



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS**  
**COMPUTACIONALES**

**Tema:**

Sistema automático de riego para plantación cacaotera

**Autores:**

Jaramillo Gualoto, Brayan Armando; Plúas Torres, José Federico

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de**

Ingeniero en Sistemas Computacionales

**Tutor:**

Ing. Morejón Campoverde, José Lenin

**Guayaquil, Ecuador**

**21 de Marzo del 2017**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Jaramillo Gualoto, Brayan Armando; Plúas Torres, José Federico** como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**

**TUTOR**

**Ing. Morejón Campoverde, José Lenin**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

**Ing. Guerrero Yépez, Beatriz del Pilar**

**Guayaquil, a los 21 días del mes de Marzo del año 2017**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, **Jaramillo Gualoto, Brayan Armando; Plúas Torres, José Federico**

### **DECLARAMOS QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Sistema Automático de Riego Para Plantación Cacaotera** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Marzo del año 2017**

Jaramillo Gualoto, Brayan Armando

Plúas Torres, José Federico



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

## **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **Jaramillo Gualoto, Brayan Armando; Plúas Torres, José Federico**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Sistema Automático de Riego Para Plantación Cacaotera**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 21 del mes de Marzo del año 2017**

Jaramillo Gualoto, Brayan Armando

Plúas Torres, José Federico



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Reporte de Software Anti plagio

The screenshot displays the Urkund plagiarism report interface. The browser address bar shows the URL: <https://secure.orkund.com/view/25937022-643941-941438#q1bKLVayio7VUSrOTM/LTMtMTsxLTIWyMqgFAA==>

**URKUND**

**Documento:** [TRABAJO TITULACION JARAMILLO - PLUAS.docx](#) (D26156725)

**Presentado:** 2017-03-03 16:36 (-05:00)

**Presentado por:** jorge pesantes (jorge.pesantes@cu.ucsg.edu.ec)

**Recibido:** jorge.pesantes.ucsg@analysis.orkund.com

**Mensaje:** Trabajo Jaramillo Pluas [Mostrar el mensaje completo](#)

0% de esta aprox. 33 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes.

**Lista de fuentes Bloques**

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">JARAMILLO-PLUAS.docx</a>
	<a href="#">Tesis Jaramillo - Pluas.docx</a>
<b>Fuentes alternativas</b>	
	<a href="#">PLUAS- JARAMILLO capitulo 1.docx</a>
	<a href="https://prezi.com/ifgvy5t5s3rl/metodos-del-proceso-de-la-investiga...">https://prezi.com/ifgvy5t5s3rl/metodos-del-proceso-de-la-investiga...</a>
	<a href="#">TESIS RODRIGUEZ-ZAMBRANO-31 DE AGOSTO.docx</a>
	<a href="#">TESIS RODRIGUEZ-ZAMBRANO-28 DE AGOSTO.docx</a>
	<a href="https://eps2017blog.files.wordpress.com/2017/02/resumen-libro-dj...">https://eps2017blog.files.wordpress.com/2017/02/resumen-libro-dj...</a>
	<a href="#">capitulo 1 y encuesta.docx</a>
	<a href="#">PROYECTO FINAL COMPLEXIVO.docx</a>
	<a href="#">trabajo social.docx</a>

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

100% # 1 Activo

Características del Proyecto. Datos recabados por el sensor ambiental disponibles a través de la Web. Sitio Web con sistema de privilegios. Actualización paramétrica de los datos, con frecuencia de X minutos. Transferencia de Datos a un repositorio Web, vía WI FI. Alimentación energética Vía W

Sensor de Riego

Archivo de registro Urkund: Universidad Católica de Santiago de Guayaqui... 100%

Características del Proyecto. Datos recabados por el sensor ambiental disponibles a través de la Web. Sitio Web con sistema de privilegios. Actualización paramétrica de los datos, con frecuencia de X minutos. Transferencia de Datos a un repositorio Web, vía WI FI. Alimentación energética Vía W

Windows taskbar: 17:31 03/03/2017

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme ayudado a llegar hasta este punto en el cuál pensé jamás llegaría, a mi familia que me apoyaron en todo momento de incertidumbre y de duda, a mis amigos por su constante apoyo.

A mis padres Ángel y Mariana que sin su constante apoyo a lo largo de todo este trayecto esta realidad no hubiera sido posible, ahora entiendo muchas cosas que no comprendía cuando pequeño y les estoy eternamente agradecido por todo el sacrificio que hicieron para que yo pueda estar donde estoy hoy en día. Ustedes dos son mis héroes y ejemplos a seguir, si pudiera pedirle un deseo a Dios sería que me dé la oportunidad de volver a tenerlos como padres.

A mi hermana Kerly por apoyarme durante todo este tiempo y convertirse en mi segunda mamá, cuidándome y apoyándome durante todo este trayecto de vida Universitaria.

A mi mejor amigo Alfredo, con quién he compartido todo este viaje y de una u otra forma la vida Universitaria se hizo más llevadera, y que gracias a su constante apoyo y ánimos pude llegar al final de mi vida Universitaria. A mi amigo Jair con quien comparto gratos recuerdos de tantos proyectos de tutorías y noches de estudio para los exámenes. Gracias Muchachos por todo.

A Xiomara, Leccy y Dayanna quienes fueron mis primeras amigas en la Universidad y con quienes compartí grandes momentos de amistad.

A mi amigo Angel Defás que a pesar de que compartimos carreras diferentes me apoyó y animó en el transcurso de elaboración de este trabajo de titulación.

Jaramillo Gualoto, Brayan Armando

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y la Virgen María que gracias a su misericordia me permitieron llegar a ser la persona que soy, y me brindaron las oportunidades, que aunque no las merecía, con ayuda de mi familia y amigos pude aprovecharlas y tratar de cumplirlas según la voluntad del Señor. A mi papá Jose y mamá Anita a quienes les debo la enseñanza, valores y formación ética, su paciencia, habilidad y cautela con la que se esmeraron en mi crianza. A mi hermano Diego a quien le debo su admirable valentía y sagacidad, que he intentado emular. A mi hermana Romina con quien he disfrutado buenas mañanas de domingo. A mi prima (Ñaña) Dorita a quien cuyos pasos en la carrera decidí seguir, desde muy pequeño y pronto podré dirigirme a ella como colega.

A mi primera y mejor amiga Liliana, que la universidad me pudo dar y que, junto a ella y gracias a su gran colaboración puedo finalizar mi carrera, a mi amigo Humberto quien me regalo buenos momentos de amistad en el trabajo y la universidad. A mi amigo Jean Carlos cuya ayuda incondicional en el final de este caminar ha hecho que la carga se aligere. A mi amigo Brayan con quien he desarrollado esta tesis en conjunto y cuya responsabilidad frente a este ha sido determinante para que haya sido finalizada con éxito. A mi tutor el Ing. Lenin Morejón que sin su ayuda en el desarrollo del sensor, no lo hubiésemos podido llevar a cabo.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y a los docentes que me entregaron lo mejor de ellos para mi futuro laboral y moral. A mi primer trabajo Puretechnology S.A. donde me brindaron la oportunidad de empezar mi vida laboral. Al Fondo de Cesantía del Magisterio Ecuatoriano, en donde sin saberlo estaba trabajando en el desarrollo de mi tesis. A todos los buenos amigos y buenos compañeros de trabajo que hice en los lugares previamente mencionado. A todos a quienes tristemente no podré colocar en este agradecimiento, familia y amigos, porque son muchos pero que les agradezco y oro por ellos para que sigan con ese corazón amable con el que me acogieron en algún momento de mi vida.

Plúas Torres, José Federico

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de titulación a Dios, a mis padres, a mis hermanos y en especial a mi pequeña Kristhel, este logro es para ustedes.

Jaramillo Gualoto, Brayan Armando



## **DEDICATORIA**

A mis familiares, amigos y especial a mi futura esposa e hijos.

Gracias a todos.

Plúas Torres, José Federico



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

**Ing. Morejón Campoverde, José Lenin**  
TUTOR

**Ing. Guerrero Yépez, Beatriz del Pilar**  
DIRECTORA DE LA CARRERA

**Ing. Yong Yong, Byron Severo**  
COORDINADOR DEL ÁREA

**Ing. Sánchez Calle, Roberto Eduardo**  
OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**CALIFICACIÓN**

**Ing. Morejón Campoverde, José Lenin**  
TUTOR

**Ing. Guerrero Yépez, Beatriz del Pilar**  
DIRECTORA DE LA CARRERA

**Ing. Yong Yong, Byron Severo**  
COORDINADOR DEL ÁREA

**Ing. Sánchez Calle, Roberto Eduardo**  
OPONENTE

# ÍNDICE GENERAL

1. CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL.....	17
2. CAPÍTULO II: MARCO TEORICO: .....	19
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	26
4. CAPÍTULO IV: DESARROLLO .....	41
4.2. Especificaciones técnicas de los componentes y herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema de riego.....	42
4.2.1 Costo de los componentes utilizados para el ensamble del sensor de riego. ....	47
4.3 Arquitectura de la Solución .....	50
4.4 Detalle de la Arquitectura – Sensores Incorporados.....	51
4.5 Detalle de la Arquitectura – Funcionamiento del Sensor .....	52
4.6 Detalle de la Arquitectura – Servicio Windows (Switch Transaccional).....	54
4.7 Detalle de la Arquitectura – Servicio Web.....	55
4.8 Detalle de la Arquitectura – Aplicativo Web .....	55
4.9 Seguridades de la Solución .....	56
5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1. Conclusiones .....	60
5.2. Recomendaciones .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Diseño General del Prototipo .....	20
<b>Figura 2</b>	Cacao.....	20
<b>Figura 3</b>	Exportación de cacao Ecuatoriano.....	21
<b>Figura 4</b>	Características del proyecto.....	22
<b>Figura 5</b>	Sistema de riego por aspersión .....	23
<b>Figura 6</b>	Incremento en la producción de cacao vs otros cultivos .....	24
<b>Figura 7</b>	Características principales de un sensor de riego .....	25
<b>Figura 8</b>	Métodos a utilizar en el trabajo de titulación .....	27
<b>Figura 9</b>	Análisis de la Encuesta – Extensión de Cultivos.....	34
<b>Figura 10</b>	Análisis de la Encuesta – Frecuencia de Riego.....	35
<b>Figura 11</b>	Análisis de la Encuesta – Esfuerzo físico en el riego.....	35
<b>Figura 12</b>	Análisis de la Encuesta – Propuesta Tecnológica .....	36
<b>Figura 13</b>	Análisis de la Encuesta – Frecuencia de Uso de la Propuesta..	36
<b>Figura 14</b>	Análisis de la Encuesta – Internet de las Cosas .....	37
<b>Figura 15</b>	Especificaciones Técnicas – DALLAS 18B20 .....	45
<b>Figura 16</b>	Especificaciones Técnicas – Modulo WiFi ESP8266 .....	46
<b>Figura 17</b>	Diagrama de Proceso de la Solución – Riego de Cultivo.....	48
<b>Figura 18</b>	Diagrama de Proceso de la Solución – Riego de Cultivo / Actualización de parámetros de riego.....	49
<b>Figura 19</b>	Diagrama de la Arquitectura de la Solución .....	50
<b>Figura 20</b>	Switch en los Servicios Windows .....	55
<b>Figura 21</b>	Log In Aplicativo Web .....	56
<b>Figura 22</b>	Bitácora del Aplicativo Web .....	56
<b>Figura 23</b>	Modelo Entidad Relación .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Resumen de las características del DALLAS 18B20 .....	46
<b>Tabla 2</b>	Resumen de las características del Módulo Wi-Fi ESP8266 .....	47
<b>Tabla 3</b>	Costo De Los Componentes Tecnologicos Utilizados .....	47
<b>Tabla 4</b>	Costos De Desarrollo.....	48
<b>Tabla 5</b>	Diccionario de Datos – TB_Detalle_Censo.....	57
<b>Tabla 6</b>	Diccionario de Datos – TB_Log_Actividades.....	58
<b>Tabla 7</b>	Diccionario de Datos – TB_Rol_Usuario .....	58
<b>Tabla 8</b>	Diccionario de Datos – TB_Rol_Usuario .....	59

## RESUMEN

La solución propuesta en el presente documento de titulación es el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema automático de riego para cultivos de cacao enfocándose principalmente en la producción de los pequeños y medianos agricultores que poseen este cultivo con el objetivo de introducir dentro del sector agro industrial, innovaciones tecnológicas que permitan mejorar los procesos de riego optimizando el uso del recurso agua del mismo. Hemos desarrollado el presente trabajo utilizando las metodologías: Cuantitativa, Analítica y Descriptiva el proyecto será presentado como un prototipo en una maqueta con todos los elementos necesarios para simular los posibles escenarios de evaluación que estén relacionados al riego del cultivo. El proyecto contará con un dispositivo que evaluará las variables atmosféricas y climáticas de modo que el sistema pueda proveer un funcionamiento eficaz, preciso y confiable del riego en las plantaciones. Al concluir este prototipo se espera la óptima aplicación automática de riego basado en los sensores ambientales controlando la humedad del suelo alineándose con los objetivos planteados.

**Palabras Claves:** IMPLEMENTACION; RIEGO AUTOMÁTICO; CACAO;  
INNOVACIÓN; RIEGO; SISTEMAS

## **ABSTRACT**

The solution proposed in this document is the analysis, design, development and implementation of an automatic irrigation system for cacao crops focusing mainly on the production of small and medium farmers who own this crop with the aim of introducing Agro industrial sector, technological innovations that allow to improve the irrigation processes optimizing the use of the water resource of the same. We have developed the present work using the methodologies: Quantitative, Analytical and Descriptive the project will be presented as a prototype in a model with all the necessary elements to simulate the possible evaluation scenarios that are related to the irrigation of the crop. The project will have a device that will evaluate the atmospheric and climatic variables so that the system can provide an efficient, accurate and reliable operation of the irrigation in the plantations. At the conclusion of this prototype is expected the optimal automatic irrigation application based on the environmental sensors controlling the soil moisture in line with the stated objectives

### ***Key Words:***

IMPLEMENTATION; AUTOMATIC IRRIGATION; COCOA; INNOVATION;  
IRRIGATION; SYSTEMS



# 1. **CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL**

## 1.1. **Formulación del Problema:**

Las innovaciones tecnológicas en Ecuador son introducidas en diversos sectores sociales, en la última década se destacan varias innovaciones tecnológicas en el campo de medicina, industrial, académico, etc. Los sectores que han apostado en tener sus procesos automatizados pueden dar testimonio de los beneficios de las automatizaciones de sus procesos. Es por ello que decidimos enfocarnos en una innovación en un sector social donde es poca o nula la penetración tecnológica, es aquí donde decidimos proponer para nuestro proyecto de titulación un sistema de riego automático que apoyado por diversos sensores y bajo un esquema especial en su codificación, permita al agricultor activar el riego de manera automática, eliminando la carga operativa que conlleva realizar este proceso.

Los métodos de riego que se aplican en los cultivos de cacao en el Ecuador pueden ser catalogados como artesanales y operativos, donde la práctica entre los productores a pequeña y mediana escala de cacao aún se ve el uso de tuberías de plástico portables para realizar el riego, lo que deriva trabajo operativo tanto para el jornalero como para el ingeniero agrónomo que evalúa el tiempo y el periodo de riego que debe tener el cacao.

Por otro lado según las necesidades de cada productor, en algunas haciendas productoras de cacao disponen de un sistema de riego mecanizado, es decir se activa mediante el uso de una bomba de riego y esta conduce el agua a través de los canales de riego el cual se mantendrá en funcionamiento en un rango limitado de tiempo. Pero este sistema carece de un indicador que nos informe si el terreno del cultivo posee o no un exceso de humedad para saber si es correcto o no ejercer el riego y de este modo evitar que puede influir en daño directo a la planta o al cultivo.

## 1.2. **Justificación:**

La presente propuesta de investigación se orienta a ser de interés agro – económico buscando optimizar el proceso tradicional de riego que se ha llevado a cabo a través del tiempo en las pequeñas y medianas haciendas que se dedican al cultivo de cacao. Con los resultados obtenidos se espera mejorar de manera inteligente el

sistema de riego convencional, utilizando dispositivos como sensores, incorporando además servicios de predicción meteorológicas a través de internet.

Estas incorporaciones tecnológicas se implementan con el objetivo de controlar de manera informática las variables presentes en la tierra del cultivo si es necesario o no realizar el riego a la plantación optimizando el uso de agua.

El proyecto servirá como base para futuros desarrollos tecnológicos que se deseen implementar en el sector agrícola, siendo posible la incorporación del mismo en proyectos que busquen optimizar los recursos naturales en o controles preventivos o correctivos dentro de cualquier cultivo. El proyecto se alinea a la tendencia de Investigación y desarrollo de nuevos productos o servicios, tendencia que actualmente establece la carrera de Ingeniería en Sistemas computacionales

### **1.3. Objetivos:**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Analizar, diseñar, desarrollar e implementar un sistema automático de control de riego basado en sensores de parámetros ambientales tales como: sensor de lluvia, sensor de humedad, sensor de temperatura, electro válvulas

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Levantar la información necesaria para analizar las diferentes variables ambientales que influye en el riego.
- Evaluar sensores de parámetros atmosféricos (sensor de lluvia, sensor de humedad, sensor de temperatura) y Api del control de clima para determinar cuál es el que se ajusta al diseño de la solución.
- Realizar un análisis, diseño y desarrollo de la solución.
- Elaborar pruebas y verificar el correcto funcionamiento del prototipo, de manera que se pueda identificar las mejoras logradas a causa del riego automatizado.

#### **1.4. Alcance:**

El alcance del presente proyecto es: análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema automático de riego prototipo para una plantación de cacao utilizando sensores de parámetros ambientales (sensor de lluvia, sensor de humedad, sensor de temperatura y electroválvulas) el mismo que será presentado dentro de una maqueta con el material del cultivo para poder evidenciar los resultados del presente estudio.

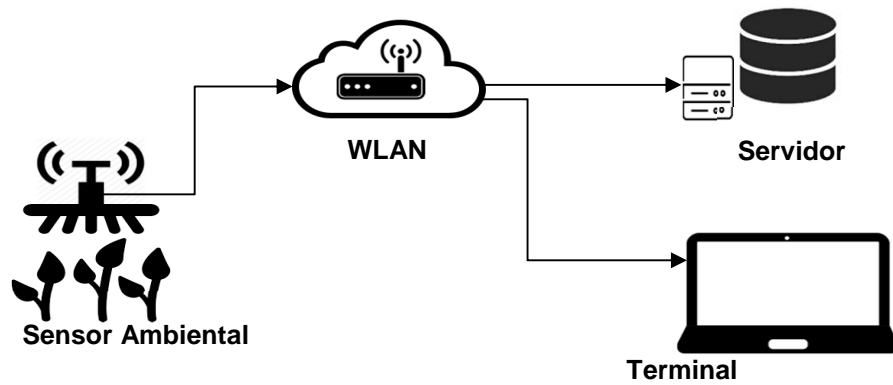
## **2. CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1. El IoT Y el Cacao en el Ecuador:**

Actualmente la tecnología debe tener un impacto importante y directo en cada una de las actividades que realizamos en nuestro día a día si somos operadores, productores o consumidores. El internet de las cosas o IoT en sus siglas en ingles habilita la accesibilidad proactiva de datos a través de cualquier dispositivo conectado en red (internet). El internet de las cosas (IoT) representa la evolución en la comunicación en la cual los objetos son capaces de comunicarse entre sí, donde la intervención humana cada vez es menor y se deja en constancia la importancia de la inteligencia artificial en actividades cotidianas.

El principio de IoT sigue siendo la automatización y la clave la operación remota, basado en estos argumentos nuestro desarrollo se basa en la automatización del sistema rustico y tradicional de riego en cultivos de cacao, apoyados por sensores para la medición de distintos aspectos del entorno del cultivo (sensor de lluvia, sensor de humedad, sensor de temperatura) permitiéndonos conocer el escenario idóneo para someter a riego al cultivo. Apoyándonos con la tendencia de amigables con el ambiente, el sensor se alimentara de energía proveniente de paneles solares, además la conexión de red será inalámbrica a través de un módulo wifi y electroválvulas para el riego evitando el desperdicio de agua en la plantación.

**Figura 1** Diseño General del Prototipo



**Elaborado por:** Los autores

El cacao es una fruta tropical, sus cultivos se ubican principalmente en la zona del Litoral y en la Amazonía ecuatoriana, es un árbol con flores pequeñas que se observan en las ramas y producen una mazorca en cuyo interior posee granos cubiertos por una pulpa rica en azúcar. Las provincias que se dedican a la producción del cacao en el Ecuador son: Los Ríos, Manabí, Guayas y Sucumbíos. (“Historia del Cacao | Anecacao Ecuador,” n.d.)

**Figura 2** Cacao



**Fuente:** Asociación Nacional de Exportadores de Cacao – Ecuador.

En el Ecuador existen dos tipos de cultivos de cacao: el cacao CCN-51 y el denominado “Sabor Arriba” también conocido como cacao nacional, siendo este

último un cacao fino de aroma que por su composición orgánica es reconocido por la industria de la confitería.

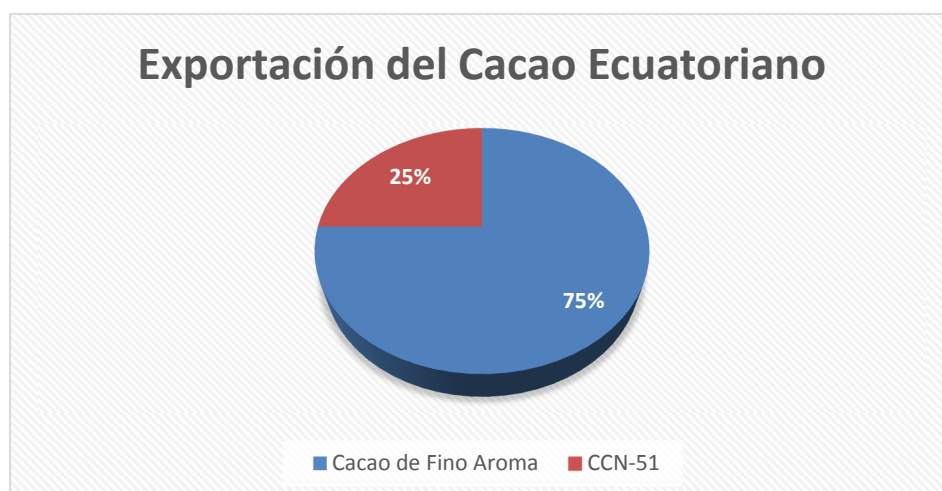
La actividad agrícola dedicada al cultivo de cacao en el Ecuador se remonta desde el siglo XVI y tiene un legado relevante en la economía nacional, en la actualidad el cacao sigue siendo uno de los principales productos agrícolas que impulsan la economía ecuatoriana.

Para asentar un cultivo de cacao se requiere sembrarlo en la superficie adecuada que permita su desarrollo y producción de manera sustentable, la zona debe tener el tipo de suelo y las condiciones climáticas adecuadas.

También se debe tener en cuenta los costos de instalación: adecuación del suelo, sembrado de árboles de sombra y de cacao, podas de formación, monitoreo e intervención contra malezas, suministro de fertilizantes. Asimismo se debe tener en cuenta la implementación de canales de drenaje y riego, fermentadores, secadoras y canales internos.

A nivel de exportación se estima que el 75% pertenece a cacao fino de aroma y el 25% pertenece al CCN-51. Regionalmente Ecuador se posiciona como el país más competitivo de América Latina. { Historia Cacao en el Ecuador | Anecacao Ecuador,” n.d.}

**Figura 3** Exportación de cacao Ecuatoriano



**Elaborado por:** Los autores

## 2.2. Objeto de Estudio:

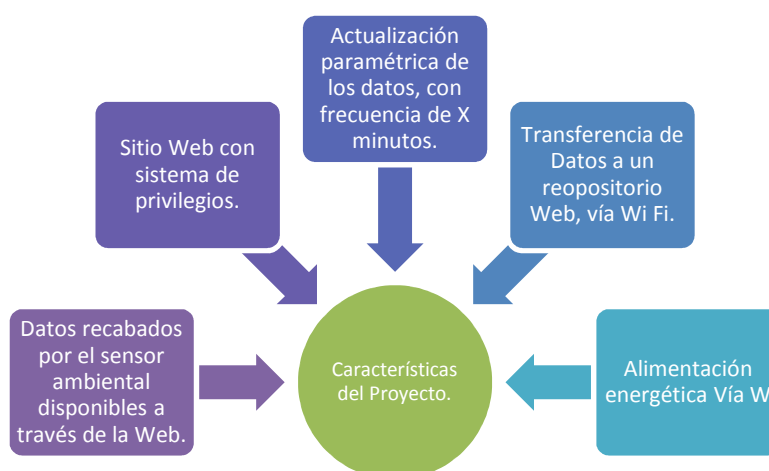
El objeto de estudio es la implementación de la automatización de riego que se plantea desarrollar para ayudar al sector agro industrial a tener un mejor control de este proceso. Dentro de este estudio se considera la incorporación de mecanismos atmosféricos que nos ayuden a construir un proyecto amigable con el medio ambiente.

## 2.3. Características:

Las características del proyecto son:

- Los datos recabados por el sensor ambiental estarán almacenados y disponibles para ser consultados a través de un aplicativo web con la información que procesa el dispositivo en el cultivo.
- El sitio web contará con un sistema de privilegios de accesos mediante cuentas, con un rol de administrador y otras cuentas con roles de usuarios.
- El sitio web permitirá realizar consultas acerca de las condiciones atmosféricas y climáticas que han afectado al cultivo de cacao, por cada vez que se haya realizado el censo.
- El sensor contará con un dispositivo WiFi que nos ayudará a transferir la información que censa en el cultivo hacia un repositorio de almacenamiento, dicha información podrá ser vista desde una página web.
- El sistema de alimentación energética del proyecto será a través de paneles solares

**Figura 4** Características del proyecto



**Elaborado por:** Los autores

## 2.4. Antecedentes:

Los productores agrícolas del Ecuador en la última década han tenido un notable desarrollo en cuanto a la optimización de su sistema de riego en los diversos cultivos tradicionales como no tradicionales. Dentro de los productos tradicionales destacamos al cacao, que cuya alza ha sido posible gracias a los beneficios de la tecnificación o automatización de los sistemas de riego en el Ecuador.

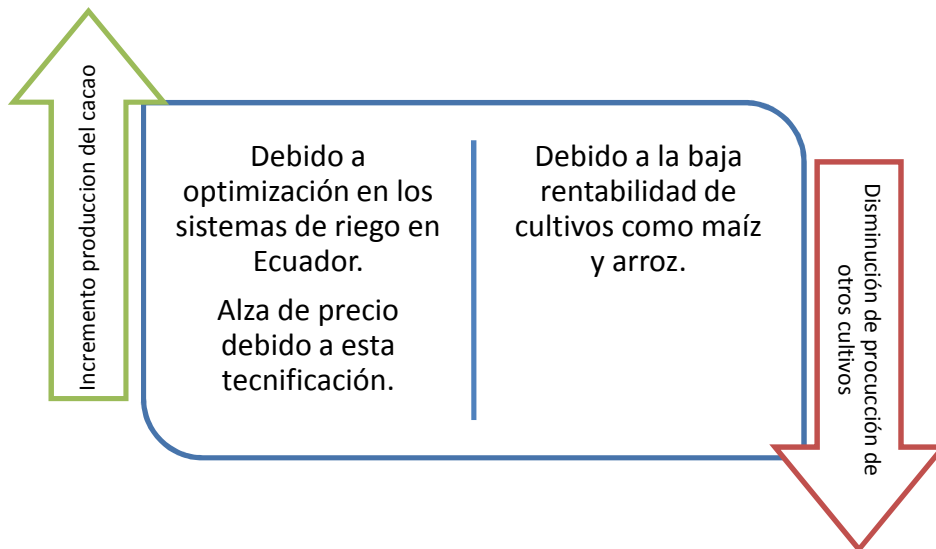
**Figura 5** Sistema de riego por aspersión



**Fuente:** Unidad Regional de Asistencia Técnica – Consejo Agropecuario Centroamericano.

Una de las principales razones por las cuales el cacao ha tenido un incremento en su producción los últimos años es debido al desplome del precio del banano, esto llevó a que los productores en general optaran por el cacao como una nueva alternativa de cultivo para mejorar sus ingresos. Otra razón por la que los productores decidieron enfocarse en el cultivo de cacao es la baja rentabilidad de algunos cultivos de ciclo corto (cultivos de maíz y cultivos de arroz).

**Figura 6** Incremento en la producción de cacao vs otros cultivos



**Elaborado por:** Los autores

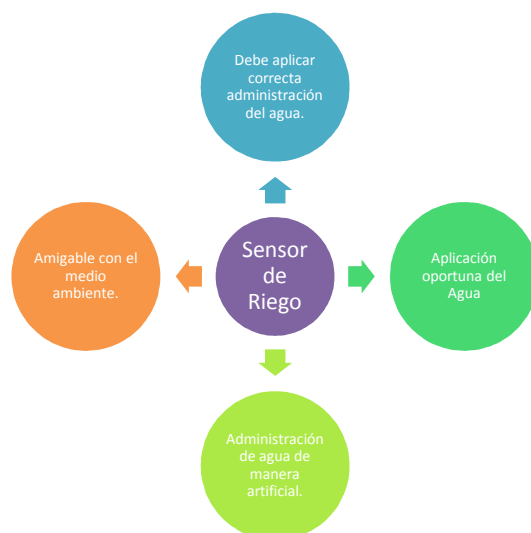
Gran parte del sector agroindustrial ecuatoriano aún no se ha visto beneficiado de implementaciones con tecnología de punta en sus cultivos, que pueden ayudar al control y la buena administración de recursos como por ejemplo:

- Sistema inteligente de control de agua para el sistema de riego en los cultivos en general
- Sistema automático de fertilización en los cultivos en general
- Optimización en la dosificación de los químicos necesarios para realizar la fumigación en los cultivos de manera general.

Siguiendo el propósito de esta propuesta, es posible orientar la investigación al sistema de riego de los cultivos de cacao en donde se puede confirmar que la característica principal del sistema es un sensor de riego a ser aplicado en el cultivo de cacao para ofrecer una correcta administración y aplicación adecuada del recurso agua, de manera artificial, oportuna y uniforme, siendo amigable con el medio ambiente.



**Figura 7** Características principales de un sensor de riego



**Elaborado por:** Los autores

El párrafo anterior narra la razón de ser de este proyecto denominado: “Automatización del sistema de riego en los cultivos de cacao” en donde se busca mejorar la experiencia en los agricultores especialmente los de pequeña y mediana escala, de cómo realizar correctamente la aplicación de agua necesaria para el riego del cultivo de cacao. Este proyecto busca establecer en concreto, que para realizar el riego en un cultivo no basta simplemente con la aplicación de agua utilizando cualquier metodología sino realizar el riego de manera oportuna, manejando intervalos de frecuencia y los tiempos de aplicación, siempre teniendo en cuenta las características propias de los cultivos, el suelo y el clima en la plantación.

### **2.5. Problemática:**

Como ya se mencionó en los antecedentes, uno de los puntos críticos es la poca o nula inserción de tecnología en el sector agroindustrial, específicamente en los procesos que pueden ser automatizados y mejorados de manera tecnológica, que requieran de la utilización de recursos como agua para los procesos de riego. Además, se busca con la implementación de este proyecto que se pueda alcanzar una mejor administración del recurso agua utilizada para el riego, proveyéndoles a los agricultores un sistema independiente que no dependa de las precipitaciones en épocas de sequía.

### 3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo de titulación, se contemplan los paradigmas actuales que envuelven las metodologías de investigación y de desarrollo tecnológico. Enfocándonos en el avance de la metodología de la investigación decimos que según Cerda (2000) citado por Bernal (2010,p.58), uno de los problemas más agudos y complejos que debe enfrentar en la actualidad cualquier individuo que quiera investigar es, sin lugar a dudas, la gran cantidad de métodos, técnicas e instrumentos que existen como opciones, los cuales, a la vez, forman parte de un número ilimitado de paradigmas, posturas epistemológicas y escuelas filosóficas, cuyo volumen y diversidad desconciertan. Asimismo Bonilla y Rodríguez (2000) citado por Bernal (2010, p.58) nos dicen que, el método científico se entiende como el conjunto de postulados, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación, institucionalizados por la denominada comunidad científica reconocida. En un sentido más global, el método científico se refiere al conjunto de procedimientos que, valiéndose de los instrumentos o técnicas necesarias, examina y soluciona un problema o conjunto de problemas de investigación (Bunge, 1979) citado por Bernal (2010, p.58).

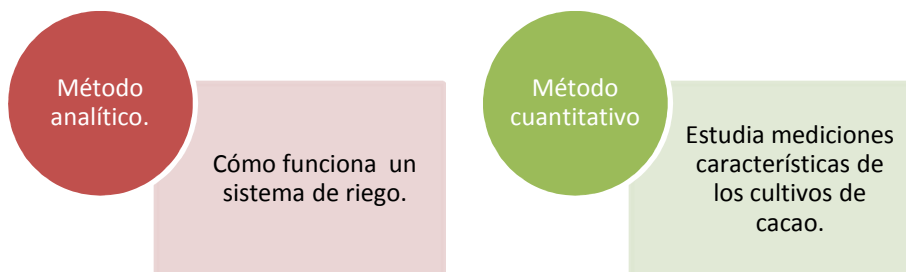
Por otro lado, el método tiene que ver con la metodología que, de acuerdo con Cerda (2000) citado por Bernal (2010,p.59), se examina desde dos perspectivas: la primera de ellas como parte de la lógica que se ocupa del estudio de los métodos que, en palabras de Kaplan (citado por Buendía, et al. 2001), es “el estudio (descripción, explicación y justificación) de los métodos de investigación y no los métodos en sí”; y la segunda se refiere a la metodología entendida como el conjunto de aspectos operativos del proceso investigativo, y que es la concepción más conocida en el ambiente académico en general. Por ello, cuando se alude a la investigación es usual referirse a la metodología como a ese conjunto de aspectos operativos indispensables en la realización de un estudio.

### 3.1. Métodos de Investigación:

Para el desarrollo de la investigación del presente trabajo de titulación mencionamos cuales son los métodos que mejor se adaptan a nuestro tema y el aporte que realizan en nuestro trabajo de titulación:

- Método Analítico: se utiliza este método cognoscitivo para partir de forma general como funciona y se implementa un sistema de riego, separando cada una de las fases y estudiándolas a fondo según el objetivo de este trabajo de titulación.
- Método Cuantitativo: se utiliza este método para basar los fundamentos de la investigación en base a las mediciones de las características propias de los cultivos de cacao, lo cual se deriva de nuestro marco de investigación del sistema de riego estudiando de este modo todas las variables de manera deductiva.

**Figura 8** Métodos a utilizar en el trabajo de titulación



**Elaborado por:** Los autores

### 3.2. Tipo de Investigación:

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación nos apoyaremos en la Investigación de Acción Participativa (IAP). Según Bernal (2010, p61) La investigación acción participativa (IAP) es un enfoque diferente del método tradicional de hacer investigación científica, ya que conceptúa a las personas como sujetos partícipes, en interacción con los expertos investigadores en los proyectos

de investigación. En la IAP, se rompe la relación sujeto-objeto de investigación, formando unidad o un equipo de investigación integrado, por un lado, por expertos investigadores, quienes cumplen el papel de facilitadores o agentes del cambio; y, por otro, por la comunidad o grupo donde se realiza la investigación, quienes serán los propios gestores del proyecto investigativo y, por ende, protagonistas de la transformación de su propia realidad y constructores de su proyecto de vida.

Según la IAP (Murcia Florian, 1999), la teoría y el proceso de conocimiento son, esencialmente, una interpretación y transformación recíproca de la concepción del mundo, del propio ser humano y de la realidad. El conocimiento de la realidad no se descubre ni se posee: es el resultado de la transformación objetiva y subjetiva dentro del mismo proceso de investigación. Acorde con la IAP, la validez del conocimiento está dada por la capacidad de éste para orientar la transformación de una comunidad, una organización o un grupo, y tiende a mejorar la calidad de vida de sus integrantes o participantes.

La IAP, según Cano (1997) citado por Bernal (2010, p.61), más que una actividad investigativa es un proceso eminentemente educativo de autoformación y autoconocimiento de la realidad, en el cual las personas que pertenecen a la comunidad, o al grupo, sobre quienes recae el estudio, tienen una participación directa en el proceso de definición del proyecto de investigación y en la producción de conocimiento de su realidad. Todo dentro del contexto socioeconómico y cultural en que participan, para proponer e implementar las alternativas de solución a sus problemas y necesidades sentidas y estudiados. De acuerdo con Arellano (1999) citado por Bernal (2010, p.62), en la IAP se considera al sujeto de la investigación con capacidad de acción y poder transformador. Este enfoque se plantea como un modo de investigar con la comunidad (grupo o colectivo) y para la comunidad (grupo o colectivo), en función de la generación de procesos para la transformación de la realidad de esa comunidad (grupo o colectivo). Por tanto, para la IAP la acción se entiende no como un simple actuar, sino como una acción resultado de una reflexión e investigación continua sobre la realidad; pero no sólo para conocerla, sino para transformarla. En cambio, la participación se considera un proceso de comunicación y retroalimentación entre los integrantes del proceso de investigación, en el que la planificación, la toma de decisiones y la ejecución constituyen un compromiso

compartido por todo el equipo (comunidad y expertos investigadores). Para Rojas (citado por Arellano, 1999), la investigación en el enfoque de la IAP se realiza al servicio de la población sujeto de estudio: para resolver sus problemas y necesidades, y para orientarlos en su vida. Según este autor, la participación en un proceso de investigación-acción no es sólo una posibilidad que se le concede a la comunidad (entendida ésta como todo grupo sujeto de investigación), sino un derecho que tiene toda persona de ser sujeto y protagonista de su propio proyecto de vida. La meta en la IAP es lograr que el sujeto de la investigación sea autogestor del proceso de autoconocimiento y transformación de sí mismo, así como de la realidad estudiada, teniendo un control operativo, lógico y crítico. En ese sentido, en la IAP interesa de manera especial dinamizar la capacidad del sujeto de la investigación para asumir (interactivamente y de manera autónoma, consciente, reflexiva y crítica) el curso de su vida, ya que los individuos y las comunidades van construyéndose a partir del reconocimiento que éstas hacen de ellas mismas, y de sus posibilidades y potencialidades. Es importante mencionar que la metodología IAP se utiliza cada vez más por los investigadores de las ciencias sociales de los países en vías de desarrollo, debido a que los nuevos modelos y teorías del desarrollo enfatizan para ellos la importancia de la participación comunitaria y de las personas en sus propios procesos de desarrollo.

### **3.2.1. Diseño Metodológico de la IAP:**

De acuerdo con los expertos, el diseño metodológico de la IAP es un proceso complejo por su nivel específico de detalle para cada estudio, lo cual hace imposible e inconveniente un modelo o esquema metodológico rígido, único y estandarizado. En consecuencia, a continuación se presenta un esquema general de un proceso metodológico de IAP, que incluye tres grandes fases sobre las cuales coinciden muchos de sus expertos. (Bernal, 2010, p.63)

### **3.2.2. Fases de la IAP:**

- *Fase Inicial:* también denominada como de contacto a la comunidad , aquí, los expertos entran en contacto con los sujetos de la investigación empezando a despertar en la comunidad el interés por investigar su realidad, para dar solución a algún(os) problema(s) o satisfacer alguna(s) necesidad(es), y a favor de una mejora continua. con el apoyo de los

investigadores, la comunidad procede a identificar los problemas o las necesidades de interés con el objetivo de darles solución (en investigación a esto se le denomina definir el problema de la investigación). (Bernal, 2010, p.63)

- Fase Intermedia: también denominada como fase de elaboración del plan de acción, la investigación se estructura comenzando por definir las responsabilidades del grupo, los objetivos que se pretenden alcanzar y el procedimiento por seguir, para analizar el problema y encontrarle solución. Estos objetivos deben estar orientados a conocer y a transformar la realidad social de las personas involucradas. Desde la colectividad se definen las acciones por llevar a cabo y la manera de hacerlo; asimismo, se definen las técnicas y herramientas para la obtención de información en el análisis y la solución del problema. Para ello, se utilizan técnicas como reuniones, registros de diarios de campo que van elaborándose durante el proceso del estudio, entrevistas, observación participante estructurada, experiencias autobiográficas, diálogos anecdóticos, historias de vida, etcétera. (Bernal, 2010, p.63)
- Fase de Ejecución: conocida como evaluación del estudio, En esta fase, de manera sistemática, se comienza con la participación de la comunidad o el grupo para darle solución al problema objeto del estudio. Necesariamente se debe llegar a la solución del problema y, por ende, a la transformación de la realidad que en ese momento vive la población sujeto del estudio. Durante todo el proceso de la investigación se requiere que haya retroalimentación sobre el estado del desarrollo del estudio, de manera que la propia comunidad realice los ajustes y los avances necesarios para el logro de los objetivos propuestos en la investigación, con miras a dar solución al problema en estudio. Esta fase finaliza con una solución concreta del problema estudiado, la cual necesariamente debe reflejarse en una mejor condición de vida de la población sujeto del estudio (Bernal, 2010, p.63)

Así, un proceso investigativo que utiliza la metodología IAP, afirma Fals Borda (1990), debe involucrar a la comunidad o población en el proyecto investigativo citado por Bernal (2010, p.64), desde la formulación del problema hasta la discusión sobre cómo encontrar soluciones, pasando por la interpretación de los resultados.

Por consiguiente, en el enfoque IAP para desarrollar un proyecto de investigación, el investigador, desde el comienzo, debe involucrarse con la población o comunidad de su interés para investigación, y empezar por motivar la confianza en el grupo, así como su interés por investigar para transformar su realidad con miras a mejorarla.

### **3.3. Diseño de Investigación:**

Para el presente trabajo de investigación el diseño que se ajusta es No Experimental, transversal descriptivo debido a que parte de la recolección de información se la realizará a través de una muestra, siendo esta la hacienda cacaotera “Los Rebeldes”; donde se realizarán las respectivas pruebas de campo.

### **3.4. Población y Muestra:**

Aprovechando la ubicación geográfica y el fácil acceso a la hacienda “Los rebeldes”, la muestra se realizara a una población de 15 pequeños productores de cacao. El muestreo que se realizara será de tipo no probabilístico por cuotas, también denominado “accidental” ya que se efectuara a una población con conocimiento en el cultivo de cacao, tema del cual está alineado el presente trabajo de titulación.

### **3.5. Técnicas de obtención de información**

Hemos proyectado realizar 4 técnicas de recolección de información como aporte y soporte de la investigación realizada para el trabajo de titulación, teniendo la mayor cercanía a un escenario real de lo que se espera implementar en el prototipo que se está desarrollando para el riego, las técnicas seleccionadas son: entrevistas, encuestas, anécdotas (de los agricultores productores de cacao), observación directa (del proceso de riego que efectúan los productores a los cultivos de cacao).

#### **Entrevista**

Mediante esta técnica, se realizaran 3 entrevistas estructuradas a los productores cacaoteros del reciento Rocafuerte en la provincia del Guayas. Para realizar estas entrevistas se seleccionaron a encargados o propietarios de una hacienda pequeña, mediana y mediana mente grande según sus extensiones físicas (cuadras de terreno). Optamos por el tipo de entrevista cuadrada debido al poco o nulo conocimiento de las implementaciones informáticas por parte de los entrevistados ya que podría ser frustrante para ellos no poder explicar de forma clara sus requerimientos.

Los resultados obtenidos de estas entrevistas serán tabulados y servirán como premisas para la elaboración de los requerimientos funcionales y no funcionales para la implementación a desarrollarse, permitiendo delimitar el alcance del dispositivo, así como los demás detalles que nos permitirán entregar valor al proyecto y certificar su correcto funcionamiento.

### **Encuesta**

Gracias a que la mayoría de la población que se aloja en el cantón Rocafuerte se dedica a la agricultura y que dentro del mismo se alojan cultivos dedicados a la producción de cacao, aprovechamos en realizar una encuesta al personal encargado del cuidado de la tierra y el cultivo. La encuesta nos permitió conocer la forma en la cual realizan el riego a su cultivo de cacao, conociendo la operatividad del mismo. Finalmente se plantea introducir a los agricultores una opción tecnológica que permita eliminar la operatividad que conlleva el proceso de riego, optimizando el tiempo y el recurso agua que necesita el riego.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERIA – INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES  
ENCUESTA SOBRE SISTEMA DE RIEGO EN CULTIVOS DE CACAO

**Objetivo:** Obtener la opinión de los agricultores del recinto Rocafuerte acerca de un sistema informativo que automatice el riego en los cultivos de cacao.

1. Indique cual es la extensión de su cultivo de cacao
  - De 1 a 5 cuadras
  - De 6 a 10 cuadras
  - De 11 a 20 cuadras
  - Mayor a 21 cuadras
2. Con que recurrencia realiza el riego a la plantación de cacao
  - Una hora por semana
  - Hora y Media a la semana
  - Dos horas a la semana
  - Tres horas a la semana
3. El realizar el riego a su cultivo le implica esfuerzo físico a adicional
  - Si
  - No
4. Le agradaría utilizar un sistema de riego automático
  - Si
  - No
5. De existir dicho sistema que tan dispuesto estaría de utilizarlo
  - Sin interés alguno
  - Poco dispuesto
  - Medianamente dispuesto
  - Muy dispuesto
6. Le agradaría que el sistema automático tenga conectividad con internet
  - Si
  - No

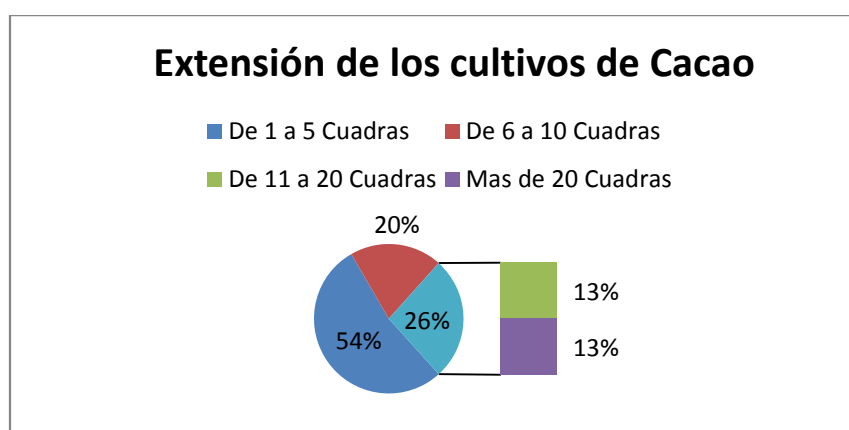
**Elaborado por:** Los autores

## Resultados de la Investigación

### Resultados de la Encuesta:

La encuesta fue elaborada de manera general, permitiéndonos conocer el promedio de tiempo de riego y extensión de los cultivos de cacao. Además que nos sirvió para poder introducir nuestro proyecto, ayudándonos a conocer la posible aceptabilidad e interés del mismo por parte de los productores de cacao. A continuación se detalla el análisis de la tabulación de la encuesta.

**Figura 9** Análisis de la Encuesta – Extensión de Cultivos

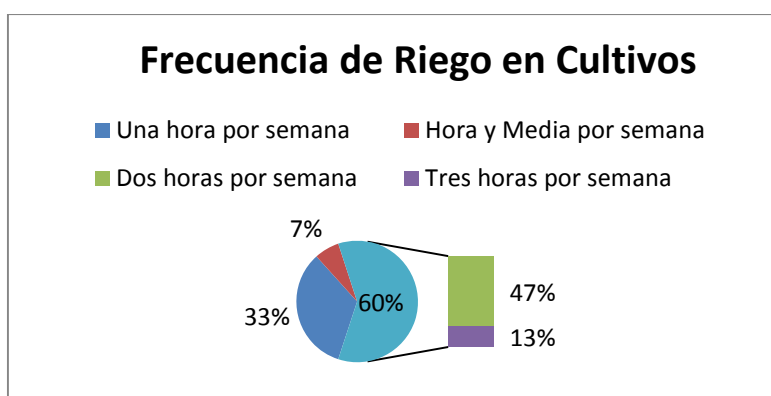


**Elaborado Por:** Los autores

De los encuestados se observa que la mayoría poseen cultivos de cacao de máximo 5 cuadras, y que son pocos los que poseen terrenos de hasta 20 o pasados de 20 cuadras. Este resultado es comprensible debido a que esta encuesta figuró únicamente a 15 personas, su mayoría jornaleros de la hacienda “Los rebeldes”. La encuesta fue realizada el día sábado 07 de Enero, aprovechando el inicio de la jornada de cosecha.

Como un dato adicional, se determinó que la mayoría de las personas del recinto Rocafuerte poseen cultivos mixtos, es decir que se dedican a la siembra y cosecha de más de 1 producto combinando dentro sembríos de ciclo largo (cacao) y de ciclo corto (piña, maíz, arroz).

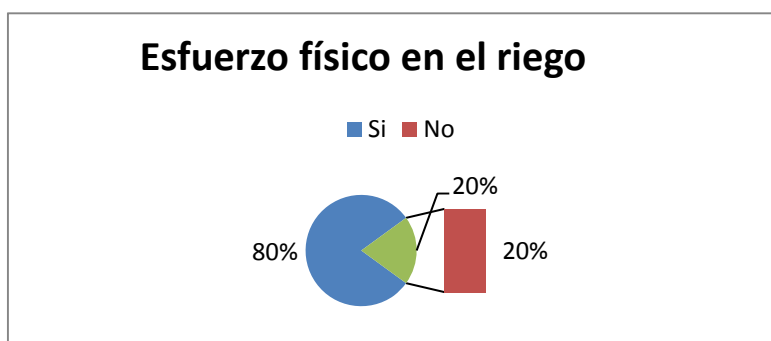
**Figura 10** Análisis de la Encuesta – Frecuencia de Riego



**Elaborado Por:** Los autores

Este resultado de la encuesta tiene una variación especial debido a que depende mucho del tipo de suelo en el que se encuentre el cultivo de cacao. Es decir que el tiempo de riego es directamente asociado al tipo de suelo, se determinó que el tipo de suelo franco arenoso necesita menos agua que el franco arcilloso, donde abunda la presencia de piedras dentro del terreno del cultivo.

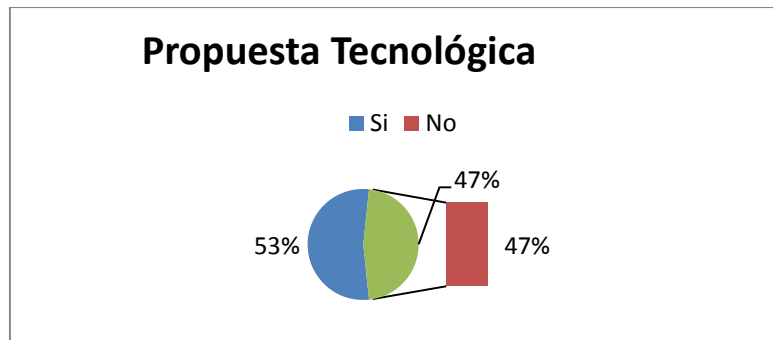
**Figura 11** Análisis de la Encuesta – Esfuerzo físico en el riego



**Elaborado Por:** Los autores

La mayoría de las personas especialmente las encargadas de la labor operativa propia del campo, nos indican que el proceso de riego conlleva un esfuerzo físico adicional debido a que el sistema de riego convencional consiste en la implementación de tuberías pvc para la conducción del flujo de agua que necesita el cultivo. Además de transportar y encender la bomba que se ubica encima de un pozo de agua, con la finalidad de aspirar el agua del pozo y conducirlo a los tumbos pvc para realizar el riego en el cultivo.

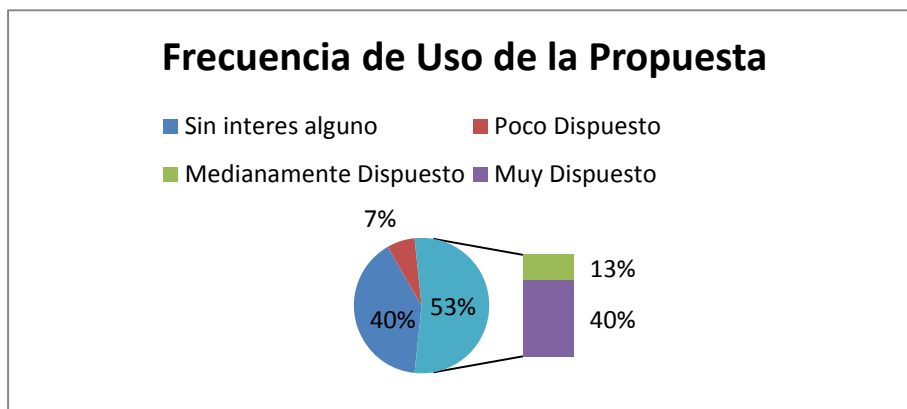
**Figura 12** Análisis de la Encuesta – Propuesta Tecnológica



**Elaborado Por:** Los autores

La opinión de los encuestados nos llamó mucho la atención en esta sección y analizamos sus posiciones, particularmente la negativa a ser parte de utilizar un sistema de riego automático. Muchos de ellos están apegados a la costumbre de llevar el riego tradicional, por otro lado también está el tema de la inversión económica que deberían realizar en caso de que quieran adquirir esta tecnología.

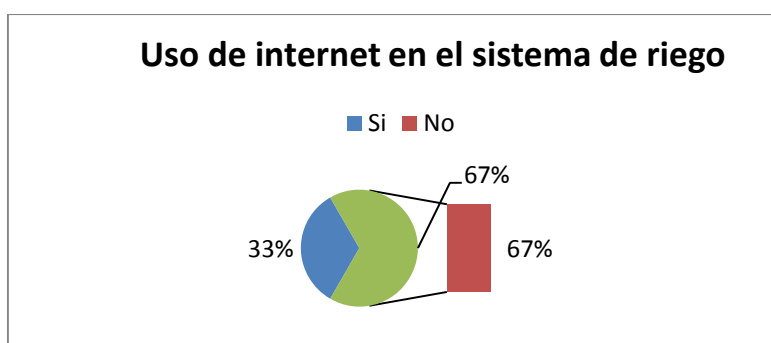
**Figura 13** Análisis de la Encuesta – Frecuencia de Uso de la Propuesta



**Elaborado Por:** Los autores

Este resultado está estrictamente ligado a la apertura que tendrían los agricultores de cacao de utilizar un sistema de riego automático del cual citamos los resultados pertenecientes al gráfico anterior. Los factores como costumbre y precio de adquisición serían los principales impedimentos para que la propuesta tecnológica tenga una amplia acogida dentro de los productores de cacao.

**Figura 14** Análisis de la Encuesta – Internet de las Cosas



**Elaborado Por:** Los autores

Los agricultores se muestran reacios a que el dispositivo utilice el internet para su funcionamiento. Esto se debe al desconocimiento general que tienen acerca de las implementaciones tecnológicas y de los beneficios que brinda el internet. La negativa también se debe al costo extra que puede tener el empleo de paquete de datos para la comunicación del sistema.

#### **Resultados de la Entrevista:**

Se realizó una entrevista a 3 dueños de haciendas productoras de cacao entre ellos mi padre el ingeniero agrónomo Ángel Jaramillo propietario de la hacienda “Los Rebeldes” en donde se realizó el estudio del proceso de riego. Gracias a su colaboración también pudimos entrevistar a los ingenieros y cuyas haciendas están ubicadas en el cantón Naranjal de la provincia del Guayas. Entre los factores comunes que apreciamos fue que todos los entrevistados tienen una extensión de cultivo de más de 12 hectáreas y que hay zonas en las cuales ya cuentan con un sistema de riego implementado , el cual se realiza de forma mecánica, es decir excluyen la utilización de tubos pvc y utilizan rociadores sub foliares. Por otro lado se cuenta con un sistema de riego diferente conocido como riego aéreo por aspersión, el cual tiene mayor potencia y radio de alcance pero cuya desventaja es el cambio manual de boquillas que se utilizan para el sistema de riego.

Todos coincidieron que el sistema de riego que utilizaron fue pensado acorde al tipo de suelo en el que está asentado el cultivo de cacao, es decir para el tipo suelo liso la cantidad de agua que se necesita para regar es mucho menor comparado con el

suelo en el que existen piedras dentro del cultivo, debido a que la cantidad que se necesita para el riego es mucho mayor.

El periodo de tiempo en el que realizan el riego es variante debido a que para tomar esta decisión influyen diversos factores como por ejemplo: el nivel de la presencia de humedad en la tierra, el exceso o ausencia de sol, la ubicación geográfica del cultivo, entre otros. Para proceder a ejecutar el riego mayormente se basan en los factores antes mencionados y a evaluar el estado de la tierra del cultivo.

A nuestros entrevistados se les planteo la idea del sistema de riego automático el cual es el tema de este trabajo de titulación, destacándose las siguientes características adicionales: sensores de humedad, sensores de radiación, sensores de lluvia, sensores de temperatura. Con esto logramos tener información del estado real de la tierra, ayudando a la toma de decisión que el encargado de la hacienda o propietario tome al momento de realizar o no el riego.

Además se les planteo la posibilidad de que dicho sensor pueda estar constantemente analizando el suelo del cultivo, y que los resultados puedan estar disponibles a través de internet mediante un servidor web. Permitiendo la disponibilidad de la información a través del celular. Se les comento que el factor costo era relativo debido a que podría utilizarse conectividad de un paquete de internet residencial o móvil.

La presentación de nuestro proyecto con el enfoque propuesto agrado a nuestros entrevistados y nos comentaron que sería un avance significativo dentro del manejo de los sistemas de riego actuales.

### **Anécdotas:**

Elegimos las anécdotas como parte de las técnicas de información debido a que es la que mejor se adapta para conocer más a fondo todo el proceso que conlleva el cultivo de cacao, desde su siembra hasta su cosecha. Era importante para nosotros conocer lo que con los años los entrevistados han aprendido. Aprovechando la cercanía de la hacienda “Los Rebeldes”, pudimos ser partícipes de las experiencias

del ing. Jaramillo en el cultivo de cacao, en donde nos comentó el ciclo de vida completo de este importante producto.

### **Observación Directa:**

En la hacienda “Los Rebeldes” pudimos ser partícipes del riego aéreo o aspersión que posee esta hacienda. En donde notamos como es la operativa para encender el riego y el cambio manual de las boquillas de aspersión. Además pudimos diferenciar los terrenos franco arenosos de los suelos con piedras. Recorriendo el reciento Rocafuerte también logramos ser partícipes de los procesos de siembra del cacao, en donde presenciamos como el agricultor prepara la tierra para la siembra. Asimismo alcanzamos a visualizar el uso de las tuberías PVC para realizar el riego tradicional por parte de los agricultores de la zona. El sistema automático de riego para el cultivo de cacao es un software nuevo que será el resultado de la creatividad de los investigadores en base a la información real obtenida a través de las distintas técnicas de obtención de información utilizadas. Para este desarrollo se utilizaran las metodologías establecidas para el desarrollo de software.

### **3.6. Metodología del ciclo de vida:**

La metodología que se utilizara para llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo de titulación será la metodología del ciclo de vida, que está constituida en las siguientes etapas:

- Fase de Análisis
- Fase de Diseño
- Fase de Implementación
- Fase de Pruebas

#### **3.6.1. Fase de Análisis**

La fase de análisis consiste en determinar las especificaciones técnicas, lógicas, operativas, funcionales y el alcance del sistema. Aquí es donde se debe pronosticar los recursos que serán necesarios para llevar a cabo el proyecto y estimar el tiempo de desarrollo del mismo.

El sistema automático de riego para cultivo de cacao está orientado a la automatización de un proceso constante durante el ciclo de vida del cultivo de cacao, pero puede ser adaptable a cualquier tipo de cultivo para poder realizar el riego.

### **3.6.2. Fase de Diseño**

Terminado el levantamiento de información general y el debido análisis de factibilidad del proyecto pasamos a la fase de diseño. En esta fase se procede a elaborar el boceto del sistema, es decir la visualización de la interfaz gráfica de todos los componentes necesarios para nuestro sistema automático de riego.

### **3.6.3. Fase de Pruebas**

En esta fase se realiza la ejecución exhaustiva de pruebas de la funcionalidad del sistema con el fin de comprobar que lo definido en la fase de diseño se cumpla sin ninguna irregularidad. Aquí también se realiza un análisis de la información en caso de haber sido tratada con el fin de garantizar los resultados. Es decir, si nuestro sistema interactúa con estructuras externas como por ejemplo una base de datos , un servidor web estos no alteren la información procesada o el resultado esperado.

### **3.6.4. Fase de Implementación**

Una vez determinado que la ejecución de la fase de pruebas cumple con lo establecido para la funcionalidad del sistema definido en la fase de análisis, se procede a poner en producción al sistema.



## 4. CAPÍTULO IV: DESARROLLO

### 4.1. Propuesta del Prototipo:

Este prototipo permitirá a los administradores de cultivos de cacao poder tener automatizado su sistema de riego y les ayudará a controlar el uso de agua, según lo necesite la plantación. A continuación se presentarán los componentes del sistema y características del mismo.

El presente trabajo de titulación busca automatizar el proceso de riego en los cultivos de cacao de tal forma que se pueda tener en consideración el riego de la plantación según los parámetros de temperatura, radiación, etc., pero para poder realizar una prueba lo más exacta posible se diseñó una pequeña maqueta que simulará a una plantación con una pequeña planta sembrada en él.

La propuesta tecnológica supervisará el ambiente en el que está cultivada la plantación, para que según la validación y nivel de aceptación de los parámetros censados pueda tomar la decisión de realizar el riego o no realizarlo. Con este modelo, se pretende plantear las diferencias en la cantidad de agua utilizada en un riego manual y un riego automatizado, dando así a conocer otra alternativa al momento de instalar algún sistema de riego en las plantaciones de cacao.

El sistema que lleva por nombre “**Sistema de Control de Riego**”, contiene varias fases que serán detalladas en lo siguiente:

- **Censo de variables ambientales:** El sistema una vez se encuentre activo, va a comenzar a censar cada cierto tiempo la temperatura, la humedad, y si la hubo lluvia en la plantación.
- **Validación de variables ambientales y Riego:** Una vez censada la información, se verificará según los parámetros delimitados en el dispositivo, si el ambiente es apto para el riego de la plantación caso contrario esperará hasta que se produzca nuevamente el censo para realizar la validación respectiva y por consecuente su posible riego.
- **Registro del censo:** Una vez recabada la información necesaria para determinar el riego de la plantación, se procede al registro de los datos obtenidos para generar una información histórica de todos los intentos de riego.

- **Reporte:** Con la información almacenada de los censos, se podrá generar un detallado de las variables ambientales obtenidas en cada intento de riego, verificando así si este se efectuó en dicho censo o no.

#### 4.2. Especificaciones técnicas de los componentes y herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema de riego

- **Microsoft Visual Studio Community 2015.**

Este entorno de desarrollo integrado proporcionado por Microsoft, cuya obtención del producto es gratuita, nos permite el desarrollo de programas con una amplia gama de herramientas y servicios que nos ayudarán a la creación servicios web, servicios Windows y formularios Windows, que nos serán útiles para el presente proyecto. Microsoft nos brindará para este proyecto el Framework 4.0 que nos servirá para esta solución, dejando a nuestro alcance diferentes librerías con nuevas funcionalidades que ahorran y agilizan el desarrollo de los programas.



**Autor:** Microsoft

- **Base de Datos Microsoft SQL Server Management Studio.**

El sensor recabará información que la necesitaremos, a más de validarla para generar el riego o no, la usaremos para posteriormente mostrarla y verificar a manera de bitácora el funcionamiento del sensor y revisar cuando se realizó o no se realizó el riego a través de la fecha y hora del censo en el que el sensor se activó. Esta herramienta de almacenamiento de datos facilitada por Microsoft, nos ayudará al almacenamiento de datos lógicos de forma gratuita, puesto que la obtención de esta base de datos permite utilizar sus beneficios en una sola máquina como servidor.



**Autor:** Microsoft

- **Arduino Studio.**

Este entorno de desarrollo integrado es una herramienta utilizada para la creación de aplicativos embebidos en el Arduino, dicha herramienta está compuesta por un editor de código en C, un compilador del código ingresado y un diseñador para la interfaz gráfica. La versión 1.6.11 de este IDE cuenta con un gestor de librerías y gestor de placas que permiten ser descargadas según las necesidades de la solución a desarrollarse.



**Autor:** Arduino

A continuación describiremos los componentes a nivel técnico que se utilizaron para la implementación del sensor de riego:

- **Arduino Uno:** es una placa electrónica cuenta con 14 pines de entrada/salida , 6 entradas analógicas, un resonador cerámico de 16 MHz, un puerto USB, un conector de alimentación, un header ISCP, y un botón de reinicio.

**Gráfico 15:** Especificaciones Técnicas – Arduino Uno



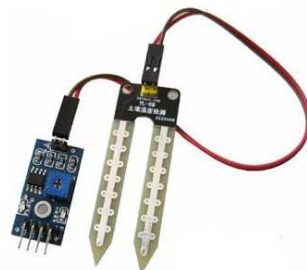
**Autor:** Arduino

## Resumen de las características del Arduino Uno

Resumen de características	
Micro controladores	ATmega328
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límites)	6-20V
Digital I / O Pins	14
Pines de entrada analógica	6
Corriente continua para las E / S Pin	40 mA
Corriente de la CC para Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB ( ATmega328 ) de los cuales 0,5 KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB ( ATmega328 )
EEPROM	1 KB ( ATmega328 )
Velocidad del reloj	16MHz

(“Arduino - ArduinoBoardUno,” n.d.)

### Gráfico 16: Especificaciones Técnicas – Sensor YL-69



**Autor:** Shenzhen KYL Communication

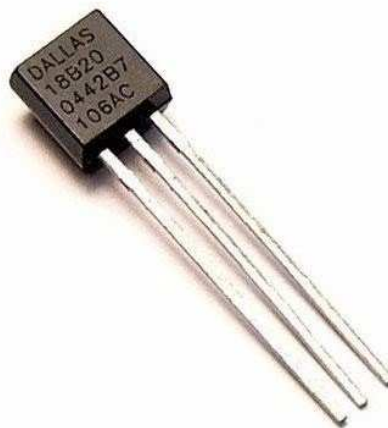
- Sensor de humedad YL-69: El sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69 conduce el paso de corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por lo tanto al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente disminuye. Contiene una sonda YL-69 con dos terminales separados adecuadamente y un módulo YL-38 que contiene un comparador LM393. Este último representa 2 pines de conexión hacia el módulo YL-69, consta de 2 pines para la alimentación VCC (de 3,3V a 5V) y GND; y 2 pines para datos de salida D0 (salida digital) y A0

(salida analógica). Este módulo permite ajustar cuándo el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro. (Software, 2016)

#### Resumen de las características del Sensor YL-69

Resumen de características	
Voltaje de entrada:	3.3 – 5 VCD
Voltaje de salida:	0 ~ 4.2 V
Corriente:	35 mA
VCC:	Tensión de alimentación
GND:	Tierra
A0:	Salida analógica que entrega una tensión proporcional a la humedad. Puede ser medida directamente desde un puerto analógico en un micro controlador, con Arduino, CI, etc.
D0:	Salida digital; este módulo permite ajustar cuándo el nivel lógico en esta salida pasa de bajo a alto mediante el potenciómetro.
Dimensiones YL-69:	60 x 30 mm

**Figura 15** Especificaciones Técnicas – DALLAS 18B20



**Autor:** Electronic Components Datasheet Search

- Sensor de temperatura DALLAS 18B20: Este sensor es un termómetro digital que permite medir la temperatura ambiente medidas en Celsius, permite capturar temperaturas desde los -55 °C hasta los +125 °C, con una precisión de ±0.5.

Este sensor cuenta una configuración no volátil. El dispositivo que se comunica de forma digital cuenta con tres terminales: dos de alimentación y el pin “data”. Utiliza la comunicación OneWire básicamente se trata de un protocolo especial que permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable, a diferencia de la mayoría de los protocolos que requiere dos vías. De hecho, Arduino posee los pines RX y TX que son los encargados de enviar y recibir información. (Ramírez Alzate, Cardona Cañaveral, Ardila Lindo, & others, 2014, pp. 1–3)

**Tabla 1** Resumen de las características del DALLAS 18B20

Resumen de características
Resolución de 9 y 12 bits
Rango de operación de -50 a 125 grados Centígrados
Precisión +- 0.5 grados
Protocolo OneWire

**Figura 16** Especificaciones Técnicas – Modulo WiFi ESP8266



**Autor:** Espressif Systems

- Módulo WiFi ESP8266: Este módulo ofrece una solución completa y muy económica para conexión de sistemas a redes Wi-Fi, permitiendo delegar todas las funciones relacionadas con Wi-Fi y TCP/IP del procesador que ejecuta la aplicación principal. El módulo es capaz de funcionar como “adaptador de red” en sistemas basados en micro controladores que se comunican con él a través de una interfaz UART. Es uno de los módulos wi-fi seriales más accesibles en el mercado y que además concentra las características mínimas necesarias para poder utilizarse sin problemas, Es Usado como una alternativa accesible y confiable para habilitar productos y prototipos en la era del Internet de las cosas (IoT). (Prat Vera, 2016, pp. 7–8)

**Tabla 2** Resumen de las características del Módulo Wi-Fi ESP8266

Resumen de características
Protocolos soportados: 802.11 b/g/n
Wi-Fi Direct (P2p), Soft Access Point
Stack TCP/IP integrado
PLL, reguladores y unidades de manejo de energía integrados
Potencia de salida: +19.5dBm en modo 802.11b
Sensor de temperatura integrado
Consumo en modo de baja energía: <10 uA
Procesador integrado de 32 bits, puede ser utilizado como procesador de aplicaciones
Wi-Fi 2.4 GHz, soporta WPA/WPA2
Tamaño ultra reducido (11.5mm x 11.5mm)
Convertor analógico a digital de 10-bit
Soporta variedad de antenas
Integrated low power 32-bit MCU
SDIO 2.0, SPI, UART, I2C
Encendido y transmisión de datos en menos de 2ms
Rango de operación -40C° ~ 125C°

#### 4.2.1 Costo de los componentes utilizados para el ensamble del sensor de riego.

**Tabla 3** Costo De Los Componentes Tecnológicos Utilizados

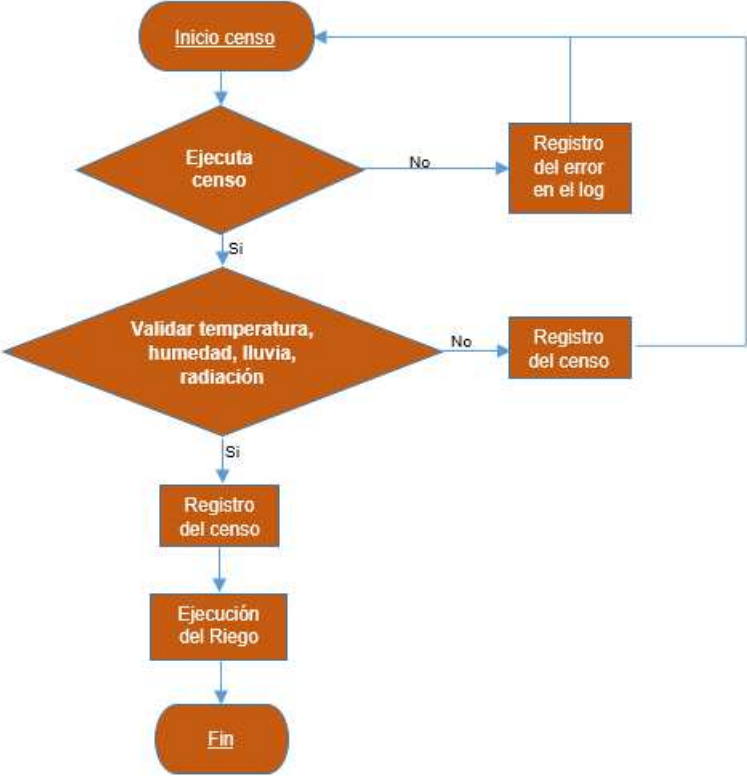
COSTO DE LOS COMPONENTES TECNOLOGICOS UTILIZADOS	
Componente	Costo
Tarjeta Arduino Uno	\$ 20,00
Sensor de humedad YL-69	\$ 6,00
Sensor de temperatura Dallas	\$ 7,00
Módulo Relay	\$ 6,00
Módulo WiFi	\$ 40,00
Sensor de Lluvia ESP8266	\$ 25,00
Cables y otros accesorios	\$ 5,00
Access Point	\$ 30,00
Electro válvula	\$ 25,00
<b>Costo Total</b>	<b>\$ 164,00</b>

**Tabla 4** Costos De Desarrollo

COSTOS DE DESARROLLO	
Componente	Costo
<b>SOFTWARE</b>	
Visual Studio 2015	\$ -
Microsoft SQL Server Management Studio	\$ -
Arduino Studio	\$ -
<b>Costo Total</b>	<b>\$ -</b>

Se debe tener en cuenta que los componentes tecnológicos utilizados fueron pensados exclusivamente para la construcción de la maqueta que nos servirá para exponer la funcionalidad de nuestro trabajo de titulación. Por lo que los rangos de alcance de los sensores son reducidos y no reflejan los rangos reales de medición que deben ser considerados al momento de implementarlos en una hacienda o terreno que tenga cultivos de cacao.

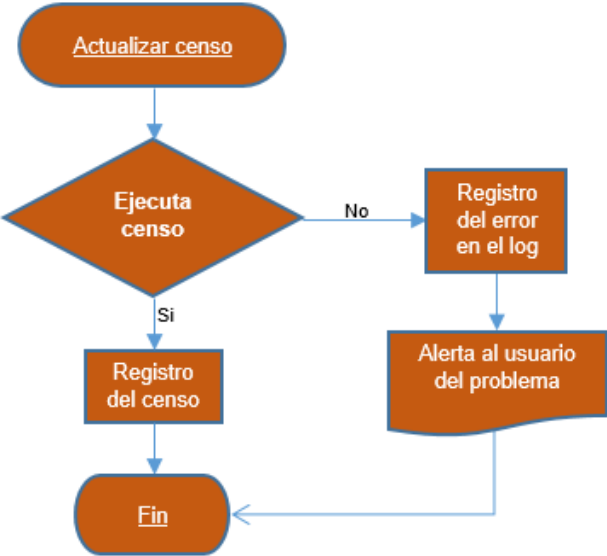
**Figura 17** Diagrama de Proceso de la Solución – Riego de Cultivo



**Elaborado Por:** Los autores



**Figura 18** Diagrama de Proceso de la Solución – Riego de Cultivo / Actualización de parámetros de riego

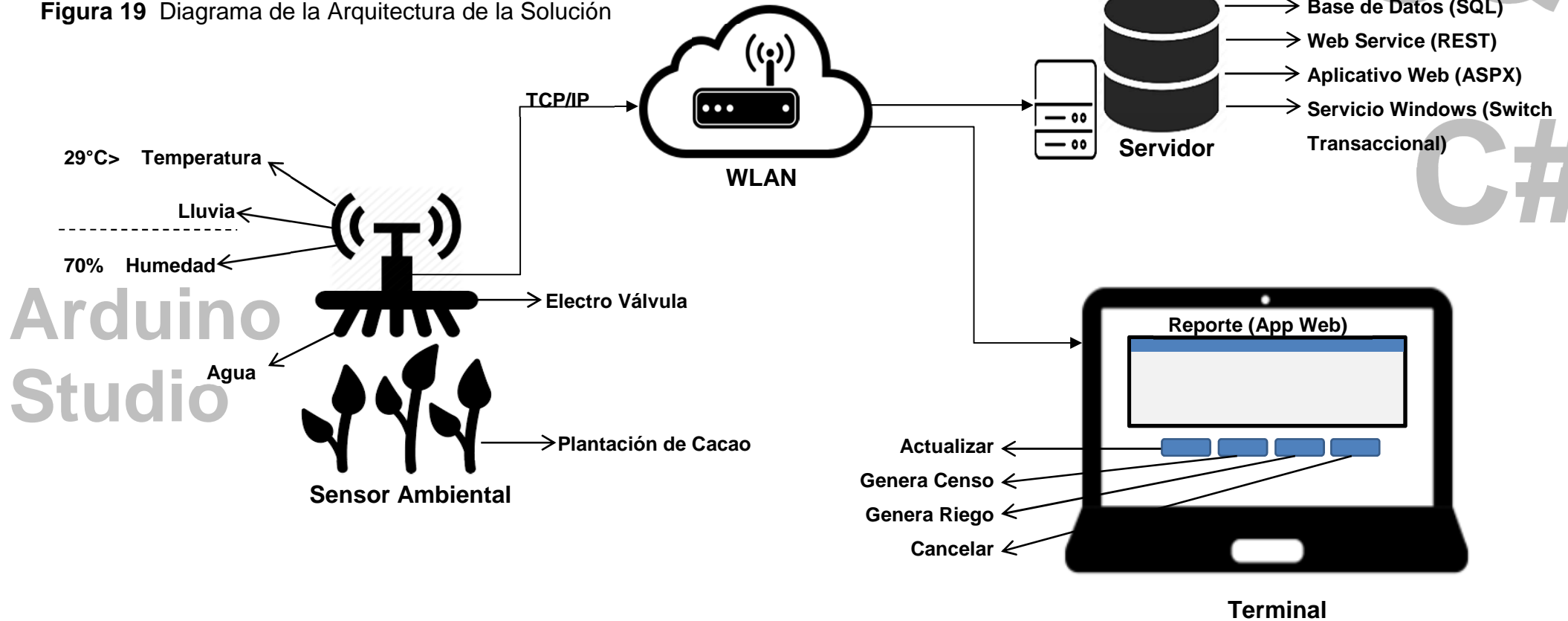


**Elaborado Por:** Los autores

### 4.3 Arquitectura de la Solución

El siguiente es un esquemático de la arquitectura que se utilizó en la presente propuesta.

Figura 19 Diagrama de la Arquitectura de la Solución



Elaborado por: Los autores

#### 4.4 Detalle de la Arquitectura – Sensores Incorporados

- **Sensor Ambiental:** El dispositivo encargado del censo de los parámetros ambientales que se tuvieron en cuenta para el estudio y desarrollo del presente trabajo de titulación fueron tomados de trabajos reales de campo estudiados en la hacienda “Los Rebeldes”, los parámetros tomados en cuenta fueron los siguientes:
  - **Humedad:** Centrándonos en los pequeños y medianos productores del Recinto Rocafuerte perteneciente al cantón Naranjito en la Provincia del Guayas, ellos al momento de realizar la evaluación de la humedad en el suelo, lo realizan de la siguiente manera en base a la experiencia en cultivos que ellos han llevado: Tocan cada cierto tiempo la tierra del cultivo para determinar la pérdida de humedad en la misma y si es considerable realizar el riego. También pueden surcar la tierra con un machete, si la tierra al momento de tomarla queda en forma de pasta se considera que tiene humedad, pero si esta se esparce se considera que debe aplicarse el riego de manera inmediata.
  - **Temperatura:** Los agricultores para poder medir la temperatura que está presente en el cultivo se guían de su experiencia propia y de la temperatura que ellos sienten al momento de realizar sus labores cotidianas en los cultivos. No existe ningún mecanismo tecnológico que los ayude con un dato preciso. Si bien es cierto el clima propio de la región costa es apto para poder asentar diversidades de cultivos (en especial el cultivo de cacao), es necesario revisar periódicamente la temperatura en la tierra que está presente en el cultivo para poder ejercer o no el riego.
  - **Lluvia:** Este sensor se incluyó únicamente para poder conocer si hubo lluvia en el cultivo.

#### 4.5 Detalle de la Arquitectura – Funcionamiento del Sensor

El sensor se comunicará con el Switch Transaccional alojado en el servidor, utilizando tramas estandarizadas y explicadas más adelante para que dicha información no viaje de manera explícita, sino que se maneje bajo un lenguaje que solo lo entienda el sensor y el Switch Transaccional.

##### Solicitud de riego

a. El sensor mientras escucha, recibirá la solicitud de riego y abrirá una conexión con el Switch:

*TRAMA que recibirá el sensor = &302& → Riego automático*

*O*

*TRAMA que recibirá el sensor = &304& → Riego manual*

b. Cerrará la conexión con el Switch.

c. Verificará las siguientes condiciones ambientales, en el siguiente orden:

1. Lluvia:

- Si se encuentra lloviendo, no se realizara el riego y concluirán las validaciones. Caso contrario, el riego se efectuara.

2. Temperatura:

- Si la temperatura **es menor o igual a 28 °C**, no se realizara el riego. Caso contrario, el riego se efectuará.

d. Abrirá conexión con el Switch.

e. Se realizara el envío del censo. Ir al proceso **B. Envío de Censo**.

f. Cerrará la conexión con el Switch.

g. Si se verifico que se puede realizar el riego, se verificara su duración según la siguiente medición:

- El riego se efectuara hasta que el sensor determine que se encuentra a **70% o más** de porcentaje de humedad. Caso contrario, continuara el riego.
- Abrirá conexión con el Switch.
- Se realizara el envío del censo. Ir al proceso **B. Envío de Censo**.
- Cerrará la conexión con el Switch.

##### Envío de Censo

a. El sensor abrirá una conexión con el Switch y enviara el censo:

*\*TRAMA que enviara el sensor =*

*&TIPO\_FLUJO%PORCENTAJE\_HUMEDAD%TEMPERATURA%INDICADOR\_LLUVIA%ES\_RIEGO\_AUTOMATICO%ESTADO\_RIEGO&*

*Ej: &301%506%276%1%1%201&*

- Al final del documento se detalla la trama.
- b. El sensor recibirá la cadena de respuesta:  
*TRAMA que recibirá el sensor = &06&* → Proceso OKEY  
O  
*TRAMA que recibirá el sensor = &25&* → Proceso con ERROR
- c. Cerrará conexión con el Switch.
- d. Si la respuesta que recibió fue de ERROR, se intentará enviar el censo una vez más. Se repite el proceso **B. Envío de Censo**.
  - i. Este proceso se podrá repetir hasta 10 veces.

### **Solicitud de Censo**

- e. El sensor mientras escucha, recibirá la solicitud de censo y abrirá una conexión con el Switch:  
*TRAMA que recibirá el sensor = &303&*
- f. Cerrará la conexión con el Switch.
- g. Capturará las siguientes variables ambientales:
  - 1. Lluvia:
  - 2. Temperatura:
- h. Abrirá conexión con el Switch.
- i. Se realizará el envío del censo. Ir al proceso **B. Envío de Censo**.
- j. Cerrará la conexión con el Switch.

**\*Nota:** La trama de envío contiene lo siguiente:

- Tipo de flujo: Se refiere al funcionamiento al que se hace referencia, en este caso el envío del censo. Se enviara **301**.
- Porcentaje de humedad: El porcentaje de humedad va desde 0% a 100%. El valor a enviarse será multiplicado por 10. Ej: *Humedad 51.6%*, se enviará **516**.
- Temperatura: El rango de temperatura a enviarse será determinado por el sensor. El valor a enviarse será multiplicado por 10. Ej: *Temperatura 26.4 °C*, se enviará **264**.

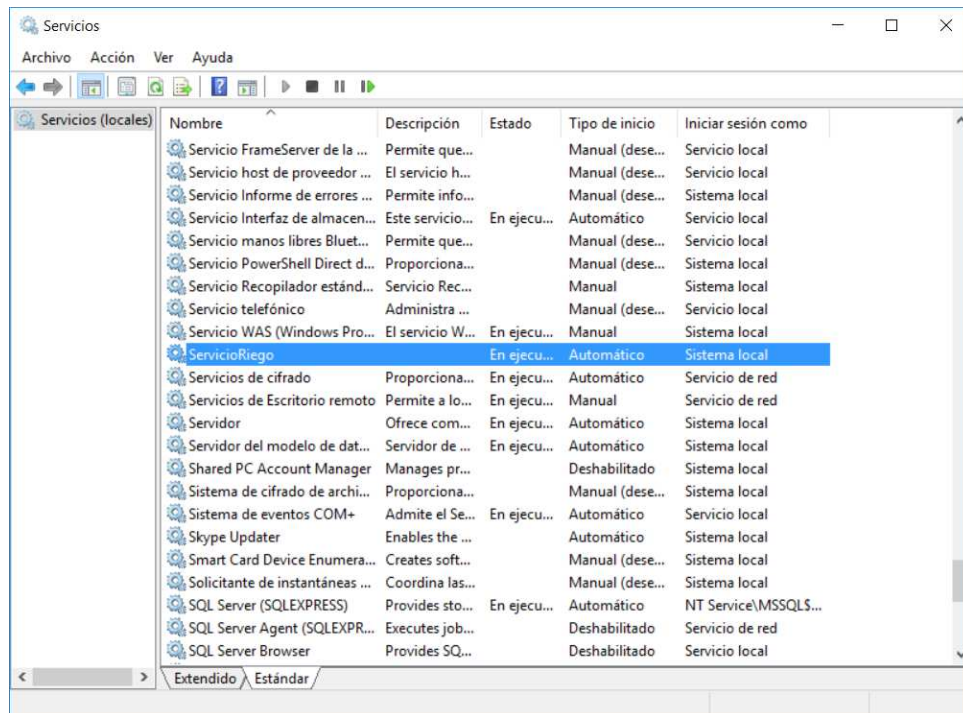
- Indicador de lluvia: Si el sensor de lluvia verifica que está lloviendo, se enviará **“1”**, si el sensor determina que no está lloviendo se enviará **“0”**.
- Riego automático: Si el **Envío de Censo** se generó por **Solicitud de riego (riego automático) con trama 302** se enviará **“1”**, si se generó por **Solicitud de riego (riego manual) con trama 304** o si se generó por **Solicitud de censo con trama 303** se enviara **“0”**.
- Estado riego: El estado se enviara según las validaciones:
  - Se enviara **201** si, Se rego.
  - Se enviara **202** si, No se rego porque las condiciones ambientales no son adecuadas.
  - Se enviara **203** si, No se rego porque el sensor esta averiado.

#### **4.6 Detalle de la Arquitectura – Servicio Windows (Switch Transaccional)**

Para el manejo de solicitudes de conexión por parte del sensor, se agregó a la solución del proyecto un Switch Transaccional plasmado en un Servicio Windows que permitirá la interoperabilidad entre el sensor que recabará la información necesaria para la ejecución del censo y/o riego, y el servicio web que manejará el almacenamiento de la información obtenida.

Este servicio Windows ayudará a concentrar todo el tráfico a través de él y su posterior distribución hacia el componente final, permitiendo así la fiscalización de datos que contienen los mensajes, verificando su validez y distinción de remitente, dando como resultado una correcta depuración de la información recibida para su posterior procesamiento. (“Sociedad de la Información -‘SWITCH TRANSACCIONAL’ (PDF Download Available),” n.d., p. 4)

**Figura 20** Switch en los Servicios Windows



**Elaborado por:** Los autores

#### **4.7 Detalle de la Arquitectura – Servicio Web**

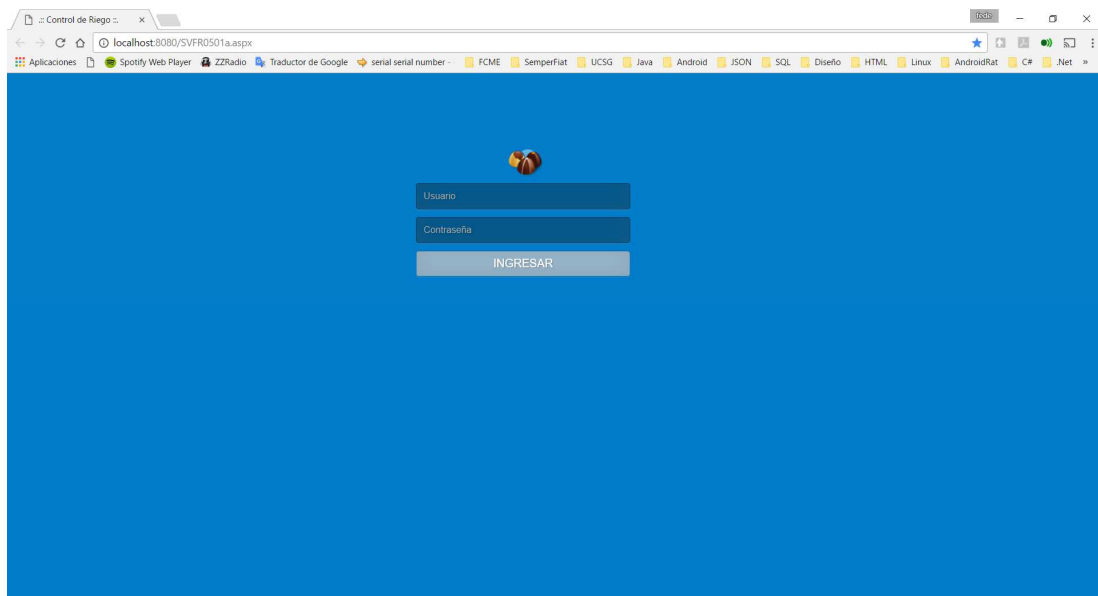
Para el envío de solicitudes generadas por el aplicativo web y almacenamiento o consulta de información filtrada proveniente del censor se utilizó un servicio web.

El servicio web se encuentra basado en REST pues no sobrecarga su cabecera por lo tanto el ancho de banda que se consume es bajo. REST está definido como un conjunto de normas pre establecidas para el diseño de arquitecturas en red. Este término es frecuentemente relacionado a la descripción de cualquier interfaz que transmite datos específicos de un dominio sobre HTTP sin incluir capas adicionales como lo hace SOAP. (ELP-DSIC-UPV, n.d., p. 16)

#### **4.8 Detalle de la Arquitectura – Aplicativo Web**

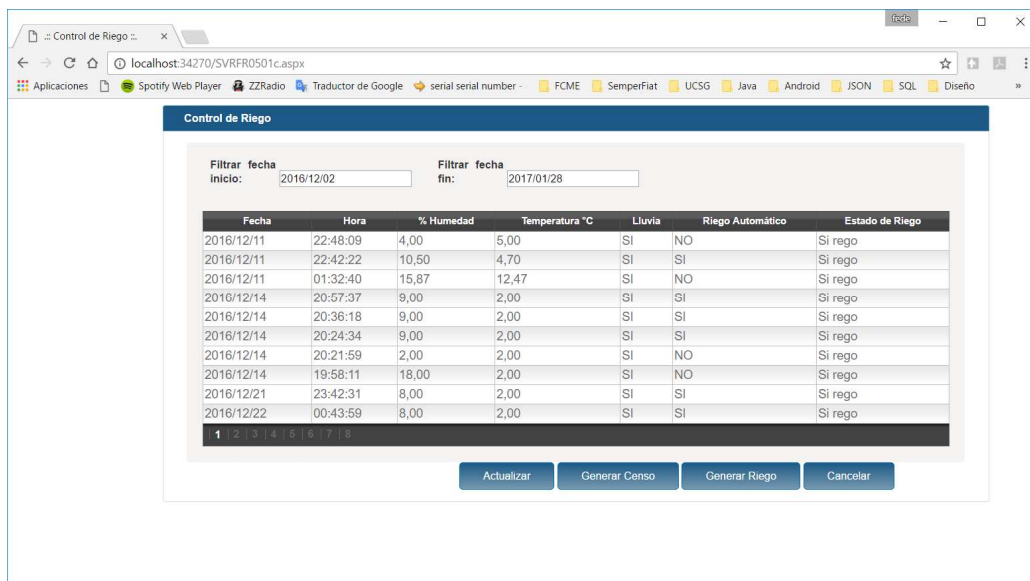
Para poder mostrar la información almacenada y solicitar el censo o el riego al sensor, se diseñó un aplicativo web que permitirá acceder a dicha información a través de un reporte que mostrará los rangos de las variables ambientales y observaciones proporcionadas por el sensor.

**Figura 21** Log In Aplicativo Web



Elaborado por: Los autores

**Figura 22** Bitácora del Aplicativo Web



Elaborado por: Los autores

#### 4.9 Seguridad de la Solución

Existe un manejo de cifrado simétrico desde diferentes puntos en el proyecto en el envío y recepción de datos.

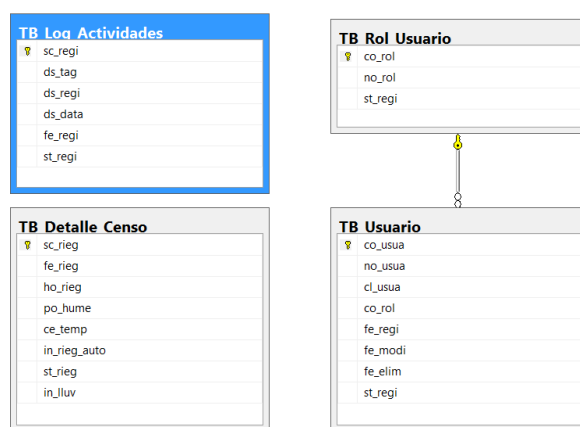
Se diseñó una trama para que pueda ser entendida solo por el sensor y por el switch transaccional, como se lo explica en el punto **“3.8.2 Detalle de la Arquitectura –**



**Funcionamiento del Sensor**”, permitiendo así asegurar el correcto envío y recepción de datos verídicos, validados por el switch transaccional previo a su procesamiento.

En el aplicativo web se maneja un cifrado MD5 para el envío de claves hacia el servicio web al momento de realizar el ingreso al aplicativo, cuyas claves privadas se encuentran dentro de la programación tanto del aplicativo web como del servicio web.

**Figura 23** Modelo Entidad Relación



**Elaborado por:** Los autores

**Tabla 5** Diccionario de Datos – TB\_Detalle\_Censo

<b>Tabla:</b>	TB_Detalle_Censo	<b>Fecha Creación:</b>	28/01/2017
<b>Descripción:</b>	Tabla que almacenará los datos recabados por el sensor.		
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripcion</b>
sc_rieg	INT	N/A	IDENTIFICADOR DEL RIEGO
fe_rieg	DATE	N/A	FECHA DEL RIEGO
ho_rieg	TIME	N/A	HORA DEL RIEGO
po_hume	MONEY	N/A	PORCENTAJE DE HUMEDAD
ce_temp	MONEY	N/A	TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS
in_lluv	CHAR	1	INDICADOR DE LLUVIA
in_rieg_auto	CHAR	1	INDICADOR DE RIEGO AUTOMATICO
st_rieg	VARCHAR	100	DESCRIPCION DEL ESTADO
<b>Relación</b>	<b>Tabla</b>	<b>Campos Clave</b>	<b>Campos Referencia</b>
N/A	N/A	N/A	N/A

**Elaborado por:** Los autores

En esta estructura es donde se materializan las definiciones del sensor dadas en los objetivos específicos y alcance. Es aquí donde podemos realizar consultas o generar reportes acerca del estado del dispositivo y del entorno del cultivo de cacao referente al sistema de riego.

**Tabla 6** Diccionario de Datos – TB\_Log\_Actividades

<b>Tabla:</b>	TB_Log_Actividades	<b>Fecha Creación:</b>	28/01/2017
<b>Descripción:</b>	Tabla que almacenara las actividades que se realicen en el Web Service.		
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripcion</b>
sc_regi	INT	N/A	IDENTIFICADOR DE LA ACTIVIDAD
ds_tag	VARCHAR	100	ETIQUETA DE LA ACTIVIDAD
ds_regi	VARCHAR	2000	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
ds_data	VARCHAR	1500	DESCRIPCION DE LOS DATOS UTILIADOS
fe_regi	DATETIME	N/A	FECHA DEL REGISTRO
st_regi	CHAR	10	DESCRIPCION DEL ESTADO
<b>Relación</b>	<b>Tabla</b>	<b>Campos Clave</b>	<b>Campos Referencia</b>
N/A	N/A	N/A	N/A

**Elaborado por:** Los autores

En esta estructura se almacenan las diversas actividades que realiza el Web Service que se implementó para el sistema automático de riego.

**Tabla 7** Diccionario de Datos – TB\_Rol\_Usuario

<b>Tabla:</b>	TB_Rol_Usuario	<b>Fecha Creación:</b>	28/01/2017
<b>Descripción:</b>	Tabla que almacena los roles de los usuarios.		
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripcion</b>
co_rol	SMALLINT	N/A	IDENTIFICADOR DEL ROL
no_rol	VARCHAR	50	NOMBRE DEL ROL
st_rol	CHAR	1	ESTADO DEL ROL
<b>Relación</b>	<b>Tabla</b>	<b>Campos Clave</b>	<b>Campos Referencia</b>
N/A	N/A	N/A	N/A

**Elaborado por:** Los autores

En esta estructura se almacena el rol del usuario que intentara acceder al Web Service. En donde se presentaran diferentes accesos y permisos dependiendo del rol con el que el usuario pueda acceder.

**Tabla 8** Diccionario de Datos – TB\_Usuario

<b>Tabla:</b>	TB_Usuario	<b>Fecha Creación:</b>	28/01/2017
<b>Descripción:</b>	Tabla que almacenará los datos de los usuarios.		
<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamaño</b>	<b>Descripcion</b>
co_usua	SMALLINT	N/A	IDENTIFICADOR DEL USUARIO
no_usua	VARCHAR	100	NOMBRE DEL USUARIO
cl_usua	VARCHAR	100	CLAVE DEL USUARIO
co_rol	SMALLINT	N/A	CODIGO DEL ROL
fe_regi	DATETIME	N/A	FECHA DE REGISTRO
fe_modi	DATETIME	N/A	FECHA DE MODIFICACION
fe_elim	DATETIME	N/A	FECHA DE ELIMINACION
st_regi	CHAR	1	ESTADO DEL REGISTRO
<b>Relación</b>	<b>Tabla</b>	<b>Campos Clave</b>	<b>Campos Referencia</b>
i1_Usuario	TB_Rol_Usuario	co_rol	co_rol

**Elaborado por:** Los autores

En esta estructura se registra la información con respecto al usuario tal como nombre, fecha de registro, modificación o eliminación.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Al concluir este proyecto a manera de prototipo planteado para la automatización del riego según las variables atmosféricas, se puede concluir que se llegaron a los objetivos planteados al inicio de este documento.

Según las pruebas realizadas y, los resultados obtenidos y analizados con el administrador de la hacienda, se confirma la viabilidad del posible desarrollo y posterior implementación del producto.

Según las pruebas realizadas se espera que este sistema ayude al riego en las plantaciones, ayudando así al ahorro del agua a utilizarse en el riego de dichas zonas y utilizando al final del día la información recabada para realizar cualquier tipo de análisis que se crea pertinente o necesario para mejoras futuras al sistema.

### **5.2. Recomendaciones**

Para un futuro desarrollo de este producto para que sea puesto en producción, se realizan las siguientes observaciones a tomar en consideración:

- Se recomienda que el sensor una vez sea armado, se encuentre protegido por una caja de acero inoxidable puesto que este estará a la intemperie, encontrándose expuesto a diferentes condiciones climáticas.
- Se recomienda implementar un componente WiFi al sensor para que se pueda realizar las comunicaciones sin cableado.
- Para la página web y para el servicio web, se recomienda el uso de certificados de digitales para la seguridad de la página, dichos certificados son facilitados por el proveedor de internet que tenga la hacienda.
- Se recomienda el uso de una fuente de alimentación eléctrica a través de un panel solar para todos los sensores que se requieran utilizar en la plantación.

## REFERENCIAS

Chávez, J. C. L. N. (2014). *Epistemología y Metodología de la Investigación*. Grupo Editorial Patria.

ELP-DSIC-UPV, R. N. M. (n.d.). REST vs Web Services. Retrieved from <http://files.distribuyendose.webnode.es/200000004-291172a0ec/RestVsWebServices.pdf>

Historia del Cacao | Anecacao Ecuador. (n.d.). Retrieved March 21, 2017, from <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>

M. Teresa Icart Isern, Anna M. Pulpón Segura, Eva M. Garrido Aguilae, & Pilar Hidalgo-Hito. (2012). *Cómo elaborar y presentar un proyecto de investigación, una tesina y una tesis*. Edicions Universitat Barcelona. Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación*. Editorial Episteme.

Prat Vera, J. M. (2016). *Aplicació mòbil pel control del consum elèctric* (B.S. thesis). Universitat Politècnica de Catalunya. Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/87650>

Ramírez Alzate, G. E., Cardona Cañaveral, J. S., Ardila Lindo, V. E., & others. (2014). *Diseño y construcción de un sistema controlado de refrigeración por agua para sistemas de cómputo* (B.S. thesis). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/4372>

Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación*. Editorial Episteme.

Sociedad de la Información -"SWITCH TRANSACCIONAL" (PDF Download Available). (n.d.). In *ResearchGate*.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/2.1.2895.6160>

Software, N. (2016, January 19). Sensor de humedad de suelo YL-69. Retrieved from <http://www.niplesoft.net/blog/2016/01/19/sensor-de-humedad-de-suelo-yl-69/>



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Jaramillo Gualoto, Brayan Armando; Plúas Torres, José Federico** con C.C: # 0922333075; 0923645634 autores del trabajo de titulación: **Sistema Automático de Riego para Plantación Cacaotera** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **21 de Marzo de 2017**

Jaramillo Gualoto, Brayan Armando  
C.I: 0922333075

Plúas Torres, José Federico  
C.I:0923645634



## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	<b>Sistema Automático de Riego para Plantación Cacaotera</b>		
<b>AUTOR(ES)</b>	Jaramillo Gualoto, Brayan Armando ; Plúas Torres, José Federico		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Morejón Campoverde, José Lenin		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Ingeniería		
<b>CARRERA:</b>	Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Sistemas Computacionales		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>21 de marzo del 2017</b>	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	<b>64</b>
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Hardware, Software, Redes y Comunicaciones		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	IMPLEMENTACIÓN; RIEGO AUTOMÁTICO; CACAO; INNOVACIÓN; RIEGO; SISTEMAS		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>La solución propuesta en el presente documento de titulación es el análisis, diseño, desarrollo e implementación de un sistema automático de riego para cultivos de cacao enfocándose principalmente en la producción de los pequeños y medianos agricultores que poseen este cultivo con el objetivo de introducir dentro del sector agro industrial, innovaciones tecnológicas que permitan mejorar los procesos de riego optimizando el uso del recurso agua del mismo. Hemos desarrollado el presente trabajo utilizando las metodologías: Cuantitativa, Analítica y Descriptiva el proyecto será presentado como un prototipo en una maqueta con todos los elementos necesarios para simular los posibles escenarios de evaluación que estén relacionados al riego del cultivo. El proyecto contará con un dispositivo que evaluará las variables atmosféricas y climáticas de modo que el sistema pueda proveer un funcionamiento eficaz, preciso y confiable del riego en las plantaciones. Al concluir este prototipo se espera la óptima aplicación automática de riego basado en los sensores ambientales controlando la humedad del suelo alineándose con los objetivos planteados.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593982427433; +593995868164	<b>E-mail:</b> bajg93_@hotmail.com ; fede.pluas92@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b>	<b>Nombre: Valencia Macias, Lorgia del Pilar</b>		
	<b>Teléfono: +593-4-2206950 ext 1020</b>		
	<b>E-mail: lorgia.valencia@cu.ucsg.edu.ec</b>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			