Luisa Ruiz

Tabla 3. 1 Planificación de la solución

Como los equipos y demás son importados se haría la compra con un mes de anticipación para tenerlos listos y comenzar con la implementación de todos los equipos, dispositivos, materiales en sí; se llevará un tiempo de 5 meses con 3 días, recordando que se construirá la torre y también se hará un análisis de suelo para verificar si el lugar donde va el reservorio esta apto. Incluido el tiempo de prueba.

Se contará con 1 jefe del proyecto y el gerente propietario quienes estarán encargados de supervisar los contratados.

En el plan de actividades se detalla por fases las tareas y cada fase el tiempo establecido. Tabla 3.1

Diseñé un calendario de actividades con el nombre de Automatización de Riego en la hacienda “Carolina” en el sembrío de Mango, donde se laborará 8 horas diarias desde las 8 de la mañana a 13h00 una hora de almuerzo porque se reanuda a laborar 14H00 hasta las 17H00. Con los feriados reconocidos en nuestra provincia Guayas-Ecuador.

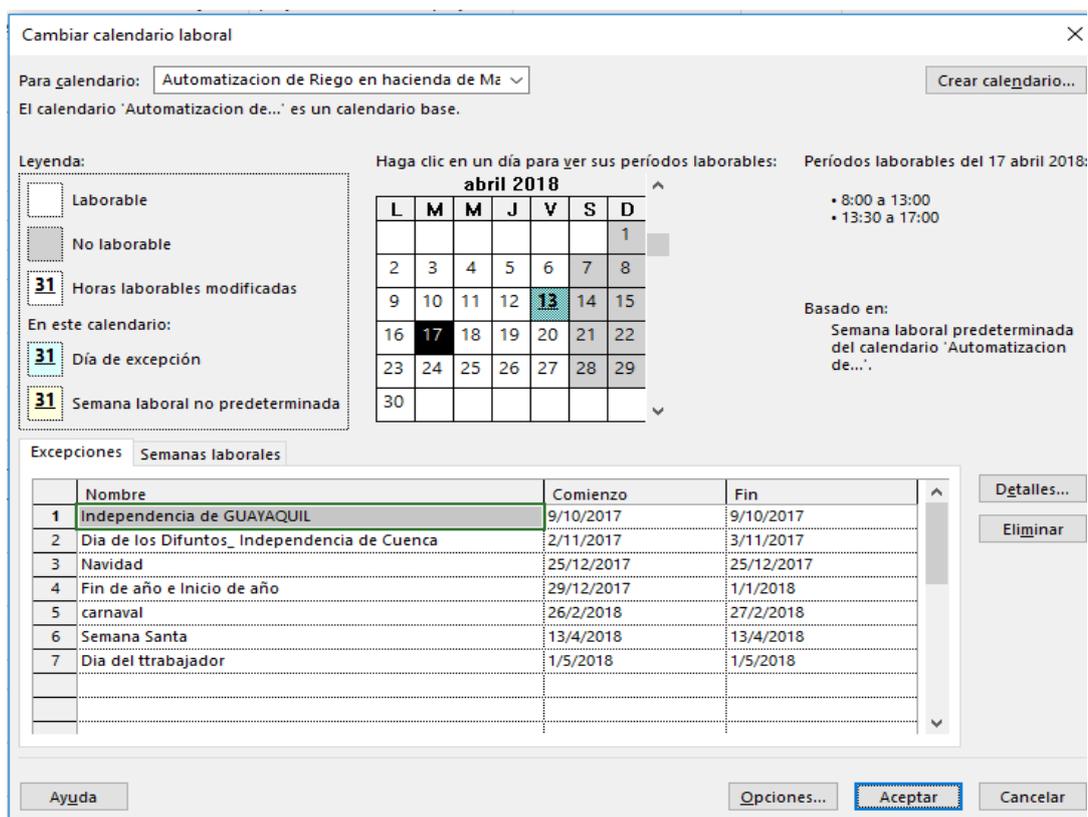


Figura 3. 4 Diseño del Calendario del plan de actividades

3.3 Presupuesto actual en la hacienda “Carolina”

En recursos humanos, describo a los 10 trabajadores contratados con un sueldo de \$360 cada uno por un año.

El combustible considerado es para las 5 bombas haciendo un aproximado de \$17 dólares mensuales en gasolina o diésel.

Codos, mangueras y tubos considerando para el año en los mantenimientos ser reemplazados por el deteriorados o dañados.

Para el mantenimiento en el año he considerado 3, mantenimiento preventivo.

Pensando en la adquisición de una bomba en caso se dañe en el transcurso del año. Gastos médicos he considerado cuando haya intoxicados por causa de los insecticidas que son fuertes y a la vez cuando haya sido mordido por alguna serpiente.

Almuerzos y bebidas esto es como para temporada de cosecha que se necesita cubrir cierto pedido de los clientes.

En periodo de cosecha son 15 personal adicional que se contrata par la cosecha y estos laboraran aproximadamente por un tiempo de 4 meses.

Hacienda "Carolina"

INFORME DE GASTOS

Durante los 12 meses del año.

EGRESOS	Mensual	TOTAL
Recursos Humanos		
Personal servicio de Riego	\$3.600,00	\$43.200,00
Combustible 5 bombas	\$200,00	\$2.400,00
Codos	\$ 10,00	\$ 40,00
Tubos	\$900,00	\$ 2.700,00
Mangueras	\$1.200,00	\$2.400,00
bomba a combustible	\$1.200,00	\$2.400,00
mantenimiento a bomba	\$120,00	\$480,00
gastos médicos	\$1.500,00	\$3.000,00
Almuerzos	\$75,00	\$600,00
bebidas agua	\$2,00	\$8,00
periodo de cosecha (eventuales) 15 adic.	\$5.400,00	\$21.600,00
TOTAL		\$78.828,00

Tabla 3. 2 Presupuesto de gastos Actual

3.4 Presupuesto con la solución

Componentes	Precio Unitario	Precio Total
Placa Arduino uno	\$ 16,00	\$ 128,00
Shelter de aluminio (caja de protección de equipos) de 30X30X30	\$ 20,00	\$ 20,00
Shelter (caja de protección de equipos) 20X20X20	\$ 15,00	\$ 45,00
Conectores RJ 45 para exteriores (funda de 100 unidades)	\$ 12,00	\$ 12,00
Inversor Convertidor Dc A Ac 1500w - 12v 110v	\$ 52,00	\$ 208,00
Regletas de conexión de corriente	\$ 5,00	\$ 25,00
Inversor Convertidor 12 V A 110 V.a.c / 3000 W	\$ 350,00	\$ 350,00
Bobinas de 305 m. cable UTP cat 5e para exteriores	\$ 164,00	\$ 328,00
Sensor humedad de suelo	\$ 120,00	\$ 720,00
Relé 5 V a 12 V	\$ 4,00	\$ 8,00
Electroválvula	\$ 7,50	\$ 7,50
Sensor de caudal	\$ 9,50	\$ 76,00
Sensor de nivel de líquidos	\$ 2,00	\$ 16,00
Sensor de nivel de batería	\$ 5,00	\$ 40,00
Bomba de agua de 3HP	\$ 800,00	\$ 800,00
Reguladores de voltaje	\$ 35,00	\$ 105,00
Baterías	\$ 8,00	\$ 32,00
Panel solar 4000 watts	\$ 5.985,00	\$ 5.985,00
Panel solar 55 watts 12 v	\$ 140,00	\$ 560,00
Panel Solar 12v 200ma Celda Proyectos, Arduino , Cargador	\$ 12,00	\$ 72,00
UniFi AC Mesh PRO. AP Dual-Band - 802.11ac, MIMO 3x3. WiFi 4	\$ 225,00	\$ 1.800,00
Adaptador AC/DC	\$ 6,00	\$ 30,00
Cable usb	\$ 4,00	\$ 4,00
Union para cinta	\$ 20,00	\$ 6.000,00
Rollos Cinta de riego por goteo 12´	\$ 75,00	\$ 2.325,00
Rollo Cinta por goteo de 16´	\$ 90,00	\$ 90,00
tanque de 30.000 litros	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
Gotos Autocompensantes	\$ 0,15	\$ 900,00
Mantenimiento en el año	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
Profesionales	\$ 1.200,00	\$ 6.000,00
Estudio de suelo donde se ubicará la torre de la cisterna.(4 días estudio de campo; 3 días de estudio de laboratorio y 2 días elaboración de resultados en oficina)	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
torre de acero galvanizado de 18 m	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
almuerzos	\$ 45,00	\$ 180,00
bebidas de agua	\$ 32,00	\$ 128,00
periodo de cosecha mano de obra (eventual)	\$ 3.900,00	\$ 15.600,00
Personal de servicio	\$ 600,00	\$ 7.200,00
Total:		\$ 66.994,50

Tabla 3. 3 Presupuesto de la solución

Entre la propuesta de la solución la inversión es una sola vez, porque luego lo que generaría gastos son los mantenimientos a la bomba y demás dispositivos que lo recomendado es de 3 veces al año.

Incluido la mano de obra de los empleados eventuales en tiempo de cosecha que son 15 empleados.

3.5 Análisis de los presupuestos

La hacienda Carolina en la actualidad está gastando en personal, combustible, mantenimiento de la bomba e inclusive cambio de tubos y mangueras gastos médicos porque en la hacienda hay culebras es muy peligroso. **\$78.828,00** Mientras que en el presupuesto con la solución se gastaría incluida instalación y 2 mantenimiento preventivo en el año. Genera una inversión de **\$ 66.994,50**; porque este gasto se lo haría una sola vez, después los gastos anuales no llegarían ni a la mitad del presupuesto actual, estaría alrededor de \$40.000.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El diseño de riego por goteo propuesto para el control y automatización del riego es muy rápido y eficiente. Con este proceso no habrá más desperdicio de agua, no se contará con mucho personal para el riego porque para la cosecha si se necesita, se evitará los accidentes ocasionados por las culebras, gasto en combustible, etc.

Al utilizar esta tecnología en el agro ayuda a que el riego sea oportuno, en el tiempo necesario y en la cantidad requerida, con la información emitida por el sensor indicando el porcentaje de humedad y toda la comunicación que hay entre los equipos y dispositivos para que el riego se realice.

Mediante el modelo de red escalable y la energía alternativa se podrá a futuro agregar más dispositivos para un mejor control tales como cámaras.

RECOMENDACIONES

Se recomienda podar las plantas que no pasen de los 5 metros, para luego no haya dificultad con la línea de vista, esto impedirá que se comuniquen los subsistemas de forma exitosa.

Revisar la información en la página web de la hacienda para verificar si algún subsistema esta con dificultad.

Proceder con la implementación de riego por goteo en una etapa previa al brotamiento, ya que con la aplicación de los nutrientes se pueda ver afectada.

Dar el mantenimiento respectivo periódicamente a los filtros de la bomba y a su vez a los goteros, debido a las impurezas esto puede provocar la disminución del riego a cabalidad.

Es de gran importancia conocer la calidad de agua que no contengan compuestos orgánicos (hojas, raíces, insectos, etc.) debido a que esto puede dañar los filtros de la bomba e inclusive taponar los goteros y esto ocasionará un daño a las maquinas

BIBLIOGRAFÍA

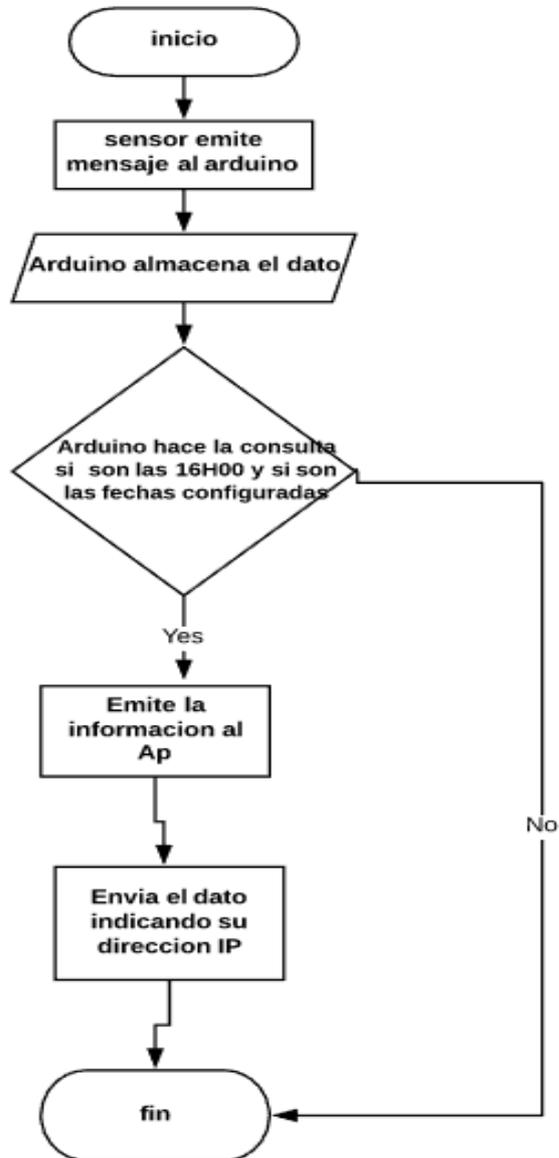
- [1] "Estudio de campo en cultivo de mango," [Online]. Available: <http://www.sqm.com/es-es/mailling/pruebamango.aspx>. [Accessed 15 11 2017].
- [2] "Cuanta agua hay en la tierra y como esta distribuida," [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/elpreciodelagua/zonas-verticales-del-oceano>. [Accessed 18 11 2017].
- [3] "Dispositivos de decagon 5tm temperatura humedad del suelo y conductividad eléctrica sensor sdi-12," [Online]. Available: <https://es.aliexpress.com/item/Decagon-Devices-5TM-Soil-Moisture-Temperature-Electrical-Conductivity-sensor-SDI-12/32747512125.html>. [Accessed 02 12 2017].
- [4] "BAteria gel," [Online]. Available: (<https://www.elalmacensolar.es/24-bateria-gel>).
- [5] "alamcen solar," [Online]. Available: <https://www.elalmacensolar.es/24-bateria-gel>).
- [6] "Unifi AC Mesh DataSheet," [Online]. Available: http://dl-origin.ubnt.com/datasheets/unifi/UniFi_AC_Mesh_DS.pdf. [Accessed 11 01 2018].
- [7] "Unifi AC Mesh PRO," [Online]. Available: https://wni.mx/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage_new.tpl&product_id=826&category_id=6&manufacturer_id=2&option=com_virtuemart&Itemid=53.. [Accessed 22 01 2018].
- [8] "SQM," [Online]. Available: <http://www.sqm.com/es-es/productos/nutricionvegetaldeespecialidad/cultivos/mango.aspx#tabs-4>. [Accessed 22 11 2017].
- [9] "SOLUCIONES INTEGRALES," [Online]. Available: <https://distribuidornacional.com/Distribuidores-Rotoplas-en-Mexico>. [Accessed 16 12 2017].

- [10] P. M. H. Delgado, "Abono y riego del mango," [Online]. Available: <http://www.icia.es/icia/download/noticias/CharlaMango.pdf>. [Accessed 15 11 2017].
- [11] [Online]. Available: <file:///H:/Instalaci%C3%B3n%20Solar%20Fotovoltaica%20para%20el%20Bombeo%20de%20Agua%20para%20Riego.html>.
- [12] [Online]. Available: <https://www.electromisiones.com.ar/blog/que-es-un-rele-termico-y-para-que-sirve/>.
- [13] "Características del sensor," [Online]. Available: <https://es.aliexpress.com/item/5TM-Soil-Moisture-and-Temperature/1866562774.html>.
- [14] "Panel solar," [Online]. Available: <http://www.electricidad-gratuita.com/Bombeo-de-agua-con-paneles-solares.html>.
- [15] "Calculadora solar," [Online]. Available: <http://www.lawebdelasenergiasrenovables.com/calculadora-online-de-electricidad-fotovoltaica/>.
- [16] "calculos solar," [Online]. Available: <http://calculationsolar.com/blog/>.
- [17] "Calculos del caudal," [Online]. Available: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn207.html>.
- [18] "Descripción de capacidad del panel solar," [Online]. Available: https://www.google.com.ec/search?biw=1600&bih=794&tbm=isch&sa=1&ei=Dw6CWv6QFunP5gKjz7XACw&q=paneles+solares+de+4000+watts&oq=paneles+solares+de+4000+watts&gs_l=psy-ab.3..0i24k1.6574.6854.0.7362.2.2.0.0.0.123.246.0j2.2.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.1.123....
- [19] "calculos," [Online]. Available: <http://www.campingsalon.com/foros/viewtopic.php?t=48077>.
- [20] "calculos de energia renovable," [Online]. Available: <http://www.lawebdelasenergiasrenovables.com/calculadora-online-de-electricidad-fotovoltaica/>.

- [21] "Calculos solar," [Online]. Available: <http://calculationsolar.com/es/calcular.php#>.
- [22] "Caudal-consumo de agua- con arduino y caudalimetro," [Online]. Available: <https://www.luisllamas.es/caudal-consumo-de-agua-con-arduino-y-caudalimetro/>..
- [23] "software Arduino a fondo," 27 10 2017. [Online]. Available: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/gcc/>.

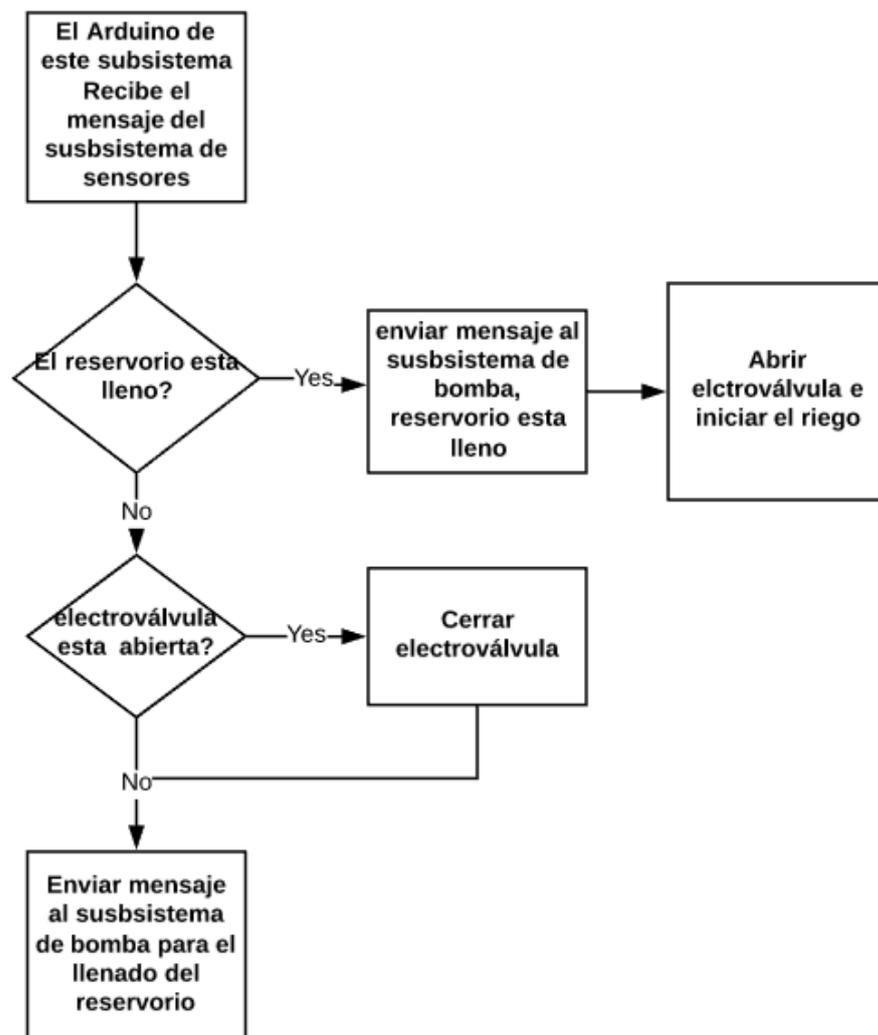
ANEXOS

Diagrama como se efectuará el proceso del subsistema de sensores



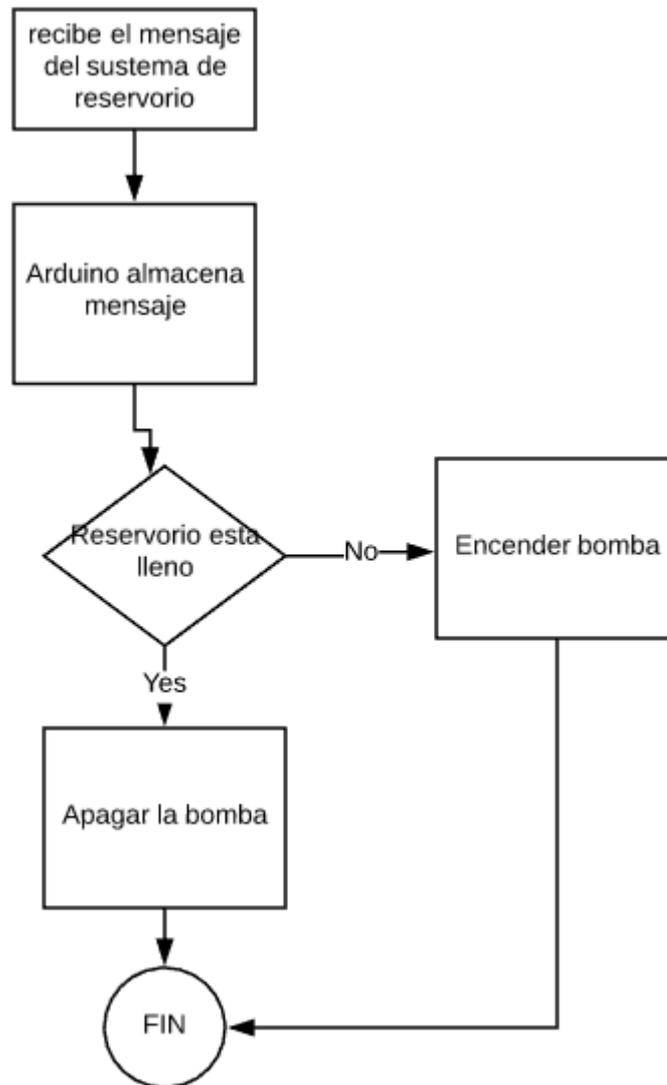
Anexo 1. 1 Diagrama del proceso de comunicación

Diagrama como se efectuará el proceso del subsistema de reservorio con los otros 2 subsistemas como es el subsistema de sensores, el subsistema de riego y datos.



Anexo 1. 2 Diagrama del proceso de comunicación del subsistema de sensores

Diagrama como se efectuará el proceso del subsistema de riego con los otros subsistemas que intervienen



Anexo 1. 3 Diagrama de comunicación proceso del subsistema de reservorio

PHYSICAL CHARACTERISTICS

SENSOR IMAGE	
SENSOR NAME	5TM Sensor
DIMENSIONS	10 cm X 3.2 cm
CABLE LENGTH*	5 meters

* Custom cable lengths are available for an additional cost.

ELECTRICAL AND TIMING CHARACTERISTICS

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage (VCC) to GND	3.6		15	V
Digital Input Voltage (logic high)	2.8	3	3.9	V
Digital Input Voltage (logic low)	-0.3	0	0.8	V
Current Drain (during measurement)	0.5	3	10	mA
Current Drain (while asleep)		0.03		mA
Operating Temperature Range	-40		50	°C
Power Up Time (DDI-Serial)			100	mS
Power Up Time (SDI-12)	100	150	200	mS
Measurement duration		150	200	mS
Cable Capacitance / meter		250		pF
Cable Resistance / meter		35		mΩ

Anexo 1. 4 Características del sensor de humedad 5 TM SDI 12v.