



# **INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO MARIANO SAMANIEGO**

*El Instituto de la Frontera Sur*

## **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRICIDAD**

### **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DE CONTROL PARA EL FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO Y MANUAL DE UN SISTEMA DE RIEGO”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

## **TECNÓLOGO SUPERIOR EN ELECTRICIDAD**

**AUTORES:** Jiménez Capa José Vicente; Maza Tandazo Segundo Rogelio; Montero Torres Jorge Luis; Romero Montero Ángel Andrés.

**DIRECTOR:** Mgs. Gutiérrez Novillo Esteban Andrés.

CARIAMANGA

2022

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Cariamanga, 01, de noviembre, de 2022

Tecnólogo Superior en Electricidad.

Ing. Byron Gustavo Montero Encarnación

**Coordinador(a) de la Carrera de Tecnología en electricidad**

Ciudad. –

De mi consideración:

El presente Trabajo de Titulación denominado: Diseño y construcción de un tablero de control para el funcionamiento automático y manual de un sistema de riego realizado por: José Vicente Jiménez Capa, Segundo Rogelio Maza Tandazo, Jorge Luis Montero Torres, Ángel Andrés Romero Montero, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado por la herramienta anti plagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Mgs. Gutiérrez Novillo, Esteban Andrés.

C.I.: 1104080048

### **Declaración de autoría y cesión de derechos**

Nosotros, José Vicente Jiménez Capa, Segundo Rogelio Maza Tandazo, Jorge Luis Montero Torres y Ángel Andrés Romero Montero, declaramos y aceptamos en forma expresa lo siguiente:

- Ser autores del Trabajo de Titulación denominado: Diseño y construcción de un tablero de control para el funcionamiento automático y manual de un sistema de riego, de la Titulación de Tecnología en electricidad, específicamente de los contenidos comprendidos en: Resumen, Introducción, Capítulo 1. Generalidades del cantón Calvas, Capítulo 2. Sistemas de riego por aspersión, Capítulo 3. Diseño del sistema de riego, Capítulo 4. Construcción del tablero de control, Capítulo 5. Implementación y armado del sistema de riego, Conclusiones y Recomendaciones, siendo Mgs. Gutiérrez Novillo, Esteban Andrés, director (a) del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de nuestra exclusiva responsabilidad.
- Que nuestra obra, producto de nuestras actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico del ISTMS, que establece: “Forman parte del patrimonio del Instituto la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) del Instituto”.

- Autorizamos al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego para que pueda hacer uso de nuestra obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de nuestro completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: .....

Autor: Jiménez Capa, José Vicente

C.I.: 1150351607

Firma: .....

Autor: Maza Tandazo, Segundo Rogelio

C.I.: .....

Firma: .....

Autor: Montero Torres, Jorge Luis

C.I.: 1104145147

Firma: .....

Autor: Romero Montero, Ángel Andrés

C.I.: 1105291130

**DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico primeramente a Dios, mi hermano Jorge Jiménez que está en el cielo, por permitirme terminar mi carrera guiar cada paso que doy, al darme la fortaleza, ánimos para nunca rendirme en este camino lleno de obstáculos, pero gracias a ellos, lo logre. También a mi madre Carmen Capa que con su bendición a lo largo de mi vida me protege, me lleva por el camino del bien. Ami padre Dionisio Jiménez por apoyarme moral, psicológicamente,etc; sus consejos para ser mejor persona, para lograr llegar a esta instancia de mis estudios. A mis dos hijos y esposa por ser mi mayor motivación por darme esos ánimos que necesitaba para poder convertirme en un ejemplo para ellos.

**Jiménez Capa, José Vicente**

Dedico esta tesis con todo mi amor, cariño a mis padres Jimmy Maza y María Tandazo por haberme forjado como la persona que soy, por su apoyo, motivación. A mis amigos, compañeros de clase por compartir conocimientos, alegrías, tristezas que ayudaron a que sea posible la culminación de este trabajo de titulación.

**Maza Tandazo, Segundo Rogelio.**



A mis queridos padres, Rosa Lida Torres Olmedo y a la memoria de mi querido e inolvidable padre, Bolívar Napoleón Montero Ludeña quien siempre me inculco el amor por el estudio, ya que son el estímulo fundamental para estas realizaciones, a mis hijos Jorge, Aimé que son las personas más importantes de mi vida. A mi esposa Verónica por darme ánimos, compañía, etc.; durante todo este trabajo.

**Montero Torres, Jorge Luis**

Dedico el presente trabajo primeramente a Dios por brindarme la oportunidad de llegar a esta instancia de mis estudios, mis queridos padres Víctor Romero y Blanca Montero, mis hermanos, por brindarme todo el apoyo incondicional, su amor, compañía, y guiarme por el camino del bien, y darme la motivación necesaria.

Al ISTMS, maestros y amigos que me acogieron y creyeron en mi como estudiante y persona con quienes compartí grandes momentos de mi vida mientras estuve en el aula.

**Romero Montero, Ángel Andrés**

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento primeramente a Dios, por brindarme vida y salud, necesarias para la elaboración del presente trabajo de titulación, a cada uno de los miembros de mi familia, a las autoridades y docentes del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, especialmente de la carrera de Tecnología en Electricidad, de manera especial al Ing. Andrés Gutiérrez docente de la institución y tutor de la presente tesis, a la señora Mónica Calva propietaria de la finca donde realizamos el proyecto automatizado y manual para riego, y a los compañeros de titulación por el esfuerzo y dedicación para poder culminar este trabajo.

**Jiménez Capa, José Vicente**

Gracias, infinitas gracias a nuestro tutor, el Mgs. Gutiérrez Novillo Esteban Andrés. Al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, que con su formación profesional y humana, nos brinda la oportunidad de ser profesionales. Al Sra. Mónica Calva, propietaria de la localidad, que nos permitió desarrollar este proyecto en su finca.

**Maza Tandazo, Segundo Rogelio**

Expreso mi sincero agradecimiento Al Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego y a los docentes profesionales que me guiaron a lo largo de mis estudios y en el transcurso de este trabajo de titulación en beneficio los usuarios del sistema de riego diseñado en este trabajo de titulación.

**Montero Torres, Jorge Luis**

Primero y antes que nada, debemos dar gracias a Dios por estar entre nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones y ayudarnos a conseguir nuestra meta, por permitirnos compartir nuestros años de aprendizaje con aquellas personas que de una u otra forma han significado un gran apoyo para conseguir nuestro título de profesionales.

Gracias a nuestros padres que con su amor, paciencia y mucha dedicación para con nosotros nos motivaron siempre con las palabras necesarias para superar cada prueba de vida que se nos presentó.

**Romero Montero, Ángel Andrés**

**TABLA DE CONTENIDO**

Declaración de autoría y cesión de derechos .....	iii
DEDICATORIA .....	vi
Agradecimiento.....	xi
Índice de Tablas .....	xxi
Indice de FIGURAS.....	xxii
Resumen.....	xxv
Abstract.....	xxvi
Introducción .....	xxvii
Objetivos.....	xxix
Metodología .....	xxix
Capítulo I .....	1
GENERALIDADES.....	2
Descripción del cantón Calvas .....	2
Latitud y Longitud.....	2
Limites.....	3
División Política.....	3
División Barrial .....	4



Análisis Climatológico .....	6
Factores Climatológicos .....	6
Temperatura .....	7
Precipitación.....	7
Tipos de clima .....	7
El agua.....	8
Sistemas de riego.....	10
Descripción de la zona de emplazamiento .....	16
Capítulo II .....	18
<b>SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION</b> .....	19
Funcionamiento .....	19
Componentes de un sistema de riego por aspersión.....	19
Tecnologías aplicadas .....	21
Aplicación de automatismos y sistemas de control.....	21
Tableros de control.....	21
Break eléctrico.....	22
Contactor .....	24
Pulsadores.....	25
Selector interruptor.....	26

Relé térmico .....	27
Programador digital, 2 módulos THC 15A .....	28
Sensores de flujo de agua .....	30
Electroválvula.....	30
Capítulo III.....	32
DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO .....	33
Sistema de riego automático y manual.....	33
CAdE_SIMU.....	33
Especificaciones y librerías técnicas del simulador .....	34
Diseño del sistema de riego en el programa Cade Simu .....	35
Componentes del sistema de riego .....	37
Bomba de agua periférica.....	39
Fuente: INGCO, 2021 .....	40
Componentes del circuito de control.....	41
Capítulo IV.....	48
CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.....	49
Construcción del tablero de control .....	49
Diseño del tablero de control .....	49
Descripción del funcionamiento del tablero de control .....	50

Diseño del sistema de riego.....	52
Descripción del funcionamiento del sistema de riego.....	53
Capítulo V.....	55
implementacion y armado del sistema de riego.....	56
Armado del sistema de riego.....	56
Implementación del sistema de riego.....	57
Funcionamiento de cada bloque del sistema de riego.....	57
Bloque de control temporizado (Programación con timer).....	57
Sistema de almacenamiento de agua.....	59
Bomba del sistema.....	60
Aspersión (componentes).....	61
Calibre de cables implementados.....	62
Funcionamiento del sistema.....	62
Capacidad instalada del sistema de riego.....	65
Presupuesto.....	65
Problemas y soluciones del sistema.....	67
Conclusiones.....	70
Recomendaciones.....	72
Referencias.....	73

Anexos ..... 75

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> .....	5
<b>Tabla 2</b> .....	29
<b>Tabla 3</b> .....	34
<b>Tabla 4</b> .....	40
<b>Tabla 5</b> .....	45
<b>Tabla 6</b> .....	46
<b>Tabla 7</b> .....	57
<b>Tabla 8</b> .....	65
<b>Tabla 9</b> .....	66

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> .....	3
<b>Figura 2</b> .....	4
<b>Figura 3</b> .....	10
<b>Figura 4</b> .....	11
<b>Figura 5</b> .....	12
<b>Figura 6</b> .....	13
<b>Figura 7</b> .....	13
<b>Figura 8</b> .....	14
<b>Figura 9</b> .....	14
<b>Figura 10</b> .....	15
<b>Figura 11</b> .....	16
<b>Figura 12</b> .....	17
<b>Figura 13</b> .....	21
<b>Figura 14</b> .....	22
<b>Figura 15</b> .....	23
<b>Figura 16</b> .....	24
<b>Figura 17</b> .....	25
<b>Figura 18</b> .....	26
<b>Figura 19</b> .....	27
<b>Figura 20</b> .....	28

<b>Figura 21</b> .....	29
<b>Figura 22</b> .....	30
<b>Figura 23</b> .....	31
<b>Figura 24</b> .....	35
<b>Figura 25</b> .....	36
<b>Figura 26</b> .....	37
<b>Figura 27</b> .....	38
<b>Figura 28</b> .....	38
<b>Figura 29</b> .....	39
<b>Figura 30</b> .....	39
<b>Figura 31</b> .....	41
<b>Figura 32</b> .....	41
<b>Figura 33</b> .....	42
<b>Figura 34</b> .....	43
<b>Figura 35</b> .....	43
<b>Figura 36</b> .....	44
<b>Figura 37</b> .....	46
<b>Figura 38</b> .....	49
<b>Figura 39</b> .....	50
<b>Figura 40</b> .....	53
<b>Figura 41</b> .....	56
<b>Figura 42</b> .....	58

<b>Figura 43</b> .....	59
<b>Figura 44</b> .....	60
<b>Figura 45</b> .....	61
<b>Figura 46</b> .....	62
<b>Figura 47</b> .....	63
<b>Figura 48</b> .....	64
<b>Figura 49</b> .....	64



## RESUMEN

Los sistemas de riego se consideran como un conjunto de elementos que trabajan sistemáticamente para lograr transportar agua a cierta área de cultivo que no se puede llegar con facilidad, además permite una mejor distribución del fluido. Por tal razón este trabajo de investigación tiene como objetivo general: Construir un sistema de riego mediante el control automático y manual para la optimización del agua para la finca de la señora Mónica Calva, en el barrio Yunga del Cantón Calvas. Empleando una metodología cuantitativa de tipo descriptiva experimental, la estructura de funcionamiento es por medio de un sistema de control el cual está compuesto por un circuito de fuerza y mando. También se tiene un tablero de control donde estan estos circuitos. Además, consta de una electroválvula, sensores de flujo de agua y la bomba de agua, la distribución del fluido hídrico es por medio de un aspersor. La implementación se realizó en la finca de la señora Mónica Calva aquí se procedió a realizar las pruebas necesarias para obtener los siguientes resultados.

**Palabras claves:** <SISTEMA RIEGO>, <CONTROL AUTOMÁTICO>, <TABLERO DE CONTROL> <ASPERSORES>.

## ABSTRACT

Irrigation systems are considered as a set of elements that work systematically to transport water to a certain crop area that cannot be easily reached, as well as allowing a better distribution of the fluid. For this reason, this research work has as a general objective: To build an irrigation system through automatic and manual control for the optimization of water for the farm of Mrs. Mónica Calva, in the Yunga neighborhood of Calvas Canton. Using a quantitative methodology of experimental descriptive type, the operating structure is through a control system which is composed of a force and command circuit. There is also a control board where these circuits are. It also consists of a solenoid valve, water flow sensors and the water pump. The implementation was carried out on the farm of Mrs. Mónica Calva, here the necessary tests were carried out to obtain the following results.

**Keywords:** <IRRIGATION SYSTEM>, <AUTOMATIC CONTROL>, <CONTROL PANEL>  
<SPRINKLERS>.

## INTRODUCCIÓN

### **Importancia**

El agua es uno de los elementos más importantes para la generación de la vida en el planeta tierra, siendo indispensable en todos los procesos que ocurren en ella, por ejemplo, en la producción agrícola, donde se generan la mayor parte de los alimentos, tanto para los animales como para los seres humanos.

El cambio climático hoy en día desencadena varios factores tales como: problemas en las cosechas, falta y encarecimiento de los forrajes para el ganado, disminución en la producción de cultivos, entre otros, por lo tanto, hay una pérdida considerable en la producción agrícola comercial.

La mayoría de las fuentes naturales como los ríos o riachuelos, en ciertas temporadas su caudal disminuye por las épocas de verano y por los fenómenos climáticos, perjudicando a los agricultores en su producción, al no tener la cantidad suficiente para satisfacer la demanda de agua de sus cultivos.

Un sistema de riego contribuye a dotar de la cantidad adecuada y necesaria de agua hacia el cultivo en el momento que lo necesita, permitiendo que exista una mayor eficiencia en el uso de agroquímicos y del agua, potenciando su rendimiento.

El control automático de un sistema de riego facilita en gran medida el esfuerzo y dedicación del agricultor, ya que le permite ahorrar tiempo y dinero a largo plazo, ya que existirá una mejor gestión del uso del agua durante el riego y optimización de fertilizantes.

En defecto, la construcción de un sistema de riego mediante el control automático y manual potencia un alto rendimiento que combinado con una correcta fertilización y manejo fitosanitario del cultivo contribuye a mantener una agricultura sustentable.

### **Problema de investigación**

Falta de estudios sustentados en Ecuador, sobre la construcción de un sistema de riego mediante control automático y manual para la optimización del uso del agua en zonas rurales, como el Cantón Calvas.

### **Justificación**

Es palpable que conforme avanzan las malas prácticas agrícolas, existe un excesivo consumo y mal manejo del agua, lo que lleva a efectos negativos medioambientales.

Frente al gran problema de disminuir el consumo y desperdicio excesivo de agua, se ha visto en la necesidad de encontrar otras alternativas que sean amigables con el medio ambiente, tal es el caso del uso de sistemas de riego localizados que hacen posible que una área o sitio determinado pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria para su adecuado desarrollo.

En la investigación se pretende construir un sistema de riego mediante el control automático y manual para la optimización del agua para la finca de la Sra. Mónica Calva, en el barrio Yunga del Cantón Calvas, con la utilización de este sistema se busca manejar otras alternativas al riego convencional, provocando así una reducción en el desperdicio del líquido vital.

## Objetivos

### General:

Construir un sistema de riego mediante el control automático y manual para la optimización del agua para la finca de la señora Mónica Calva, en el barrio Yunga del Cantón Calvas.

### Específicos

- Estudiar los tipos de sistemas de riego y la tecnología utilizada en la actualidad.
- Definir el mejor sistema de riego para la finca de la señora Mónica Calva en el barrio Yunga.
- Evaluar la operación y funcionalidad del sistema de riego realizado.

### Metodología

La metodología utilizada en este sistema es experimental, de tipo observacional – descriptivo, este proyecto consiste en tres fases, la primera es el diseño del sistema, la segunda parte es la construcción y la tercera es la implementación.

Al implementar este tipo de sistema ayuda a mejorar el proceso de cultivo, disminuye costes, la distribución del recurso hídrico es supervisada, permite al agricultor mejorar los tiempos de trabajo y la producción de cultivos. La tecnología facilita la activación de este sistema incrementando la rentabilidad.

## **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

### ***Descripción del cantón Calvas***

El cantón Calvas se encuentra ubicado al sur del territorio nacional ecuatoriano, forma parte de los 16 cantones de la provincia de Loja, localizándose en la frontera con la república del Perú. Su topografía es muy accidentada con diferentes pisos altitudinales los cuales conforman estribaciones montañosas en su mayoría irregulares, dando lugar a valles, mesetas y depresiones.

Al hablar del territorio Calvas está en el centro de dos cuencas hidrográficas que son el río Macará y el río Catamayo, además de la parte centro oriental se desprenden mesetas y tablones que dan lugar a quebradas y pequeños valles, la ciudad de Cariamanga se encuentra ubicada sobre una pequeña meseta entre los cerros Tun Tun y Ahuaca (Calvas, 2019).

### **Latitud y Longitud**

Si se observa un mapa de la tierra la cual tiene forma esférica, se notan líneas que van de este a oeste y de norte a sur. Las líneas que corren de este a oeste se conocen como líneas de latitud. Las líneas que corren de norte a sur se conocen como líneas de longitud. Para proporcionar una ubicación geográfica de un punto o lugar específico en el planeta tierra se utiliza la latitud y la longitud, las cuales se representan por un par de números conocidos como coordenadas.

Las coordenadas están compuestas por grados, minutos y segundos, como referencia al proporcionar las coordenadas siempre la latitud se escribe primero. El cantón Calvas se encuentra ubicado en el hemisferio austral, en la zona tórrida; entre los 4° 9' y 4° 33' de latitud sur; y 79° 25' y 79° 54' de longitud occidental.

## Limites

Los límites del cantón son: al norte con el cantón Paltas, al este con los cantones de Gonzanamá y Quilanga, al sur con el cantón Espíndola y República del Perú y al oeste con el cantón Sozoranga. El cantón tiene una extensión de 855 km<sup>2</sup>. La altitud va desde los 900 m hasta los 2400 sobre el nivel del mar (Calvas, 2019). (Figura 1).

**Figura 1**

*Límites Geográficos del Cantón Calvas*



Fuente: (MAG, 2021)

## División Política

Es un estándar nacional que codifica y lista las entidades territoriales como: provincias, cantones, parroquias, barrios y poblados o caseríos en las áreas urbanas y rurales. El objeto



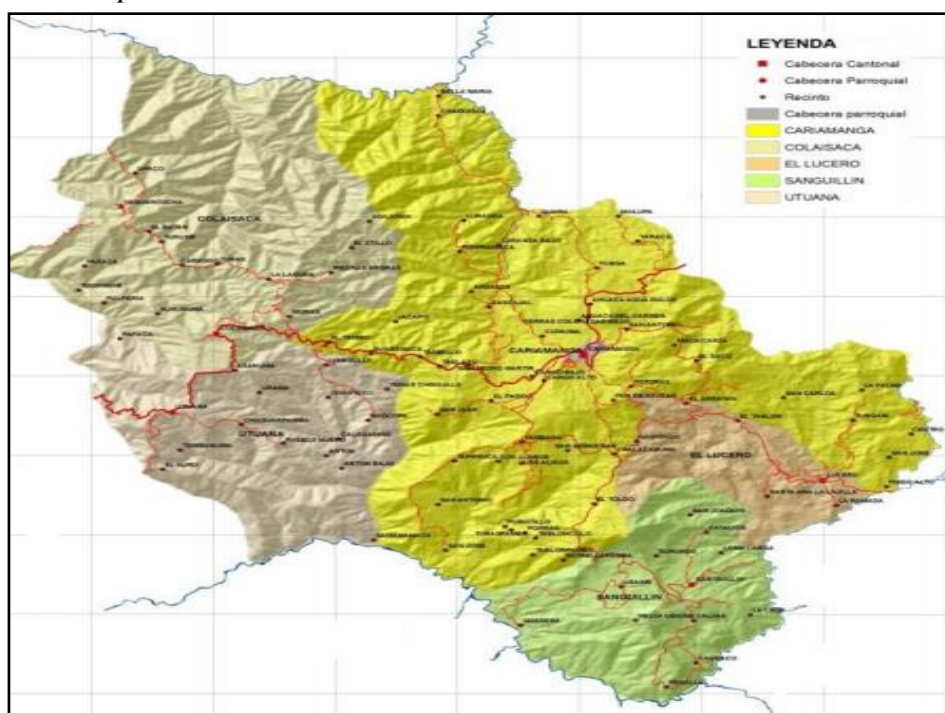
primordial de tener la totalidad de estos sectores inventariados, con su respectiva identificación – nombre y código numérico es la información temática según la necesidad del usuario.

El Cantón Calvas está dividido políticamente en 7 parroquias, de las cuales Cariamanga, Chile y San Vicente son urbano/rurales; y Colaisaca, El Lucero, Utuana y Sanguillín son rurales.

(Figura 2)

## Figura 2

### *División política del cantón Calvas*



Fuente: (MAG, 2021)

## División Barrial

Existen 133 barrios en el Cantón, de estos 23 son urbanos y 110 son rurales; la división por Barrios en las parroquias del Cantón Calvas es la siguiente tabla 1:

**Tabla 1***División parroquial y barrial del cantón Calvas.*

	Parroquia	Barrio o comunidad
1	CARIAMANGA	RURALES: Shilupa, Yaraco, Santa Teresa, Shoras, Taparuca, Yambaca, Tabloncillo, San Juan, Cochas, San José, El Toldo, Guara Yundama, Yunga, Chalacanuma, URBANOS: Central, La Merced, San Sebastián, Reina del Cisne, Tierras Coloradas, Ahuaca del Carmen, Ahuaca Agua Dulce, Ciudadela Crespo, Avenida Loja, Miraflores, La Fragua, La Libertad, Pueblo Nuevo.
2	CHILE	San Pedro Mártir, Cascajal, Chaquisaca, Luranda, Gualo, Bella María, Pishinamaca, Ardanza, Suanamaca, Tablazo, Jacapo, Cuinuma, Tambillo, URBANOS:Chile, La Nube, Padre Esteban, El Dorado, Amazonas, Alcaparrosas, Las Arabiscas.
3	COLAISACA	Moras, Piedra Negras, Guamba, Guato, Pulpería, Zurunuma, Tuchimine, Paraza, Tarume, Pitas, Ajilanga, Belamine, Atillo, La Laguna, Tunas, Upaco, Ningomine, El Batán, Carango, Pongo, Cochapamba, Yaguarcocha y Colaisaca
4	EL LUCERO	La Quesera, La Palma, Cangopita, Macaicanza, Trigopamba, Centro Cívico, Pindo Alto, La Ramada, El Sauco, El Arrayán, La Unión, Pindo Bajo, Santa Ana, San

---

		Roque, Tungani, Naypongo, El Tablón, San José, Quisanga, Tierras Coloradas, El Lucero.
5	SANGUILLIN	San Joaquín, Camayos, Calvas, Usaime, Melva Usaime, Pasallal, Loma Larga, Cachaco, Sununga, La Cruz, Tabloncillo, Algodón, Sanguillín
6	SAN VICENTE	San Antonio, San Carlos, Arrayán, URBANOS: San Vicente, El Mirador, Baño del Inca
7	UTUANA	Azanuma, Maco, Tunas Chingulle, Papaca, Urama, Pueblo Nuevo, El Suro, Chantaco, Chingulle, La Esperanza, Linderos, Shocopa, Artón Bajo, Artón Alto, Tumbunuma Alto y Tumbunuma Bajo, Samanamaca, Calguamine, Chaguarpamba, Macandamine, Suyanga, Manche y Utuana.

---

Fuente: Calvas, 2019

### **Análisis Climatológico**

El clima del cantón Calvas, de la provincia de Loja y toda la Región Sur del Ecuador se ve afectada por las diferentes corrientes de vientos alisios que ingresan hacia la depresión Andina.

#### ***Factores Climatológicos***

Los relieves locales interceptan, como barreras, la penetración de aire húmedo de los dos frentes y provocan fuerte contrastes térmicos a corta distancia, como es el caso entre las ciudades de Loja y Catamayo. El río Catamayo que atraviesa la provincia permite el paso durante la mayor

parte del año del aire cálido y seco, que viene del desierto del sur, contribuyendo a la desertificación, más acentuada hacia los extremos occidental y suroccidental (Calvas, 2019).

### ***Temperatura***

En cuanto a los valores máximos, medios y mínimos de temperatura media correspondientes a la Estación Cariamanga, se observa que el valor máximo de la temperatura registrada en 5 años (2004-2008) alcanza los 25,6 °C correspondiente al mes de mayo, el valor mínimo de temperatura media máxima es de 24,5 °C representado en el mes de febrero, y se obtiene un valor promedio anual de 25,2 °C (Ver figura 5). Los valores de temperatura media mensual alcanzaron: 17,8°C en el mes de febrero y 18.5 °C en los meses de abril y mayo, correspondientes al valor mínimo y máximo respectivamente, el promedio de temperatura media anual es de 18.2 °C. En cuanto a los valores de temperatura media mínima, se debe mencionar que el valor mínimo se presentó en el mes de julio con 12.2°C, el valor máximo de temperatura media mínima es 14.2 °C, en el mes de abril y el promedio de temperatura media mínima es de 13.3°C (Calvas, 2019).

### ***Precipitación***

Los valores anuales de precipitación registrados en la Estación Cariamanga, es de 1543,63 mm al año, el valor mínimo es de 6,43 mm, correspondiente al mes de agosto; el valor máximo de precipitación se observa que alcanzó 359,76 mm durante el mes de marzo.

### ***Tipos de clima***

De acuerdo a la clasificación de pisos climáticos establecidos en el Almanaque ecuatoriano, edición 2001, Calvas posee tres tipos de clima: templado Subandino, Templado Subtropical y tropical.

**Clima templado subandino.** Poseen este clima, los terrenos ubicados entre los 2500 y 3500 metros con un promedio de lluvia anual de 1700 mm y una temperatura que oscila de los 0° a los 8° C aproximadamente. Este clima se lo encuentra en la cordillera de Colaisaca y Guallinimí.

**Clima templado subtropical.** Poseen clima templado los terrenos que están entre los 1200 y 2500 metros de altura, con un promedio de 1000 mm de lluvia anual y una temperatura media de 17, 5° C. Es el más generalizado en el cantón, es propio de las estribaciones de las cordilleras mencionadas en el clima frío; también lo encontramos en la cordillera de Yarahuma.

Los terrenos que gozan de este clima son los más poblados y aptos para cultivos variados, Cariamanga, Colaisaca y Utuana; así como los barrios de Azanuma, Moras, San Pedro Mártir, El Parco, San Juan, Chalacacuma, Ahuaca del Carmen, Tierras Coloradas, Cuinuma, Chingulle, Yambaca, El Toldo, Chalacacuma, Tabloncillo, Macaicanza, Santa Teresa, Tablón, Yunga, Macaicanza, Ahuaca Agua Dulce, Cerro Huachingue entre otros.

**Clima templado Tropical.** Poseen clima cálido los terrenos que están entre los 800 y 1200 metros de altura, con un promedio de 500 mm de lluvia anual y una temperatura que oscila anualmente entre los 20° y 23°, Este clima se presenta en las partes bajas de las parroquias El Lucero y Sanguillín, especialmente en la población de Lucero y en los barrios: La Palma, Cangopita, La Ramada, Quisanga, El Lindero, Loma Larga, Cachaco, Usaime, Camayos, San José, Puerto Remolino. Guara, Bellamaría, Shilupa, Pishinamaca, etc.

### *El agua*

El agua es un elemento fundamental para todas las formas de vida conocida. Los humanos consumen agua potable. Los recursos naturales se han vuelto escasos con la creciente población

mundial y su disposición en varias regiones habitadas es la preocupación de muchas organizaciones gubernamentales.

**Unidades Hidrográficas.** En el cantón existe una gran cantidad de quebradas, la mayoría de estas, son lechos que conducen grandes masas de agua solamente en la época invernal. Además, el cantón está situado en torno a las cuencas del Catamayo al norte, con sus afluentes principales: Bella María, Samanamaca y La Palanca; y Calvas al sur, con sus afluentes principales: Espíndola, Amaluza y Pindo. Los dos sistemas fluyen al Pacífico formando primero el Macará y luego el Zapotillo para ir al Perú.

**Clima templado subandino.** La cantidad y calidad del agua disponible es un requisito indispensable para evaluar el desarrollo y administración del recurso hídrico, con miras a suministrar agua a la población, la agricultura, la industria o la producción de energía. El reconocimiento de este hecho es clave para que a futuro se efectúen mayores esfuerzos, que permitan contar con los recursos para financiar las actividades relacionadas con la evaluación de los recursos hídricos, pues es notorio que, en la parte alta de las cuencas casi ha desaparecido la capacidad para evaluarlos debido a la pérdida excesiva de caudales los mismos que son técnicamente irrecuperables.

**El suelo.** Predominantemente de material parental suave y frágil, con altas pendientes (superiores al 50 % en promedio) y escasa capa vegetal

**Producción agrícola.** Los principales productos que se comercializan en el cantón son: maíz, frejol, café, caña de azúcar y arveja; dichos productos a su vez son comercializados fuera del cantón, principalmente a grandes ciudades como Loja y Guayaquil.

Los precios de estos productos dependen significativamente en base al ciclo de producción, como por ejemplo en la época de siembra (invierno) tienden a subir, en cambio en la época de cosecha (verano) disminuyen.

**Cultivo del maíz.** *El Productores del cantón Calvas de la provincia de Loja son beneficiarios de los diferentes programas y proyectos que promueve el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).*

En base a (Agricultura, 2021), El cantón Calvas se caracteriza por el el maíz blanco, con u 30 a 35 quintales por hectárea; el maíz amarillo criollo, con 40 a 45 quintales por hectárea, y se implementa el maíz amarillo híbrido con 130 a 140 quintales por hectárea, (Figura 3).

### **Figura 3**

*Cultivos de maíz en el Cantón Calvas*



Fuente: Elaboración propia

### ***Sistemas de riego***

Se denomina sistema de riego a la combinación de estructuras y elementos que sirve para suministrar agua a una determina área para el cultivo y desarrollo de productos agrícolas.

La gran mayoría de sistemas se componen de materiales hidráulicos, esto depende del servicio, cantidad que se desea regar (Larrazabal, 2020).

La incorporación de estos sistemas a la producción agrícola, tienen como objetivo permitir maximizar la utilidad de cada gota de agua. La tecnología ha generado un revuelvo en estas estructuras, mejorando su funcionamiento, reduciendo el trabajo y disminuyendo tiempo y costes.

Dentro de las ventajas más reconocidas se tiene:

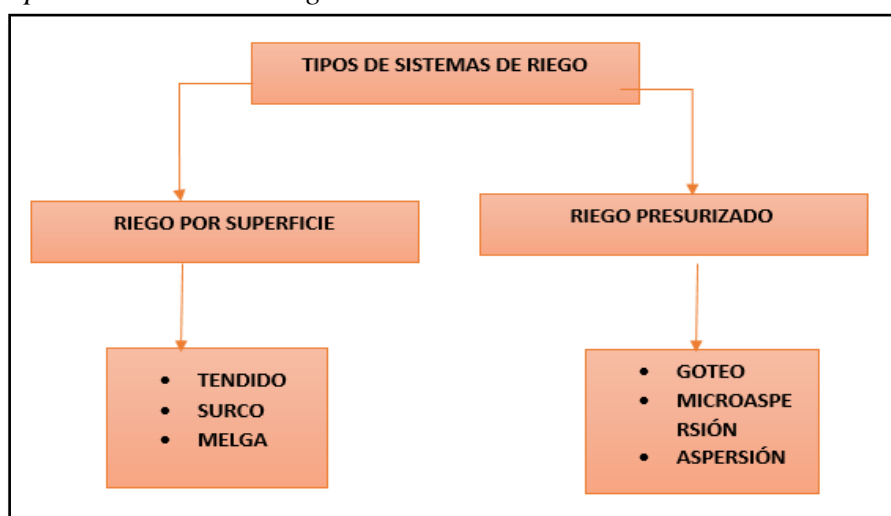
- Fácil instalación en los diferentes suelos y condiciones topográficas
- Mayor tiempo de vida útil
- Permite aplicar agroquímicos por medio del sistema.
- La implementación se puede realizar en cualquier época del año.
- Coste bajo en mantenimiento

### **Tipos de sistemas de riego**

Los sistemas de riego se clasifican en dos grandes grupos como se observa en la figura 4, el primero es por superficie y el segundo presurizado los cuales también tienen subdivisiones (Faci & Playan, 1994) (Figura 4).

#### **Figura 4**

*Tipos de sistemas de riego*



Fuente: Elaboración propia



**Superficie.** La característica común de este tipo de riego es que el agua se aplica en la superficie del suelo utilizando la gravedad para que se distribuya en los cultivos, al realizar este proceso no es necesario implementar estructuras complejas. Este tipo de método permite el riego de una manera uniforme cuando está bien diseñado. En algunos casos cuando no cumplen con ciertas condiciones para su funcionamiento, disminuye la producción, se genera un desperdicio del agua con pérdidas por escorrentía superficial y percolación profunda.

Permite que el caudal del riego disminuya conforme el agua infiltra en el suelo. Se distribuye a favor de la gravedad

**Tendido.** Este tipo de riego se lo conoce por ser el más antiguo en los procesos de cultivos, no requiere emparejar el área de terreno para su uso, por tal motivo pierde gran cantidad de agua por ejemplo si se aplica 100 litros emplea de 20 a 30 litros (Faci & Playan, 1994). (Figura 5).

### **Figura 5**

*Sistema de riego tipo tendido*



Fuente: *Faci & Playan, 1994; MAG, 2021*

**Surco.** Utiliza surcos pequeños de un lugar alto a otro bajo, la distribución del agua en la gran mayoría del área es equitativa. Según Faci & Playan (1994) se debe por que realiza una nivelación de mantenimiento en el terreno y control del balance hídrico, la cantidad de agua depende del tamaño del surco por tal motivo las hojas no están en contacto con el agua. Figura 6.

**Figura 6**

*Sistema de riego tipo surco*



Fuente: *Faci & Playan, 1994; MAG, 2021*

**Melga.** Es un método donde el terreno se divide por franjas estrechas separadas la una de la otra con la finalidad que el agua se distribuya en forma estrecha desde la cabecera hasta el final, en algunos casos realizan acequias como una forma de abastecimiento, su riego es lento y necesita que el suelo este nivelado, se lo utiliza especialmente para el riego de pasturas, cereales y en algunos árboles frutales como se observa en la figura 7.

**Figura 7**

*Sistema de riego tipo melga*



Fuente: (MAG, 2021)

**Presurizado** .En este tipo de sistema según Agroware (2020), la característica fundamental es que el agua es transportada por tuberías, donde se debe controlar la presión hídrica, la cual es aplicada a través de emisores en forma de goteros. Figura 8.

**Figura 8**

*Sistema de riego presurizado*



Fuente: Agroware, 2020

**Goteo**. El riego por goteo puede utilizarse tanto a cielo abierto como en invernaderos, se lo puede aplicar dos o tres veces al día y es muy recomendado para cultivos sembrados en hilera, ya sea de ciclo corto o ciclo largo como se observa en la figura 9.

**Figura 9**

*Sistema de riego tipo goteo*



Fuente: Agroware, 2020

**Microaspersión.** El riego por Microaspersión es una variante del riego por aspersión, impulsa a presión cortinas de gotas de agua que salen de un emisor, pero con menor intensidad que la aspersión, el agua no llega tan lejos y las gotas son más pequeñas, (Figura 10).

**Figura 10**

*Sistema de riego tipo Microaspersión*



Fuente: Agroware, 2020

Por eso los micro aspersores son ideales para el riego de plantas pequeñas o de parcelas y terrenos cortos. El sistema de riego por Microaspersión es más utilizado en invernaderos y viveros, y también para el riego de jardines (Agroware, 2020).

**Aspersión.** *Es un sistema de riego en el que el agua se aplica en forma de lluvia de manera intensa y uniforme sobre la parcela o terreno, con el objetivo de que se infiltre en el mismo punto donde cae. Para ello es necesaria una red de distribución que permita que el agua de riego llegue con presión suficiente a los aspersores o difusores.*

Estos sistemas pueden instalarse en cualquier tipo de topografía, lo que es una ventaja muy importante para los agricultores donde los terrenos no son planos ni uniformes. Sin embargo, cabe señalar que en riego por aspersión el viento puede ser un factor limitante ya que no permite el adecuado funcionamiento de este sistema, es recomendable instalarlo donde los vientos son menores a 15km/h sobre todo en cultivos frutales y de hortalizas.

Los sistemas de riego por aspersión como se observa en la figura 11 se pueden clasificar en dos grupos generales: sistemas estacionarios y sistemas mecanizados.

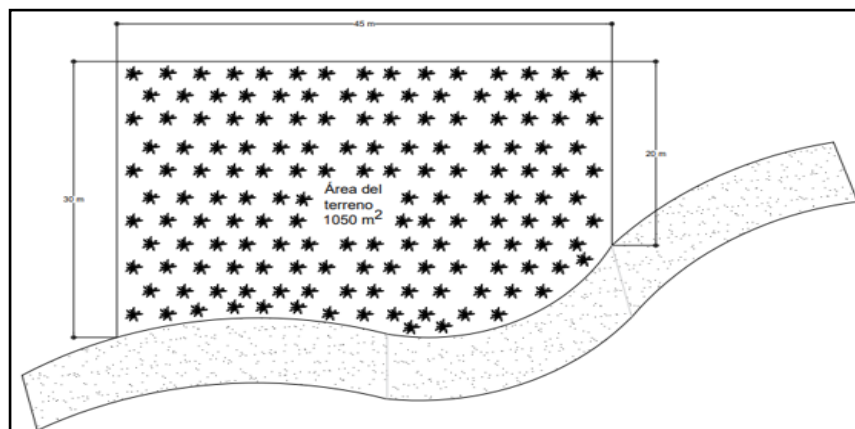
**Figura 11**  
*Sistemas de riego tipo aspersión*



Fuente: Agroware, 2020

#### ***Descripción de la zona de emplazamiento***

El lugar donde se va a implementar el sistema de riego automatizado presenta la siguiente área de 1050 m<sup>2</sup>, en el sector del barrio Yunga el cual se encuentra a una distancia de 7 km al noreste desde la ciudad de Cariamanga, propiedad de la Sra. Mónica Calva Álvarez. El área de cultivo está localizada en la parte lateral izquierda de la vivienda entre un pequeño galpón y una estructura de madera utilizada para la elaboración de la panela (molienda), además se recalca que este sector no cuenta con suficientes recursos hídricos, por ende, la necesidad de emplear un sistema de riego más funcional, en la figura 12 se observa el área del terreno utilizado para la producción agrícola.

**Figura 12***Croquis de la zona de emplazamiento*

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO II

## **SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSION**

### ***Funcionamiento***

El riego por aspersión consiste en rociar agua sobre el suelo y simular lluvia. Este efecto se logra por la presión que el agua fluye a través del sistema de tuberías y se dirige hacia el exterior a través de las boquillas del rociador. La presión requerida generalmente es generada por una bomba hidráulica que bombea agua de un canal, río o pozo. Sin embargo, si la fuente de agua está más alta que la tierra irrigada, también puede operar el sistema sin bomba (Pereira, Valero, Picornell, & Tarjuelo, 2010).

Ventajas de aplicación del sistema de riego por aspersión.

- Suelos delgados
- Suelos con alta velocidad de infiltración
- Topografía irregular
- Bajo caudal de agua
- Suelos susceptibles a erosión

### ***Componentes de un sistema de riego por aspersión***

Un equipo de sistema de riego por aspersión está conformado por las siguientes unidades básicas.

- Unidad de bombeo
- Unidad de control electrónico
- Red de distribución
- Aspersores
- Accesorios



**Unidad de bombeo.** La unidad de bombeo del sistema de riego por aspersión, posee quipos mecánicos de elevación cuya misión es succionar agua de una fuente y empujarla a la red de tuberías. Una unidad de bombeo está conformada por los siguientes componentes.

- Cámaras de aspiración
- Motobomba
- Válvulas de succión
- Tuberías de succión

**Unidad de control electrónico.** Contiene elementos que le permiten ajustar el comportamiento y ayuda a conseguir el máximo rendimiento de la instalación.

**Red de distribución.** Una red de distribución es un conjunto de tuberías que forman un afluente o ramal lateral con la red principal. La red principal es la línea que lleva agua a presión desde la unidad de bombeo a los ramales laterales, que conduce desde la red principal hasta los rociadores instalados en ella.

**Aspersores.** Los aspersores son el elemento más importante de un sistema de riego por aspersión. Estos son dispositivos que rocían chorros de agua desde boquillas con gotas de varios tamaños. La rotación del cuerpo del rociador distribuye el agua uniformemente en el suelo. Este es el efecto de la reacción del chorro en el brazo del martillo al impacto, que es devuelto a su posición original por la acción del resorte de tensión.

**Accesorios.** Los principales accesorios son un manómetro de control y un dispositivo de prevención de golpe de ariete. En algunos casos, estos se pueden reemplazar con un conjunto de válvulas de alivio de presión y anti vacío.

### ***Tecnologías aplicadas***

Los aspersores representan el componente primordial para este sistema de riego, por lo cual determinan la eficacia y eficiencia de todo el sistema, que varía entre un 80 y 85% en comparación con otros tipos de sistema de riego localizado.

Las tecnologías aplicadas a sistema de riego por aspersión son: estacionarios, desplazables, semifijos, tuberías con ruedas, cobertura total, tubos perforados, cañones móviles, pivote de riego .(Pereira, Valero, Picornell, & Tarjuelo, 2010).

### ***Aplicación de automatismos y sistemas de control***

Los elementos de control son aquellos que permiten regular el proceso de funcionamiento de la instalación y permiten el correcto rendimiento de este.

A continuación, se detalla los dispositivos que estarán presentes en este diseño. Figura 13

#### **Figura 13**

#### ***Tecnologías e innovaciones en los sistemas de riego***



Fuente: Tornos, 2018

### ***Tableros de control***

Son equipos eléctricos que están conformados por dispositivos de protección o comando, con el objetivo de proteger y operar toda la instalación, estos tableros deben brindar niveles altos de seguridad, la electricidad es suministrada de la fuente principal. Los tableros están compuestos por dos: primero que es el armario es la estructura metálica que se compone de la caja, puertas, el

sistema y la placa de montaje donde se encuentran todos elementos electrónicos. Y el segundo son los componentes; tales como los elementos de maniobra, protección y medición. Los tableros se deben ubicar en un lugar seco y bien ventilado con un espacio accesible para que los operadores puedan maniobrar de una manera eficiente. (Figura 14)

### **Figura 14**

#### *Tablero de control*



Fuente: Elaboración propia

### ***Break eléctrico***

Break eléctrico es un dispositivo cuya función es como un interruptor automático que tiene como objetivo principal el corte de corriente eléctrica para evitar daños cuando se produce un corto o sobrecarga. Para la adquisición de esos elementos se debe tener en cuenta la tensión, intensidad y número de polos. Entre los principales tipos de breaker se tiene: magnético, termomagnético y diferencial. Figura 15

**Figura 15***Break eléctrico*

Fuente: Schneider, 2017

El termomagnético consta de un accionamiento manual, el cual funciona en dos tipos de eventos, cuando circula por el mismo y el accionar a los demás elementos. Estos dispositivos tienen un componente bimetálico y un contacto móvil que está cerrado cuando circula la corriente, cabe mencionar que el componente esta calibrado de acuerdo con la corriente nominal por lo tanto si existiera un corriente superior el contacto se abre para detener la circulación. La gran mayoría de Breakers son termomagnéticos, esto quiere decir que tiene dos mecanismos de protección con el objetivo de tener dos tipos de respuestas para la protección de los conductores y el equipo eléctrico que está conectado al circuito.

El magnético está conformado por una bobina que posee un contacto fijo, su función es de mantener cerrado al circuito cuando circula la corriente. En caso de que existiera un cortocircuito, se produce un campo magnético que hace que la bobina se contraiga hacia abajo para cortar el paso de corriente.

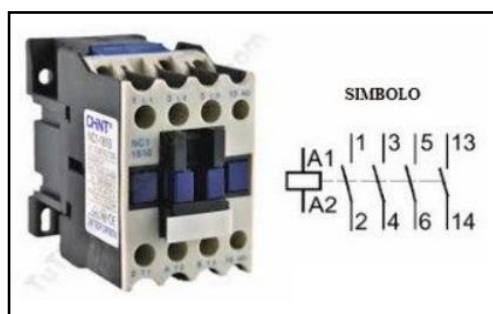
El diferencial es un elemento que en la mayoría de veces se utiliza para instalaciones de corriente alterna, tiene un dispositivo electromagnético y sirve para proteger a los usuarios de accidentes que se generan por el contacto con las partes activas de la instalación.

### ***Contactor***

Muchos dispositivos electromecánicos que se activan mediante un control de accionamiento puede abrir o cerrar circuitos, según Santos & Hernandez, (2014) el contactor es el elemento más importante en automatizaciones, control y comando, el mismo está formado por una bobina y por interruptores para funcionar para cerrar o abrir el paso de la corriente cuando el electroimán de su bobina se activa y esto se puede describir que el contactor está accionado o enclavado.

En un contactor la bobina se reconoce con la nomenclatura de A1 y A2 en base a (Santos & Hernandez, 2014), los contactos de salida o fuerza se reconocen con 1 -2, 3-4 y los auxiliares para mando o control es en dos cifras por ejemplo 13 - 14 como se observa en la siguiente figura 16.

**Figura 16**  
*Contactor de bobina*



Fuente: Arboleda, 2017

**Circuito de fuerza.** Son aquellos que suministran la electricidad a los receptores de la instalación tales como: motores, baterías, lámparas etc., con el objetivo de activarlos. Estos circuitos utilizan tensiones bajas normalmente monofásicas.

**Circuito de maniobra.** Son aquellos que alimentan a los sensores, los cuales transmiten información mediante señales eléctricas o digitales a los contactores, relés entre otros. Estos circuitos son alimentados con voltajes bajos o de seguridad. Consta de elementos de mando, identificados con una primera letra S, elementos de protección, bobinas de contactores, temporizadores, y contactos auxiliares.

### ***Pulsadores***

Permiten desviar o interrumpir la corriente eléctrica, su funcionamiento es manual utilizado para potencias menores como se observa en la figura 17. A estos elementos se los incorpora en la operación de contactores y en el mando de los circuitos auxiliares. Cuando se requiere mayor confiabilidad se emplean contactos de cobre con un baño de metal más resistente al óxido disponible. (Figura 17)

**Figura 17**

*Pulsador*



Fuente: Elaboración propia

El funcionamiento de un pulsador tiene dos estados normalmente cerrado o abierto y cada uno de ellos pueden estar pulsados o sin pulsar. Cuando el pulsador se encuentra en estado abierto quiere decir que no hay paso de corriente porque sus conectores se mantienen separados. Caso contrario al presionar el pulsador existen flujo de corriente para la activación.

### *Selector interruptor*

Los selectores son conmutadores que pueden tener dos o más posiciones que se pueden mantener estables como se diferencia en la figura 18. Con sus diversas posiciones se consigue intervenir en las instalaciones eléctricas ya que cambia la posición de los contactores. El uso de un interruptor de tres posiciones con la posición "desconexión" en el centro hace que sea más difícil seleccionar la posición o circuito incorrecto. Esto se debe a que hay una diferenciación más clara entre las dos posiciones y el operador tiene que hacer clic en el interruptor dos veces para cambiar el circuito, lo que minimiza el riesgo de error humano. (Figura 18)

**Figura 18**

*Selector interruptor*



Fuente: (Camsco, 2020)

### ***Relé térmico***

Un relé térmico es un dispositivo de protección que funciona contra las sobrecargas y calentamientos, por lo que se utiliza principalmente en motores, con lo que se garantiza alargar su vida útil y la continuidad en el trabajo de máquinas, evitando paradas de producción y garantizando volver a arrancar de forma rápida y con seguridad. (Figura 19)

**Figura 19**  
*Relé térmico*



Fuente: Siemens, 2021

**Características y funcionamiento.** La función principal es detener el sistema es decir testarlo para analizar problemas mayores, reduce las paradas en los procesos de producción. Esto quiere decir que protege las líneas eléctricas que alimentan al motor. El tiempo de disparo de los relés dependen en función de las circunstancias y son de 10 o 30 ms.

- Se los utiliza en corriente alterna y continua.
- Permiten que las máquinas sean arrancadas nuevamente en formato manual.
- Permiten que las operaciones se realicen de forma automática.



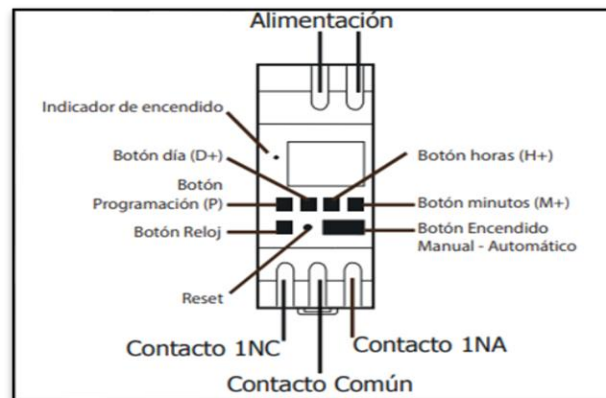
- Garantiza la vida útil de la máquina por medio de la placa bimetálica que está fabricada en hierro, níquel o latón. Esto es a pesar del ambiente de trabajo donde se encuentre.
- Se encuentra en el mercado varios tipos, esto es de acuerdo a los motores.
- El funcionamiento no es complicado y no se necesita un conocimiento técnico.
- Garantiza el correcto funcionamiento y la seguridad.

### ***Programador digital, 2 módulos THC 15A***

Un temporizador o temporizador es un pequeño dispositivo que enciende y apaga automáticamente un circuito durante un período de tiempo específico. En definitiva, permite programar la apertura y cierre de varios dispositivos de forma sencilla. (Figura 20)

**Figura 20**

*Programmable electronic timer*



Fuente: Arboleda, 2017

**Figura 21***Programador digital THC 15<sup>a</sup>*

Fuente: Siemens, 2021

**Especificaciones técnicas.** Presenta las siguientes especificaciones según se detalla en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2***Especificaciones técnicas del programador digital THC 15A*

1	Número de modelo	THC15A
2	Voltaje de suministro	220Vac, 110Vac, 50/60Hz; 12Vac/dc, 24Vac/dc
3	Consumo de energía	1W máx.
4	Corrección de errores	1s/días (25 °C)
5	Método de configuración	Interruptor táctil
6	Método de indicación	LCD
7	Rango de tiempo	1min a 168h
8	Reserva de energía	60 días
9	Batería interna	1,2 V 40mA (recargable)

---

10	Operación de encendido/apagado	17 encendido/apagado (día/semana)
11	Dimensiones externas	86,5x36x65,5mm

---

*Fuente:* SIEMENS 2020, pág. 1-3.

### ***Sensores de flujo de agua***

Conocidos como "detector de flujo" o "interruptor de caudal" son equipos para monitoreo de fluidos en tuberías y funcionan con el desplazamiento de un pistón magnético que indica el aumento o disminución del flujo de líquido, accionando el contacto de un interruptor de láminas (reed switch). (Figura 22).

**Figura 22**  
*Sensor de nivel de agua*



Fuente: Arboleda, 2017

### ***Electroválvula***

Es un dispositivo que tiene como objetivo regular el flujo de fluido, especialmente el agua, también se considera como un elemento electromecánico, que tiene dos posiciones de abierto y cerrado. (Figura 23).

**Figura 23***Electroválvula*

Fuente: Arboleda, 2017

Está conformado por una bobina, émbolo y un tubo guía, se accionan por un solenoide, se puede colocar en sitios distantes del flujo para controlar mediante la implementación de interruptores fáciles de manipular. (Sustaita,2018). Tienen las siguientes características:

- Conmutación rápida
- Gran durabilidad
- Alta fiabilidad
- Liberan fluido o cortan o dosificar.
- Una potencia de control baja

### **CAPÍTULO III**

## **DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO**

### ***Sistema de riego automático y manual***

Para diseñar e implementar el sistema de riego automático y manual, es necesario conocer la estructura y funcionalidad de los diferentes componentes que se utilizan para el desarrollo del proceso deseado, es preciso tener en claro los parámetros técnicos (eléctricos, caudal, potencia, entre otros), de cada uno de las unidades del sistema.

Para comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de los componentes, se realiza las simulaciones correspondientes, para luego aplicarlos de manera real in situ.

### ***CADe\_SIMU***

Es un programa que permite diseñar esquemas electrotécnicos, permitiendo insertar los distintos símbolos organizados en librerías de electricidad y electrónica, trazando un circuito eléctrico de una forma fácil y rápida para posteriormente realizar la simulación. Las características más importantes son las siguientes (Silva, 2021):

- Presenta librerías de tipo electro neumática
- Posibilita utilizar módulos lógicos de tipo PLC S7-1200 y LOGO OBA8.
- Tiene librerías actualizadas para el uso más interactivo de relés electrónicos
- Cuenta con un actuador de tipo lineal eléctrico el cuál además de complementar la librería de motores, mejora la experiencia al usar el simulador de motores eléctricos
- Posibilidad de usar lógica y Ladder en las librerías
- Posee una mejor integración con los lenguajes de español e ingles

- El programa cuenta con una nueva serie de comandos más intuitivos los cuales facilitan el uso de este software.
- Posee una gestión de recursos de manera optimizada, permitiendo utilizar el programa en ordenadores poco potentes.

### ***Especificaciones y librerías técnicas del simulador***

La utilización del simulador presenta ventajas, pero la principal es que posee un manejo simple. Cuando se activa el programa, permite visualizar cada componente eléctrico, resaltar los conductores eléctricos cuando transita tensión (voltaje). A continuación, se detallan las librerías técnicas que posee el simulador en la siguiente tabla 3. (Silva, 2021)

**Tabla 3**  
*Especificaciones y librerías técnicas del software CadeSimu*

1	Alimentaciones tanto de CA como de CC.
2	Fusibles y seccionadores.
3	Interruptores automáticos, interruptores diferenciales, relé térmico, y disyuntores.
4	Contactores e interruptores de potencia.
5	Motores eléctricos
6	Variadores de velocidad para motores de CA y CC.
7	Contactos auxiliares y contactos de temporizadores.
8	Contactos con accionamiento, pulsadores, setas, interruptores, finales de carrera y contactos de relés térmicos.
9	Bobinas, temporizadores, señalizaciones ópticas y acústicas.
10	Detectores de proximidad y barreras fotoeléctricas.
11	Conexión de cables unipolares y tripolares, mangueras y regletas de conexión.

Fuente: Silva, 2021

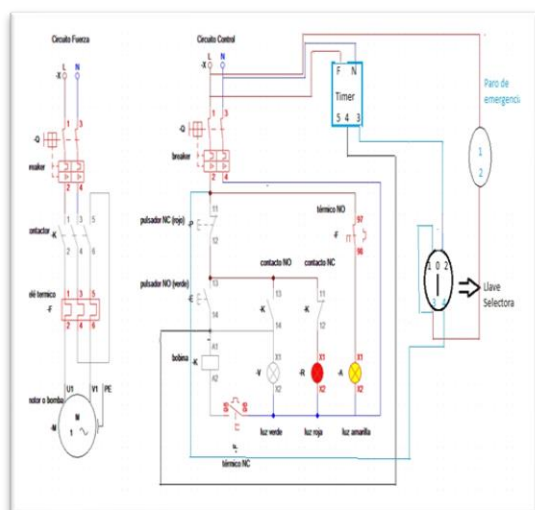
## *Diseño del sistema de riego en el programa Cade Simu*

### **Control Manual**

Para realizar el sistema deseado, en primer lugar, se realiza la simulación para demostrar la operación y funcionamiento del sistema en condiciones ideales, por lo tanto, se realiza el diseño por el tipo de circuito, a continuación, en la figura 24 se detalla la simulación.

**Figura 24**

*Diseño del sistema de riego manual y automático en CADe\_SIMU*



Fuente: Elaboración propia

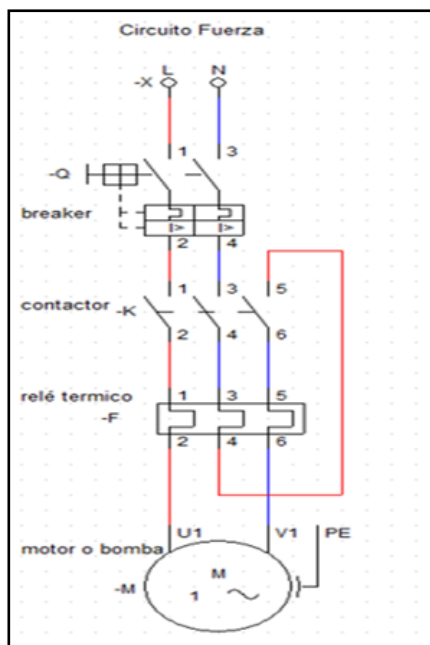
### ***Circuito de trabajo***

En el diseño se observa la presencia de un break para la protección del circuito de fuerza, además se presenta el contactor el que permite el tránsito de tensión cuando este se encuentra enclavado, adicionalmente se detalla el relé térmico utilizado para la protección de la bomba de agua, se debe incorporar al sistema las debidas protecciones (puesta a tierra), a continuación, en la figura 24 se observa lo anteriormente mencionado.



**Figura 25**

*Diagrama del circuito de fuerza o trabajo del sistema de riego*



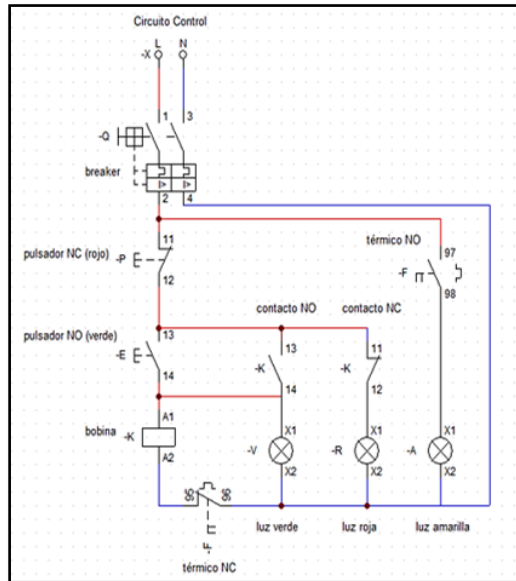
Fuente: Elaboración propia

### **Circuito de control**

Se observa el break de conexión y protección del circuito de control, además del pulsador rojo (NC) y el pulsador verde (NO), que permite el control manual al operario. Se presenta la bobina (K1-K2), que permite mediante la acción magnética de la bobina realizar el enclavamiento del (13-14) NO y (21-22) NC, el diseño cuenta con 3 luces piloto, que indican el estado actual del sistema (verde – encendido, amarillo – sobrecarga, rojo – apagado), para finalizar se presenta el relé térmico (95-96) NC, (97-98) NO, estos puertos permiten tener el control total del sistema cuando existe alguna sobrecarga o cortocircuito, además, dependiendo del diseño facilita la conexión de la luces piloto según sea necesario. (Figura 25)

**Figura 26**

*Diagrama del circuito de control o mando del sistema de riego*



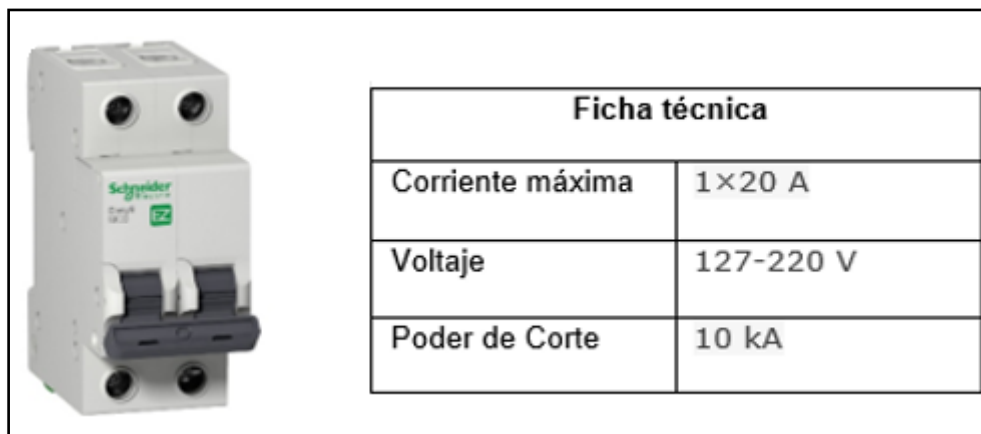
Fuente: Elaboración propia

### ***Componentes del sistema de riego***

A continuación, se detalla cada uno de los componentes que se utilizan en el sistema de riego diseñado en Cade Simu.

#### **Breack de 2 puertos de 20 amperios**

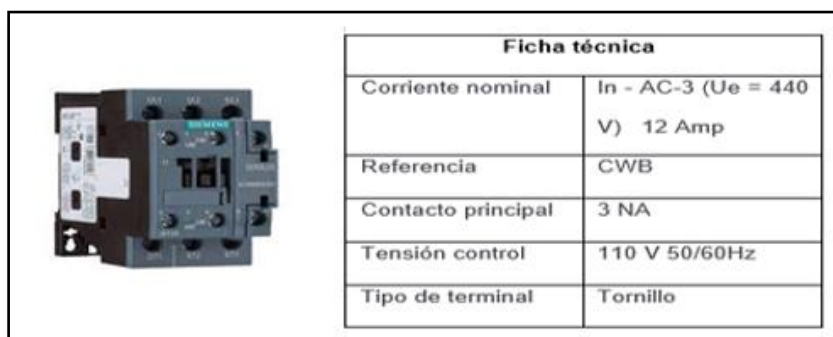
Este dispositivo permite entregar protección al sistema en caso de sobrecarga o cortocircuito y así evitar accidentes o averías, a continuación, se detallan las características del dispositivo en la figura 27.

**Figura 27***Break de dos puertas con sus características*

Fuente: Elaboración propia

**Contactor de 3 puertos de 25 amperios**

Las características del contactor a utilizarse para la aplicación se detallan a continuación en la figura 28.

**Figura 28***Contactor de 3 puertos con sus características*

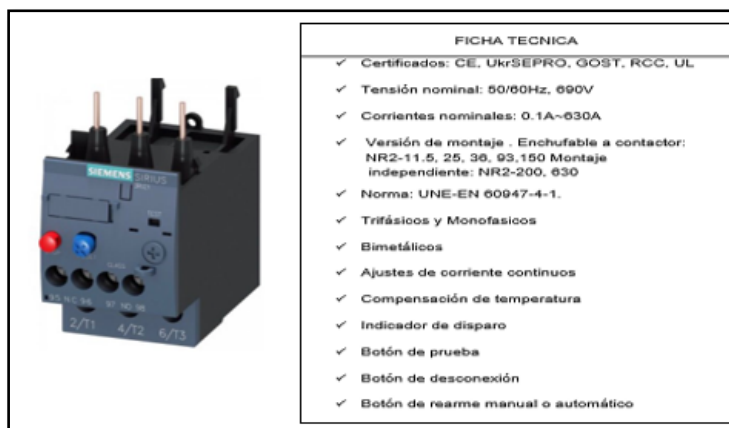
Fuente: Elaboración propia

## Relé térmico 3 polos de 12 a 18 amperios

Las características del relé térmico a utilizarse para la aplicación se detallan a continuación en la figura 29.

**Figura 29**

*Relé térmico de 12 a 18 amperios*



Fuente: Elaboración propia

## *Bomba de agua periférica*

Esta bomba según INGCO (2021) produce alta presión y es adecuada para instalaciones domésticas, sistemas de agua, pequeñas aplicaciones agrícolas, vaciado y llenado de tanques, sótanos, piscinas y otros pequeños usos industriales como se puede observar en la figura 30.

**Figura 30**

*Bomba de agua periférica*



Fuente: INGCO, 2021.

La calidad del fluido de estas bombas indica un líquido limpio, libre de sólidos o abrasivos, no viscoso, no agresivo, no cristalizado, químicamente neutro, próximo a las características del agua.

### **Especificaciones técnicas**

Presenta las siguientes especificaciones según se detalla en la siguiente tabla 4.

**Tabla 4**

*Especificaciones técnicas de la bomba de agua periférica*

1	Voltaje	220 – 240 V
2	Potencia	0.5 HP (370 W)
3	Altura máxima de succión	8 m
4	Altura máxima de descarga	35 m
5	Diámetro de succión y descarga	1“ x 1“
6	Flujo de operación máximo	35 Lit / min
7	Grado de protección IP	X4
8	Velocidad de vacío	2850 rpm
9	Código SAP	2730
10	Código proveedor	VMP3701

Fuente: INGCO, 2021

### ***Componentes del circuito de control***

A continuación, se detalla cada uno de los componentes que se utilizan en el sistema de control.

#### **Pulsador rojo NC**

El pulsador rojo es el dispositivo de control donde cuenta con una configuración de normalmente cerrado (NC), esta característica es importante, ya que permite detener el sistema de bombeo. (Figura 31)

**Figura 31**

*Pulsador rojo*



Fuente: Elaboración propia

#### **Pulsador verde NO**

El pulsador verde es el dispositivo de control donde cuenta con una configuración de normalmente abierto (NO), esta característica es importante, ya que permite el funcionamiento del sistema de bombeo. (Figura 32)

**Figura 32**

*Pulsador verde*



Fuente: Elaboración propia

La diferencia entre los dos pulsadores utilizados, se debe a la conexión del tipo de circuito a utilizarse, por ejemplo, el botón rojo está conectado directamente a línea, permitiendo el paso de tensión al circuito de control, una vez presionado abre o interrumpe el circuito dejando así sin tensión al sistema. Caso contrario ocurre con el botón verde, permitiendo que se produzca el enclavamiento del contactor en un corto periodo de tiempo, iniciado así la operación del sistema.

### **Luz verde - encendido**

La luz piloto de color verde permite al operario visualizar el estado de funcionamiento del sistema, para el presente proyecto significa encendido, esta luz piloto se instala conjuntamente con el contactor (13-14 NO).

### **Figura 33**

*Luz verde - encendido*



Fuente: Elaboración propia

### **Luz amarilla - sobrecarga**

La luz piloto de color amarilla permite visualizar cuando existe un sobrecalentamiento o cortocircuito en la bomba, esta luz piloto se instala conjuntamente con el relé térmico (97-98 NO).

**Figura 34**

*Luz amarilla - sobrecarga*



Nota. *Elaborado por los autores*

**Luz roja - apagado**

La luz piloto de color rojo permite al operario visualizar el estado de funcionamiento del sistema, para el presente proyecto significa apagado, esta luz piloto se instala conjuntamente con el contactor y auxiliar. (Figura 35)

**Figura 35**

*Luz roja - apagado*



Fuente: *Elaboración propia*

**Mini disyuntor HCB2-63**

El disyuntor del dispositivo protege su equipo contra corrientes de sobrecarga y cortocircuitos y apaga selectivamente el circuito afectado solo en caso de falla. Para garantizar una protección ideal, nuestros interruptores automáticos utilizan diferentes tecnologías: electrónica,



magnética y térmica. Optimice su proceso de producción y minimice el tiempo de inactividad con nuestra protección contra sobre corriente. (Figura 36)

**Figura 36**

*Mini disyuntor HCB2-63*



Fuente: Elaboración propia

### ***Características***

- Protección contra sobrecarga y cortocircuito
- Alto poder de corte
- Indicación de la posición de los contactos
- Aplicable a terminales y conexión de barras tipo pin/horquilla
- Fácil montaje en carril DIN de 35 mm

### ***Especificaciones técnicas***

Presenta las siguientes especificaciones según se detalla en la siguiente tabla 5.

**Tabla 5***Especificaciones técnicas del Mini disyuntor HCB2-63*

1	Polo No	1, 2, 3, 4
2	Tensión nominal	CA 240 / 415 V
3	Corriente nominal (A)	1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
4	Curva de disparo	B, C, D
5	Capacidad nominal de corte (I <sub>cn</sub> )	6000 A
6	Frecuencia nominal	50 / 60 Hz
7	Clase de limitación de energía	3
8	Tensión soportada por impulso nominal	6,2 kV
9	Resistencia electromecánica	6000
10	Terminal de conexión	Terminal de tornillo
11	Capacidad de conexión	Conductor rígido hasta 25mm <sup>2</sup>
12	Par de apriete	2,0 nanómetro
13	Instalación	Sobre carril DIN simétrico 35mm

Fuente: Celec, 2014 Realizado por: Elaboración propia

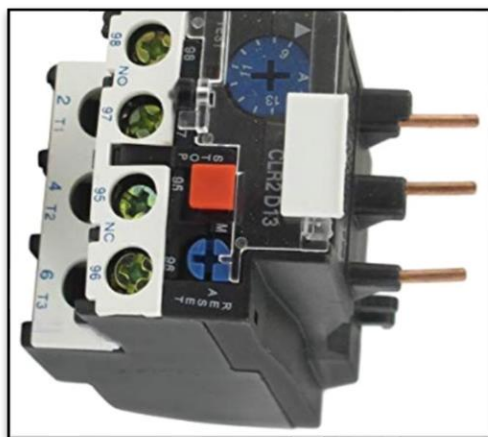
### **Relé térmico MT 32/3k**

Este dispositivo está diseñado para proteger la medición del amperímetro de una carga de arranque normal contra un aumento de temperatura inaceptable debido a sobrecarga, desequilibrio de fase o pérdida de fase. La sobrecarga o pérdida de fase hace que la corriente del motor aumente por encima de la corriente nominal establecida. Este aumento de corriente calienta las cuchillas

bimetálicas ubicadas dentro del dispositivo con elementos calefactores; responden al alargamiento y activan los contactos auxiliares por medio de un mecanismo de disparo. (Figura 37)

**Figura 37**

*Relé térmico MT 32/3k*



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 37, el relé térmico dispone de 2 contactos auxiliares independientes (1 abierto y otro cerrado). El rearme puede ser seleccionado para que se produzca de forma automática o manual mediante pulsador situado sobre el cuerpo del relé térmico. Cuenta con compensación de la temperatura ambiente.

### ***Especificaciones técnicas***

Presenta las siguientes especificaciones según se detalla en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6**

*Especificaciones técnicas del Relé térmico MT 32/3k*

1	Margen de regulación	
2	Tensión nominal	690 V

---

3	Tensión de aislamiento	690 V
4	Máxima tensión de pico Uimp	6 kV
5	Clase de disparo	10
6	Compatible con contactores	MC-9 a MC-40A
7	Compensación de la temperatura	-5 y 40°C
8	Peso	0,17 Kg
9	Dimensiones	45x75x90 mm

---

Fuente: Adajusa, 2010

## **CAPÍTULO IV**

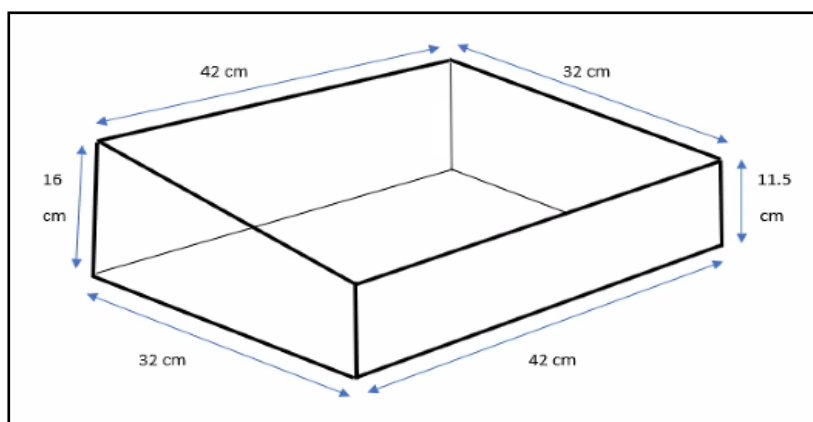
## CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL

### *Construcción del tablero de control*

En la construcción, se utilizó una plancha de melamina con 32 cm de largo por 42 cm de ancho en la parte superior, y un grosor de 2 cm, la altura inferior es de 11.50 cm y superior 16 cm. Se procede a realizar perforaciones para articular los elementos electrónicos que se utiliza para el funcionamiento del sistema como se muestra en la siguiente figura 38.

**Figura 38**

*Construcción del sistema de control*



Fuente: Elaboración propia

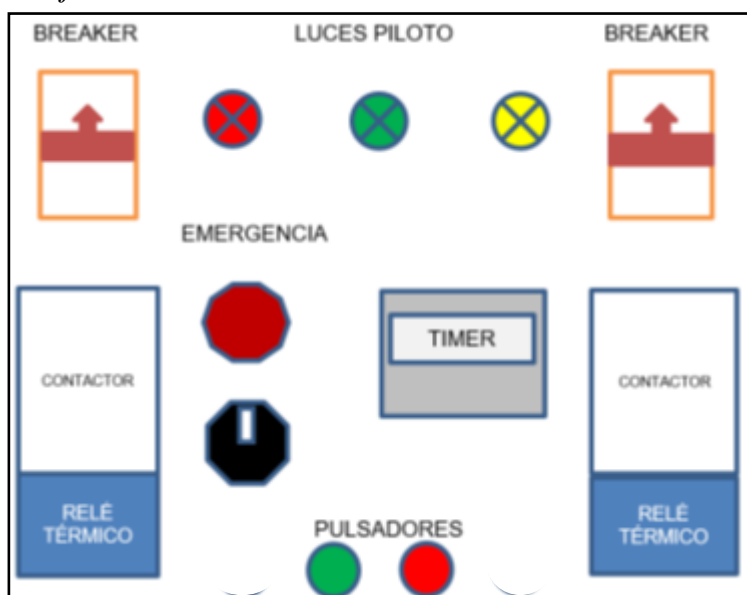
### *Diseño del tablero de control*

En la parte superior izquierda cuenta con un disyuntor, además se presenta un segundo disyuntor en la parte derecha, cada uno de (20A), el dispositivo de la derecha es para la protección de la bomba de agua (circuito de fuerza), el dispositivo de la parte izquierda se implementa para la protección del circuito de control; en la parte central izquierda y derecha tenemos dos contactores de (25 amperios), adicionalmente cada contactor cuenta con un relé térmico para proteger la bomba, en la parte central superior se presentan tres luces piloto (azul, amarilla, rojo); en la parte central consta con 2 botoneras (1 de color roja y 1 de color verde); en la zona central

consta de un botón de paro de emergencia y finalmente en la parte central se presenta una llave selectora que están junto al Timer.

A continuación, se visualiza el diseño del tablero de control que se utiliza en el presente proyecto. (Figura 39)

**Figura 39**  
*Dibujo del tablero de control*



Fuente: Elaboración propia

### *Descripción del funcionamiento del tablero de control*

A continuación, se explica el funcionamiento y operación del tablero de control.

#### **Break 1**

Protege al circuito de fuerza, cuando se encuentra cerrado permite el paso de tensión y cuando se encuentra abierto no permite el paso de tensión.

**Break 2**

Protege al circuito de control, cuando se encuentra cerrado permite el paso de tensión y cuando se encuentra abierto no permite el paso de tensión.

**Contactador 1 (parte izquierda)**

Se encarga del arranque de la bomba de agua de manera manual.

**Contactador 2 (parte derecha)**

Se encarga del arranque de la bomba de agua de manera automática.

**Relé térmico (contactador 1)**

Permite proteger la bomba en caso de sobrecarga o cortocircuito.

**Relé térmico (contactador 2)**

Permite proteger la bomba en caso de sobrecarga o cortocircuito.

**Luces piloto**

- Verde indica el funcionamiento del sistema.
- Rojo indica que el sistema se encuentra en reposo.
- Amarillo indica que el sistema se encuentra sobrecargado o se ha producido un cortocircuito.

**Botón de emergencia**

Permite parar el funcionamiento de todo el sistema de bombeo de agua.

**Llave selectora de posición**

Permite seleccionar como operar el sistema, posición 1 (manual), posición 2 (automático) y posición 0 (inhabilitado).



**Pulsadores**

- Verde permite operar el sistema de riego de manera manual.
- Rojo permite detener el sistema de riego de manera manual.

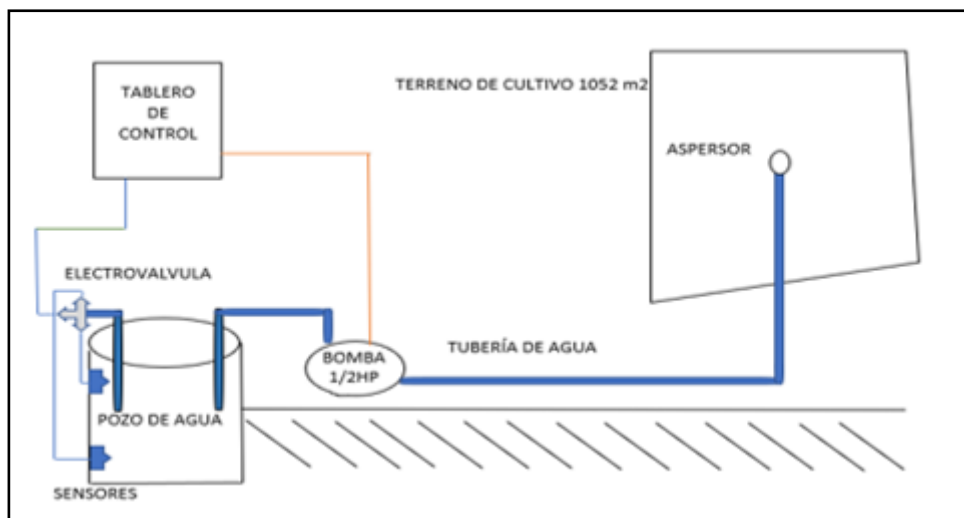
**Timer**

Permite enclavar el contactor del circuito fuerza, ayudando a que funcione la bomba de agua de manera automática y dispersando el agua por medio de los aspersores y por un tiempo programado.

***Diseño del sistema de riego***

Para el diseño del sistema de riego se tiene en cuenta todos los dispositivos y componentes para su correcto funcionamiento. Primeramente, se tiene en cuenta la distribución en este caso, se enfocará en tres principales partes, estas son: Tablero de control, equipo de bombeo de agua y el terreno.

El tablero de control comanda toda la parte eléctrica para el funcionamiento, en el tanque de almacenamiento se incorpora dos sensores y una electroválvula, para la conducción del componente hídrico con ayuda del bombeo de agua para su posterior traslado al terreno. Hay que tener en cuenta que la profundidad se considera 0,50 cm con una manguera de 8 m. (Figura 40)

**Figura 40***Dibujo del sistema de riego*

Fuente: Elaboración propia

***Descripción del funcionamiento del sistema de riego***

A continuación, se explica el funcionamiento, componentes y operación del sistema de riego.

- **Tablero de control:** es la parte fundamental que permite controlar el sistema de bombeo de manera manual y automática, así mismo otorga de mayor seguridad y eficiencia en el sistema, el funcionamiento del tablero de control es el siguiente:
- **Electroválvula:** permite o impide el paso de agua bajo ciertas circunstancias, el control se lo realiza de manera automática por medio de los sensores.
- **Tanque de almacenamiento de agua:** almacena agua a utilizarse para el riego de los cultivos.
- **Sensores de nivel:** actúan para el llenado o vaciado del tanque de agua (abre y cierra la electroválvula).

- **Bomba de agua:** suministra de la cantidad de agua necesaria al aspersor, para que se realice el proceso de regado en los cultivos.
- **Tubería de agua:** permite el transporte y flujo de agua de manera ordenada
- **Aspersor:** permite la dispersión del agua de manera óptima en el área donde se realiza el cultivo.
- **Timer:** permite programar una ejecución y realizarla de manera ordenada.

## **CAPÍTULO V**

## IMPLEMENTACION Y ARMADO DEL SISTEMA DE RIEGO

### *Armado del sistema de riego*

A continuación, se realiza la implementación del sistema de riego, tomando en cuenta los diseños mencionados en el capítulo anterior, el agua bombeada es obtenida de un pozo comunitario localizado aproximadamente a 100 m del terreno, donde es transportada por medio de manguera de pvc de ½ pulgada hasta la bomba de agua.

El tablero de control se instala conjuntamente con el sistema de bombeo y la red de mangueras de pvc, para terminar con la instalación de los aspersores. Es importante la existencia de un sistema eléctrico adecuado para la alimentación del prototipo, debido a que el tablero de control se encuentra lejos del tablero eléctrico o de un tomacorriente, es necesario energizar el sistema por medio de un cable concéntrico # 12 de aproximadamente 20 metros de largo. (Figura 41)

### **Figura 41**

*Terreno donde se implementa el sistema*



Fuente: Elaboración propia

### ***Implementación del sistema de riego***

El sistema de riego consta de un módulo de control (tablero), que permite administrar la funcionalidad de la bomba de agua bajo ciertas condiciones, este sistema es implantado en un área de cultivo que se encuentra actualmente disponible en el barrio de Yunga. Por medio de la incorporación de este sistema se obtendrá mayor eficiencia, mejor distribución del agua para el proceso del cultivo.

### ***Funcionamiento de cada bloque del sistema de riego***

Para realizar la construcción del prototipo, es necesario contar con la información técnica de cada dispositivo, además, se debe tener en claro el proceso de control, a continuación, se describe el funcionamiento de cada bloque del sistema de riego

### ***Bloque de control temporizado (Programación con timer)***

Este bloque permite el control de la bomba de agua, se realiza desde el tablero principal, donde activa la bomba que permite el flujo de agua hacia los aspersores, además permite establecer un horario de riego según la necesidad del usuario entregando así la cantidad de agua necesaria, a continuación, en la tabla 7 se detalla el horario de funcionamiento del sistema actualmente configurado:

**Tabla 7**

*Horario de operación del sistema de riego*

HORARIO DE RIEGO		
6:00 a 6:05	12:00 a 12:05	18:00 a 18:05

Fuente: Elaboración propia

El horario configurado en el timer es para la verificar del funcionamiento del prototipo en diferentes horas del día (mañana y tarde), este tiempo se modifica por el operario según el tipo de planta y terreno. El cantón Calvas se caracteriza por la presencia de topografía tectónica erosiva, es decir tiene relieves colinados, relieves montañosos, denudativo y deposicional, generando así diferentes niveles topográficos y térmicos, por lo tanto, el proyecto se puede implementar en cualquier lugar del cantón reconfigurando el sistema de control según el operario lo desee.

El proceso de programación del timer se realiza tomando en cuenta las instrucciones otorgadas por el fabricante, es necesario realizar pruebas de funcionamiento antes de implementarlo en el tablero de control, (Figura 42)

#### **Figura 42**

*Programación del timer.*



Fuente: Elaboración propia

### *Sistema de almacenamiento de agua*

El almacenamiento de agua se realiza por gravedad, el tanque tiene un control de flujo de agua para el llenado, se realiza por medio de un sensor 1 de nivel ubicado en la parte interna inferior del tanque y una electroválvula ubicada en la parte superior externa del tanque, cuando el sensor 1 detecta que el tanque se encuentra más del 75% vacío la electroválvula permite el paso de agua para iniciar el proceso de llenado y almacenamiento de agua. (Figura 43)

**Figura 43**

#### *Almacenamiento de agua*



Fuente: Elaboración propia

En la parte superior interna del tanque se encuentra instalado el sensor 2, este detecta cuando el tanque se llena al 100% de su capacidad, provocando así que la electroválvula impida el paso de agua, figura anterior. Para el proceso de envío de agua hacia el aspersor se lo realiza mediante la bomba a través de una manguera de pvc de ½ pulgada y una boquilla que se encuentra instalado en la parte inferior del tanque.

El sistema tiene la capacidad de almacenamiento de 40 litros, por lo tanto, es importante la instalación de 2 sensores de nivel de agua descritos anteriormente, el primero está en la parte



inferior a 10 cm del suelo y el segundo a 40 cm del suelo, permitiendo controlar el rango máximo y mínimo de agua que soporta el reservorio.

Se realizó las pruebas de tiempo de vaciado de agua, en aproximadamente un minuto se envía hacia los aspersores 6 litros de agua. (Figura 44)

#### **Figura 44**

##### *Tanque de almacenamiento*



Fuente: Elaboración propia

##### ***Bomba del sistema***

El sistema de bombeo se encarga de enviar el agua a presión por medio de la tubería hacia las boquillas de aspersión. La bomba inicia su operación en base a dos estados: Automático que es controlado por el timer y manual que es controlado por el operario, estos dos estados son controlados por una llave selectora de tres posiciones (manual, automático, reposo). Las protecciones son importantes para el sistema de bombeo, se debe realizar la instalación del circuito de fuerza de manera correcta tomando en cuenta la polarización de la red (fase y neutro), además la bomba es protegida por un relé térmico, este dispositivo protege a las cargas en contra de

cortocircuitos o sobrecargas, adicionalmente se debe implementar un sistema de puesta a tierra al chasis de la bomba.

Las boquillas de entrada y salida de la bomba deben ser instaladas de manera adecuada, para evitar escapes de agua y presión, es conveniente inspeccionar de manera periódica el tornillo de venteo para extraer el aire innecesario de la cavidad del motor y así evitar la pérdida de presión.

(Figura 45)

### **Figura 45**

#### *Bomba en funcionamiento*



Fuente: Elaboración propia

Es necesario en la boquilla de entrada de la bomba instalar un sistema de filtrado de agua para evitar el ingreso de impurezas o sedimentos que presenten alto riesgo de daño al dispositivo.

#### *Aspersión (componentes)*

El aspersor es instalado estratégicamente en el terreno para optimizar la distribución de agua de manera uniforme y circular, este reposa sobre una base metálica garantizando la distribución deseada con un alcance de aproximado de 3.5 m a 5 m de radio, llegando así a un

aproximado de 15 a 20 plantas de maíz, según sea la distribución de las plantas, topografía del terreno y tamaño del aspersor. (Figura 46)

### **Figura 46**

#### *Aspersor en funcionamiento*



Fuente: Elaboración propia

#### ***Calibre de cables implementados***

Para la instalación del sistema eléctrico en el panel de control se utiliza el calibre de cable número 14 para el circuito de fuerza y control, para el sistema de información visual (luces piloto) se implementa el cable número 16. Se recomienda la aplicación de conectores y borneras para dar seguridad y facilidad al proceso de conexión del sistema implementado.

#### ***Funcionamiento del sistema***

En la siguiente figura se visualiza, la implementación del sistema durante la fase de pruebas en el terreno ubicado en el barrio yunga perteneciente a la señora Mónica Calva, el aspersor se instaló con un tubo de PVC de 8 metros de largo, se consideró que la ubicación ideal del tablero

de control, la bomba de agua y el tanque de reserva deben ser de manera estratégica para otorgar de acceso inmediato al operario.

El prototipo se instaló en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Mariano Samaniego, específicamente en los laboratorios de mecánica automotriz y electricidad para que sea implementado dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje como prácticas, desarrollo e investigación. (Figura 47)

### **Figura 47**

*Ubicación exacta de cada componente*



Fuente: Elaboración propia

Se realizaron las pruebas necesarias y la comprobación óptima del sistema, especialmente en el tablero de control, sistema de transporte hidráulico, sistema de bombeo y sistema de riego. La eficiencia es un factor importante cuando se implementan este tipo de sistemas permitiendo tener un prototipo de bajo consumo energético capaz de entregar la cantidad ideal de agua según



el usuario lo requiera. La configuración del bloque temporizador es determinante para que se realice el proceso de riego de manera adecuada. (Figura 48)

### **Figura 48**

*Activación de las electroválvulas*



Fuente: Elaboración propia

### **Figura 49**

*Sistema en funcionamiento*



Fuente: Elaboración propia

### *Capacidad instalada del sistema de riego*

La implementación del prototipo tuvo una potencia nominal de 532,15 W, con un voltaje de alimentación de 110 V- 120 V, en el sistema se encuentran dispositivos eléctricos y electrónicos, a continuación, en la tabla # 8 se describe la potencia instalada del sistema:

**Tabla 8**

#### *Cuadro de cargas del sistema*

Cuadro de Cargas del Sistema de Riego		
Componentes	Cantidad	Potencia (W)
Bomba de agua	1	370
Electroválvula	1	110
Luz piloto roja	1	2,2
Luz piloto verde	1	2,2
Luz piloto amarilla	1	2,2
Temporizador	1	1
Sensores	2	0,55
Contactador	2	44
Total		532,15

Fuente: Elaboración propia

### *Presupuesto*

De acuerdo con el presupuesto utilizado durante toda la investigación , se presentó un gasto de \$251,19 dólares, lo que permite deducir que la inversión se irá recuperando conforme existan

más cantidad de cosechas, que gracias a la instalación del sistema de riego de precisión va a permitir optimizarlas. Tabla 9

**Tabla 9**

*Presupuesto*

Presupuesto			
Componente	Cantidad	Valor	Total
Disyuntor diferencial	2	4,5	9
Relé térmico	2	7,45	14,9
Contactador 3 polos	2	8,15	16,3
Temporizador timer	1	24	24
Luz piloto roja	1	1,5	1,5
Luz piloto verde	1	1,5	1,5
Luz piloto amarilla	1	1,55	1,55
Pulsador de emergencia tipo hongo	1	2,35	2,35
Pulsador rojo	2	1,5	3
Pulsador verde	2	1,5	3
Selector 3 posiciones	1	2,24	2,24
Riel metálica	1	0,55	0,55
Bornera	1	1,31	1,31
Terminal puntera	1	2,53	2,53
Contactador auxiliar	1	2,46	2,46

Bomba de agua	1	60	60
Tablero	1	20	20
Tanque de agua	1	10	10
Manguera de agua 1/2 pulgada	8	0,5	4
Conectores de 1/2 pulgada	2	3	6
Abrazaderas de agua	5	0,25	1,25
Sensores de nivel de agua	2	9,5	19
Electroválvula	1	25	25
Adaptador de 1/2 pulgada	3	0,78	2,25
Aspersor	1	2,5	2,5
Cable #14	0,5	20	10
Cable #16	0,5	10	5
<b>TOTAL</b>			<b>251,19</b>

Fuente: Elaboración propia

### ***Problemas y soluciones del sistema***

#### **Problema N 1.**

Bomba de agua: Al momento de iniciar la operación del sistema ya sea de manera manual o automática, se presentan periodos donde la bomba no permite el paso de agua necesaria al aspersor, debido a que después de un tiempo de operación, la bomba absorbe aire adicional evitando así que el agua bombeada sea enviada con la presión adecuada hacia el aspersor, por lo tanto, no se genera el riego con la medida de agua deseada.



**Solución**

Antes de iniciar la operación de la bomba, se debe suministrar de agua a la sección donde se encuentra el tornillo de venteo, el mismo que se debe extraer con un desarmador plano para dejar salir el aire que genera el ahogamiento, esta cavidad permite que la presión hidrostática llene de agua la bomba de manera adecuada, este tornillo se encuentra en la parte superior del dispositivo. Es necesario asegurar el funcionamiento del sistema de manera adecuada, por lo tanto, es recomendable adquirir una bomba con mejor calidad y prestaciones.

**Problema N 2.**

Al momento de finalizar la operación del sistema, existe escape de flujo de agua en cantidades mínimas en el aspersor, debido a la inercia, gravedad y presión que fluye a través de la bomba, además el motor no está diseñado con un sistema de cierre automático, el problema inicia cuando existe desnivel entre el tanque y la bomba.

**Solución**

Se debe ubicar la bomba a una altura superior al tanque de reserva, evitando así el que el flujo extra de agua afecte al cultivo de manera negativa, además es posible implementar otra bomba con mejores prestaciones o una cortadora de agua manual a la salida de la bomba

**Problema N 3.**

El transporte del prototipo durante la etapa de pruebas genera averías en el sistema, por ejemplo: desconexión de la red de alimentación, desconexión del circuito de control manual y automático, desconexión del circuito de fuerza, entre otros, generando averías parciales y totales en el sistema.

**Solución**

El prototipo se debe instalar en un espacio optimo donde impida su movimiento o transporte, además es necesario adoptar o adquirir cables de energía con puntas o conectores para estabilizar y asegurar la unión entre los diferentes circuitos, es necesario verificar que el sistema se encuentre de manera segura.

#### **Problema N 4.**

El agua almacenada en el tanque de reserva proviene de un pozo comunitario, este líquido no tiene ningún proceso de filtrado o tratamiento, existe la probabilidad de almacenar sedimentos que afecten la integridad estructural de la bomba y del aspersor.

#### **Solución**

En la entrada de la bomba o del tanque de reserva se debe instalar un filtro de agua, evitando así el envío de sedimento al interior de la bomba y de los aspersores, es necesario realizar una inspección periódica para decidir cuándo cambiar el filtro.

#### **Problema N 5.**

Durante la etapa de prueba se presentaron escape de agua en boquillas y uniones debido a la presión y a uniones inadecuadas, generando así la perdida de una cantidad importante de agua.

#### **Solución**

Es necesario implementar uniones adecuadas y a medida con las respectivas protecciones como: cinta de teflón, cinta auto fundente, abrazaderas entre otros, además es importante utilizar las herramientas adecuadas para instalar el sistema de transporte de agua.

## CONCLUSIONES

- En conclusión se logró construir en base a un buen diseño el mejor sistema de riego para la finca donde se llevó a cabo la investigación, el cual fue el riego por aspersión, debido a que se adapta con mayor facilidad a terrenos con problemas de nivelación, y así mismo por su rapidez y alta cobertura que ofrece, con esto se llegó a cumplir con lo planteado en nuestro objetivo ya que se pudo optimizar el uso del agua dentro de la finca.
- Se realizó con éxito el levantamiento de información acerca de diferentes tipos de sistemas de riego que son usados comúnmente en este tipo de situaciones para así poder determinar en base a nuestro conocimiento cual es el más óptimo a construir usando la última tecnología, lo que nos dará una buena automatización del riego en el lugar.
- Se pudo construir un sistema de riego óptimo para la localidad mencionada, luego de hacer varios análisis en base a las características del lugar, el riego por aspersión fue el más adecuado a usar ya que es de fácil manipulación por el operario. El sistema de control permite administrar el encendido y apagado de diferentes cargas en un tiempo programado. De la misma manera nuestro sistema constó de un tanque reservorio, permitiendo el almacenamiento y uso del agua de manera eficiente.
- El prototipo realiza las funciones que se implementaron ya que gracias a un buen diseño del sistema construido se logró que el operario o en este caso la dueña del terreno optimice su tiempo, así mismo se pudo observar que el consumo de recursos naturales como el agua disminuyó gracias a este excelente manejo del sistema; debido a que este nos permite controlar la cantidad exacta de agua que será almacenada, agua utilizada, entre otros. El

sistema implementado permite al operario optimizar, tiempo, recursos, costos, mejorando la calidad de vida del beneficiario.

## RECOMENDACIONES

- Para evitar complicaciones en el sistema de riego se recomienda balancear las presiones, es decir conocer la cantidad adecuada de agua que necesita la bomba para que trabaje sin problemas.
- La programación del timer se debe relacionar con la estación, esto quiere decir si es verano o invierno.
- Realizar un mantenimiento preventivo y constante de todo el sistema de riego, además que ayude a corregir los errores e inconvenientes que pueda tener el sistema durante el tiempo de funcionalidad
- Desde un punto de vista agronómico considerar la etapa fenológica del cultivo para cambiar el tamaño de los tubos, ya que se verá afectado dependiendo la altura de las plantas.
- La operación del sistema deberá ser manipulado por operarios altamente calificados para evitar inconvenientes posteriores y daños en el sistema.

## REFERENCIAS

- Adajusa. (2010). *Regulación Relé térmico*. <https://adajusa.es/es/reles-termicos/4360-rele-termico-regulacion-16-a-25a-ls-8435532843603.html>
- Agroware. (2020). *Tipos de riego y sus ventajas*. <https://celuzag.mx/2017/12/22/tipos-de-riego-y-sus-ventajas/>
- Arboleda, A. (2017). *Análisis de un sistema de riego automatizado alimentado por energía fotovoltaica utilizando PLC*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7733/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-57.pdf>
- Calvas, G. (2019). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Calvas*. [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PDYOT\\_2019\\_2023%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/PDYOT_2019_2023%20(1).pdf)
- Camsco. (2020). *Especificaciones técnicas selector interruptor* .
- Celec. (2014). *Especificaciones técnicas disyuntor HCB2-*. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/7756478.pdf>
- Faci, J., & Playan, E. (1994). *Principios básicos del Riego por Superficie del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_10-11.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf)
- INGCO. (2021a). *Especificaciones técnicas de bombas y motobombas*. [https://www.ingco.cl/docs/slider\\_secundario/1907032451\\_Bombas\\_&\\_Motobombas.pdf](https://www.ingco.cl/docs/slider_secundario/1907032451_Bombas_&_Motobombas.pdf)
- INGCO. (2021b, julio). *Especificaciones Técnicas de Bombas y Motobombas*. [https://www.ingco.cl/docs/slider\\_secundario/1907032451\\_Bombas\\_&\\_Motobombas.pdf](https://www.ingco.cl/docs/slider_secundario/1907032451_Bombas_&_Motobombas.pdf)
- Larrazabal, M. (2020). *Sistema de Riego por Superficie, Localizado y de Aspersión. Tipos, Características y Ventajas*. <https://www.bialarblog.com/sistema-de-riego-tipos-ventajas/>

MAG. (2021). *MAG fortalece la producción agropecuaria de Calvas.*

Pereira, L., Valero, J., Picornell, M., & Tarjuelo J. (2010). *El riego y sus tecnologías.*

[http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/El\\_Riego\\_y\\_sus\\_Tecnologias.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf)

Santos, A., & Hernández, J. (2014). *Instalaciones eléctricas en baja tensión.*

<https://grupoturelectric.com/tipos-de-instalaciones-electricas-cuales-son-las-mas-recomendables/#:~:text=Las%20instalaciones%20de%20baja%20tensi%C3%B3n,o%20inferior%20a%201500%20voltios.>

Schneider. (2017). *Especificaciones break eléctrico.* [https://www.plc-](https://www.plc-city.com/shop/en/brand/schneider-electric.html)

[city.com/shop/en/brand/schneider-electric.html](https://www.plc-city.com/shop/en/brand/schneider-electric.html)

Siemens. (2021). *Hoja de datos 6ED1052-1FB08-0BA0.*

[https://media.automation24.com/datasheet/es/6ED10521FB080BA0\\_es.pdf](https://media.automation24.com/datasheet/es/6ED10521FB080BA0_es.pdf)

Silva, J. (2021). *Elaboración de manual de prácticas de accionamiento eléctrico, mediante el*

*software cadesimu y somachine para desarrollos virtuales de accionamiento eléctrico en entornos industriales.* <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/7765>

Sustaita, G., Torres, J., Pedraza, D., & Ibarra, M. (2018). *Sistema de riego inteligente utilizando electroválculas a partir de sensores de visión.*

Tornos. (2018, agosto). *Los mejores sistemas de riego para tus campos.*

<https://www.agroecologiatornos.com/category/tratamientos/>

ANEXOS





