



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE  
TELECONTROL Y SEGURIDAD PERIMETRAL DE UNA  
ESTACIÓN AGRO-METEOROLÓGICA CON INTERFAZ WEB  
MEDIANTE USO DE HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE”

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN TELEMÁTICA**

Presentado por:

Freddy Antonio Quimis Marcillo

Ronald Guillermo Zamora Arreaga

GUAYAQUIL – ECUADOR

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios, a mi familia por su constante apoyo y también agradecer a mis amigos y profesores de la Espol.

RONALD ZAMORA ARREAGA.

Agradezco a Dios, a mi familia por su incondicional apoyo, a mis amigos y profesores por infundir en mí un espíritu de superación y lucha.

FREDDY QUIMIS MARCILLO

## DEDICATORIA


A Dios, a mis padres, a mis abuelitos, en especial a mi Mami Yolanda y a toda mi familia quienes con sus consejos y apoyo me han sabido guiar y me han ayudado a terminar mi carrera profesional.

FREDDY QUIMIS MARCILLO

A Dios, a mis padres, a mis hermanos y a mis amigos por brindarme todo su apoyo.

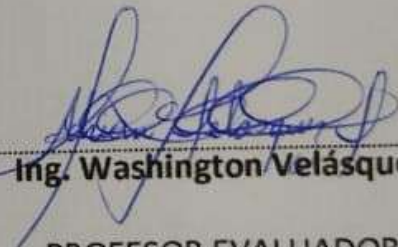
RONALD ZAMORA ARREAGA.

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



Ing. Marcos Millán

PROFESOR EVALUADOR



Ing. Washington Velásquez

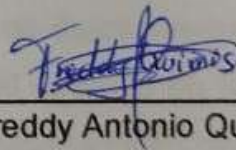
PROFESOR EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro 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"



Ronald Guillermo Zamora Arreaga



Freddy Antonio Quimis Marcillo

## RESUMEN

El sector agrícola es uno de los más descuidados en el país; y el presente proyecto se desarrolló con la finalidad de proveer un sistema acertado de toma de decisiones en base a cómo se comportan las variables ambientales, de esta manera se logra la optimización de recursos al momento de cosechar o cuando se realizan actividades afines a la agricultura y mantenimiento de cultivos.

Para lo previamente expuesto se diseñó e implementó una estación agrometeorológica con hardware libre (Raspberry pi Modelo B+), además del desarrollo de una aplicación web intuitiva y amigable que interactúe directamente con los usuarios, de esta manera ellos podrán acceder a la información de la estación desde cualquier lugar en el momento que ellos deseen.

Para la implementación se usó el sistema operativo Linux/Raspbian por: Estabilidad, seguridad y comodidad; la placa embebida obtiene la información de los sensores ambientales y los procede a guardar en una base de datos interna que luego será consultada por la página web para ser mostrada al operario en forma de gráficos estadísticos y reportes. La estación agrometeorológica también tiene un sistema de alarma (Seguridad Perimetral) en caso de posible violación del perímetro; también constara con una cámara la cual tendrá como propósito principal el monitoreo y vigilancia del perímetro.

El costo de implementación de este proyecto fue alrededor de \$200, lo que lo convierte en un proyecto accesible y competitivo; quienes lo adquieran no tendrán problemas con licencias o pagos de actualizaciones ya que se pensó como un proyecto de código abierto.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
CAPÍTULO 1 .....	1
1. DESCRIPCIÓN GENERAL .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación .....	2
1.2.1. Descripción del Proyecto .....	4
1.2.2. Objetivos Generales.....	6
1.2.3. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Alcance del proyecto .....	6
1.4. Limitaciones .....	7
CAPÍTULO 2 .....	8
2. Análisis y Diseño .....	8
2.1. Planificación .....	8
2.1.1. Perspectiva.....	11
2.1.2. Gestion Alarmas.....	12
2.1.3. Reportes.....	12
2.1.4. Gráficas Estadísticas .....	12
2.1.5. Requerimientos del Producto.....	12
2.1.6. Tipos de Usuario .....	13
2.1.7. Requisitos a futuro .....	13
2.1.8. Costo de Implementación .....	14
2.2. Software.....	15
2.2.1. Bootstrap .....	15
2.2.2. Raspbian .....	16
2.2.3. LAMP.....	18

2.2.4.	Highcharts .....	18
2.2.5.	PHP .....	19
2.3.	Hardware .....	19
2.3.1.	Raspberry pi Modelo b +.....	20
2.4.	Desventajas de usar Raspberry Pi Modelo b + .....	20
2.5.	Sensores.....	21
2.5.1.	Sensor de Presión BMP180 .....	21
2.5.2.	Sensor de Temperatura DHT11 .....	21
2.5.3.	Sensor Ultrasonido.....	22
2.5.4.	Sensor de Humedad del Suelo .....	23
CAPÍTULO 3	.....	24
3.	Implementación y Análisis de Resultados.....	24
3.1.	Implementación del Hardware en la maqueta .....	24
3.2.	Resultados.....	27
3.3.	Simulaciones .....	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	29
ANEXOS	.....	31
BIBLIOGRAFÍA	.....	37



# CAPÍTULO 1

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

### 1.1. Antecedentes

El clima es impredecible, pero es factible de ser medido y por ende dar una aproximación de su comportamiento; la temperatura, velocidad del viento, presión atmosférica, humedad del aire y del suelo, nos permiten intuir variaciones en el clima, por ejemplo la baja temperatura y constantes lluvias nos dan una idea de que estamos en invierno, las variaciones bruscas de viento son señal de fuertes tormentas, entre otras.

Para poder medir los factores climáticos se han creado las estaciones meteorológicas, las cuales se encuentran distribuidas en diferentes lugares, son instalaciones que cuentan con un sin número de instrumentos los cuales nos permiten obtener de manera casi precisa la información, el comportamiento, así como datos climáticos del área donde se encuentran ubicados.

En los sistemas antiguos para obtener la información de las estaciones meteorológicas se designaba una o varias personas para que guarden las lecturas de los sensores de una manera manual y esto es una manera ineficiente para recopilar datos.

Con el pasar de los años observamos el nacimiento de nuevas invenciones, de mejoras de sistemas existentes, lo que nos lleva a la actualidad, donde ya existen equipos que permiten guardar la información de los sensores de una manera automática sin necesidad de intervención humana.

Según datos del INAMHI, en el Ecuador existen trece estaciones agrometeorológicas, de las cuales; cinco se encuentran en la costa, seis en la sierra, dos en el oriente y ninguna en la región insular.

<b>Cod.Nvo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Provincia</b>
<b>M002</b>	La Tola	AG	Pichincha
<b>M003</b>	Izobamba	AG	Pichincha
<b>M004</b>	Rumipamba	AG	Cotopaxi
<b>M005</b>	Portoviejo	AG	Manabí
<b>M006</b>	Pichilingue	AG	Los Ríos
<b>M007</b>	Nuevo Rocafuerte	AG	Orellana
<b>M008</b>	Puyo	AG	Pastaza
<b>M0033</b>	La Alegria-Loja	AG	Loja
<b>M037</b>	Milagro(Ingenio Valdez)	AG	Guayas
<b>M1320</b>	Espam-Mfl-Calceta	AG	Manabí
<b>M0292</b>	Granja Sta.Ines(UTM)	AG	El Oro
<b>M1294</b>	Tomalon	AG	Pichincha
<b>M1267</b>	Pedro Vicente Maldonado	AG	Pichincha

**Tabla 1: Estaciones Agro-meteorológicas en el Ecuador [1]**

## 1.2. Justificación

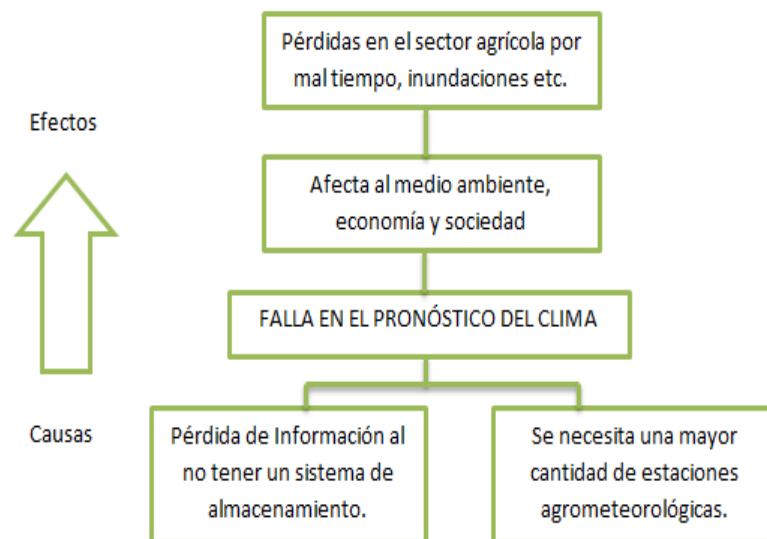
Actualmente el país cuenta con varias estaciones meteorológicas y agro-meteorológicas, cuya principal función es el monitoreo y la medición de variables ambientales, pero es posible y más cómodo tener una estación propia que no solo brinde acceso a la información de los factores climáticos y los reportes, sino que automatice varias actividades dentro de la hacienda tomando en cuenta las variables medidas.

En las zonas rurales se observan gran cantidad de fincas familiares, cuya metodología para dar mantenimiento a sus áreas de cultivo se basa en la intuición, mas no en analizar los mejores momentos para cultivar y dar

mantenimiento a las hectáreas de terreno que poseen, lo que genera pérdidas en lugar de ganancias y no se da un adecuado control de los gastos que esto genera.

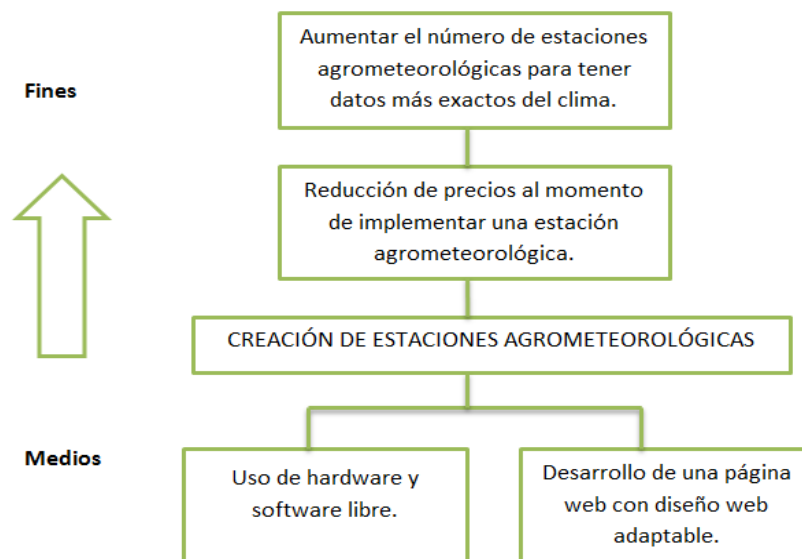
El prototipo de estación agro-meteorológica ayuda y beneficia al sector agrícola, optimizando recursos apoyándose de los gráficos estadísticos y reportes de los cambios climáticos para una eficiente toma de decisiones, de esta manera se podría generar mayor producción y como consecuencia generar un mejor flujo económico.

A continuación se presenta una gráfica que muestra las causas y efectos de un mal pronóstico climático.



**Figura 1.1 Fallos en los pronósticos del clima.**

Se aprecia en la figura 1.2 que una posible solución para evitar falencias en los pronósticos del clima, es la implementación de más estaciones meteorológicas en el país y sobre todo agro-meteorológicas.



**Figura 1.2 Creación de Estaciones Agro-meteorológicas.**

Uno de los beneficios más importantes es que al ser implementado sobre software y hardware libre, se reduce el costo notablemente sin que afecte la eficiencia del producto.

### 1.2.1 Descripción del Proyecto

La estación agro-meteorológica tiene varios sensores que van a medir las variables climáticas:

- Precipitación de lluvia
- Velocidad del viento
- Temperatura
- Humedad del aire
- Humedad del suelo
- Presión atmosférica

La Raspberry Pi Modelo B+ es fundamental para el proyecto, es quien proveerá el control y receptara las lecturas de los sensores, para almacenarlos en tablas dentro de una base de datos (Mysql), el dispositivo contará también con un servidor web apache para incluir la página web, la cual estará extrayendo la información de la base de datos y mostrara lo obtenido de las tablas en graficas estadísticas y reportes que se generan cada cierto tiempo.

La página web tiene un diseño adaptable, lo que significa que se podrá acceder a la misma desde cualquier computadora, tablet o celular sin que se vea afectado el tamaño de la pantalla de la página.

Para la creación de la página se usara el framework bootstrap que es la combinación de javascript con css, además se crearan gráficos estadísticos de los diferentes sensores, los cuales se podrán descargar en formato png, jpeg, pdf o csv.

Para poder ingresar a la página tiene que tener un usuario y contraseña, el usuario administrador es el único que puede crear cuentas, las contraseñas van a estar encriptadas con md5 (Algoritmo de Encriptación), por lo que nadie podrá saber las contraseñas de los usuarios.

La estación tiene seguridad perimetral es decir que para poder ingresar se necesita una contraseña para desactivar las alarmas, de la misma manera cuando se abandona el lugar se coloca un código para activar la alarma, constará con una cámara para poder monitorear el perímetro.

### **1.2.2 Objetivo general**

Diseñar e implementar un prototipo de telemetría y telecontrol de estación Agro-meteorológica con interfaz web, mediante el uso de software y hardware libre para mejorar y optimizar recursos de pequeñas fincas agrícolas.

### **1.2.3 Objetivos específicos**

- Diseñar una página web sencilla, intuitiva y amigable con el usuario, donde se pueda recibir y mostrar los datos de la estación agro-meteorológica.
- Implementar la estación agro-meteorológica con el uso de tecnologías libres como la Raspberry Pi Modelo b + para reducir costos.
- Analizar y registrar las lecturas obtenidas de las variables ambientales desde una base de datos.
- Controlar la evacuación del agua del pluviómetro desde la página web, usando una electroválvula.

## **1.3. Alcance del Proyecto**

El prototipo únicamente medirá las variables: temperatura, velocidad del viento, precipitación de lluvias, presión atmosférica, altura, humedad del aire y del suelo.

Se generan reportes y gráficos estadísticos para que las personas realicen la siembra de sus cosechas en un rango de tiempo idóneo y que les resulte con mayor beneficio.

El pluviómetro contará con un sistema controlado desde la página web para vaciar el contenido del recipiente una vez esté lleno, la afluencia del líquido ira directo a la tierra para no desperdiciar agua.

#### **1.4. Limitaciones**

El proyecto no cuenta con una fuente autosustentable (panel solar), depende de la energía eléctrica para poder funcionar, además que cuenta con una fuente de poder externa de una computadora, por razones de tiempo no se pudo compactar esta fuente que alimenta a la electroválvula y los sensores.

No cuenta con todos los dispositivos de una estación completa, falta el evaporímetro, sensor de radiación solar, dirección del viento, etc.

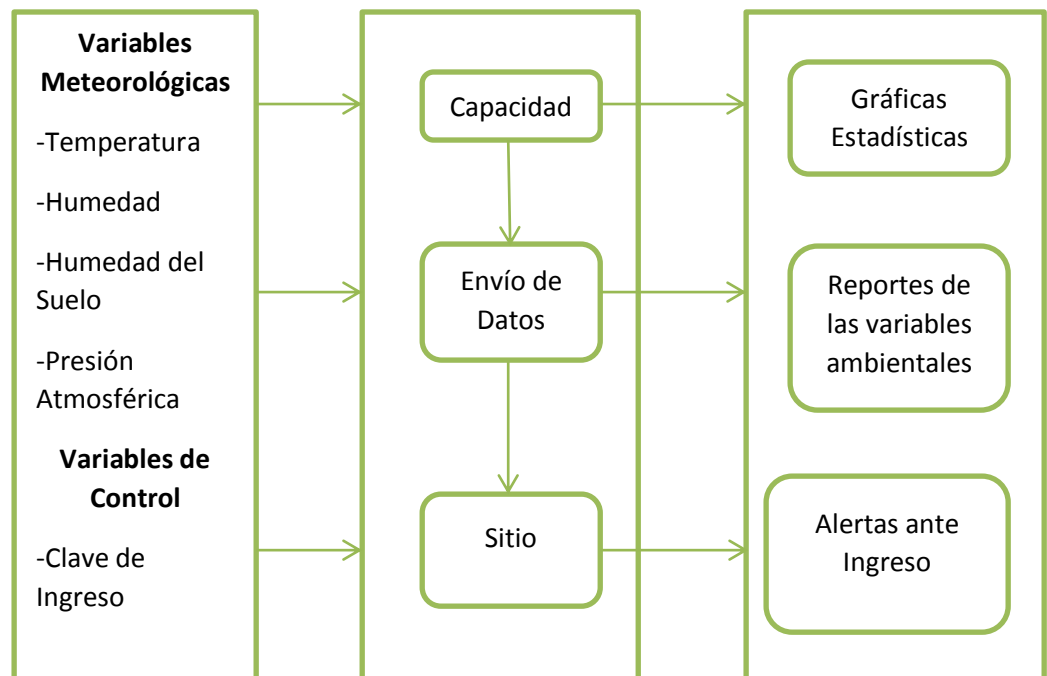
El telecontrol se limita a solo vaciar el pluviómetro, se podría incluir una bomba para así crear un sistema de riego por aspersor.

## CAPÍTULO 2

### 2. Análisis y Diseño

#### 2.1 Planificación

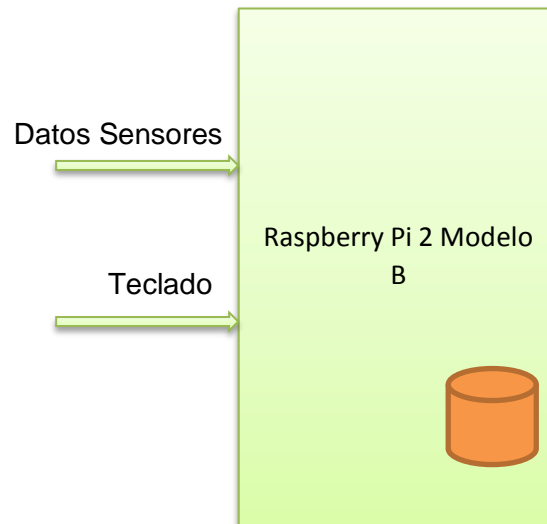
Para el desarrollo de este proyecto se analizó y se obtuvieron todas las entradas y salidas del sistema, las cuales se observan en la figura 2.1.



**Figura 2.1 Esquema de Planificación para la creación de la Estación Agro-meteorológica**

En la figura 2.2 se especifican las variables de entradas, que corresponden a las lecturas de los sensores y el control de acceso para ingresar a la estación agro-meteorológica.

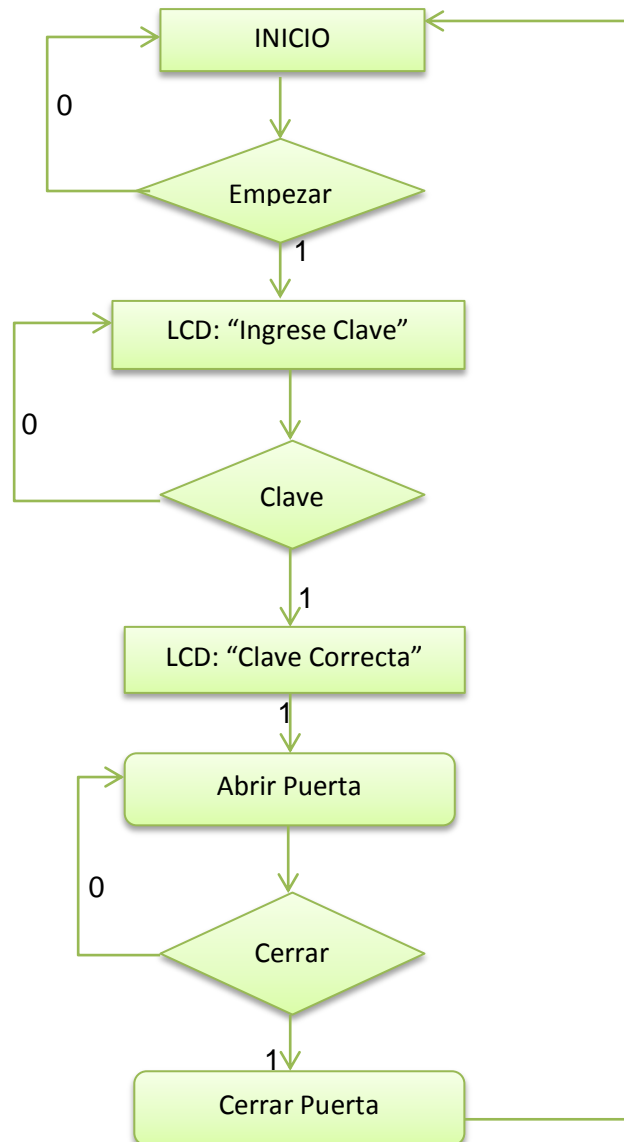




**Figura 2.2 Comunicación externa Raspberry**

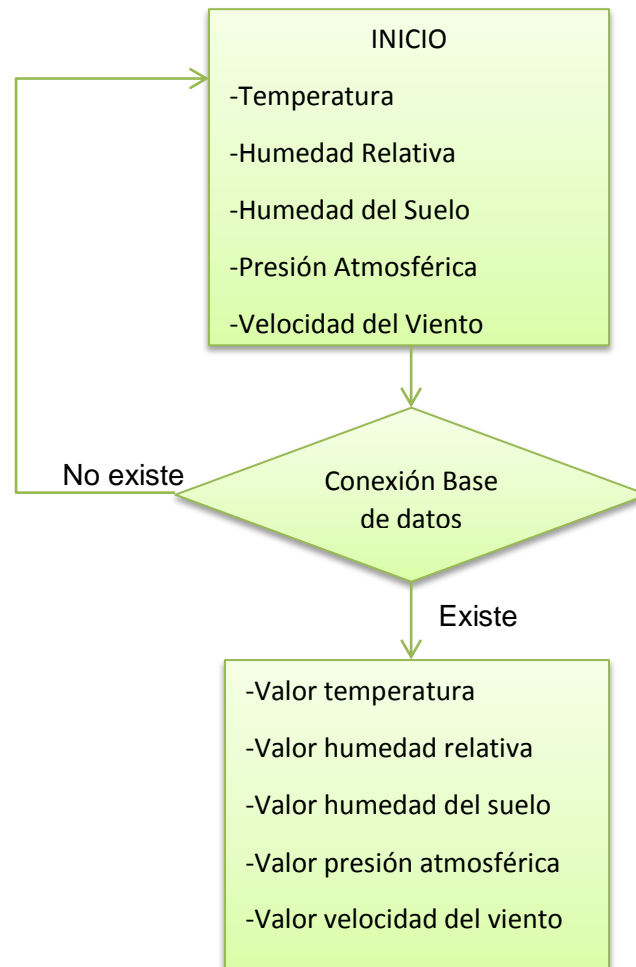
El usuario podrá ingresar desde un navegador a la página web, que se encuentra alojado en el servidor web que tiene la raspberry pi modelo b+, el usuario al interactuar con la página enviará información a la base de datos interna que se encuentra en la tarjeta.

En la figura 2.3 se explica el ingreso a la estación agro-meteorológica, cuando queremos ingresar a la estación en la pantalla LCD se muestra el mensaje "Ingrese Clave" al momento que el usuario procede a ingresar una clave incorrecta en la pantalla LCD seguirá saliendo el mensaje "Ingrese Clave" en caso que el usuario ingrese la clave correctamente en la pantalla LCD se presentara el mensaje "Clave Correcta" y automáticamente se procede abrir la puerta, después que el usuario pueda ingresar el decidirá si desea que la puerta se cierre o se mantenga abierta.



**Figura 2.3: Sistema Acceso**

En la figura 2.4 se explica cómo se van almacenar la información en la base de datos que tiene la raspberry pi en donde el cuadro "INICIO" se muestra todas las variables ambientales que queremos ingresar en la base y si existe una conexión con la base de datos entonces se procede a guardar los datos caso contrario no procede a guardar ninguna información.



**Figura 2.4 Almacenamiento de datos**

### 2.1.1 Perspectiva

Se desarrolla un sistema que guarda los datos de las variables meteorológicas en una base de datos para tener predicciones del clima y con esta información se generaran reportes y graficas estadísticas.

### **2.1.2 Gestión Alarmas**

El sistema generara alertas y notificaciones de avisos importantes mediante correo electrónico con respecto a factores climáticos y a la seguridad perimetral.

### **2.1.3 Reportes**

Los reportes se generarán en base a la información que se encuentra en la base de datos, los reportes se visualizaran en formato .pdf y .csv.

### **2.1.4 Gráficas Estadísticas**

En estas graficas se podrá visualizar las últimas diez lecturas de los sensores para mostrar los valores del clima y se podrá descargar estas graficas en formato .png, jpeg, pdf y svg.

### **2.1.5 Requerimientos del producto**

La estación agro-meteorológica siempre va a estar operativa a menos que haya un corte de energía eléctrica o por otras circunstancias ajenas. La página es de fácil uso, las gráficas estadísticas y los reportes son intuitivos para el usuario, se podrá acceder a la página desde cualquier navegador y desde un computador, tablet o celular.

### 2.1.6 Tipos de Usuario

Tipo de Usuario	Permisos
<b>Administrador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cambiar clave</li> <li>-Crear usuario</li> <li>-Ver lista de usuarios</li> <li>-Gráficas estadísticas</li> <li>-Reportes</li> </ul>
<b>Usuario Estándar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cambiar clave</li> <li>-Gráficas estadísticas</li> <li>-Reportes</li> </ul>

**Tabla 2.1: Tipos de usuario**

Dependiendo del nivel de privilegios el usuario podrá tener acceso a más opciones como se aprecia en la tabla 2.1

### 2.1.7 Proyecciones a futuro

Trabajar en el diseño de una red de estaciones agro-meteorológicas interconectadas que estén ubicadas en lugares estratégicos, se cubriría un área más amplia lo que implica mejores resultados de predicción del clima; en caso de que corte la energía se podría implementar paneles solares como método amigable al ambiente.

### 2.1.8 Costo de implementación

En la tabla 2.2 procederemos a detallar los costos de los sensores y los demás componentes para la realización de la estación.

<b>Sensores</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
<b>Sensor Temperatura y Humedad (DHT11)</b>	1	\$9
<b>Sensor Barométrico (BMP085)</b>	1	\$12
<b>Sensor de Humedad de Suelos</b>	1	\$9
<b>Sensor Ultrasónico</b>	1	\$9
<b>Sensor de Presencia</b>	1	\$9
<b>Sensor magnético</b>	2	\$6
<b>Adaptador WIFI</b>	1	\$15
<b>Raspberry Pi Modelo b +</b>	1	\$45
<b>Lcd y módulo i2c</b>	1	\$10
<b>Teclado Membrana</b>	1	\$4
<b>Electroválvula</b>	1	\$25
<b>Cámara</b>	1	\$15
<b>Soporte</b>	1	\$20
<b>Caseta</b>	1	\$15
<b>Panel de Control</b>	1	\$10
<b>Fuente de poder externa</b>	1	\$15
<b>Cables, pie de amigo, baquelita, tornillos, borneras, amarras etc.</b>		\$22
<b>Total</b>		\$250

**Tabla 2.2: Lista de Precios**

Si comparamos lo que hemos gastado implementado la estación con otras estaciones podemos ver que tiene un precio accesible para las personas que se dedican a la agricultura.

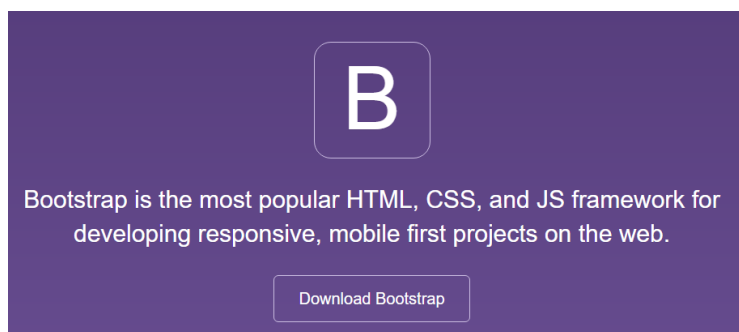
## 2.2 Software

### 2.2.1 Bootstrap

Es un framework de código abierto para la creación de sitios web y aplicaciones web, contiene plantillas html, css, botones, extensiones de javascript.

#### ***Instalación.***

La manera más natural de instalar bootstrap es descargando el archivo, este archivo se encuentra en su página oficial como se muestra en la figura 2.5.



**Figura 2.5 Instalación Bootstrap**

También se puede instalar usando cdn bootstrap que distribuye localmente el contenido de los servidores y guardan en cache los archivos que no necesitan actualización permanente, que consiste en usar enlaces sin tener que descargar el archivo, la única desventaja de esto es que tenemos que tener conexión a internet.

```
<!-- Latest compiled and minified CSS -->  
<link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.5/css/bootstrap.min.css">  
  
<!-- Optional theme -->  
<link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.5/css/bootstrap-theme.min.css">  
  
<!-- Latest compiled and minified JavaScript -->  
<script src="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.5/js/bootstrap.min.js"></script>
```

**Figura 2.6 CDN Bootstrap**

Otra manera diferente de instalar bootstrap es usando bower pero solo para el uso de css y javasript a través del siguiente comando. [2]

```
$ bower install bootstrap
```

**Figura 2.7 Bower Bootstrap**

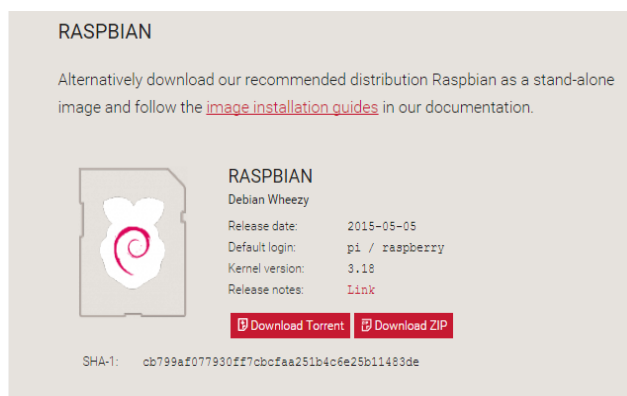
## 2.2.2 Raspbian

Es una distribución libre basada en debían que se la puede descargar sin ningún costo tanto en la página oficial de raspbian o en la página oficial de la raspberry pi.

### ***Instalación.***

Se puede descargar la imagen el archivo en .zip o con torrent.





**Figura 2.8 Instalación Raspbian**

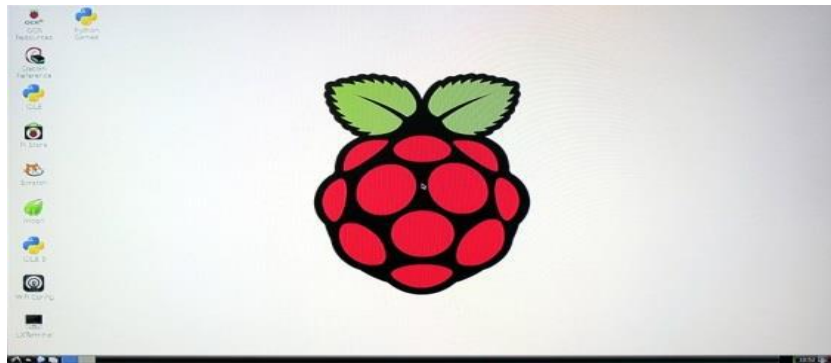
Debido a que la imagen pesa alrededor de 3Gb se recomienda usar una memoria micro SD de 4gb o mayor, el proyecto actualmente usa una tarjeta de 8gb.

Podemos descargar el programa “Win32 Disk Imager” para poder realizar la instalación, una vez que tenemos instalado el programa primero se elige la unidad donde se va a instalar Raspbian y se da click en “write” para guardar la distribución.

Luego procedemos a encender la raspberry pi para configurar raspbian donde se necesitará un teclado y un monitor con entrada hdmi, por comodidad del primer inicio de la Raspberry.

Hay que extender el filesystem para que ocupe toda la capacidad de la tarjeta microsd. Del menú de configuración seleccionar “Expand Filesystem”, el proceso de expansión se realizara después de reiniciar. Habilitar la interfaz gráfica del escritorio LXDE desde la opción “Enable Boot to Desktop”.

Después debemos configurar hora, teclado, idioma, y con estas configuraciones se procede a reiniciar. Una vez reiniciado se mostrara el escritorio LXDE como se muestra en la figura. [3]



**Figura 2.9 Escritorio Raspbian**

### 2.2.3 LAMP

#### Instalación

Tenemos que acceder a la raspberry pi y nosotros lo hacemos via ssh con putty y ejecutamos los siguientes comandos:

```
-sudo apt-get update
```

```
-sudo apt-get upgrade
```

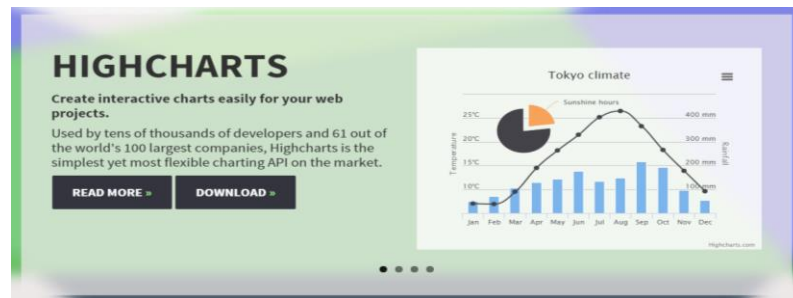
Y luego se procede a usar el siguiente comando:

```
-sudo apt-get install apache2 php5 php5-mysql mysql-server
```

Y con esto se culminó la instalación. [4]

### 2.2.4 HighCharts

Es una librería escrita en javascript donde se pueden hacer gráficas de todo tipo, se la utiliza bastante en las páginas web. [5]



**Figura 2.10 Highcharts**

### 2.2.5 PHP

Es un lenguaje que actúa del lado del servidor diseñado para desarrollo web dinámico, este lenguaje lo utilizamos para realizar nuestra página web debido a que es de código abierto y fácil de utilizar. [6]



**Figura 2.11 Logo PHP**

## 2.3 Hardware

Al momento de elegir el hardware se tuvieron que tomar algunas consideraciones para el desarrollo de este proyecto:

- Código abierto.
- Precio accesible.
- Cantidad de entradas y salidas.
- Lenguaje de programación.
- Consumo de energía.

### 2.3.1 Raspberry pi Modelo B +

Es un ordenador de placa reducida de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la fundación Raspberry pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de computación en las escuelas.

Esta tarjeta tiene muchas funcionalidades como instalar el servidor web, base de datos entre otras. El modelo que vamos usar es raspberry pi modelo b+ ya que es la última que existe en el mercado. [7]



**Figura 2.12 Raspberry Pi Modelo B+**

### 2.4 Desventajas de usar Raspberry Pi Modelo B+

La principal desventaja que tiene esta tarjeta es que no tiene entradas analógicas por lo que tuvimos que usar sensores digitales y sensores analógicos con un convertidor digital incorporado.

Tiene pocos pines en comparación con otras tarjetas como por ejemplo la beaglebone black tiene más pines de entrada gpio.

## 2.5 Sensores

### 2.5.1 Sensor de Presión BMP180

El sensor BMP180 es un sensor de presión atmosférica de alta precisión, utiliza la interfaz i2c para comunicación. [8]

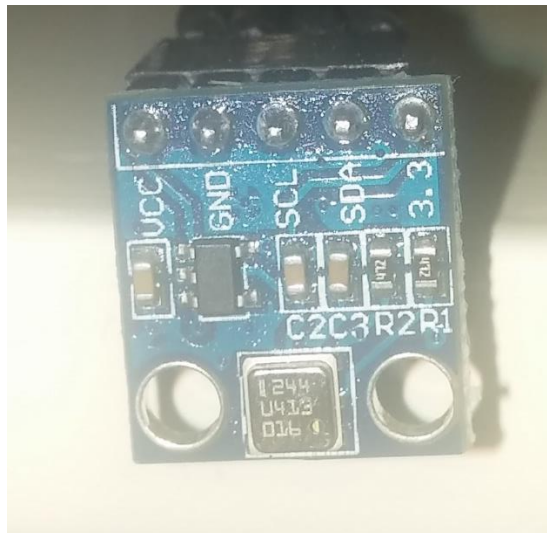
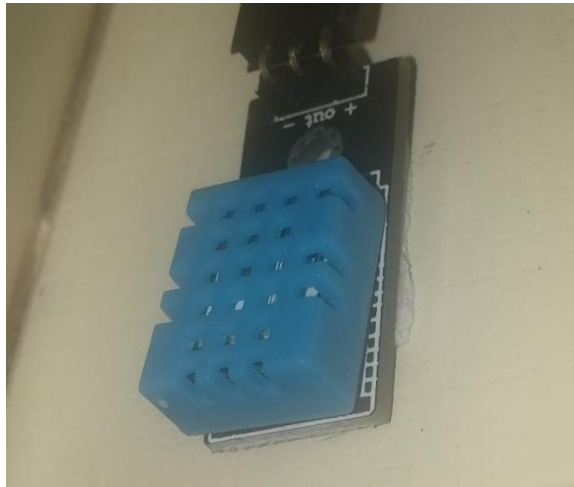


Figura 2.13 Sensor de presión

### 2.5.2 Sensor de Humedad y Temperatura DHT11

Se componen de un sensor capacitivo para medir la humedad y de un termistor, ya vienen calibrados de fábrica y son fiables. [9]



**Figura 2.14 Sensor de temperatura y humedad**

### 2.5.3 Sensor de Ultrasonido

Posee un emisor y un receptor de ultrasonidos que trabajan a 40 KHz, el disparador emite una señal que al rebotar se traduce como un pulso en la patilla echo. [10]



**Figura 2.15 Sensor de ultrasonido**

#### 2.5.4 Sensor de Humedad del Suelo

El principio de este sensor, es que las patillas están recubiertas de un material conductor que al entrar en contacto con el agua, crea un puente entre ellas enviando una señal que será detectada por un circuito de control con un amplificador operacional que transformará lo registrado en una señal analógica y otra digital.[11]



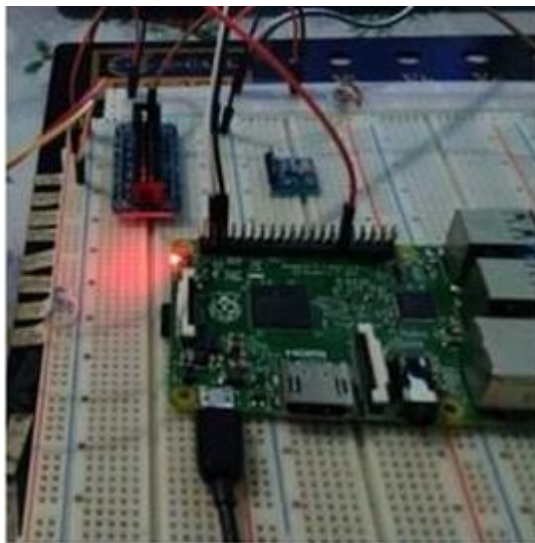
Figura 2.16 Sensor de humedad del suelo

## CAPÍTULO 3

### 3. Implementación y Análisis de Resultados

#### 3.1 Implementación de Hardware en la maqueta

Antes de colocar los sensores en la maqueta, se realizaron pruebas en el protoboard para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos como se puede apreciar en la figura 3.1.



**Figura 3.1 Conexión de los dispositivos en protoboard**

El pluviómetro se construyó a partir de un sensor de ultrasonido, el cual mide el nivel de agua en un recipiente, es decir, la distancia del sensor al líquido, y de acuerdo a esto con una pequeña fórmula calculé el volumen por unidad de  $\text{cm}^2$  de la precipitación de lluvias.

En la figura 3.2 se muestra el primer prototipo de pluviómetro construido, mientras que la figura 3.3 muestra el prototipo final ya anexado a la estación.





**Figura 3.2 Prototipo pluviómetro**



**Figura 3.3 Pluviómetro anexo**

El anemómetro se construyó con un tubo pvc de media pulgada, un cd, pelotas de ping-pong y tres imanes adheridos al cd que estarán cerca del sensor magnético para poder generar los pulsos, que luego se procesarán para traducirlos en velocidad del viento.



**Figura 3.4 Anemómetro**

En el interior de la caja de madera va estar ubicado la raspberry pi 2 modelo B+, una placa con borneras donde se realizan las conexiones hacia los sensores, una placa con un relé que me controla el estado de la electroválvula, fuera de la caja estará el tomacorriente y un switch para poder apagar y prender la tarjeta.

En el exterior de la caseta se encuentran ubicados la antena wifi, los sensores, el anemómetro y el pluviómetro, además de una fuente externa para alimentar los sensores y la electroválvula.



**Figura 3.5 Caseta**

### 3.2 Resultados Obtenidos

Se procederá tomar las lecturas de los sensores cada 10 segundos por motivos de pruebas para generar las gráficas, pero se recomienda guardar los datos cada hora o cada 2 horas, ya que por lo general no existe variación inmediata en los factores climáticos que estamos midiendo.

```
mysql> select * from EAM_TEMP;
```

id_temp	temp_val	fecha_reg	sensor
13	28	23-08-2015 16:15:14	DHT
14	28	23-08-2015 16:15:18	DHT
15	28	23-08-2015 16:15:22	DHT
16	28	23-08-2015 16:15:26	DHT
17	28	23-08-2015 16:15:33	DHT
18	28,6	29-08-2015 23:43:40	BMP
19	28,6	29-08-2015 23:43:47	BMP
20	28,6	29-08-2015 23:43:53	BMP
21	28	29-08-2015 23:50:09	DHT
22	28	29-08-2015 23:50:13	DHT
23	28	29-08-2015 23:50:18	DHT
24	29	29-08-2015 23:50:25	DHT
25	31	29-08-2015 23:50:29	DHT
26	29	29-08-2015 23:50:41	DHT
27	29	29-08-2015 23:50:45	DHT
28	29	29-08-2015 23:50:50	DHT
29	27,9	08-09-2015 23:10:06	BMP
30	27,9	08-09-2015 23:10:12	BMP
31	28	09-09-2015 00:05:36	DHT

Figura 3.6 Datos almacenados

Todos estos datos son almacenados en una base de datos interna que tiene la raspberry pi, tiene micro sd con 8 GB de capacidad pero lo cual se hizo un estudio y se determinó que la base tiene un espacio aproximado de 4GB.

```
pi@raspberrypi ~/python_script $ sudo python bd_InfoRasp.py
% De Uso Del CPU : 47.9 %
Temperatura CPU : 31.5 *C
Frecuencia CPU : 700.0 MHz
Temperatura GPU : 31.5 *C
Frecuencia GPU : 250.0 MHz
Memoria Usada : -57.6/434.6 MB
Disco Usado : 3.8/6.3 GB
Direccion IP : 192.168.0.103
```

Figura 3.7 Cantidad de memoria usada

### 3.3 Simulaciones

Se simulará la entrada a la estación agro-meteorológica mediante un panel de acceso como se observa en la figura 3.8, en la que se procederá a digitar la clave en el teclado para ingresar a la estación agro-meteorológica sin ningún problema, apagando la alarma.



**Figura 3.8 Puerta de Acceso a la estación agro-meteorológica**

Se visualizarán los datos de las variables meteorológicas mediante la página web en forma estadística y reportes, la aplicación web cuenta con diseño adaptable al tamaño de la pantalla.



Usuario:

Contraseña:

[Iniciar Sesión](#)

[Cambiar Contraseña](#)

**Figura 3.9 Diseño adaptable a la pantalla**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. La raspberry pi modelo B+ a pesar de su tamaño ha demostrado ser potente y eficiente, siempre y cuando se asignen las tareas de forma óptima, de manera que no desperdiciemos recursos de esta placa embebida.
2. Es factible que con esta placa se puedan realizar muchas más aplicaciones, debido a que cuenta con muchas librerías y paquetes, además de variada documentación, y muchos foros acerca de ella.
3. Se podrá acceder a la página web desde otra red siempre y cuando tenga conexión a internet, con su diseño web adaptable no es necesario tener un computador o una laptop porque sin problema la podrían visualizar desde un dispositivo móvil sea este una tablet o un celular.
4. El costo total de este proyecto con la raspberry pi modelo B+, seguridad perimetral y desarrollo de una página web fue alrededor de \$250 lo que la hace económica y funcionalmente competitiva con otras estaciones meteorológicas en el mercado.
5. Con la adquisición de módulos i2c disminuimos la carga a la raspberry, dejando más GPIOs libres, éste estándar de comunicación permite hasta 40 dispositivos conectados a él en serie.

## Recomendaciones

1. Hay que tener cuidado con los voltajes dados a las entradas GPIO de las raspberry pi modelo B+, porque esta podría quemarse si no le entregamos un voltaje adecuado, el rango del mismo es de 0 a 3.3V.
2. Reforzar los conocimientos básicos de Linux adquiridos durante la carrera, debido a que se usan comandos que resultan nuevos o con un grado de complejidad mayor.
3. Tener en cuenta que la Raspberry pi esté encendida y funcionando correctamente, caso contrario no podríamos conectarnos a la página web o darle el respectivo mantenimiento a la placa, dado que no podríamos establecer conexión con la misma.
4. Usar módulos i2c para la LCD y el teclado es más favorable, pues gracias a estos disminuimos el consumo de GPIOs de la raspberry y quedarían GPIOs libres para nuevas conexiones.

## ANEXOS

### Anexo A: Características de la Raspberry pi modelo B+.

SoC	Broadcom BCM2836
CPU	ARM11 ARMv7 ARM Cortex-A7 4 núcleos @ 900 MHz
Overclocking	Sí, hasta arm_freq=1000 sdram_freq=500 core_freq=500 over_voltage=2 de forma segura
GPU	Broadcom VideoCore IV 250 MHz. OpenGL ES 2.0
RAM	500 MB LPDDR2 SDRAM 450 MHz
USB 2.0	4
Salidas de video	HDMI 1.4 @ 1920x1200 píxeles
Almacenamiento	microSD
Ethernet	Sí, 10/100 Mbps
Tamaño	85,60x56,5 mm
Peso	45 g
Consumo	5v, 900mA, aunque depende de la carga de trabajo de los 4 cores

**Tabla A1: Características de la Raspberry pi B+**

## Anexo B: Manual de usuario de la página web:

Primero nos pedirá que el usuario ingrese su usuario y contraseña, como muestra la figura B1.



Logo: Ingeniería en Telemática

Usuario:

Contraseña:

[Cambiar Contraseña](#)

**Figura B1 Pantalla de Acceso a la aplicación web**

El usuario puede modificar su contraseña en caso que se haya olvidado, como se observa en la figura B2.



Logo: Ingeniería en Telemática

Usuario:

Contraseña:

Repita Contraseña:

[Regresar](#)

**Figura B2 Opción para cambiar la contraseña**

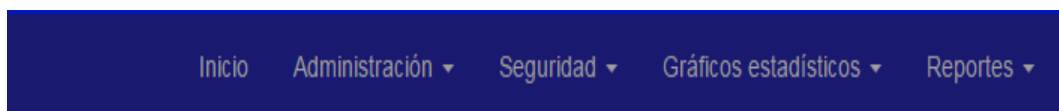


Si el usuario ingresa correctamente con su usuario y contraseña se mostrará la página de inicio de la aplicación, como se puede apreciar en la figura B3:

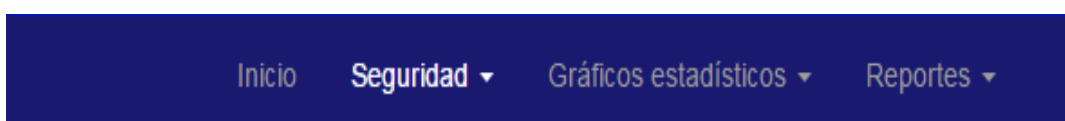


**Figura B3 Pantalla inicial**

Dependiendo si el usuario entra como administrador o como usuario estándar la barra de menú de la página cambia, ver figuras B4 y B5.



**Figura B4 Barra de menú del usuario Administrador**



**Figura B5 Barra de menú del usuario estándar**

El usuario Administrador, es capaz de crear cuentas y verificar los usuarios que están registrados, ver figuras B6 y B7.

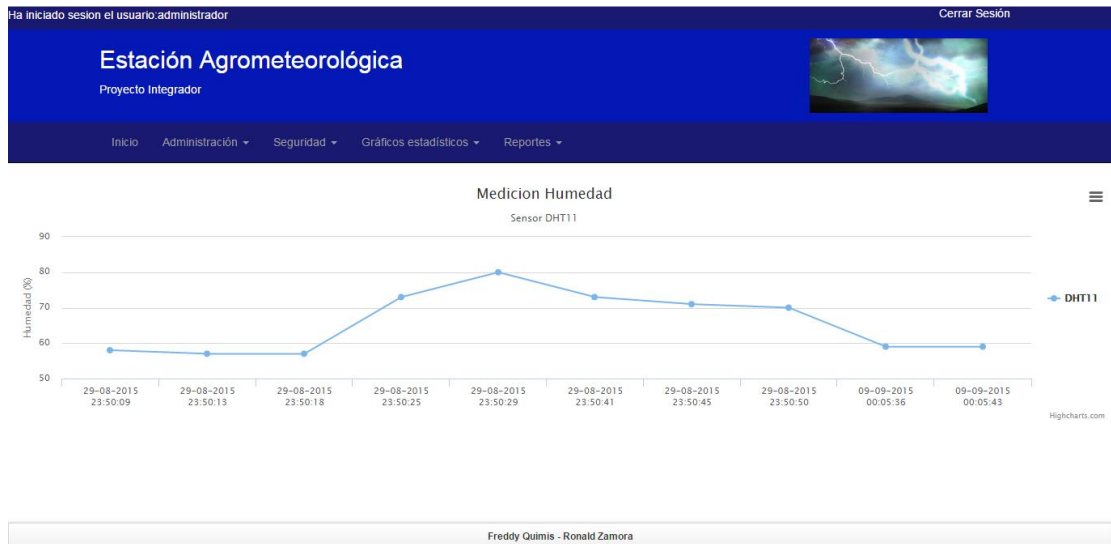
**Figura B6 Creación de una nueva cuenta**

Id	Usuario	Privilegio
1	administrador	Administrador
2	freddy	Usuario Estandar
3	ronald	Usuario Estandar
4	kin	Usuario Estandar

**Figura B7 Visualización de los usuarios creados**

En la figura B8 se aprecia que todo tipo de usuario podrá ver las gráficas estadísticas, y tendrá la posibilidad de descargarlas en formato .png, .jpeg, .pdf y

.svg. Además en la figura B9 se muestran los reportes generados y los botones para descargarlos en formato .pdf y .csv

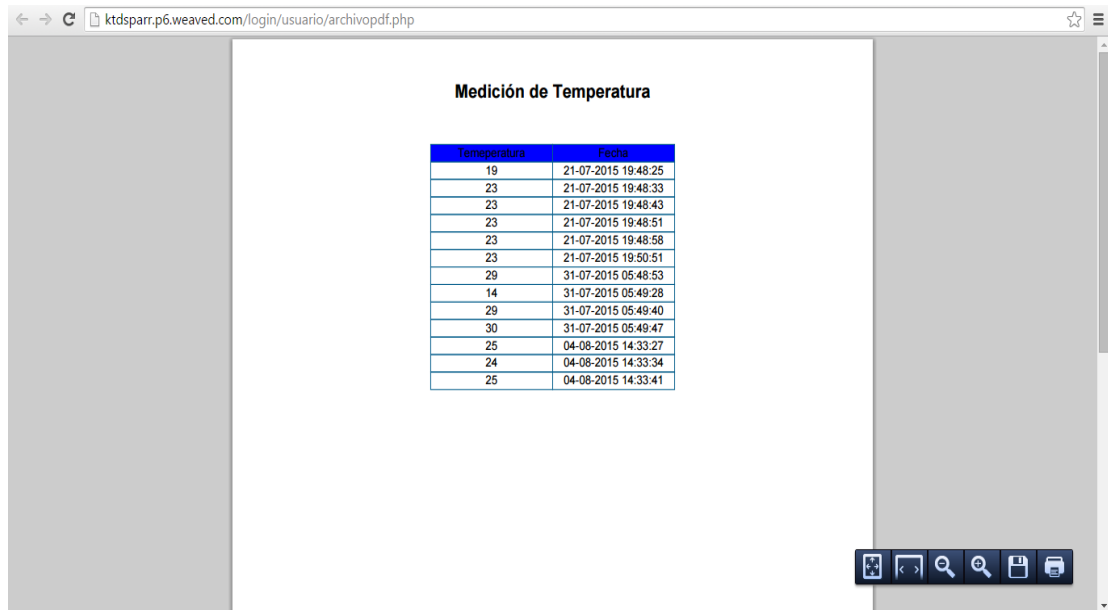


**Figura B8 Gráficos Estadísticos en tiempo real**



**Figura B9 Visualización y generación de reportes**

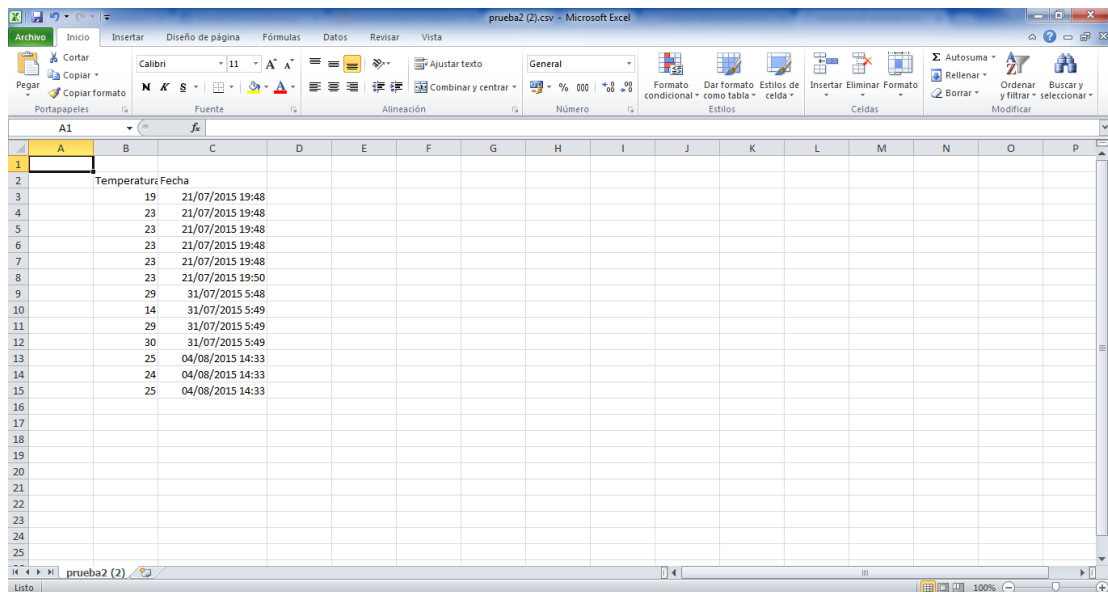
Se puede contemplar en las figuras B10 y B11 el resultado de la generación de los reportes, en formato pdf y formato csv.



Medición de Temperatura

Temperatura	Fecha
19	21-07-2015 19:48:25
23	21-07-2015 19:48:33
23	21-07-2015 19:48:43
23	21-07-2015 19:48:51
23	21-07-2015 19:48:58
23	21-07-2015 19:50:51
29	31-07-2015 05:48:53
14	31-07-2015 05:49:28
29	31-07-2015 05:49:40
30	31-07-2015 05:49:47
25	04-08-2015 14:33:27
24	04-08-2015 14:33:34
25	04-08-2015 14:33:41

Figura B10 Reporte en formato pdf



prueba2 (2).csv - Microsoft Excel

A	B	C
		Temperature Fecha
	19	21/07/2015 19:48
	23	21/07/2015 19:48
	23	21/07/2015 19:48
	23	21/07/2015 19:48
	23	21/07/2015 19:48
	23	21/07/2015 19:48
	23	21/07/2015 19:50
	29	31/07/2015 5:48
	14	31/07/2015 5:49
	29	31/07/2015 5:49
	30	31/07/2015 5:49
	25	04/08/2015 14:33
	24	04/08/2015 14:33
	25	04/08/2015 14:33

Figura B11 Reporte en formato csv

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] INAHMI (2015). Adaptado de “RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS” [Online]. Disponible en: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/red-de-estaciones-meteorologicas/>
- [2] Bootstrap, (2015, Agosto). Getting Started [Online]. Disponible en: <http://getbootstrap.com/getting-started/>
- [3] Raspbian, (2015, Julio). Welcome Raspbian [Online]. Disponible en: <https://www.raspbian.org/>
- [4] GeekyTheory, (2015, Julio). Tutorial raspberry pi – Crear servidor web [Online]. Disponible en: <https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-crear-servidor-web/>
- [5] Highcharts, (2015, Agosto). Highcharts [Online]. Disponible en: <http://www.highcharts.com/>
- [6] PHP, (2015, Agosto). PHP 5.4.45 Released [Online]. Disponible en: <https://secure.php.net/>
- [7] Electronica Lab, (2015, Julio). Raspberry pi modelo B+ [Online]. Disponible en: <http://electronilab.co/tienda/raspberry-pi-modelo-b/>
- [8] Panama Hitek (2015, Junio), Sensor de Presión Atmosférica el BMP180 [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/sensor-de-presion-atmosferica-el-bmp180/>
- [9] Opiron Electronics (2015, Junio), Todo sobre los sensores DHT11 y DHT22 [Online]. Disponible en: <http://www.opiron.com/portfolio/todos-sobre-los-sensores-dht11-dht22-by-opiron-2/>
- [10] Zona Maker (2015, Julio), Sensor de Ultrasonidos HC-SR04 [Online]. Disponible en: <http://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04>
- [11] Panama Hitek (2015, Junio), Modulo HL-69: Un sensor de humedad del suelo [Online]. Disponible en: <http://panamahitek.com/modulo-hl-69-un-sensor-de-humedad-de-suelo/>