



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO  
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**TEMA: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA  
UTILIZARLO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTÓMATA EN EL  
RANCHO OROZCO HERMANOS DEL CANTÓN MILAGRO**

**Autores:**

Sr. BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO

Sr. BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO

**Tutor:**

Mgr. CÓRDOVA MARTÍNEZ LUIS CRISTÓBAL

**Milagro, Febrero 2020**

**ECUADOR**

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.  
Fabricio Guevara Viejó, PhD.  
**RECTOR**  
**Universidad Estatal de Milagro**  
Presente.

Yo, BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Tecnologías de la información y la comunicación, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 18 de febrero de 2020



BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO

Autor 1  
CI: 0922732938

## DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.  
Fabricio Guevara Viejo, PhD.  
**RECTOR**  
Universidad Estatal de Milagro  
Presente.

Yo, BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de integración curricular, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor, como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Tecnologías de la información y la comunicación, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de integración curricular en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

  
BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO

Milagro, 18 de febrero de 2020

Autor 2  
CI: 0942251240

## **APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, CORDOVA MARTÍNEZ LUIS CRISTÓBAL en mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, elaborado por los estudiantes BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO y BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO, cuyo título es DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA UTILIZARLO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTÓMATA EN EL RANCHO OROZCO HERMANOS DEL CANTÓN MILAGRO, que aporta a la Línea de Investigación Tecnologías de la información y la comunicación previo a la obtención del Título de Grado INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso previa culminación de Trabajo de Integración Curricular de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 18 de febrero de 2020



CORDOVA MARTÍNEZ LUIS CRISTÓBAL

Tutor

C.I: 0906517545

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. CORDOVA MARTINEZ LUIS CRISTOBAL

Mgtr. CORDOVA MORAN JORGE ANTONIO

Mgtr. CHACON LUNA ANA EVA

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el estudiante BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO,

Con el tema de trabajo de Integración Curricular: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA UTILIZAR UN SISTEMA DE RIEGO AUTÓMATA EN EL RANCHO OROZCO HERMANOS.

Otorga al presente Trabajo de Integración Curricular, las siguientes calificaciones:

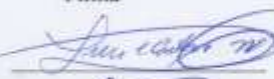


Trabajo Curricular	Integración	[ 60 ]
Defensa oral		[ 40 ]
<b>Total</b>		[ 100 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: 18 de febrero de 2020

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos			Firma
Presidente	CORDOVA CRISTOBAL	MARTINEZ	LUIS	
Secretario /a	CORDOVA ANTONIO	MORAN	JORGE	
Integrante	CHACON EVA	LUNA	ANA	

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Mgtr. CORDOVA MARTINEZ LUIS CRISTOBAL

Mgtr. CORDOVA MORAN JORGE ANTONIO

Mgtr. CHACON LUNA ANA EVA

Luego de realizar la revisión del Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título (o grado académico) de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES presentado por el estudiante BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO

Con el tema de trabajo de Integración Curricular: DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA UTILIZAR UN SISTEMA DE TIEGO AUTÓMATA EN EL RANCHO OROZCO HEMANOS.

Otorga al presente Proyecto Integrador, las siguientes calificaciones:




Trabajo de Integración Curricular	[ 60 ]
Defensa oral	[ 40 ]
<b>Total</b>	[ 100 ]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: 18 de febrero de 2020

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos			Firma
Presidente	CORDOVA	MARTINEZ	LUIS	
Secretario /a	CORDOVA	MORAN	JORGE	
Integrante	CHACON LUNA ANA EVA			



## **DEDICATORIA**

### **BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO**

A MIS PADRES:

Que, con su aspiración y sacrificio, hicieron posible la culminación de esta etapa estudiantil que me ha dispuesto para un futuro mejor y que siempre pondré al servicio del bien, la verdad y la justicia.

A MIS DOCENTES:

El presente trabajo va dirigido con gratitud para mis distinguidos Maestros, quienes, con amor y sabiduría, depositaron en mí, todo su apostolado.

### **BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO**

Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mis padres Angel Manuel Benavides y Blanca Nieve Orozco Hernández, que su esfuerzo, sacrificio, trabajo duro y apoyo moral que me brindaron durante todos estos años de mi carrera como estudiante, me siento orgulloso y privilegiado de ser su hijo.

A mis tíos y tías en particular a Bertha Piedad, Lcda. Martha Delfina, y Olga Yolanda Orozco Hernández por ser mi segunda madre hincándome para no desfallecer en mis estudios, mis primos y primas en especial a Analy Diana Coronel Orozco, Ana Magaly y Karen Luisana Luzón Orozco por estar siempre presentes y ser mi inspiración de superarme cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

### **BARRENO CUVI ANDERSON FERNANDO**

Mis más sinceros agradecimientos y admiración a mis maestros quienes con nobleza y entusiasmo depositaron en mí, sus vastos conocimientos y a la prestigiosa UNEMI (Universidad Estatal De Milagro) por las múltiples enseñanzas impartidas durante todo mi periodo en ella, las mismas que permitieron formarme con humildad y calidad.

### **BENAVIDES OROZCO ANGEL MAURICIO**

Agradezco a Dios por darme la vida y guiar mi camino en esta etapa importante de mi formación profesional; Bendiciendo y dándome fuerzas para no desmayar en la obtención de un ideal tan anhelado, a mi familia por el apoyo brindado en todo momento.

Agradezco inmensamente a mis padres quienes han sido mis pilares, por educarme con valores y principios de trabajo duro y honradez, por confiar mi expectativa como profesional; Sin olvidar a Joselyn Elizabeth Morán Benítez por su apoyo, por compartir momentos gratos, difíciles y por su cariño incondicional.

A todas las personas que apoyaron y brindaron sus conocimientos para que este proyecto se efectuó con total éxito.



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
CAPÍTULO 1 .....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Justificación .....	6
1.4 Marco Teórico.....	8
CAPÍTULO 2 .....	23
2. METODOLOGÍA.....	23
CAPÍTULO 3 .....	26
3. RESULTADOS (ANÁLISIS O PROPUESTA).....	26
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO .....	26
EVALUACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO .....	38
RECOMENDACIONES .....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
ANEXOS .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Ilustración 1. Ejemplo de un prototipo (Prim, n.d.)</i> .....	8
<i>Ilustración 2. Arduino (Russo, 2018)</i> .....	9
<i>Ilustración 3. Componentes físicos de la placa Arduino UNO R3 (Coporation°, n.d.)</i> .....	10
<i>Ilustración 4. Placa Ethernet Shield</i> .....	11
<i>Ilustración 5. Secciones del Protoboard (C.V., 2015)</i> .....	12
<i>Ilustración 6. Sensor de temperatura y humedad DHT11</i> .....	12
<i>Ilustración 7. Sensor de fotorresistencia LDR</i> .....	13
<i>Ilustración 8. Módulo para usar con el sensor de lluvia</i> .....	14
<i>Ilustración 9. Sensor de nieve y lluvia</i> .....	14
<i>Ilustración 10. Módulo para usar con el sensor de humedad del suelo</i> .....	14
<i>Ilustración 11. Sensor de humedad del suelo</i> .....	14
<i>Ilustración 12. Módulo Relay de 1 canal</i> .....	15
<i>Ilustración 13. Base de Datos (Manuel, n.d.)</i> .....	15
<i>Ilustración 14. Estructura del lenguaje HTML (w3schools, 2019)</i> .....	17
<i>Ilustración 15. Componentes de un servidor web (Servidores Web, n.d.)</i> .....	17
<i>Ilustración 16. Bomba hidráulica perteneciente al grupo horizontal (Madrigal, n.d.)</i> .....	21
<i>Ilustración 17. Bomba hidráulica perteneciente al grupo vertical (Madrigal, n.d.)</i> .....	21
<i>Ilustración 18. Bomba hidráulica perteneciente al grupo sumergible (Madrigal, n.d.)</i> .....	21
<i>Ilustración 19. Vista satélital de la finca Rancho Orozco Hermanos (Earth, 2019)</i> .....	26
<i>Ilustración 20. Vista satélital del área a trabajar (Earth, 2019)</i> .....	26
<i>Ilustración 21. Inicialización de librerías a utilizar para los diferentes componentes a utilizar en el proyecto</i> .....	29
<i>Ilustración 22. Definición de las variables de los sensores que van conectados a los pines del Arduino</i> .....	29
<i>Ilustración 23. Declaración de las variables para los diodos leds</i> .....	29
<i>Ilustración 24. Declaración de las variables para obtener los valores de los sensores</i> .....	29
<i>Ilustración 25. Declaración de las variables para los leds</i> .....	30
<i>Ilustración 26. Lectura de los datos del sensor de humedad y temperatura relativa</i> .....	30
<i>Ilustración 27. Lectura de los datos del sensor de humedad, fotorresistencia y lluvia</i> .....	31
<i>Ilustración 28. Validación para los sensores</i> .....	31
<i>Ilustración 29. Condiciones de riego</i> .....	32
<i>Ilustración 30. Método creado para el envío de datos a la página web desde Arduino</i> .....	32
<i>Ilustración 31. Módulo de inicio de sesión</i> .....	33
<i>Ilustración 32. Página principal</i> .....	33
<i>Ilustración 33. Ventana emergente para iniciar el riego</i> .....	34
<i>Ilustración 34. Ventana emergente para la parada de emergencia</i> .....	34
<i>Ilustración 35. Gráfica de pastel para el inicio del riego</i> .....	35
<i>Ilustración 36. Gráfica de pastel para las paradas de emergencia</i> .....	35
<i>Ilustración 37. Gráfica de barra comparando los días de riego</i> .....	36
<i>Ilustración 38. Tablas que muestran los inicios y paradas forzadas</i> .....	36
<i>Ilustración 39. Enlace para ingresar a la página web del proyecto</i> .....	37
<i>Ilustración 40. Página principal del sitio web desde un computador</i> .....	38
<i>Ilustración 41. Página principal del sitio web desde un dispositivo móvil</i> .....	38
<i>Ilustración 42. Mensaje de éxito sobre la parada de emergencia del riego</i> .....	39
<i>Ilustración 43. Registro de la parada de emergencia mediante gráfico de pastel</i> .....	40
<i>Ilustración 44. Registro de la parada de emergencia mediante tablas</i> .....	40

<i>Ilustración 45. Mensaje de éxito sobre el inicio del riego .....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 46. Registro del inicio del riego mediante gráfico de pastel.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 47. Registro del inicio del riego mediante tablas .....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 48. Registro de datos de los sensores durante 3 días mediante gráfico de barras.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 49. Mata de Cacao Injertado CCN-51 .....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 50. Mata de Cacao Nacional.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 51. Planta Joven.....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 52. Planta Adulta .....</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 53. Ubicación de Compuerta para aspersores .....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 54. Aspersor .....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 55. Vista externa del prototipo .....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 56. Vista interna del prototipo.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 57. Vista externa del prototipo con sus respectivos sensores .....</i>	<i>48</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Ventajas y Desventajas al realizar un prototipo</i> .....	8
<i>Tabla 2. Ventajas y Desventajas de utilizar Arduino</i> .....	9
<i>Tabla 3. Especificaciones técnicas de la placa Arduino UNO</i> .....	10
<i>Tabla 4. Especificaciones técnicas de la placa Ethernet Shield</i> .....	11
<i>Tabla 5. Especificaciones técnicas sobre el sensor de temperatura y humedad dht11</i> .....	12
<i>Tabla 6. Especificaciones técnicas sobre el sensor de fotorresistencia LDR</i> .....	13
<i>Tabla 7. Especificaciones técnicas sobre el sensor de lluvia</i> .....	13
<i>Tabla 8. Especificaciones técnicas sobre el sensor de humedad del suelo</i> .....	14
<i>Tabla 9. Especificaciones técnicas sobre módulo relay</i> .....	15
<i>Tabla 10. Ventajas y Desventajas de utilizar Python</i> .....	16
<i>Tabla 11. Ventajas y Desventajas de utilizar el riego de superficie</i> .....	18
<i>Tabla 12. Ventajas y Desventajas de utilizar el riego por aspersión</i> .....	19
<i>Tabla 13. Ventajas y Desventajas de utilizar el riego localizado</i> .....	19
<i>Tabla 14. Especificaciones técnicas sobre la boba a utilizar</i> .....	22
<i>Tabla 15. Especificaciones técnicas generales</i> .....	27
<i>Tabla 16. Especificaciones técnicas sobre la plantación</i> .....	27
<i>Tabla 17. Especificaciones técnicas sobre los aspersores de la plantación</i> .....	27
<i>Tabla 18. Especificaciones técnicas sobre la tubería</i> .....	28
<i>Tabla 19. Especificaciones técnicas sobre las compuertas</i> .....	28

**Título de Trabajo Integración Curricular:** DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA UTILIZARLO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTÓMATA EN EL RANCHO OROZCO HERMANOS DEL CANTÓN MILAGRO.

**RESUMEN**

El cambio climático es la variación global del clima, el principal causante de la contaminación es la actividad agresiva del ser humano el cual produce altas cantidades de gases invernaderos, así como la desmedida explotación de recursos naturales.

El cambio climático está perturbando a las comunidades, sectores rurales, producción agrícola y sus agroecosistemas. La adaptación de nuevas prácticas y estrategias por parte de los pequeños productores en sus fincas, calmará su ajuste ante estos cambios del clima y les auxiliará a estar preparados ante sus efectos negativos.

La agricultura desarrolla un papel excepcional en cuanto a cambio climático se refiere, por un lado, es altamente vulnerable al cambio climático afectando negativamente el sector y por el otro, es responsable de entre el 19 y 24% de las emisiones de gases de efecto invernadero globalmente, lo que lo constituye en generador del problema también. El cambio climático tiene consecuencias directas sobre la agricultura y sobre la producción y la disponibilidad de alimentos, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones más sensibles.

De tal modo que se analiza y se justifica la importancia del sector agrícola para la conformación del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y para la captación masiva de mano de obra rural del Ecuador. El sector agrícola constituye la base de la soberanía alimentaria, la misma que de manera primordial contribuye al fomento de la producción, conservación, intercambio, transformación, comercialización y consumo de alimentos sanos y sustanciosos a nivel nacional e internacional.

**PALABRAS CLAVE:** cambio climático, sector agrícola, recursos naturales.

**Título de Trabajo Integración Curricular:** DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA UTILIZARLO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTÓMATA EN EL RANCHO OROZCO HERMANOS DEL CANTÓN MILAGRO.

**ABSTRACT**

Climate change is the variation of the global climate, the main cause of pollution is the aggressive activity of the human being which produces high amounts of greenhouse gases, as well as the excessive exploitation of natural resources.

Climate change is disturbing communities, rural sectors, agricultural production and their agroecosystems. The adaptation of new practices and strategies by small producers on their farms will silence their adjustment to these climate changes and help them to be prepared for their negative effects.

Agriculture plays an exceptional role in terms of climate change. On the one hand, it is highly vulnerable to climate change, negatively affecting the sector and, on the other, it is responsible for between 19 and 24% of greenhouse gas emissions. globally, what constitutes the problem generator too. Climate change has direct consequences on agriculture and food production and availability, putting at risk the food and nutritional security of the most sensitive populations.

In such a way that the importance of the agricultural sector is analyzed and justified for the formation of the national Gross Domestic Product (GDP) and for the massive recruitment of rural labor in Ecuador. The agricultural sector forms the basis of food sovereignty, which primarily contributes to the promotion of the production, conservation, exchange, transformation, marketing and consumption of healthy and substantial food at national and international levels.

**KEY WORDS:** climate change, agricultural sector, natural resources.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

“Ecuador es un país que se ha caracterizado por su desarrollo agrícola , en el año 2010 se registró una superficie total destinada a la labor agrícola que supera los 7 millones de hectáreas, según la Encuesta de Superficies de Producción Agropecuaria Continua presentada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos” (ElTelegrafo, 2011), según fuentes del Banco Central la economía ecuatoriana es relativamente pequeña, sin embargo la exportación de las materias primas es uno de sus principales ingresos, el PIB (Producto Interno Bruto) creció un 0,3% en el segundo trimestre del 2019 en comparación con similar período del 2018.

La agricultura es nuestro país es extremadamente sensible al cambio climático. El aumento continuo y progresivo de las temperaturas está reduciendo la producción de cultivos. Los cambios en los sistemas de lluvias incrementan la posibilidad de fracaso de las cosechas a corto plazo (maíz, arroz, tomate, pimiento, melón, etc.) y con ello la reducción de la producción a largo plazo (cacao, plátano, café, etc.).

El impacto del cambio climático está afectando de manera negativa a la agricultura, amenazando así la seguridad alimentaria no solo sectorial sino también mundial. Siendo las más afectadas las poblaciones con cultivos cercanos a los ríos o en zonas inundables. La gran parte de los agricultores del cantón Milagro son dependientes de la agricultura para asegurar sus medios de vida.

Basándonos en este fundamento es necesario la creación de los sistemas de automatización de riego para que permitan apoyar a los productores, de este modo reducir costos y optimizar recursos a utilizar, así como el incremento en los niveles de producción, razón por la cual se propone la realización de un proyecto al desarrollar un prototipo para



un sistema de riego automática basados en sensores que permitan capturar datos permitiendo exhibirlos en una aplicación web que sirve de interfaz para que el usuario pueda dar seguimiento de una forma sencilla y amigable.

El sistema determinará en base a los parámetros ambientales tomadas por los sensores el riego apropiado para el cultivo.

Para poder constatar la factibilidad del sistema, se desarrolló un prototipo en Arduino en una plantación, se realizaron pruebas en un ambiente controlado, gracias a estos factores permitirán justificar que el prototipo es aplicable en los cultivos.

### **1.1 Planteamiento del problema**

El presente proyecto surge como solución a la necesidad de superar los problemas que se vienen presentando durante estos últimos años debido al cambio climático lo que ha generado la escasez de lluvias y con ello trayendo consigo problemas a la producción agrícola.

En el Cantón Milagro el Rancho Orozco Hermanos, finca donde se cosecha mangos, papaya, plátanos, donde su principal producción es el cacao, presenta la afectación a las plantaciones por la escasez de agua debido al impacto del cambio climático principalmente en la época de verano, la prominente tarifa de adquisición de equipamiento para la implementación del sistema de riego, sumando el desperdicio de inmensurables cantidades de agua por medio del incorrecto uso de los equipos o instrumentos de riego perjudican de manera colosal al medio ambiente, estos factores no permiten sacar provecho a las nuevas tecnologías que existen y permitan regar de manera eficiente las plantaciones.

De igual modo, la difícil obtención de inversión por parte de la banca pública y privada; añadiendo la baja producción de las plantaciones se ven perjudicadas debido a la insuficiencia de líquido vital en las plantas ya que las raíces no acumulan los suficientes

nutrientes para su correcto crecimiento, son estas causas que tienen que afrontar los individuos que ocupan esta labor fructífera.

### **1.1.1. Formulación del problema**

¿De qué manera el desarrollo e implementación de un prototipo en Arduino para la obtención de datos incidirá en el sistema de riego en la finca Rancho Orozco Hermanos?

### **1.1.2. Delimitación de la investigación**

**Espacial:** República del Ecuador

Investigación que durará al menos 5 años ya que en este periodo

**Temporal:** se deberá renovar la información como respuesta a la necesidad planteada.

**Línea de investigación:** Tecnologías de la información y la comunicación

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar un prototipo en Arduino para la obtención de datos que ayude a la posterior activación automática del sistema de riego, en la finca Rancho Orozco Hermanos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Analizar el proceso actual de manejo del sistema de riego con sus alcances y limitaciones en la finca Rancho Orozco Hermanos.
- Establecer los indicadores para que el sistema sea autónomo y se puedan graficar en tiempo real a través de la aplicación.
- Presentar un informe técnico a través de gráficas estadísticas que ayuden a monitorear la incidencia del sistema de riego.
- Desarrollar un prototipo de sistema automatizado empleando microcontrolador Arduino, sensores y actuadores.

### **1.3 Justificación**

Un sistema de riego eficiente juega un papel importante en todo cultivo agrícola, en el sentido de que, si los campos no se abastecen de agua adecuadamente no podrán desarrollarse debidamente, generando la pérdida de los cultivos y hasta llegando a perjudicar el rendimiento económico esperado.

En la actualidad se ha comprendido la situación de la problemática previamente puntualizada, se busca optimizar el nivel de comodidad en ambientes residenciales y empresas interesadas en mejorar el nivel de prosperidad y eludir el sobrante de los recursos, entonces para aquello se desarrollará la automatización del sistema de riego como proyecto.

Por medio del proyecto de automatización de un sistema de riego con Arduino, se buscará que las familias y empresas principien adaptarse a los ambientes en los que se utiliza una tecnología más avanzada, que le permitirán de esta forma hacer más factible y agradable su actual estilo de vida.

En el presente tiempo se trata de reformar el estilo de vida de los milagreños haciendo de su conocimiento el uso de la tecnología Arduino y la informática aplicada a sus viviendas o compañías, por ello se busca optimizar con este proyecto una de las actividades más comúnmente realizadas en las fincas o ranchos, como es el riego en las plantaciones.

Con esto se procura el progreso de la calidad de vida por intermedio del ahorro de tiempo y recursos a corto o largo plazo, separadamente de ser un proyecto partidario de la no contaminación del medio ambiente se trata echar una mano al ecosistema, ya que el uso de una bomba sumergible al no realizar combustión no contamina el medio ambiente, aparte también una de sus ventajas de diseño es que al estar herméticamente selladas y ser impermeable no ocurrirán cortos circuitos dentro de la bomba por el ingreso de líquidos o alguna fuga, en lo que se refiere al rendimiento la bomba sumergible utiliza presión directa

y no necesita succión como los otros tipos de bombas, ya que de esta manera empuja y envía los fluidos a través de las tuberías.

## 1.4 Marco Teórico

**Prototipo:** “Es un modelo, representación o simulación fácilmente ampliable y modificable de un sistema planificado, probablemente incluyendo su interfaz y su funcionalidad de entradas y salidas” (Wanchito, 2010).

El prototipo nos permite realizar pruebas para verificar y determinar cómo se comportará el producto final en las diferentes circunstancias propuestas por el usuario.

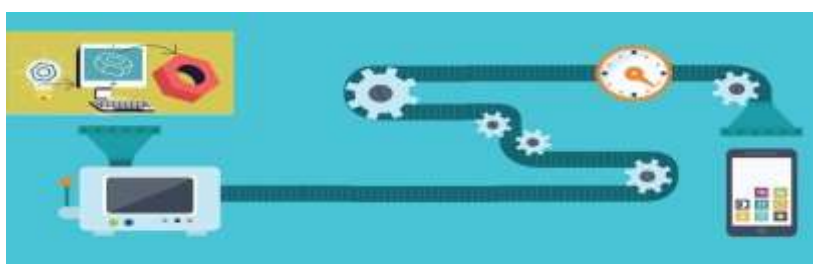


Ilustración 1. Ejemplo de un prototipo (Prim, n.d.)

Tabla 1. Ventajas y Desventajas al realizar un prototipo

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite entender el problema de una manera más sencilla a los participantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El usuario final puede considerar el prototipo como el trabajo final.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce riesgos de algún problema inesperado al momento de implementarlo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existen alteraciones eventuales que retrasan el avance del prototipo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce costos en caso de que sean detectados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de tener los requisitos fijados su utilidad sería nula.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite crear elementos con requerimientos limitados o variados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limitaciones al momento de corregir errores.</li> </ul>

**Arduino:** “Es una plataforma de prototipos electrónica Open-Source (código abierto) basada en hardware y software flexibles fáciles de utilizar” (Enríquez Herrador, 2009).

“Es una plataforma de desarrollo de computación física (Physical Computing) de código abierto, fundamentada en una placa acompañada de un microcontrolador y un ambiente de desarrollo para desarrollar software o programas para la placa” (Cádiz, 2012).



Ilustración 2. Arduino (Russo, 2018)

Tabla 2. Ventajas y Desventajas de utilizar Arduino

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Facilita el proceso de trabajo con micros controladores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Suprime la flexibilidad de los proyectos, en otras palabras se obliga a utilizar un espacio y forma acorde con el PCB del Arduino.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Es multiplataforma, funciona en múltiples sistemas operativos como Windows, Mac OS y Linux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Costo al momento de utilizar las librerías.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ El software es de distribución de licencia libre.</li> </ul>	

**Placa Arduino UNO:** El Arduino UNO es un tablero pequeño, que se utiliza para la construcción de múltiples tipos de circuitos electrónicos, un microcontrolador es como un fragmento de código que se lo ejecuta en un computador por medio de conexión USB entre la placa y el computador.

Tabla 3. Especificaciones técnicas de la placa Arduino UNO

PLACA ARDUINO	
<b>Microcontrolador:</b>	ATmega328
<b>Tensión de funcionamiento:</b>	5 voltios
<b>Voltaje de entrada (recomendado):</b>	7 hasta 12 voltios
<b>Cantidad de pines de entrada y salida digitales:</b>	12 pines
<b>Cantidad de pines de entrada y salida analógicos:</b>	5 pines
<b>Dimensiones:</b>	74,8 cm x 53,3 cm
<b>Memoria flash:</b>	32 Kilobytes

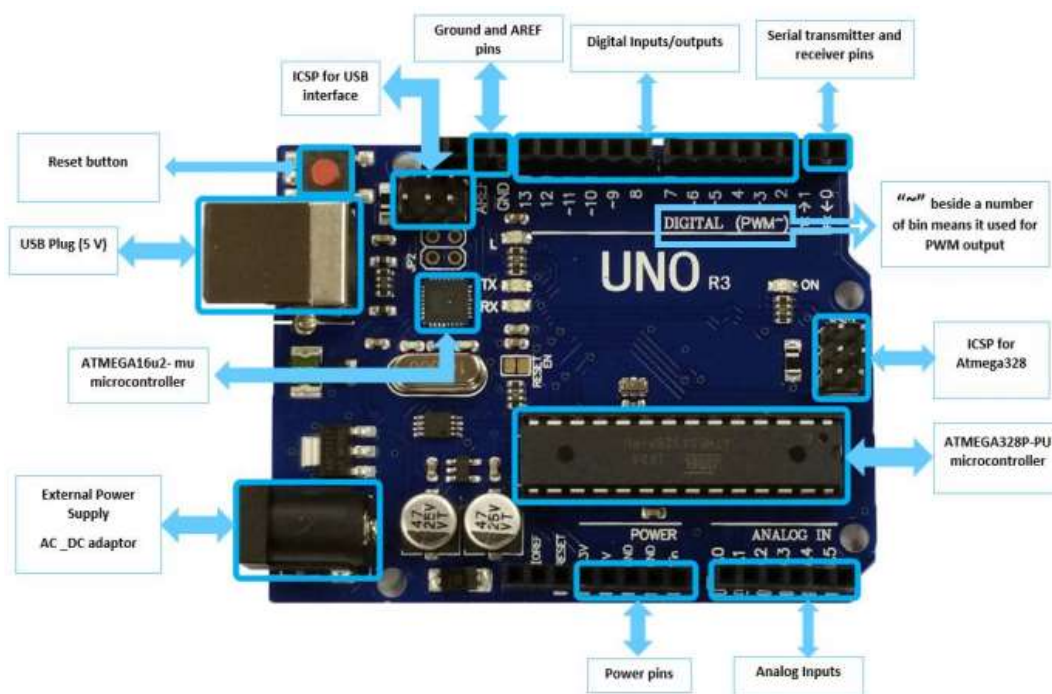


Ilustración 3. Componentes físicos de la placa Arduino UNO R3 (Coporation<sup>o</sup>, n.d.)

**Placa Ethernet Shield:** El Ethernet Shield permite que la placa Arduino tenga conexión a internet. Permite conexiones mediante protocolos TCP, UDP e IP; utiliza la librería de Ethernet al momento de programar en Arduino.



Tabla 4. Especificaciones técnicas de la placa Ethernet Shield

<b>PLACA ETHERNET SHIELD</b>	
<b>Microcontrolador:</b>	ATega328
<b>Tensión de funcionamiento:</b>	5 voltios
<b>Voltaje de pines de entrada:</b>	6 a 18 voltios
<b>Cantidad de pines de entrada y salida digitales:</b>	14
<b>Cantidad de pines de entrada y salida analógicos:</b>	6
<b>Memoria flash:</b>	32 Kilobytes
<b>Ethernet integrada W5100 TCP/IP.</b>	
<b>Conector magnético listo para alimentación por Ethernet.</b>	



Ilustración 4. Placa Ethernet Shield

**Protoboard (Breadboard):** Es conocida como caja de circuitos, es una caja de plástico con perforación que se encuentran conectados entre sí, y permite crear circuitos sin la necesidad de soldar cables. Están compuestas por cuatro secciones externas o buses y dos secciones internas o pistas y un canal que impide el paso de la corriente entre las secciones internas o pistas.

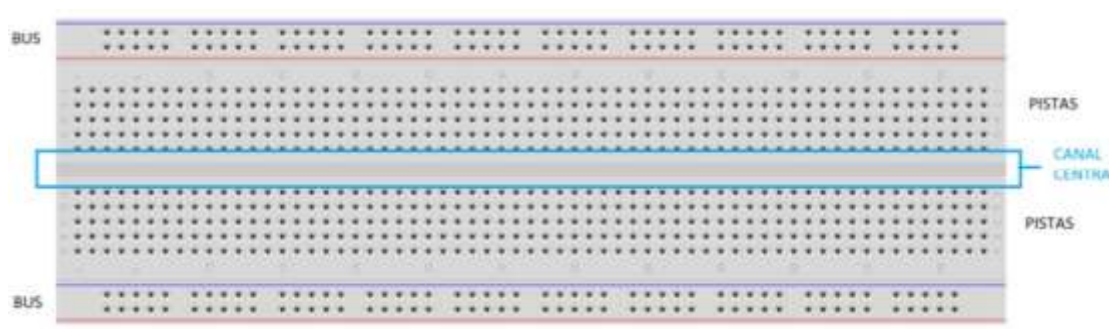


Ilustración 5. Secciones del Protoboard (C.V., 2015)

**Sensor de temperatura y humedad (DHT11):** Es un sensor digital de humedad relativa y temperatura relativa de precisión media, tiene 1 pin de datos de salida digital.

Tabla 5. Especificaciones técnicas sobre el sensor de temperatura y humedad dht11

SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DHT11	
<b>Altura del sensor:</b>	1 metro
<b>Rango de medición de temperatura:</b>	0 a 50 °C
<b>Rango de edición de humedad:</b>	20% a 90% RH
<b>Tiempo de censado:</b>	1 segundo



Ilustración 6. Sensor de temperatura y humedad DHT11

**Sensor de Fotorresistencia LDR:** Es un dispositivo que sus valores van variando según la cantidad de luz que reciba.

Tabla 6. Especificaciones técnicas sobre el sensor de fotorresistencia LDR

<b>SENSOR DE FOTORRESISTENCIA LDR</b>	
<b>Altura del sensor:</b>	1 metro
<b>Voltaje máximo:</b>	150 voltios
<b>Rango de temperatura de funcionamiento:</b>	-25 °C a +75°C
<b>Iluminación fluorescente:</b>	500 lux
<b>Luz solar brillante:</b>	30000 lux



Ilustración 7. Sensor de fotorresistencia LDR

**Sensor de Lluvia (FC-37):** Gracias a la ayuda de este sensor se podrá saber si está lloviendo o nevando ya que posee dos electrodos separados, que cuando llueva las gotas de agua cierran el circuito. Muestra una salida de 5 voltios en caso de nulidad de lluvia y 0 voltios cuando exista lluvia o nieve.

Tabla 7. Especificaciones técnicas sobre el sensor de lluvia

<b>SENSOR DE LLUVIA FC-37</b>	
<b>Rango de medición de valores analógicos:</b>	0 a 5 voltios (Analógico)
<b>Rango de medición de temperatura:</b>	0 a 50 °C
<b>Rango de edición de humedad:</b>	20% a 90% RH
<b>Tiempo de censado:</b>	1 segundo
<b>Dimensiones:</b>	50 x 40mm



Ilustración 8. Módulo para usar con el sensor de lluvia



Ilustración 9. Sensor de nieve y lluvia

**Sensor de Humedad de suelo (FC-28):** Dicho sensor es ideal para poder monitorear el nivel de humedad de las plantaciones, muestra una salida analógica de 0 voltios para el suelo muy húmedo hasta 5 voltios para el suelo muy seco.

Tabla 8. Especificaciones técnicas sobre el sensor de humedad del suelo

SENSOR DE HUMEDAD DEL SUELO FC-28	
<b>Profundidad del sensor:</b>	1 metro
<b>Voltaje de la señal de salida:</b>	0 a 5 voltios (Analógico)
<b>Dimensiones:</b>	60 x 20 x 5 mm



Ilustración 10. Módulo para usar con el sensor de humedad del suelo



Ilustración 11. Sensor de humedad del suelo

**Módulo Relay:** Ayuda a controlar el apagado/encendido de equipos de alta potencia, es compatible con Arduino Uno u otro sistema digital.

Tabla 9. Especificaciones técnicas sobre módulo relay

MÓDULO RELAY	
<b>Voltaje de operación:</b>	5 voltios DC
<b>Número de canales:</b>	1 canal
<b>Corriente máxima:</b>	10A (NO), 5A(NC)
<b>Capacidad Máxima:</b>	10A/250VAC, 10A/30VDC



Ilustración 12. Módulo Relay de 1 canal

**Diodos Led:** Tiene una cubierta difusa logrando un efecto agradable a la vista del usuario.

**Base de datos:** “Es un almacén de datos relacionados con diferentes modos de organización” (Gutiérrez, 2010).

**Dato:** “Conjunto de caracteres con algún significado, pueden ser numéricos, alfabéticos o alfanuméricos”.

**Información:** “Conjunto ordenado de datos, manejados según la necesidad del usuario final, para que puedan ser procesados de manera eficiente” (SGMA, n.d.).



Ilustración 13. Base de Datos (Manuel, n.d.)

**Python:** “Es un lenguaje de programación potente y de propósito general, su sintaxis es simple y elegante ya que es interactivo y orientado a objetos ya que proporciona estructuras de alto nivel, diccionarios también conocidos como listas y matrices, módulos, clases” (Sanner, n.d.).

Tabla 10. Ventajas y Desventajas de utilizar Python

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ La comunidad de Python se encarga de gran parte de las actualizaciones cuidando el lenguaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Las librerías que vienen incorporadas no son tan completas y la comunidad prefiere utilizar librerías de terceros.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Utiliza un lenguaje scripting, quiere decir que simplifica en gran parte la programación ya que plantea un patrón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ La configuración para los servidores que soportan el lenguaje de Python es compleja.</li> </ul>

**Django:** “Es un framework de desarrollo web escrito en lenguaje de Python que permite ahorrar tiempo y ayuda a que el desarrollo web sea más divertido. Al utilizar Django se puede crear y mantener aplicaciones web de alta calidad sin mucho esfuerzo” (Kaplan-Moss, 2008).

**PostgreSQL:** “Es un sistema avanzado de base de datos relacionales que se basa en Open Source, es decir, el código fuente del software está disponible para cualquier persona. Los datos son almacenados en tablas compuestas por columnas y filas, mediante el uso de una llave principal las tablas se pueden relacionar con otras tablas” (Denzer, 2002).

**HTML:** “(HyperText Markup Language), es un lenguaje con el que se escriben las páginas web” (*Introducción al lenguaje HTML*, n.d.).

```

Untitled - Notepad
File Edit Format View Help
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>

<h1>My First Heading</h1>

<p>My first paragraph.</p>

</body>
</html>

```

Ilustración 14. Estructura del lenguaje HTML (w3schools, 2019)

**Servidor:** “Es una máquina informática que está al servicio de otras máquinas o personas llamadas clientes y que le suministran a estos todo tipo de información y para ello utiliza el protocolo HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto)” (Montero, 2016).

Existen varios tipos de servidores más utilizados que se detallara a continuación:

1. **Servidor de Correo:** Se encarga de enviar, recibir, almacenar y realizar todo lo relacionado con el e-mail de los usuarios finales.
2. **Servidor Web:** Su principal características es alojar documentos HTML, imágenes, texto, videos, en general todo tipo de información para ser enviado a los clientes.
3. **Servidor de Base de Datos:** Almacena y gestiona grandes cantidades de información de las bases de datos de sus clientes.



Ilustración 15. Componentes de un servidor web (Servidores Web, n.d.)



### Tipos de riego:

Según el libro de (Yagüe, n.d.) Muestra que para la correcta distribución del agua existen diferentes tipos de riegos de acuerdo al cultivo:

**1. Riego de Superficie:** También conocido como riego por gravedad es donde el agua fluye debido a la fuerza de gravedad, se aplica directamente al terreno y avanza rodando por la pendiente, este tipo de riego tiene limitaciones: por ejemplo el terreno debe tener una ligera elevación y el suelo debe ser ligeramente profundo (Agroware, 2016).

✚ **Riego por Surcos:** El agua fluye por surcos paralelos infiltrándose por los costados y el fondo sin que la superficie quede mojada en su gran totalidad.

✚ **Riego a Manta:** La superficie del suelo queda completamente mojada.

Tabla 11. Ventajas y Desventajas de utilizar el riego de superficie

Ventajas	Desventajas
✚ Su infraestructura es la más económica.	✚ No es recomendable utilizarlo en terrenos desnivelados para evitar una mala distribución del agua.
✚ No utiliza recursos energéticos gracias a la energía gravitatoria.	✚ Por la abundante cantidad de agua podrían aparecer enfermedades de tipo fungoso.
✚ El viento es un factor importante para la distribución del agua.	

**2. Riego por Aspersión:** Esta práctica de riego se aplica en forma de una ligera lluvia mediante unos aparatos de aspersión alimentados por agua a presión, los cuales se encargan de la uniformidad del riego.

✚ **Riego Colectivo:** Se suministra agua a presión hacia distintas unidades de aparatos de aspersión.

- ✚ **Riego Individual:** Se basa en aprovechar de forma individual un manantial de agua.

Tabla 12. Ventajas y Desventajas de utilizar el riego por aspersión

Ventajas	Desventajas
✚ Es uno de lo más usados aunque sea costoso su implementación,	✚ Alto costo de inversión y mano de obra.
✚ Es uno de los tipos de riegos más eficientes.	✚ La instalación de este sistema es compleja.
✚ Pueden abarcar grandes distancias de terreno.	✚ Aparición de enfermedades de tipo fungoso.
✚ Permite automatizar el riego.	

- 3. Riego Localizado:** Se aplica agua a una o más zonas restringidas del suelo que habitualmente se encuentran las raíces.

- ✚ **Riego por Goteo:** Se aplica agua mediante dispositivos gota a gota o mediante flujo continuo.

- ✚ **Riego por MicroAspersión:** Se aplica agua mediante dispositivos que disparan en forma de lluvia fina.

Tabla 13. Ventajas y Desventajas de utilizar el riego localizado

Ventajas	Desventajas
✚ Favorece el crecimiento de las raíces.	✚ Se puede taponar el sistema si no existe una correcta filtración del agua.
✚ Se puede aplicar fertilizantes en el agua para su distribución.	✚ Es necesario contar con personal capacitado para la correcta implementación.
✚ Disminuye el desperdicio de líquido vital.	✚ Se necesita un capital elevado para el diseño e instalación del sistema.

✚ Se puede implementar en terrenos pedregosos o en pendientes.	
--	--

### **Tipos de Aspersores:**

Los dispositivos de aspersión el único propósito es desmigajar el agua en gotas finas para repartirlas de manera uniforme por las plantaciones, se detallará a continuación 2 ejemplos de tipos de aspersores.

- **Aspersores No Giratorios:** Por lo general se utiliza a baja presión y su alcance es de 0,5 a 5 metros de radio a la redonda, su aplicación es limitada para invernaderos y jardinería.
- **Aspersores Giratorios:** Son los más utilizados en la agricultura, por lo general están provistas de 1 a 2 boquillas, el aspersor gira alrededor de su propio eje, lo que permite regar la superficie de círculo que es el alcance del chorro.

**Bomba de agua:** También se las conocen como bombas hidráulicas su principal función es aumentar la energía de las masas líquidas por desplazamiento a través de tuberías (Madrigal, n.d.).

Existen 3 tipos de grupos de bombeo:

#### **1. Grupos Horizontales:**

Este grupo de bombas están ubicadas en la superficie y no tienen contacto con el agua, usualmente suelen ser con motor a diésel o unido a una toma de fuerza del tractor. Pueden alcanzar una altitud de 10,33 metros de columna de agua y la presión atmosférica que debe someterse no debe ser mayor a 5 metros.



Ilustración 16. Bomba hidráulica perteneciente al grupo horizontal (Madrigal, n.d.)

## 2. Grupos Verticales:

La característica principal es que se encuentran sumergidas en el agua. En este tipo de bomba se recomienda la instalación a una profundidad máxima de 70 metros. La bomba y el motor estarán separados según el nivel del agua.



Ilustración 17. Bomba hidráulica perteneciente al grupo vertical (Madrigal, n.d.)

## 3. Grupos Sumergidos:

Este grupo se encuentran sumergidos el motor y la bomba dependiendo la profundidad que se requiera. Puede estar sumergida a una profundidad máxima de 300 metros. Su motor es eléctrico.



Ilustración 18. Bomba hidráulica perteneciente al grupo sumergible (Madrigal, n.d.)

Tabla 14. Especificaciones técnicas sobre la boba a utilizar

<b>BOMBA</b>	
<b>Marca:</b>	Rovatti Pompe
<b>Caballos de fuerza:</b>	10 hp
<b>Profundidad de la bomba:</b>	24 metros
<b>Capacidad de aspersores:</b>	25 aspersores
<b>Tubería de salida:</b>	3 pulgadas
<b>Tipo de bomba:</b>	Sumergible
<b>Voltaje de bomba:</b>	220 voltios

### **Riego de Precisión:**

Una definición acerca del riego de precisión manifiesta que un sistema sabe lo que ha hecho y aprende de lo que ha hecho, es decir necesita satisfacer las necesidades de las plantaciones de forma apropiada, eficiente y homogénea, existen múltiples estudios de investigación, ensayos e incluso sistemas reales que intentan cumplir el propósito de la precisión en un sistema de riego.

**“El riego de precisión no es una tecnología específica. Es una forma de pensar, un planteamiento sistémico”.**

El provecho sobre un cultivo se optimiza gracias a la recolección y al manejo de información sobre los datos y el sembrío. El sistema de riego ideal utilizaría tecnología y aplicaciones de riego con ayuda de tecnología sofisticada para la detección, modelización y control para sacar provecho y obtener el mejor rendimiento posible.

“El riego de precisión estratégico es el resultado de toma de decisiones a largo plazo que mediante el uso de los datos a gran escala durante extensos periodos de tiempo (datos mensuales, anuales)” (AgroTep, 2019).

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA

En el presente proyecto técnico DESARROLLO DE UN PROTOTIPO EN ARDUINO PARA UTILIZARLO EN UN SISTEMA DE RIEGO AUTÓMATA EN EL RANCHO OROZCO HERMANOS DEL CANTÓN MILAGRO por la característica que corresponde a un proyecto técnico de desarrollo está enfocado a resolver los problemas de forma práctica a través de una valoración del proyecto al que se hace referencia.

Se sabe que por naturaleza es una investigación cualitativa, debido a que busca resolver el problema a través de la interpretación y comprensión explicativa de los métodos y resultados del desarrollo de un prototipo en Arduino para ser utilizado en un sistema de riego automático en el Rancho Orozco Hermanos.

“La investigación cualitativa, conocida también con el nombre de metodología cualitativa, es un método de estudio que se propone evaluar, ponderar e interpretar información obtenida a través de recursos como entrevistas, conversaciones, registros, memorias, entre otros, con el propósito de indagar en su significado profundo” (Fabián, 2018).

Basado en la consideración de los objetivos del proyecto, será un estudio Explicativo, Descriptivo, Aplicativo y Evaluativo.

#### 1. Investigación Explicativa:

Dicha investigación se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa - efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación postfacto), como de

los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos (Gross, 2010).

La investigación explicativa pretende dar recuento de un semblante del contexto, exponiendo su significado adentro de una teoría de informe, a la luz de generalizaciones que dan balance de los hechos o anómalos que se originan en rotundas situaciones (Gross, 2010)

## **2. Investigación Descriptiva:**

“En las investigaciones de tipo descriptiva, citadas asimismo como investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se redacta y cursa sobre lo social no va mucho más allá de este nivel. Reside, esencialmente, en determinar un anómalo o contexto concreto indicando sus rangos más peculiares o diferenciadores” (Gross, 2010).

“El objetivo principal de la investigación descriptiva reside en alcanzar y estar al tanto de las circunstancias, prácticas y cualidades preponderantes a través de la representación exacta de las acciones, objetos, técnicas y personas” (Gross, 2010).

## **3. Investigación Aplicativa:**

“La investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se define porque rastrea la aplicación o manejo de las sapiencias adquiridas, a la vez que se obtienen otros, posteriormente implementar y reglamentar la habilidad fundada en investigaciones. El uso del conocimiento y los efectos de investigación que da como derivación un perfil riguroso, organizado y sistemático de conocer la situación” (Rica, Cordero, & Rosa, 2009).

## **4. Investigación Evaluativa:**

“Es la investigación que tiene como principal objetivo valorar los efectos de uno o más programas que hayan sido o estén elaborados dentro de un argumento fijo” (Reichardt, n.d.).



Se muestra esencialmente como un piloto de diligencia de las técnicas de investigación para valorar la eficacia de los programas de trabajo en las ciencias sociales. Se hacen ineludibles en este tipo de investigación los conocimientos fundamentales sobre lo que a evaluación se refiere, es decir, a las peculiaridades, elementos y técnicas de evaluación (CIEFIM, 2009)

Teniendo conocimiento de estos tipos de investigaciones se procedió a emplear la investigación aplicada en el presente trabajo, ya que resultó ser la mejor forma en que se concordaba con los diferentes aspectos y dudas que se presentaron con el avance del proyecto técnico, así mismo por las características propias del tipo de investigación se reutilizó información hallada en internet y libros para complementar la eficiencia y eficacia del mismo permitiendo llegar a los objetivos planteados, se creó un prototipo utilizando Arduino, se estableció indicadores para que el sistema sea autónomo y se logró presentar un informe técnico a través de gráficas estadísticas.

## CAPÍTULO 3

### 3. RESULTADOS (ANÁLISIS O PROPUESTA)

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO

Para comenzar a poner en práctica lo aprendido en los salones de clases se debe conocer en primer lugar la zona o el área donde se va a trabajar y además conocer los equipos necesarios para el correcto funcionamiento para la automatización del sistema de riego.



Ilustración 19. Vista satélital de la finca Rancho Orozco Hermanos (Earth, 2019)



Ilustración 20. Vista satélital del área a trabajar (Earth, 2019)

En el periodo de levantamiento de información se procedió a visitar la finca Rancho Orozco Hermanos para poder obtener la información básica acerca de las plantaciones, terreno, materiales que se utilizan para el riego y algunas especificaciones generales que no se debe

omitir. A continuación se detallará la información obtenida mediante tablas para su comprensión:

Tabla 15. Especificaciones técnicas generales

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>Cantidad de terreno a utilizar:</b>	1 hectárea (1000 metros <sup>2</sup> )
<b>Número de sensores a utilizar:</b>	4 sensores
<b>Distancia entre planta y aspersor:</b>	1,45 metros
<b>Distancia entre aspersor y aspersor (vertical):</b>	9 metros
<b>Distancia entre aspersor y aspersor (horizontal):</b>	10,5 metros
<b>Distancia entre suelo y nodo:</b>	0,5 metros
<b>Altura entre suelo y aspersor:</b>	0,6 metros
<b>Distancia entre planta y planta:</b>	3 metros
<b>Distancia entre bomba y área de riego:</b>	25 metros

Tabla 16. Especificaciones técnicas sobre la plantación



<b>PLANTAS</b>	
<b>Nombre de plantas a trabajar:</b>	 CCN-51 (Cacao Clonado Ecuatoriano)  Cacao Nacional (Fino y de Aroma)
<b>Cantidad de carreras de plantas:</b>	45
<b>Cantidad de plantas:</b>	1508

Tabla 17. Especificaciones técnicas sobre los aspersores de la plantación

<b>ASPERSOR</b>	
<b>Altura del aspersor:</b>	13 centímetros
<b>Ancho del aspersor:</b>	4 centímetros
<b>Cantidad de carreras de aspersores:</b>	11
<b>Cantidad de aspersores:</b>	110

<b>Radio de riego del aspersor:</b>	13 metros
-------------------------------------	-----------

Tabla 18. Especificaciones técnicas sobre la tubería

<b>TUBERIA</b>	
<b>Marca:</b>	Plastigama
<b>Longitud total utilizada:</b>	100 metros aproximado

Tabla 19. Especificaciones técnicas sobre las compuertas

<b>COMPUERTAS</b>	
<b>Marca:</b>	Plastigama
<b>Cantidad de compuertas:</b>	4

Para desarrollar el proyecto fue necesario dividir en dos secciones:

La primera sección se utilizó lenguaje Arduino que permitirá la obtención de datos mediante sensores como el de humedad del suelo, sensor de lluvia, sensor de luz, sensor de temperatura y una bomba que estarán conectados directamente a la placa de Arduino y se activará cuando el programa que se desempeñara de forma automática le indique los niveles en que la bomba debe encenderse y empezar a realizar el riego por aspersión. Mientras los sensores estén activos los datos se actualizarán constantemente, cuando el programa detecte que el límite de humedad del suelo es el correcto la bomba procederá a apagarse y por ende el riego culminará hasta que el suelo presente de nuevo la necesidad de ser regado y una vez instalado el proyecto todo esto se llevará a cabo sin intervención alguna de un usuario.

El desarrollo en Arduino principia con la inicialización de las librerías que se van a utilizar, seguido de la declaración de los pines donde van a ir conectados cada uno de los sensores que se va a utilizar.

```

#include <SPI.h> //Maneja el envio de datos tipo bus
#include <Ethernet.h> //Libreria para la placa Ethernet
#include <DHT.h> //Libreria para el sensor dht11
#include <Wire.h>

```

Ilustración 21. Inicialización de librerías a utilizar para los diferentes componentes a utilizar en el proyecto

```

/*Declaración de variables de entradas y salidas*/
//Se define variable del sensor de humedad en el suelo en el pin A0
#define pin_sensor_lluvia A0
//Defino variable del sensor de lluvia en el pin A1
#define pin_sensor_humedad A1
//Defino variable del sensor de temperatura en el pin A2
#define pin_sensor_temperatura A2
#define temp_tipo DHT11
//Defino variable del sensor de fotoresistencia LDR en el pin A3
#define pin_fotoreistencia A3
//Defino variable del sensor de la bomba en el pin A4
#define pin_relay_bomba A4

```

Ilustración 22. Definición de las variables de los sensores que van conectados a los pines del Arduino

Se crea las variables para los leds los cuales indicarán si está en correcto funcionamiento cada sensor.

```

/*Declaración de variables para los leds*/
//Se declara la variable del led para el sensor de lluvia en el pin 0
const int led_sensor_lluvia = 0;
//Se declara la variable del led para el sensor de humedad en el pin 1
const int led_sensor_humedad = 1;
//Se declara la variable del led para el sensor de temperatura en el pin 2
const int led_sensor_temperatura = 2;
//Se declara la variable del led para el sensor de fotorreistencia en el pin 3
const int led_fotoreistencia = 3;
//Se declara la variable del led para el sensor de relay_bomba en el pin 4
const int led_relay_bomba = 4;
//Se declara la variable del led para el sensor de error en el pin 12
const int led_error = 12;
//Se declara la variable del led para el sensor de precaucion en el pin 13
const int led_warning = 13;
//Se declara la variable del led para el sensor de motor en el pin 8
const int led_mot = 8;

```

Ilustración 23. Declaración de las variables para los diodos leds

```

//Se declara la variable val_sensor_lluvia para la lluvia
int val_sensor_lluvia = 0;
//Se declara la variable val_sensor_humedad para la humedad
int val_sensor_humedad = 0;
//Se declara la variable val_sensor_temperatura para la temperatura
int val_sensor_temperatura = 0;
//Se declara la variable val_fotoreistencia para la fotoresistencia
int val_fotoreistencia = 0;
//Se declara la variable valF para la conversion de temperatura atmosferica
int valF = 0;
//Se declara la variable valK para la conversion de temperatura atmosferica
int valK = 0;

```

Ilustración 24. Declaración de las variables para obtener los valores de los sensores

```

/*Inicializamos las variables para los Leds*/
const int led_sensor_lluvia = 0;
const int led_sensor_humedad = 1;
const int led_sensor_temperatura = 2;
const int led_fotorresistencia = 3;
const int led_relay_bomba = 4;
const int led_error = 12;
const int led_warning = 13;
const int led_mot = 8;

```

Ilustración 25. Declaración de las variables para los leds

Se procede a la lectura de los datos por medio de los sensores, donde el sensor de temperatura nos permitirá obtener la temperatura relativa que esta por defecto en grados centígrados, humedad relativa y también se procederá a realizar la conversión de la temperatura relativa a grados Fahrenheit mediante la fórmula “ $^{\circ}\text{F} = \left(\frac{9 * ^{\circ}\text{C}}{5}\right) + 32$ ”.

```

// Leemos la humedad relativa
int h = dht.readHumidity();
Serial.print("1. Humedad Relativa: ");
Serial.print(h);
Serial.println(" % ");

// Leemos la temperatura en grados centígrados (por defecto)
int t = dht.readTemperature();
Serial.print("2. Temperatura Relativa: ");
Serial.print(t);
Serial.println(" °C ");

//Convertimos la temperatura a Grados Farenheit
valF = ((9 * t) / 5) + 32;
Serial.print("3. Temperatura Relativa: ");
Serial.print(valF);
Serial.println(" °F ");

```

Ilustración 26. Lectura de los datos del sensor de humedad y temperatura relativa

Gracias al sensor de humedad del suelo obtendremos un valor entre 0 y 370, mediante el mapeo facilitará su comprensión ya que convierte dentro de un rango entre 0 y 100, el cuál es más fácil comprender para el usuario; de igual manera sucede con el sensor de fotorresistencia y el de lluvia.

```

//Mide la humedad en el suelo en % y muestra el resultado
//y = (valor que recibo, de Minimo, de Maximo, a Minimo, a Maximo)
int valor_humedad_suelo = analogRead(pin_sensor_humedad);
//min = 520, max =
valor_humedad_suelo = map(valor_humedad_suelo, 370, 0, 0, 100);
Serial.print("Humedad del Suelo: ");
Serial.print(valor_humedad_suelo);
Serial.println(" % ");

// Light value in %
// Mide la luminosidad en % y muestra el resultado
int val_fotoresistencia = analogRead(pin_fotoresistencia);
//min = 0, max =
val_fotoresistencia = map(val_fotoresistencia, 0, 1024, 0, 100);
Serial.print("Luminosidad: ");
Serial.print(val_fotoresistencia);
//client.print(val_fotoresistencia);
Serial.println("%");

// lluvia value in %
// Mide la lluvia en % y muestra el resultado
int val_sensor_lluvia = analogRead(pin_sensor_lluvia);
//min = 1000, max =
val_sensor_lluvia = map(val_sensor_lluvia, 1024, 1, 0, 100);
Serial.print("Intensidad de Lluvia: ");
Serial.print(val_sensor_lluvia);
Serial.println("%");

```

Ilustración 27. Lectura de los datos del sensor de humedad, fotorresistencia y lluvia

La función (isnan) viene incluida en Arduino que ayuda a controlar que los sensores conectados se encuentren funcionando correctamente, caso contrario mostrará un mensaje de error.

```

//Con la funcion isnan controlamos que el valor recibido del sensor sea un número, sino dara error:
if (isnan(h) || isnan(t) ) {
  Serial.println(("X! Error en el sensor de Temperatura!"));
  return;
} else {
  if (isnan(val_sensor_humedad) ) {
    Serial.println(("X! Error en el sensor de Humedad del Suelo!"));
    return;
  } else {
    if (isnan(val_sensor_lluvia) ) {
      Serial.println(("X! Error en el sensor de Lluvia!"));
      return;
    } else {
      if (isnan(val_fotoresistencia) ) {
        Serial.println(("X! Error en el sensor de Luminosidad!"));
        return;
      }
    }
  }
}
}
}

```

Ilustración 28. Validación para los sensores

Las condiciones de riego programada que debe cumplirse para que el riego sea óptimo.

```

if ( val_sensor_lluvia > 11 || valor_humedad_suelo >= 90 ) {
  //El motor de la bomba de agua se para y no riega
  digitalWrite(pin_relay_bomba, LOW);
  Serial.println("Lluvia Detectada");
  digitalWrite(led_sensor_lluvia, HIGH);
}
else {
  if ( valor_humedad_suelo <= 30 || val_fotoresistencia >= 30 ) {
    //El motor de la bomba de agua arranca con la velocidad elegida anteriormente en el código
    digitalWrite(pin_relay_bomba, HIGH);
    Serial.println("Necesita Regar, bomba ENCENDIDA");
    digitalWrite(led_sensor_humedad, HIGH);
    digitalWrite(led_fotoresistencia, HIGH);
    digitalWrite(led_mot, HIGH);
    digitalWrite(led_relay_bomba, HIGH);
    digitalWrite(led_fotoresistencia, HIGH);
  }
  else {
    //El motor de la bomba de agua se para y no riega
    digitalWrite(pin_relay_bomba, LOW);
    Serial.println("NO Necesita Regar");
    digitalWrite(led_sensor_humedad, LOW);
    digitalWrite(led_fotoresistencia, HIGH);
  }
}
}
}

```

Ilustración 29. Condiciones de riego

Se desarrolló un método llamado subir donde tiene parámetros que son los datos obtenidos de los diferentes sensores los cuales serán enviados a la página web.

```

void subir(int hr, int m, int s, int da, int l, int d, int be) {
  // Cuando la conexión se procede a iniciar el envío al servidor, usando también el puerto
  if (client.connect(server, 80)) {
    //Imprimiendo la conexión
    Serial.println("Conectado.");
    // haciendo la petición HTTP (Utilice la dirección que va luego del host usando por GET los datos de las senesores para enviar)
    String url = "GET /sendData/info/hr=" + (String)hr + "&ac=" + (String)m + "&se=" + (String)s + "&da=" + (String)da + "&al=" + (String)l + "&ar=" + (String)d + "&be=" + (String)be + " HTTP/1.1";
    Serial.println(url);
    client.println(url);
    //Declarando el HOST para el envío de datos
    client.println("Host: rancho.2camp.com");
    //Realizando el cierre de la conexión
    client.println("Connection: close");
    client.println();
  } else {
    //Comunica en caso de no existir conexión
    Serial.println("Conexion Fallida");
  }
}

```

Ilustración 30. Método creado para el envío de datos a la página web desde Arduino

La segunda sección se utilizó lenguaje de Python mediante el framework de PyCharm que permitió crear todos los módulos de inicio de sesión, página de inicio, módulo de estadísticas (Gráfico de pastel y Gráfico de barras), módulos de inicio y parada de emergencia.





Ilustración 31. Módulo de inicio de sesión



Ilustración 32. Página principal

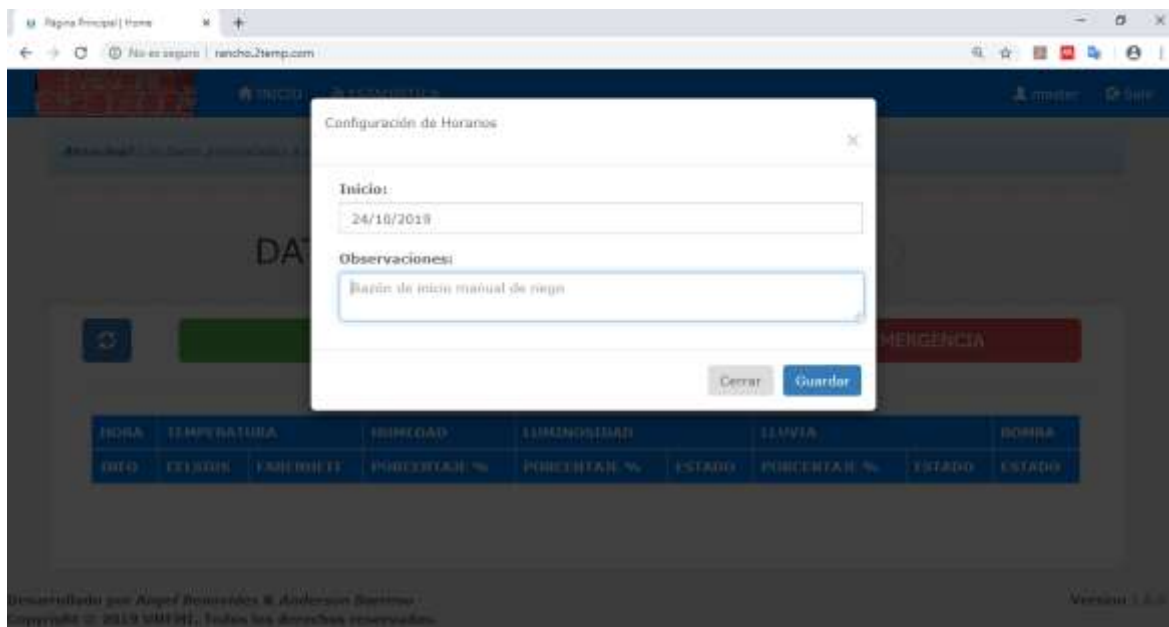


Ilustración 33. Ventana emergente para iniciar el riego

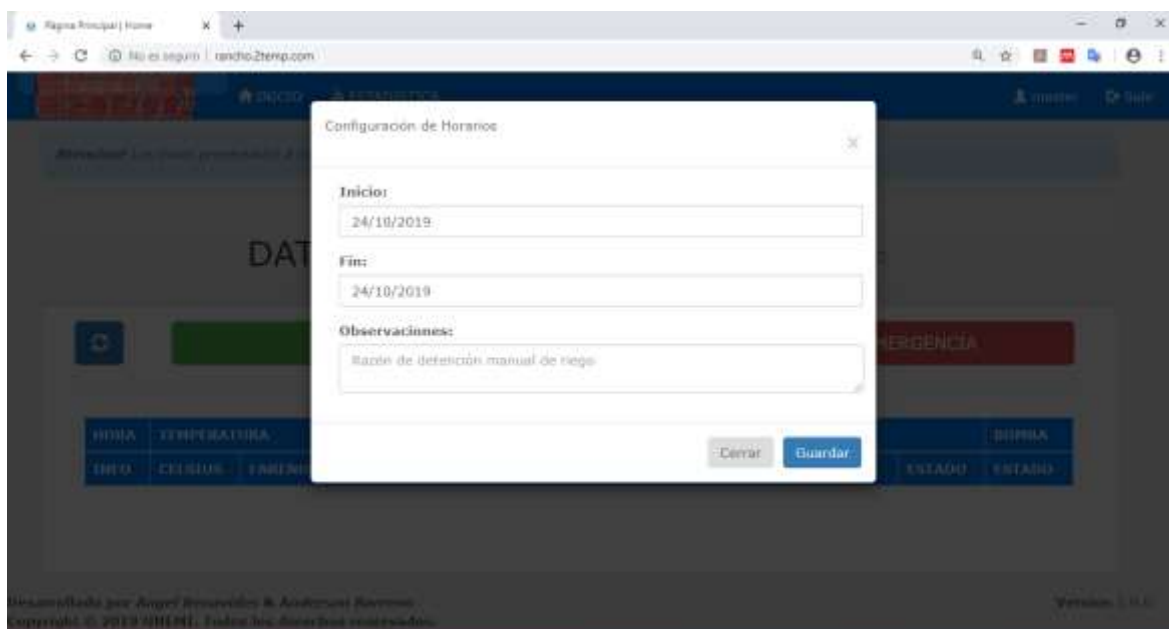


Ilustración 34. Ventana emergente para la parada de emergencia

En el menú de la página principal existe un botón de estadística que nos mostrará la cantidad de paradas forzadas (emergencia) e inicios forzados que el usuario ha realizado.



Ilustración 35. Gráfica de pastel para el inicio del riego



Ilustración 36. Gráfica de pastel para las paradas de emergencia

Deslizando hacia abajo se observará un gráfico de barras que mostrará datos obtenidos en fechas de anteyar, ayer y hoy.

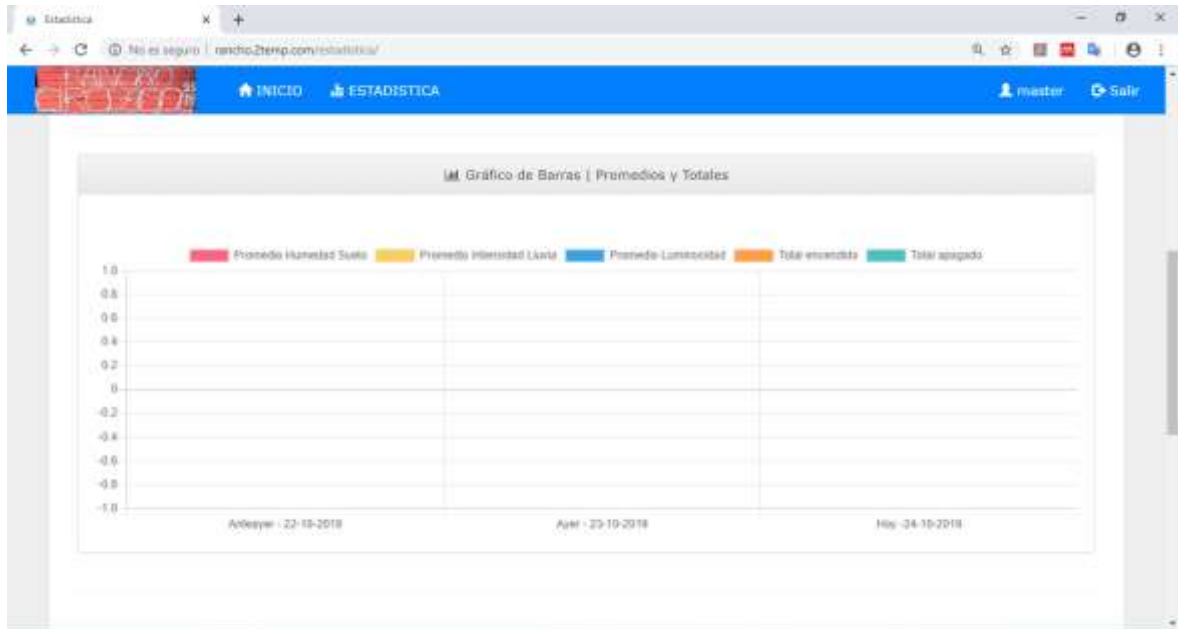


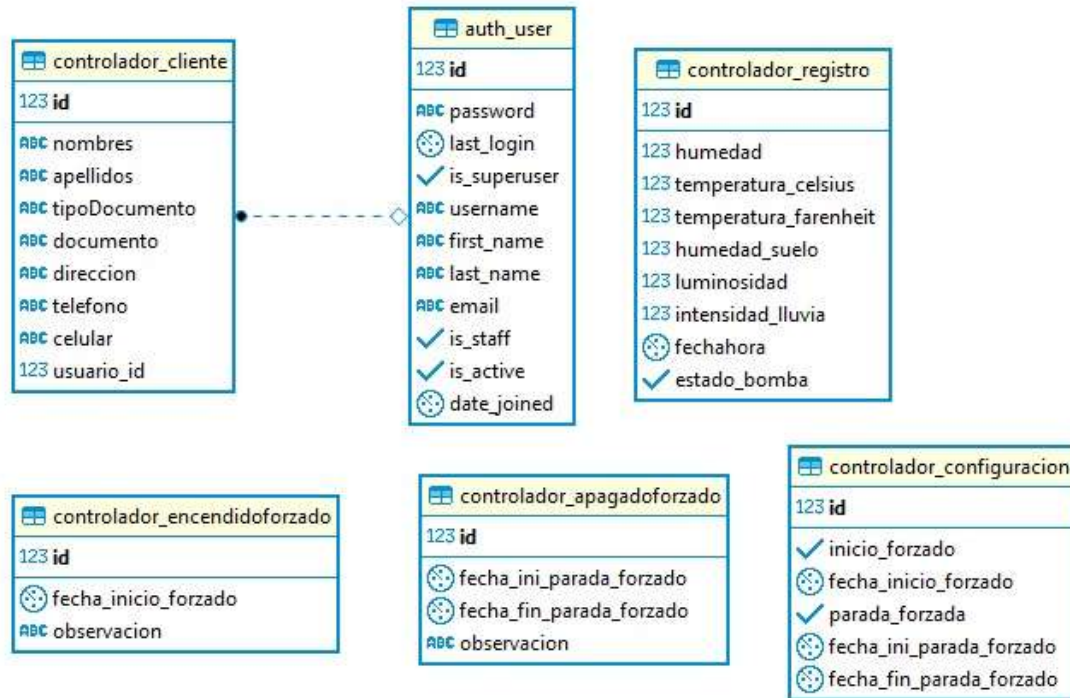
Ilustración 37. Gráfica de barra comparando los días de riego

Existen dos tablas, una de inicios forzados y paradas forzadas que permitirá visualizar la fecha que se aplicó y el motivo por el cual se realizó dicha acción.

INICIOS FORZADOS		PARADAS FORZADAS		
FECHA	MOTIVO	FECHA INICIO	FECHA FIN	MOTIVO
03-10-2019	No ha llovido en días	06-10-2019	09-10-2019	Parada por fumigación
03-10-2019	Por spartaaa	03-10-2019	04-10-2019	Spartaaaa
03-10-2019	This	06-10-2019	06-10-2019	
03-10-2019	EMERGENCIA			
03-10-2019	EMERGENCIA			
03-10-2019	EMERGENCIA			
03-10-2019	Emergencia			
03-10-2019	emergencia			
04-10-2019	Aj			

Ilustración 38. Tablas que muestran los inicios y paradas forzadas

Una vez creados dichos módulos se procedió a la creación de la base de datos utilizando un gestor de base de datos muy conocido como lo es PostgreSQL, donde se guardarán los datos que el sistema registre.



Se procedió a subir el proyecto en un host temporal para poder acceder a la página web desde cualquier lugar del mundo.



Ilustración 39. Enlace para ingresar a la página web del proyecto

## EVALUACIÓN DEL PROYECTO TÉCNICO

Para tener constancia sobre las pruebas se procedió a realizar capturas de la página principal mientras el Arduino procede a obtener los datos para su presentación al usuario.

Se procedió a realizar las pruebas desde un computador ya que será la forma estupenda para poder observar los múltiples datos que se van obteniendo al transcurrir el tiempo, pero no hay que omitir los dispositivos móviles que también son una opción viable.

HORA	TEMPERATURA		HUMEDAD	LUMINOSIDAD	LLUVIA	BOMBA
	CELSIUS	FARENHEIT	PORCENTAJE %	PORCENTAJE %		
12:40:22	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:49:14	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:49:06	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:58	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:49	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:41	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:32	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:23	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:13	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:48:04	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:47:55	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00
12:47:46	28.00	82.00	100.00	4.00	Noche	58.00

Ilustración 40. Página principal del sitio web desde un computador

HORA	TEMPERATURA		HUMEDAD	LUMINOSIDAD	LLUVIA
	CELSIUS	FARENHEIT	PORCENTAJE %	PORCENTAJE %	
20:55:27	28.00	82.00	25.00	-27.00	Noche
20:55:19	28.00	82.00	25.00	19.00	Día
20:55:11	28.00	82.00	25.00	16.00	Día

Ilustración 41. Página principal del sitio web desde un dispositivo móvil

Se puede observar que el Arduino está obteniendo valores negativos ya que existe algún desperfecto en el sensor al momento de obtener dicho valor; No hay de qué preocuparse la solución es verificar los pines que estén bien conectados o en algún caso extremo se necesitaría cambiar el sensor y el problema queda solucionado de raíz.

Se procede a realizar una parada de emergencia donde se modificará la fecha de inicio, fecha de finalización para que el sistema sea autónomo por sí solo, y se incluirá alguna observación para llevar un registro completo del porque se realizó dicha acción.

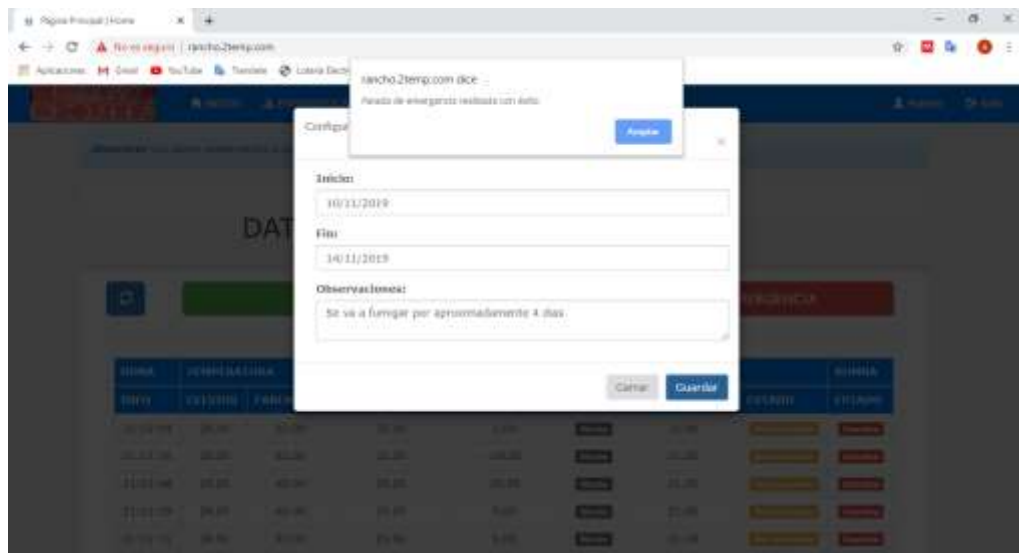


Ilustración 42. Mensaje de éxito sobre la parada de emergencia del riego



Ilustración 43. Registro de la parada de emergencia mediante gráfico de pastel

INICIOS FORZADOS		PARADAS FORZADAS		
FECHA	MOTIVO	FECHA INICIO	FECHA FIN	MOTIVO
03-10-2019	No ha llovido en días	08-10-2019	09-10-2019	Perdida por fumigación
03-10-2019	Por spartaaas	03-10-2019	04-10-2019	Spartaaas
03-10-2019	Tira	06-10-2019	06-10-2019	
03-10-2019	EMERGENCIA	06-11-2019	07-11-2019	Pruebas de parada...
03-10-2019	EMERGENCIA	10-11-2019	14-11-2019	Se va a fumigar por aproximadamente 4 días
03-10-2019	EMERGENCIA			
03-10-2019	EmergenCa			
03-10-2019	emergencia			
04-10-2019	Aj			

Ilustración 44. Registro de la parada de emergencia mediante tablas

En caso de que el usuario ya no desee o por algún motivo desconocido se presente, se procederá a inicializar el riego de forma manual para que sistema siga registrando los datos mediante el Arduino; se procederá a modificar la fecha de inicio y detallar el motivo para llevar un registro completo del porque se realizó dicha acción.



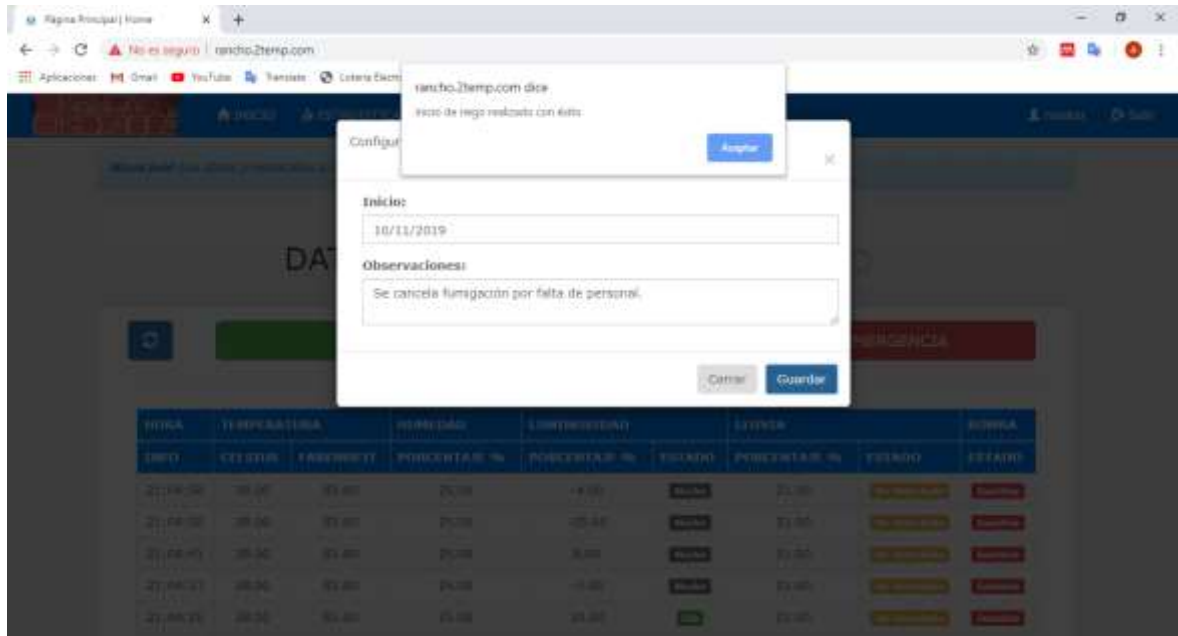


Ilustración 45. Mensaje de éxito sobre el inicio del riego



Ilustración 46. Registro del inicio del riego mediante gráfico de pastel

INICIOS FORZADOS		PARADAS FORZADAS		
FECHA	MOTIVO	FECHA INICIO	FECHA FIN	MOTIVO
03-10-2019	No ha llovido en días.	08-10-2019	09-10-2019	Parada por fumigación
03-10-2019	Por tormenta	03-10-2019	04-10-2019	Spertaaa
03-10-2019	This	06-10-2019	06-10-2019	
03-10-2019	EMERGENCIA	06-11-2019	07-11-2019	Prueba de parada...
03-10-2019	EMERGENCIA	10-11-2019	14-11-2019	Se va a fumigar por aproximadamente 4 días
03-10-2019	EMERGENCIA			
03-10-2019	Emergencia			
03-10-2019	emergencia			
04-10-2019	Aj			
10-11-2019	Se cancela fumigación por falta de personal.			

Ilustración 47. Registro del inicio del riego mediante tablas



Ilustración 48. Registro de datos de los sensores durante 3 días mediante gráfico de barras

## CONCLUSIONES

Los resultados que se obtuvieron durante las pruebas sobre la automatización del sistema de riego mostró que el envío y recepción de los datos está en correcto funcionamiento y existe un intervalo de tiempo óptimo para la comunicación entre el Arduino y el sitio web.

Durante el desarrollo del proyecto se pudo garantizar el cumplimiento de los objetivos planteados con anterioridad, ya que se diseñó un prototipo capaz de contribuir al mejoramiento de sistemas de riego y con ello a las labores del agricultor del Rancho Orozco Hermanos, mediante un sistema autómatas el cual puede abastecer de líquido vital a las plantaciones.

Previo a la automatización del sistema de riego no se podía determinar de forma técnica ciertos parámetros de medición de riego como la humedad del suelo, temperatura atmosférica, datos que eran necesarios, pero no existían ya que el método de riego que se realizaba era irregular, con la automatización del sistema de riego se puede llevar un control y evaluar los parámetros antes mencionados.

Se logró obtener resultados según las expectativas al iniciar el proyecto, y se ha conseguido relacionar el uso del Arduino, un dispositivo con el cual no se ha operado con frecuencia.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización de abonos orgánicos e insecticidas, con el fin de lidiar con las enfermedades y plagas que pueda afectar las plantaciones ya que si solo se la provee de agua también podría dañarse la planta de exceso de líquido vital.

Monitorización del correcto funcionamiento del sistema de riego, en conjunto con el encargado del riego del Rancho Orozco Hermanos, para poder lograr en un futuro tener registro sobre los datos de los recursos hídricos de las plantaciones en diferentes épocas del año.

Se recomienda utilizar PLC (Programmable Logic Controller – Controlador Lógico Programable), porque son equipos robustos que ayudarían de manera eficiente a la automatización debido a la extensa dimensión de la finca, y también ayuda en el monitoreo de los procesos es decir, si se manifiesta algún error se puede corregir de manera inmediata.

Se recomienda la implantación de válvulas automáticas en las múltiples tuberías que se encuentran enterradas en la finca Rancho Orozco Hermanos y realizar mejoras en el sistema para poder controlar las válvulas.

Se recomienda utilizar drones para llevar un control de las diferentes perspectivas sobre las plantaciones de la finca Rancho Orozco Hermanos y los datos obtenidos se envíe de manera remota, en tiempo real hacia el sistema mediante fotografías.

Se recomienda contratar un proveedor de servicio de internet de banda ancha dentro de la finca Rancho Orozco Hermanos para monitorear el sistema desde cualquier lugar del mundo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AgroTep. (2019). El riego de precisión - Agrotep Tecnología de precisión. Retrieved October 26, 2019, from <https://agrotep.com/2019/08/01/el-riego-de-precision/>
- Agroware. (2016). Tipos de Riego. Retrieved October 26, 2019, from <http://sistemaagricola.com.mx/blog/tipos-de-riego-en-la-agricultura-y-ventajas/>
- C.V., A. E. S. . de. (2015). *Protoboard-400*.
- Cádiz, U. de. (2012). *Comenzando con Arduino*. Retrieved from [www.arduino.cc/en/](http://www.arduino.cc/en/).
- CIEFIM. (2009). Tipos de investigación. Retrieved November 10, 2019, from <https://sites.google.com/site/ciefim/tiposdeinvestigación>
- Coporation°, F. E. (n.d.). *Arduino Uno R3*.
- Denzer, P. (2002). *PostgreSQL*. Retrieved from <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s02/projects/denzer/informe.pdf>
- Earth, G. (2019). Vista satelital.
- ElTelegrafo. (2011). Ecuador tiene 7,3 millones hectáreas de labor agrícola. Retrieved October 24, 2019, from <https://www.letelegrafo.com.ec/noticias/actualidad/1/ecuador-tiene-73-millones-hectareas-de-labor-agricola>
- Enríquez Herrador, R. (2009). *Guía de Usuario de Arduino*.
- Gross, M. (2010). Tesis y Monografías - Metodología. Retrieved November 10, 2019, from <http://www.mistareas.com.ve/investigacion-descriptiva>.
- Gutiérrez, A. (2010). *BASES DE DATOS clave-MIS 308*. 36. Retrieved from [https://aiu.edu/cursos/base de datos/pdf leccion 1/lección 1.pdf](https://aiu.edu/cursos/base%20de%20datos/pdf%20leccion%201/leccion%201.pdf)
- Introducción al lenguaje HTML*. (n.d.).
- Kaplan-Moss, A. H. y J. (2008). *Índice general Preliminares*. 1–17.
- Madrigal, A. P. (n.d.). *Grupos de bombeo actuales e innovaciones*.
- Manuel, J. (n.d.). Bases de datos digital, la base del marketing online | LCMK. Retrieved October 26, 2019, from <https://laculturadelmarketing.com/bases-de-datos-digital-la-base-del-marketing-online/>
- Montero, A. (2016). Servidores. Retrieved October 24, 2019, from <https://es.slideshare.net/armando1727/servidores-56804312>
- Prim, A. (n.d.). Claves para desarrollar un buen prototipo. Retrieved October 26, 2019, from <https://innokabi.com/claves-para-desarrollar-un-buen-prototipo/>
- Reichardt, T. D. C. C. S. (n.d.). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*.

- Rica, C., Cordero, V., & Rosa, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *CIENTÍFICA Educación*, 33(1), 155–165. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Russo, F. (2018). Arduino. Retrieved October 26, 2019, from <https://tentulogo.com/conoce-arduino-la-startup-con-la-que-puedes-realizar-miles-de-proyectos-electronicos/>
- Sanner, M. F. (n.d.). *PYTHON: A PROGRAMMING LANGUAGE FOR SOFTWARE INTEGRATION AND DEVELOPMENT*. Retrieved from <http://www.python.org/doc/Comparisons.html>
- Servidores Web*. (n.d.).
- SGMA. (n.d.). *Bases de Datos*.
- Wanchito. (2010). Definición de un prototipo. Retrieved September 5, 2019, from <https://es.scribd.com/doc/29597239/DEFINICION-DE-PROTOTIPO>
- Yagüe, J. L. F. (n.d.). *Técnicas de Riego*.

## ANEXOS



*Ilustración 50. Mata de Cacao Nacional*



*Ilustración 49. Mata de Cacao Injertado CCN-51*



*Ilustración 51. Planta Joven*



*Ilustración 52. Planta Adulta*





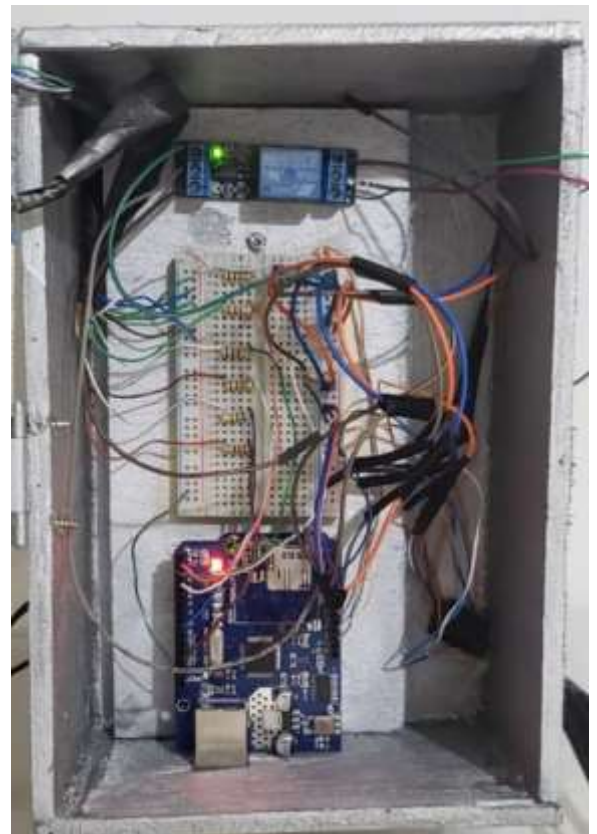
*Ilustración 54. Aspersor*



*Ilustración 53. Ubicación de Compuerta para aspersores*

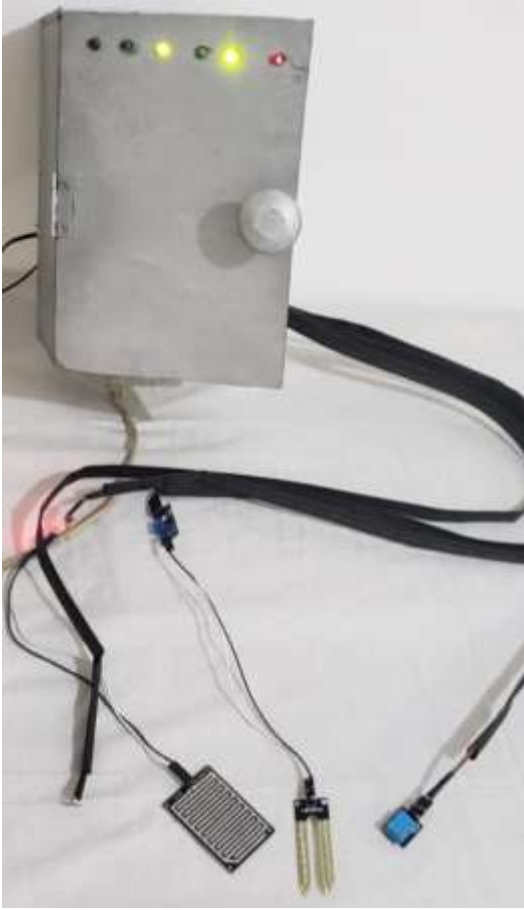


*Ilustración 55. Vista externa del prototipo*



*Ilustración 56. Vista interna del prototipo*





*Ilustración 57. Vista externa del prototipo con sus respectivos sensores*