

# **INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO**



**INSTITUTO TECNOLÓGICO  
SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

## **TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA**

### **TEMA**

**“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA  
EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA  
TECNOLOGÍA SUPERIOR DE ELECTRÓNICA.**

### **AUTORES:**

Condolo Paqui Fredy Mauricio  
Chiriboga Chiriboga Samuel Roberto

### **DIRECTOR:**

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre

**Loja, 8 de octubre 2022**

**CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

**Ing.**

Cesar Cristian Carrión Aguirre

**DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

**CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado “**SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022**” el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 08 de octubre de 2022

.....

**Firma**

**Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre**

## AUTORÍA

Yo Fredi Mauricio Condolo Paqui con C.I. N° 1103914196 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado “**SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE**” 2022 es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyectode investigación.

Loja, 08 de octubre de 2022

.....

**Firma**

**C.I. 1103914196**

## AUTORÍA

Yo Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga con C.I. N° 1400983357 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado “**SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE**” 2022 es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyectode investigación.

Loja, 08 de octubre de 2022

.....

**Firma**

**C.I. 1400983357**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado especialmente a mi familia y a todas las personas que me ayudaron a seguir desarrollando la tesis y me dijeron que no me dé por vencido para terminar la tesis lo cual parecía imposible y muy especialmente a mi esposa que siempre me dijo que estudiara y terminara la carrera cuando yo ya no quería hacerlo todo el esfuerzo lo hice por ella y tengo el fruto de todos los esfuerzos.

Fredi Mauricio Condolo Paqui

## **DEDICATORIA**

A mis padres por estar conmigo por enseñarme a nunca darme por vencido y a que si caigo debo levantarme por apoyarme y guiarme por ser las bases que me ayudaron a llegar a este punto, a mi familia quienes han sido parte elemental para poder lograr a mis objetivos a mis docentes que me guiaron compartiendo sus conocimientos durante todo el transcurso de formación profesional y protagonistas de este “sueño alcanzado”

**Chiriboga Chiriboga Samuel Roberto**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y a mi familia quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. A mis hijos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Agradezco también al Ing. César Cristian Carrión Aguirre, director de la tesis; quien me supo apoyar y orientar con sus conocimientos, para poder alcanzar los objetivos propuestos.

**Fredi Mauricio Condolo Paqui**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a los docentes y personal administrativo del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, y a la Carrera de Electrónica superior y autoridades por impartir los conocimientos y las prácticas en campo para sobresalir en mi perfil profesional en la vida laboral.

Agradezco también al Ing. César Cristian Carrión Aguirre, director de la tesis; quien me supo apoyar y orientar con sus conocimientos, para poder alcanzar los objetivos propuestos durante el periodo de asesoría.

**Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga**

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Conste por el presente documento la cesión de los derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.** - El Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre, por sus propios derechos, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y el señor Fredi Mauricio Condolo Paqui; mayor de edad, por sus propios derechos en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; emiten la presente acta de cesión de derechos.

**SEGUNDA.** - Declaratoria de autoría y política institucional.

**UNO.** – Fredi Mauricio Condolo Paqui, realizó la Investigación titulada **“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”** para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección de la Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

**DOS.** - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**TERCERA.** - Los comparecientes Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Fredi Mauricio Condolo Paqui como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera titulada **“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”** a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**CUARTA. - Aceptación.** - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de octubre del año 2022.

F. \_\_\_\_\_

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

C.I. 1104079494

F. \_\_\_\_\_

Fredi Mauricio Condolo Paqui

C.I. 1103914196

## **ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Conste por el presente documento la cesión de los derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.** - El Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre, por sus propios derechos, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y el señor Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga; mayor de edad, por sus propios derechos en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; emiten la presente acta de cesión de derechos.

**SEGUNDA.** - Declaratoria de autoría y política institucional.

**UNO.** – Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga, realizó la Investigación titulada **“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”** para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección de la Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

**DOS.** - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

**TERCERA.** - Los comparecientes Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera titulada **“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”** a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

**CUARTA. - Aceptación.** - Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de octubre del año 2022.

F. \_\_\_\_\_

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre.

C.I. 1104079494

F. \_\_\_\_\_

Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga

C.I. 1400983357



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Loja, 08 de octubre de 2022

**Nombres:** Fredi Mauricio

**Apellidos:** Condolo Paqui

**Cédula de Identidad:** 1103914196

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** abril 2021 – septiembre 2022 **Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:** “SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente

dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma .....

Nro. Cédula 1103914196



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Loja, 08 de octubre de 2022

**Nombres:** Samuel Roberto

**Apellidos:** Chiriboga Chiriboga

**Cédula de Identidad:** 1400983357

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** abril 2021 – septiembre 2022  
**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:** “SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

6. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
7. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

8. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.
9. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
10. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente

dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma .....

Nro. Cédula 1400983357

## 1.ÍNDICE DE CONTENIDOS

### 1.1. Índice de temas

<b>AUTORES:</b> .....	1
<b>CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA</b> .....	2
<b>DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN</b> .....	2
<b>CERTIFICA:</b> .....	2
<b>AUTORÍA</b> .....	3
<b>AUTORÍA</b> .....	4
<b>DEDICATORIA</b> .....	5
<b>DEDICATORIA</b> .....	6
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	7
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	8
<b>ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA</b> .....	9
<b>ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA</b> .....	11
<b>DECLARACIÓN JURAMENTADA</b> .....	13
<b>DECLARACIÓN JURAMENTADA</b> .....	16
1.1. Índice de temas .....	19
1.2. Índice de figuras .....	23
1.3. Índice de tablas.....	24
2. RESUMEN.....	25
3. ABSTRACT.....	26
4. PROBLEMA .....	27
5. TEMA.....	29
6. JUSTIFICACIÓN.....	30
7. OBJETIVOS .....	32
7.1. Objetivo general.....	32

	20
7.2. Objetivos Específicos .....	32
<b>8.MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>33</b>
8.1. Marco Institucional .....	33
<i>8.1.1. Reseña histórica .....</i>	<i>33</i>
<i>8.1.2. Misión, visión y valores.....</i>	<i>36</i>
8.2. Referentes académicos.....	36
8.3. Políticas institucionales.....	37
8.4. Objetivos institucionales.....	38
8.5. Plan estratégico de desarrollo .....	40
<b>9. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>42</b>
9.1. Cisterna de bombeo .....	42
9.2. Sistema de bombeo .....	42
9.3. Sistema de abastecimiento de agua directo .....	43
9.4. Tubería y accesorios de succión. ....	43
9.5. Presurización.....	43
9.6. Sistema de caudal constante.....	44
9.7. Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad fija.....	44
9.8. Suministro de agua con sensor de presión .....	45
9.9. Sistema con medidores de caudal hidrodinámicos ( $V^2/2g$ ) .....	46
9.10. Sistema con medidores de caudal electromagnéticos.....	46
9.11. Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad variable .....	46
<i>8.11.1. Funciones básicas de los plc.....</i>	<i>47</i>
<i>8.11.2. Dispositivos de entrada para los plc .....</i>	<i>47</i>
<i>8.11.3 Dispositivos de salida para los plc .....</i>	<i>48</i>
<i>8.11.4 Fuentes conmutadas 12vcc .....</i>	<i>48</i>
<i>8.11.5 Módulos de alimentación de los plc.....</i>	<i>49</i>
<b>9. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>50</b>

9.1. Métodos de investigación .....	50
<i>9.1.1. Método hermenéutico.....</i>	<i>50</i>
<i>9.1.2. Método fenomenológico.....</i>	<i>50</i>
<i>9.1.3. Método practico proyectual.....</i>	<i>51</i>
9.2. Técnicas de investigación .....	51
<i>9.2.1. Investigación documental .....</i>	<i>51</i>
<i>9.2.2. La observación.....</i>	<i>52</i>
<i>9.2.3. Prueba y error .....</i>	<i>53</i>
<b>10. PROPUESTA DE ACCIÓN.....</b>	<b>54</b>
10.1. Hardware.....	54
10.1.1 Plc delta Es2 .....	55
<i>10.1.3. Variador de frecuencia WEG CFW100.....</i>	<i>55</i>
<i>10.1.4. Presostato.....</i>	<i>56</i>
<i>10.1.5. Válvula check .....</i>	<i>57</i>
<i>10.1.6. Breaker 10A.....</i>	<i>58</i>
<b>Imagen recuperada: .....</b>	<b>58</b>
<i>10.1.7. Bomba de aguar .....</i>	<i>58</i>
<i>10.1.8. Tuberías .....</i>	<i>59</i>
<i>10.1.9. Accesorios.....</i>	<i>60</i>
10.2. Software .....	60
<i>10.2.1. Ladder.....</i>	<i>60</i>
<i>10.2.2. WPLSoft.....</i>	<i>61</i>
10.3. Desarrollo de la propuesta .....	61
<i>10.3.1. Desarrollo y construcción del sistema .....</i>	<i>61</i>
<i>10.3.2. Montaje de equipos en el tablero de control.....</i>	<i>62</i>
<i>10.3.4. Configuración del Plc .....</i>	<i>63</i>
<i>10.3.5. Programación de plc en WPLSoft .....</i>	<i>64</i>
<i>10.3.6. Montaje del variador .....</i>	<i>64</i>

<i>10.3.7. Conexión de la bomba</i> .....	66
<i>10.3.8. Conexión del presostato</i> .....	67
<i>10.3.9. Funcionamiento general del prototipo</i> .....	67
<i>10.3.10. Diagrama de flujo funcionamiento del prototipo</i> .....	69
10.4. Pruebas de funcionamiento y resultado .....	70
<i>10.4.1. Pruebas de Funcionamiento</i> .....	70
<b>11. CONCLUSIONES</b> .....	<b>71</b>
<b>12. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>73</b>
<b>14. ANEXOS</b> .....	<b>77</b>
14.1. Certificado de aprobación.....	77
14.2. Autorización para la ejecución .....	79
14.3. Certificado de implementación .....	81
14.4. Presupuesto .....	83
14.5. Cronograma .....	84
14.6. Programación de plc .....	85
14.7. Evidencias fotográficas.....	87

## 1.2. Índice de figuras

figura 1. Estructura del Modelo Educativo .....	39
figura 2. Sistema de bombeo .....	42
figura 3. Sistema de presurización.....	44
figura 4. Bombeo constante con 3 bombas.....	45
figura 5. Sensor de presión .....	45
figura 6. Plc delta .....	46
figura 7. Dispositivos de entrada .....	47
figura 8. Dispositivos de salida.....	48
figura 9. Módulo de alimentación para plc.....	49
figura 10. Hardware.....	54
figura 11. Plc delta ES2 .....	55
figura 12. Variador Weg CFW100 .....	56
figura 13. Presostato .....	57
figura 14. Válvula check .....	57
figura 15. Breaker 10A .....	58
figura 16. Motor bifásico .....	59
figura 17. Tuberías.....	59
figura 18. Accesorios.....	60
figura 19. Tablero de control .....	62
figura 20. Accesorios para el tablero.....	62
figura 21. Equipos montados en el tablero de control .....	63
figura 22. Puesta en marcha de plc.....	64
figura 23. Configuración del variador.....	65
Figura 24. Instalación eléctrica de la bomba .....	66
figura 25. Conexión eléctrica del presostato y manómetro .....	67
figura 26. Diagrama de Flujo .....	69

### 1.3. Índice de tablas

<b>Tabla 1. Montaje del variador .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabla 2. Material utilizado para el proyecto de titulación. ....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 3. Cronograma de actividades.....</b>	<b>84</b>

## 2. RESUMEN

El proyecto titulado “SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022” tuvo como objetivo general construir un prototipo de un sistema de presión de agua constante teniendo como finalidad dar solución a una problemática que se ha venido dando en las edificaciones de gran altura con la falta de presión de agua para sus múltiples usos, se utilizó un plc con un variador de frecuencia y un presostato el cual envía un pulso al plc en aproximados tres segundos y medio para que el plc encienda o apague al variador de frecuencia al cual está conectado una bomba de 1hp la cual funciona a una frecuencia según sea la demanda de agua en el sistema para el desarrollo de este proyecto utilizamos el método hermenéutico que a través de recursos web de fuentes certificadas se pudo comprender como programar el plc y variador de frecuencia, el método fenomenológico por la experiencia adquirida en las prácticas de proyectos anteriores realizados en clases y el método práctico proyectual gracias al cual se pudo instalar todos los equipos y accesorios y realizar pruebas de funcionalidad concluyendo que el sistema tiene una eficiencia del 100% en su funcionalidad y que se le podría replicar en sitios que sean requeridos.

**Palabras clave:** *Plc, Variador de frecuencia, presostato.*

### 3. ABSTRACT

The project entitled "WATER PRESSURE CONTROL SYSTEM FOR BUILDINGS THROUGH PLC PERIOD APRIL-SEPTEMBER 2022" had the general objective of building a prototype of a constant water pressure system with the purpose of solving a problem that has been occurring in high-rise buildings with a lack of water pressure for their multiple uses. A plc with a frequency variator and a pressure switch was used which sends a pulse to the plc in approximately three and a half seconds, so that the plc turns on or off the frequency variator to which a 1hp pump is connected, which works at a frequency according to the water demand in the system. For the development of this project, we used the hermeneutic method that through web resources of certified sources could be understood how to program the plc and frequency variator. The phenomenological method for the experience acquired in the practices of previous projects carried out in classes, and the practical project method thanks to which it was possible to install all the equipment and accessories and carry out functionality tests concluding that, the system has an efficiency of 100% in its functionality and that it could be replicated in places that are required.

#### 4. PROBLEMA

A nivel mundial siempre ha existido el inconveniente de baja presión de agua en las zonas elevadas y desde los años 3000 AC se ha intentado solventar este inconveniente con la invención de bombas de agua que se han ido modificando con sistemas de bombas de agua cada vez más funcionales y autónomos que hoy en día existen varias opciones de usos de las bombas de agua combinadas con sistemas de control y automatización como los plc, ya sea para riego en la agricultura, sistemas de enfriamiento, en los tiempos modernos las construcciones de edificios han ido en aumento en especial en las zonas de alta población y se ha venido presentando el problema de baja presión de agua en los pisos superiores y esto conllevando un mal funcionamiento de equipos eléctricos que trabajan con agua como los calefones y duchas eléctricas que necesitan un flujo de agua estable para su normal funcionamiento (Ann, 2021).

En la actualidad, existen opciones básicas y desactualizadas para dar una solución al inconveniente de falta de presión de agua en edificios generalmente en las plantas superiores, En el Ecuador se ha ido incrementando cada vez más el uso de duchas y calefones eléctricos debido a los subsidios que otorga el gobierno nacional a los usuarios que cambiaban sus calefones a gas por duchas o calefones eléctricos que no paguen en el consumo hasta 20kwh/mes (Machalamovil, 2020).

En la provincia de Loja siendo una zona que se alcanzan temperaturas bajas la demanda de equipos como calefones eléctricos y duchas eléctricas ha ido incrementando con mayor fuerza debido a su fácil instalación. Los calentadores a base de gas cada vez son menos utilizados debido a que requiere una compleja instalación, La utilización de duchas y calefones eléctricos se ha visto afectada por la

poca presión de agua que llega en las partes altas de la ciudad y los equipos no pueden cumplir con su función a cabalidad ya sea que no encienden o a su vez encienden, pero la temperatura del agua llega a puntos muy elevados q hacen casi imposible el poder ducharse. La razón por la cual las personas no utilizan un sistema de presión de agua adecuado puede ser por falta de conocimiento de tecnologías que se pueden implementar ya que en la actualidad la mayor parte de los sistemas de presión de agua son de manera manual y requieren de una persona encargada de accionar los sistemas y apagarlos cuando así se requieran utilizando un tanque elevado (Delgado & Abad, 2017).

La presión de agua que viene directo de la red pública o solo un tanque elevado proporciona una presión insuficiente cuando la demanda de agua es alta o en pisos elevados, por lo tanto, lo que se plantea es implementar un sistema con una bomba controlada automáticamente por un plc delta para mantener un flujo de agua a una presión constante en un edificio y así dar solución al inconveniente con duchas y calefones eléctricos (Industria, 2022).

## **5. TEMA**

**“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS  
MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”**

## 6. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el sistema de agua potable en edificios en todo el país no controla su fluidez ya que con la tecnología ya obsoleta que se usa no se puede obtener esos resultados para ello este proyecto fue mentalizado con la idea proporcionar a los futuros estudiantes de la carrera de electrónica los recursos necesarios para que en su etapa ecdémica puedan despejar dudas sobre el control de la fluidez del agua en edificios. Los estudiantes contarán con un sistema de control que los llevara a enfrentarse a situaciones reales dentro de un proceso de automatización, permitiéndoles que puedan conocer el funcionamiento, configuración, la fuerza y el control de todos los equipos que intervienen en un proceso de control automático de fluidez de agua en edificios, también gracias a esta investigación se puede replicar el prototipo en escala real en edificaciones que así lo requieran y tener la garantía que se solventara el problema de baja presión de agua.

En términos tecnológicos el proyecto busca dar a conocer las bondades tecnológicas de un plc en términos de herramientas de automatización con un criterio técnico para seleccionar controladores que estén acorde a los trabajos de diversa índole de automatización electrónica optimizando funcionalidades. También podemos mencionar que los controladores lógicos programables de la serie DVP de Delta ofrecen aplicaciones de alta velocidad, son estables y altamente confiables para todo tipo de máquinas de automatización industrial. Ya que admite varios protocolos de comunicación. Tienen la capacidad y flexibilidad para conectarse con diferentes dispositivos como lo son servomotores, bombas de agua. Así como la compatibilidad de conectarse con dispositivos de diversas marcas que actualmente existen en el mercado debido a que existen una amplia variedad de aplicaciones en la

industria.

Económicamente se puede confirmar que la automatización industrial baja el costo de producción y reduce el tiempo en la ejecución de procesos, también el margen de error se reduce al mínimo y optimiza la necesidad de personal, por tanto, el control de fluidez del agua en edificios (Douglas Fisher, 2019).

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1. Objetivo general**

- Automatizar un sistema de bombeo de agua para edificios mediante el control de un plc con variador de frecuencia.

### **7.2. Objetivos Específicos**

- Recabar información técnica sobre programación de plc's genéricos utilizando medios web para comprender su funcionamiento y lógica.
- Desarrollar un módulo de control de presión de agua utilizando plc's presostato y variador de frecuencia para regular el fluido vital a edificios con bomba de agua.
- Realizar pruebas eléctricas y de control entre los equipos instalados y el PLC etapas de evaluación para garantizar que la presión de agua sea la adecuada.

## 8.MARCO TEÓRICO

### 8.1. Marco Institucional

#### INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



#### *8.1.1. Reseña histórica*

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TÉCNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de:

1. Contabilidad Bancaria
2. Administración de Empresas
3. Análisis de Sistemas

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas. Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

1. Secretariado Ejecutivo Trilingüe
2. Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de:

1. Administración Empresarial
2. Secretariado Ejecutivo Trilingüe
3. Finanzas y Banca
4. Sistemas de Automatización

Con oficio circular nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de:

1. Diseño Gráfico y Publicidad.

Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

1. Gastronomía
2. Gestión Ambiental
3. Electrónica
4. Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio.

Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente las autoridades del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano se encuentran laborando en el proyecto de rediseño curricular de sus carreras con el fin de que se ajusten a las necesidades del mercado laboral y aporten al cambio de la Matriz Productiva de la Zona 7 y del Ecuador.

### **8.1.2. Misión, visión y valores**

Desde sus inicios la MISIÓN y VISIÓN, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

**8.1.2.1. Misión.** Formar gente de talento con calidad humana, académica, basada en principios y valores, cultivando pensamiento crítico, reflexivo e investigativo, para que comprendan que la vida es la búsqueda de un permanente aprendizaje.

**8.1.2.2. Visión.** Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción.

**8.1.2.3. Valores.** Libertad, Responsabilidad, Disciplina, Constancia y estudio.

## **8.2. Referentes académicos**

Todas las metas y objetivos de trabajo que desarrolla el Instituto Tecnológico Sudamericano se van cristalizando gracias al trabajo de un equipo humano: autoridades, planta administrativa, catedráticos, padres de familia y estudiantes; que día a día contribuyen con su experiencia y fuerte motivación de pro actividad para lograr las metas institucionales y personales en beneficio del desarrollo socio cultural y económico de la provincia y del país. Con todo este aporte mancomunado la familia sudamericana hace honor a su slogan “gente de talento hace gente de talento”.

Actualmente la Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Ing. Patricio Villamarín coronel. - Vicerrector Académico.

El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto

es desde el 2005. Por lo general los estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, pero también tenemos estudiantes de la provincia de Loja como: Cariamanga, Macará, Amaluza, Zumba, zapotillo, Catacocha y de otras provincias como: El Oro (Machala), Zamora, la cobertura académica es para personas que residen en la Zona 7 del país.

### **8.3. Políticas institucionales**

- Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador.
- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.
- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.
- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.
- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.
- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.

- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.
- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

#### **8.4. Objetivos institucionales**

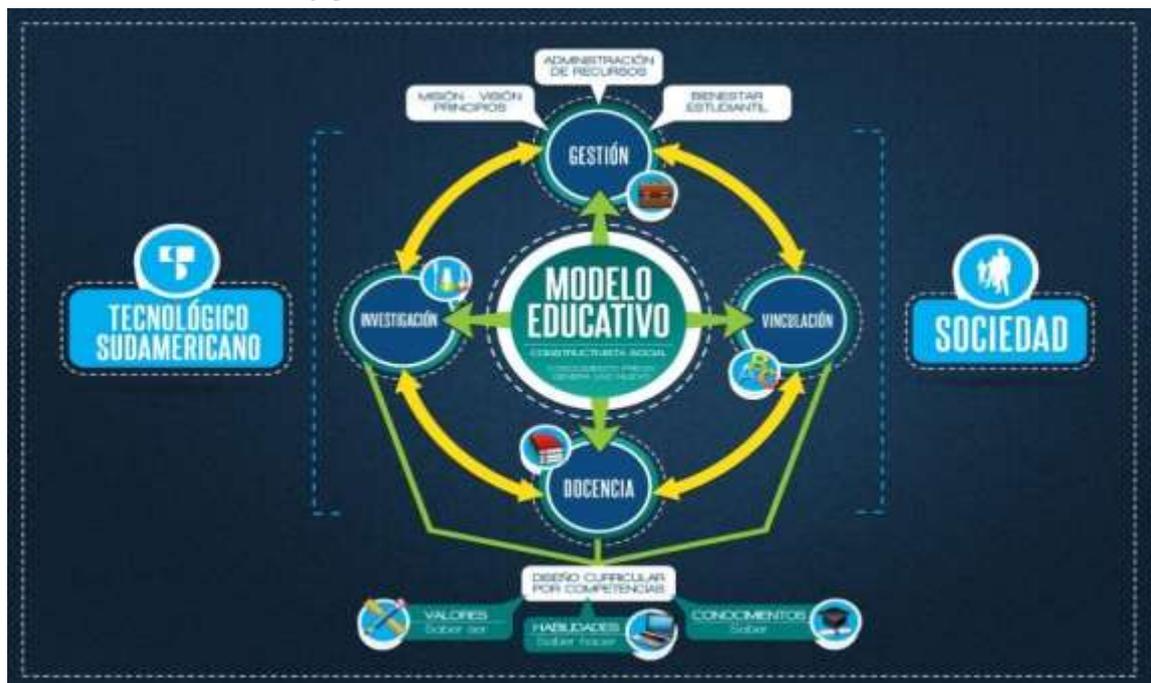
Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.
- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.

- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.
- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.
- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

### **Estructura del modelo educativo y pedagógico del instituto tecnológico superior sudamericano**

*figura 1. Estructura del Modelo Educativo*



**Imagen tomada de:** (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013)

### **8.5. Plan estratégico de desarrollo**

El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención:

- Optimización de la gestión administrativa.
- Optimización de recursos económicos.
- Excelencia y carrera docente.
- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer.
- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad.
- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular.
- Utilizar la TIC`S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico.
- Automatizar sistemas para operativizar y agilizar procedimientos.
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios afin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo.
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio de Relaciones Laborales; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general.
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

La presente información es obtenida de los archivos originales que reposan en esta dependencia. (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013).

Tlga. Carla Sabrina Benítez Torres

SECRETARIA DEL INSTITUTO SUDAMERICANO

## 9. MARCO CONCEPTUAL

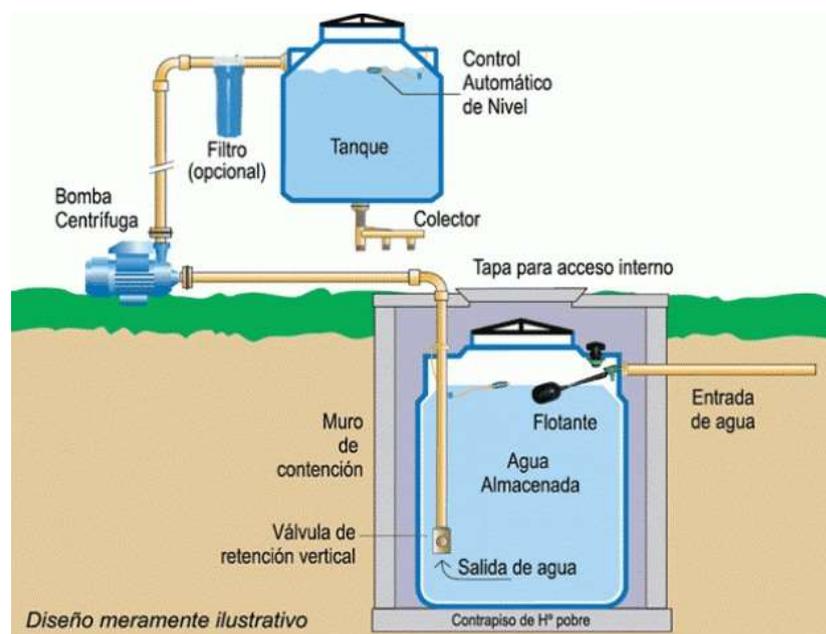
### 9.1. Cisterna de bombeo

Una cisterna es un depósito que se utiliza para almacenar y guardar agua de estructuras civiles, equipos, con tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente. También se denomina cisterna a los receptáculos usados para contener líquidos, generalmente agua. Su capacidad va desde unos litros a miles de metros cúbicos. Garantiza el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

### 9.2. Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte de líquido a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos implementados.

figura 2. Sistema de bombeo



**Imagen tomada:**

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2F SistemaDeBombeoDeAguaMonitoreado%2F&psig=AOvVaw0O9Orod3zFo7gJiheZiTn8&ust=1666378175533000&source=images&cd=vfe&ved=0CAoQjRxqFwoTCMDN5NC87\\_oCFQAAAAAdAAAAABAI](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.facebook.com%2F SistemaDeBombeoDeAguaMonitoreado%2F&psig=AOvVaw0O9Orod3zFo7gJiheZiTn8&ust=1666378175533000&source=images&cd=vfe&ved=0CAoQjRxqFwoTCMDN5NC87_oCFQAAAAAdAAAAABAI)

**9.3. Sistema de abastecimiento de agua directo**

El sistema directo que llega a los servicios proviene de las redes externas, no existe ningún sistema de almacenamiento del tipo tanque controlado mediante bomba o cisterna. Si la alimentación de agua a las edificaciones se hace de forma directa de la red pública sin estar de por medio tanques de almacenamiento. Cuando la presión de la red pública no es suficiente para dar servicio a los artefactos sanitarios de los pisos superiores de los edificios, es necesario implementar un sistema de control mediante una bomba de agua controlado por un plc. Esto hará que el agua llegue con mucha fluidez a todos los usuarios de las edificaciones. Este sistema de control del agua se podrá implementar en el interior de las edificaciones o construcción que se esté diseñando o trabajando.

**9.4. Tubería y accesorios de succión.**

La tubería de succión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, etc. y siempre ascendente hasta alcanzar la bomba. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales de acuerdo al sistema implementado.

**9.5. Presurización**

Los sistemas de presurización de agua son la solución más moderna y eficiente para reemplazar tanques elevados, esta nueva tendencia en bombeo de agua alcanzó niveles muy altos ya que es el encargado de proporcionar las condiciones necesarias para que el suministro de agua sea el adecuado para generar y garantizar el empuje deseado en el propulsor permitiendo el bombeo de forma

controlada y estable mediante un plc (CAMPOVERDE, 2022).

*figura 3. Sistema de presurización.*



**Imagen recuperada:** <http://www.vogt.cl/wp-content/uploads/2020/08/Sistema>

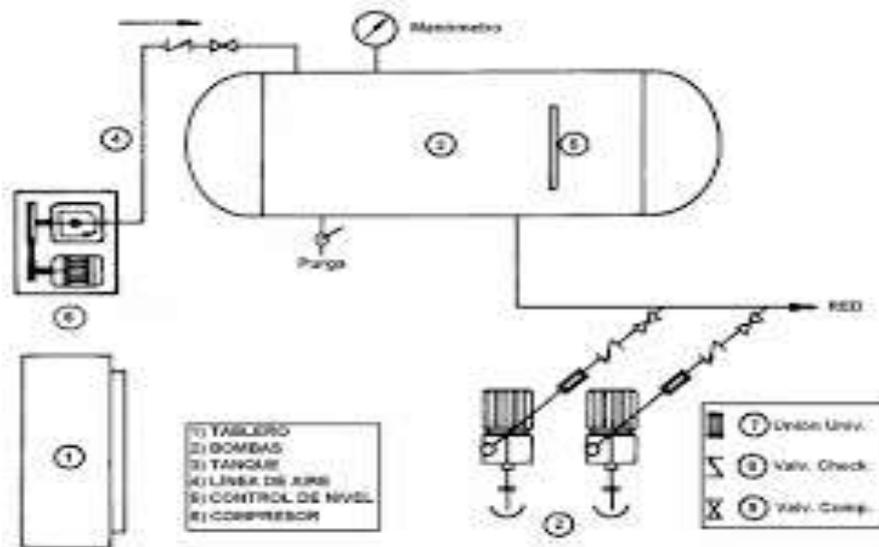
### **9.6. Sistema de caudal constante**

Es un sistema abierto a la sustancia líquida o gas que se mueve en un movimiento del sistema de un lugar a otro dando lugar o aplicando una fuerza límpida paralela al eje de la tubería o el canal a temperatura y presión de acuerdo al esquema. Que funciona través de un medio en un cierto período de tiempo en alguna condición, las sustancias líquidas pasan en movimiento por una fuerza desequilibrada esto se denomina tasa de flujo.

### **9.7. Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad fija**

Es un sistema de bombeo donde trabajan en paralelo dos o más bombas a velocidades variables para dar la presión necesaria en el instante en el que se necesita, estos sistemas también pueden convertirse en sistemas de presión constante con la ayuda de válvulas reguladoras (Redondo, 2018).

figura 4. Bombeo constante con 3 bombas



**Imagen recuperada:** [Microsoft Word - curso\\_UCAB.doc \(weebly.com\)](#)

### 9.8. Suministro de agua con sensor de presión

Estos sistemas trabajan con la instalación de los sensores en la red de suministro de agua que envían impulsos y activan y desactivan las bombas de agua (Redondo, 2018).

figura 5. Sensor de presión



**Imagen recuperada:** [Sensor de presión de suministro de agua a presión constante, transductor transmisor de presión de silicón|pressure transmitter transducer|pressure transmitterpressure transducer transmitter - AliExpress](#)

### 9.9. Sistema con medidores de caudal hidrodinámicos ( $V^2/2g$ )

En este tipo de sistemas se puede encontrar el PACOMONITOR, estos sistemas funcionan tubos pitops, rotámetros o cualquier tipo de medidor hidromecánico de velocidad (Redondo, 2018).

### 9.10. Sistema con medidores de caudal electromagnéticos

El medidor produce una resistencia que se registra por un transductor que envía señales de apagar o encender las bombas, el caudal es medido a través de inducción por el caudal de agua q pasa por las cañerías (Redondo, 2018).

### 9.11. Sistema de bombeo contra red cerrada a velocidad variable

Es un sistema en el cual varia la velocidad en la que trabaja la bomba de acuerdo con la necesidad de presión que es requerida en el momento, a través del cambio de velocidad en el impulsor de la bomba (Redondo, 2018). Plc definición

Los PLC tiene varios usos. El más común implica sus siglas en inglés programmable logic controller, que se puede traducir por un controlador lógico programable.

Así se denomina al dispositivo que permite la automatización de procesos electromecánicos. Es una computadora encargada de controlar el funcionamiento de las máquinas utilizadas en la producción o ensamble (Ordoñez Sanchez, 2020).

*figura 6. Plc delta*



**Imagen recuperada:**

[https://th.bing.com/th/id/OIP.4PSMARZN8mr8AlZAt\\_7xCwHaHa?pid=ImgDet&rs=1](https://th.bing.com/th/id/OIP.4PSMARZN8mr8AlZAt_7xCwHaHa?pid=ImgDet&rs=1)

**8.11.1. Funciones básicas de los plc**

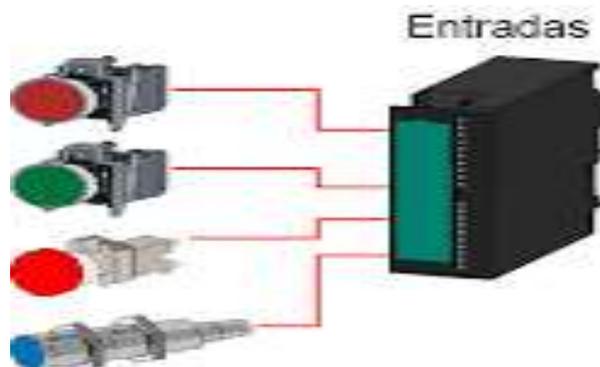
Los PLC han ido cambiando y mejorando a través de los años hasta incluir el control de movimiento. Control de relé secuencial, control de procesos, sistemas de control distribución y comunicación a través de ethernet, las capacidades de los plc modernos son parecidas a las computadoras de escritorio, los plc ejecutan tareas de control de máquinas y sistemas mediante actuadores y sensores.

Los plc permiten automatizar procesos con un nivel bajo de mantenimiento e instalación personalizada (Ordoñez Sanchez, 2020).

**8.11.2. Dispositivos de entrada para los plc**

Los dispositivos de entrada a un plc son dispositivos con funciones específicas para enviar información de su entorno como presión temperatura ubicación etc. Los dispositivos más usados son: Finales de carrera, sensores de temperatura, pulsadores, interruptores termostatos, estos son los dispositivos más utilizados para la entrada, sensores inductivos magnéticos, ópticos, termocuplas encoders, etc (aula2021, 2020).

*figura 7. Dispositivos de entrada*



**Imagen recuperada:** <https://www.dispositivo+de+entrada+para+el+plc&rlz>

### 8.11.3 Dispositivos de salida para los plc

Variadores de frecuencia, luces indicadoras, contactores principales son dispositivos más utilizados a las salidas de los plc, pero en las salidas se puede instalar cualquier tipo de receptor eléctrico (gustavoht, 2020).

*figura 8. Dispositivos de salida*



**Imagen recuperada:** <https://instrumentacionycontrol.net/wp-content/uploads>

### 8.11.4 Fuentes conmutadas 12vcc

En la actualidad por lo general los equipos utilizan fuentes de 12 o 13,8V. Estas fuentes en la actualidad son muy modernas ya que son muy sensibles a sobretensiones, cambios repentinos de ruidos en las tensiones de alimentación y son utilizadas para garantizar la estabilidad de tensión en los equipos.

Las fuentes conmutadas suelen ser más costosas que las fuentes convencionales ya que soportan mayor potencia en bajas tensiones y requiere componentes de mayor resistencia y calidad como cables más gruesos, bornes grandes etc.

### 8.11.5 Módulos de alimentación de los plc

Para la alimentación de los plc se utilizan las electroválvulas, fotocélulas, sensores inductivos, sensores capacitivos, entre otros.

figura 9. Módulo de alimentación para plc

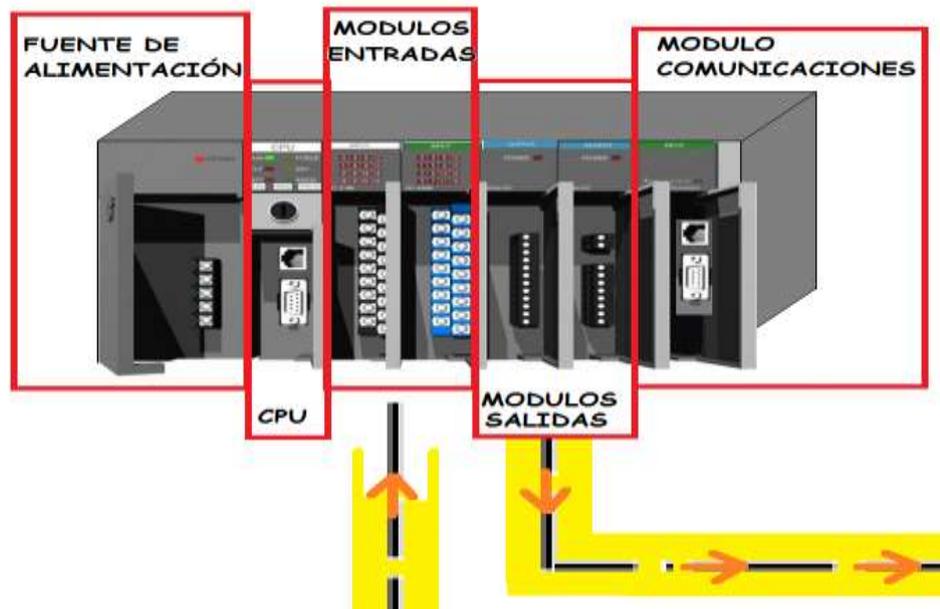


Imagen recuperada: <https://1.bp.blogspot.com/-btkqlmhdhy/vkcx1igh>

## **9. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **9.1. Métodos de investigación**

#### ***9.1.1. Método hermenéutico***

Este método permite aclarar y descifrar mensajes que compone un acercamiento coherente y estricto al análisis de las dimensiones éticas, relacionales y prácticas propias de la pedagogía cotidiana, la hermenéutica no es un simple método, por oposición al científico, sino que más bien es un enfoque amplio que se plantea las condiciones en las que se produce la comprensión de un fenómeno (Ferraris, 2000).

En este proyecto se aplicó el método hermenéutico a través de la selección de información de diferentes fuentes bibliográficas obtenidas de libros, artículos científicos, revistas que relacionen al tema, esto permitió analizar y deducir conceptos sobre el funcionamiento de los componentes electrónicos como plc, contactares y otros dispositivos. Cabe recalcar que a través de este método se pudo realizar una selección idónea del hardware y software a implementar en el desarrollo del sistema de control de presión de agua para edificios.

#### ***9.1.2. Método fenomenológico***

El método fenomenológico es la disminución de todo el conjunto de experiencias a la conciencia de las vivencias más genuinas. También es aquel que nos permite explorar diferentes situaciones de la vida y del mundo, entendiendo que lo hacemos desde un punto de vista subjetivo, es decir a partir de nuestros sentidos y de lo que hacemos con lo que percibimos en nuestra conciencia (Domínguez, 2009).

En este fragmento se aplicó el método fenomenológico, con el que se puede evidenciar que las grandes industrias a nivel mundial y en especial en la provincia de Loja disponen de sistemas automatizados. Es por ello que se propuso la

construcción de un sistema de control de presión de agua para edificios mediante el control de un plc delta usando contactares bomba de agua que permita al programador conocer la funcionalidad de sus dispositivos eléctricos ya sea en tiempo real o cuando el usuario lo requiera y a través de ello iniciar el uso eficiente del mismo.

### ***9.1.3. Método practico proyectual***

Método proyectual comprende al conjunto de procedimientos utilizados durante un proceso de trabajo para resolver un problema de diseño. Requiere habilidades y conocimientos específicos; según los distintos autores podemos mostrar de acuerdo distintas etapas en las cuales se emplean materiales que permiten un desarrollo lógico y creativo en la toma de decisiones (Sanches, 2011).

El método se refleja en la aplicación de un sistema electrónico basado en la automatización usando plc, que permita conocer las funcionalidades de cada uno de ellos. Esto se realizó mediante pruebas de campo, para conocer el funcionamiento del sistema de control de presión del agua en edificios, de manera que permita corroborar su correcto funcionamiento, cumpliendo así con los objetivos planteados.

## **9.2. Técnicas de investigación**

### ***9.2.1. Investigación documental***

La investigación documental es aquella que obtiene la información de la recopilación, organización y análisis de fuentes documentales escritas, habladas o audiovisuales. A comparación de otros métodos, la investigación documental no es tan notorio debido a que las estadísticas y cuantificación están consideradas como formas más seguras para el análisis de datos.

La técnica utilizada en el proyecto fue de tipo documental puesto, que se aplicó principios descubiertos en el funcionamiento de dispositivos electrónicos y la

obtención de datos. Esta técnica permitió escoger los elementos aptos para elaborar el módulo idóneo y acondicionar el sistema de control de presión de agua para edificios con los diferentes componentes electrónicos y de control, partiendo de las características técnicas que entrega el fabricante en su data ship, para un correcto uso de los componentes electrónicos como son los plc, contactares y la bomba de agua para la obtención de resultados propuestos, para luego procesar la información, entre los dispositivos.

Cada uno de los componentes deben cumplir ciertos requisitos para su correcto funcionamiento, así como la funcionalidad de cada uno de ellos cuando están en uso, para ello se debe obtener la suficiente información suministrada por el fabricante para emplearlos correctamente.

### ***9.2.2. La observación***

Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis, ya que es un elemento fundamental de todo proceso de investigación en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. La observación, nos permite obtener conocimiento acerca del comportamiento del objeto de investigación tal y como éste se da en la realidad, es una manera de acceder a la información directa y continua sobre el proceso, fenómeno u objeto que está siendo investigado (Adminaldia, 2022)

### ***9.2.3. Prueba y error***

Consiste en probar una alternativa y verificar si funciona. Si es así, buscar una solución al problema en la cual se prueba una posibilidad y luego se comprueba si sirve o no, por lo que también es conocida como el método de prueba y error. En el caso de que el resultado no sea el esperado, se intenta con una nueva alternativa, y así, hasta obtener un resultado positivo (Nandavilela, 2020).

La técnica de prueba y error se utilizó al instante de la implementación del proyecto, en la cual se debe evaluar que el sistema electrónico y la programación funcionen en conjunto y de manera correcta, en caso de que no funcione el proyecto en una primera pretensión lo primordial sería verificar que la programación este correcta y los componentes funcionen de manera individual.

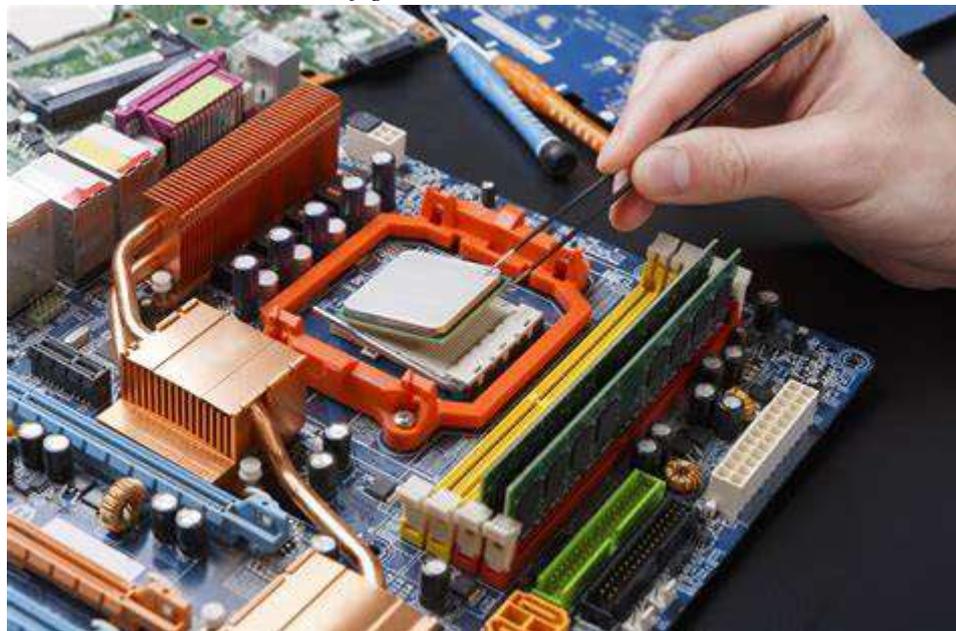
## 10. PROPUESTA DE ACCIÓN

Para hacer posible la ejecución del proyecto de investigación se realizó detenidamente la selección de los equipos y materiales, asegurándonos que cumplan las funcionalidades requeridas y necesarias para el correcto funcionamiento de prototipo las cuales se dividen en hardware y software.

### 10.1. Hardware

En el apartado de hardware se consideran a todos los elementos físicos que conforman componentes electrónicos como sensores, actuadores, placas de desarrollo, componentes eléctricos, electromecánicos y mecánicos. Las cuales permiten en funcionamiento adecuado del sistema de regulación de presión de agua con un nivel aceptable de confiabilidad. (Merriam-Webster, 2022)

*figura 10. Hardware*



**Imagen recuperada:** [https://instanthub.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2017/11/shutterstock\\_735594568-1024x683.jpg](https://instanthub.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2017/11/shutterstock_735594568-1024x683.jpg)

### ***10.1.1 Plc delta Es2***

Es un PLC de fabricación china, que permite la automatización de procesos electromecánicos permitiendo controlar dispositivos como variadores de frecuencia o contactores, consta de 12 pines de entrada incluido los de alimentación que podría ser de 110 VAC o 220VAC y sus entradas que son a 24 VDC, consta de 17 salidas incluyendo una salida de 24 VDC, consta de un puerto 232 para subir y bajar información del plc a un ordenador y con un puerto ethernet. (Limited, 2021)

Especificaciones técnicas de plc delta es2

- Alimentación a 110/220V AC.
- Voltaje de salida 24V CC.
- Número de salidas 17.

*figura 11. Plc delta ES2*



**Imagen recuperada: [https://es.made-in-china.com/co\\_scfocus/image\\_PLC-Delta-Dvp-Es2-Series](https://es.made-in-china.com/co_scfocus/image_PLC-Delta-Dvp-Es2-Series)**

### ***10.1.3. Variador de frecuencia WEG CFW100***

Es un accionamiento de velocidad variable de alto performance para motores de inducción trifásicos, con dimensionamiento compacto, ideal para aplicaciones

donde los espacios sean reducidos y no exijan mayores niveles de potencia como por ejemplo controlar sistemas de presión de agua para edificaciones. (Weg.net, 2022)

*figura 12. Variador Weg CFW100*



**Imagen recuperada:** <https://www.weg.net/catalog/weg/US/es/Drives/Convertidores-de-Frecuencia/Micro-y-Mini-Drives/Convertidor-de-Frecuencia-CFW100-G2/CONVERTIDOR-CFW100A01P6S220G2/p/14248096>

#### **10.1.4. Presostato**

Son instrumentos mecánicos. Su ajuste se realiza mediante un tornillo o una pequeña leva, que aumenta la presión que ejerce sobre un muelle central y éste a su vez, sobre el contacto o contactos. Cuando la presión del sistema supera a la del muelle, los contactos varían de posición en sentido contrario, cuando la presión del sistema baja y la del muelle es superior, los contactos varían nuevamente. Con esta maniobra, los contactos abren o cierran y permiten el control de flujo de agua para la que fue diseñado. (cloudtec, 2021)

*figura 13. Presostato*



**Imagen recuperada:**

<https://store.danfoss.com/es/SensingSolutions/Interruptores/Presostato>

#### ***10.1.5. Válvula check***

Las válvulas check son tal vez el tipo de válvula que la mayoría de las personas piensa que no sirven o que su utilidad es nula. Y su uso resulta primordial ya que al ser unidireccional evita el retorno del fluido hacia la bomba. Algunas veces se llega a cambiar el diseño de alguna tubería solo para evitar instalar este tipo de válvulas.

*figura 14. Válvula check*



**Imagen recuperada:** [https://blog.valvulasarco.com/hubfs/big-190203\\_sf.png](https://blog.valvulasarco.com/hubfs/big-190203_sf.png)

### 10.1.6. Breaker 10A

Estos dispositivos son utilizados comúnmente para seguridad, protegen los conductores eléctricos, los componentes de los cortos circuitos y sobre cargas. Se conectan en serie con el circuito, el amperaje utilizado depende de la carga a que se necesita, los dispositivos pueden ser monoplares bipolares, el breaker presentado en la siguiente imagen es un protector bipolar para ser sujetado con un riel din en un tablero de control. (Meneces, 2022)

*figura 15. Breaker 10A*



#### **Imagen recuperada:**

[https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwiRneCJIYL7AhUZiYYKHURYC9sYABAOgJ2dQ&ae=2&sig=AOD64\\_2yjomYt8GkcxNQbGS7fJWhYEJQDA&c type=5&q=&ved=2ahUKEwiV\\_9mJIYL7AhV9ibAFHemGCI8Q9aACKAB6BAgIEB8&adurl=](https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwiRneCJIYL7AhUZiYYKHURYC9sYABAOgJ2dQ&ae=2&sig=AOD64_2yjomYt8GkcxNQbGS7fJWhYEJQDA&c type=5&q=&ved=2ahUKEwiV_9mJIYL7AhV9ibAFHemGCI8Q9aACKAB6BAgIEB8&adurl=)

### 10.1.7. Bomba de agua

Son actuadores eléctricos que se utilizan para bombear fluidos de un lugar a

otro, sin importar el tipo de líquidos, para este caso se considerará agua. Se emplean, por lo general, para abastecer de líquido vital en lugares de difícil acceso, vaciado y llenado de piscinas, los últimos pisos de las edificaciones, pozos sépticos, riego de cultivos. (Hidromec, 2018)

*figura 16. Motor bifásico*



**Imagen recuperada:** <https://ganagro.ec/wp-content/uploads/2021/09/bomba-medio-ganagro>.

#### **10.1.8. Tuberías**

Una tubería es un canal que cumple la función de transportar agua o diferentes fluidos. los cuales son elaborados con distintos materiales de acuerdo a su función. Para el proyecto se ha previsto el uso de tubería PVC. (Systems, 2021)

*figura 17. Tuberías*



**Imagen recuperada:** <https://aquifontaneros.es/wp-content/uploads/2019/03/tuber%C3%ADas-PVC.jpg>

### **10.1.9. Accesorios**

Son accesorios roscados pequeños y tienen superficies internas sin relieves y flancos de rosca lisos, lo que permite que fluya un caudal suave y proporciona un cierre perfeccionado minimizando fugas.

*figura 18. Accesorios*



**Imagen recuperada:**

<https://www.acerocomercial.com/web/image/product.template/11607/imagen>

### **10.2. Software**

Se denomina software al conjunto de los componentes lógicos necesarios que hace posible realizar una tarea específica, es la parte intangible de un aparato electrónico, es la parte lógica que se encarga de que el hardware cumpla una determina función a través de un conjunto de programas, instrucciones y automatizaciones, el software manejado en este proyecto se detalla a continuación. (Lazaro, 2019)

#### **10.2.1. Ladder**

Es un software para PLC. Que cuando está en trabajo, el uso de WPLSoft sirve para ajustarlo o guarda transitoriamente el valor del temporizador, contador, registro y la fuerza de encendido, apagado de los contactos de salida y los medios electrónicos de las operaciones programadas, en este proyecto se lo utilizo para

programar el retardo de 3.5 segundos para que el plc encienda el variador y conjuntamente las luces del tablero de control. (filecenter.delta, 2022)

### ***10.2.2. WPLSoft***

Es un software para PLC. Que cuando está en trabajo, el uso de este software sirve para ajustarlo o guarda transitoriamente el valor del temporizador, contador, registro y la fuerza de encendido, apagado de los contactos de salida y los medios electrónicos de las operaciones programadas, en este proyecto se lo utilizo ya que incluye Ladder y se puede programar por bloques o lenguaje de contactos, ya que se programó por lenguaje de contactos se utilizó Ladder en WPLSoft. (filecenter.delta, 2022)

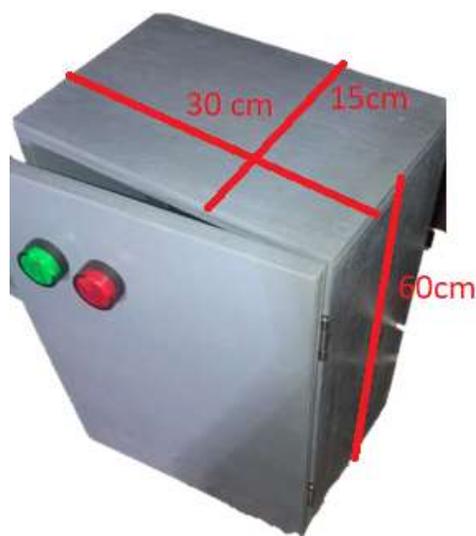
## **10.3. Desarrollo de la propuesta**

### ***10.3.1. Desarrollo y construcción del sistema***

En el diseño del sistema de control se utilizó el software WPLsoft para programar al Plc, un variador de frecuencia de la familia Weg por su tamaño y su funcionalidad que es muy confiable y un Plc delta Es2. La elaboración del presente diseño surgió de la necesidad de poder controlar sistemas de presión de agua en lugares considerablemente altos como edificaciones en las cuales se carece parcial o totalmente de presión de agua para sus distintas necesidades como duchas y calefones eléctricos.

Al elaborar el sistema de presión se tomó como referencia a la bomba de agua que es el componente principal, el cuál debe ser bien colocado en un lugar seguro y apropiado. La caja del sistema de control mide 60 cm de longitud por 30 cm de ancho y una profundidad de 15 cm, como se indica en la Figura 13 se puede evidenciar el diseño del mismo.

*figura 19. Tablero de control*



**Imagen recuperada:** Tablero de madera construido por Tesistas.

Para asegurar la conexión de los componentes electrónicos y minimizar las dimensiones del sistema de control se utilizó rieles din, amarras plásticas, terminales, borneras, como se muestra en la figura a continuación.

*figura 20. Accesorios para el tablero*



**Imagen recuperada:** BORNERA FLEXIBLE 10MM 10A PA TIPO U TBS-10A – Mercado Eléctrico ([mercadoelectrico.com.uy](http://mercadoelectrico.com.uy))

### ***10.3.2. Montaje de equipos en el tablero de control***

En la siguiente figura se muestra el acabado del tablero de control, con el plc delta, el variador y la instalación de los componentes electrónicos para su adecuado

funcionamiento, como se puede apreciar en la imagen en la parte superior va el Plc sujetado en un riel din, en la parte inferior se encuentra el variador de frecuencia junto al breaker también utilizan como soporte un riel din.

*figura 21. Equipos montados en el tablero de control*



#### **10.3.4. Configuración del Plc**

Se procedió a descargar e instalar el software de programación WPLSoft del link apuntado a continuación gratuitamente.

Link Fabricante Delta:

[http://www.delta.com.tw/product/em/download/download\\_main.asp?act=3&pid=3&cid=1&tpid=3](http://www.delta.com.tw/product/em/download/download_main.asp?act=3&pid=3&cid=1&tpid=3)

Como primer punto para la configuración del Plc se alimentó a 220v con cables # 14 en las borneras correspondientes que son de color rojo para su rápida localización, En L1 se conecta la primera fase y en el pin N la segunda fase, Inmediatamente conectar la alimentación y observar si no hay algún problema, si los

leds de Power y Run estén de color verde quiere decir que todo está correcto, en caso contrario, revisar el sistema de conexión hasta lograr que todos los leds enciendan para su correcto funcionamiento, En la parte inferior del Plc tenemos una salida a 24v DC la misma que tiene un puente a la entrada del plc S/S para activar las entradas del plc desde X0 hasta el pin X13.

*figura 22. Puesta en marcha de plc*



- 1.- L1
- 2.- L2
- 3.- 24v Dc
- 4.- Encendido
- 5.- Plc en marcha
- 6.- entradas de Plc

### ***10.3.5. Programación de plc en WPLSoft***

Para la programación del Plc delta en WPLSoft se utilizó los contactos fundamentales y necesarios que son los encargados en controlar el funcionamiento de todo el sistema, controlando así tiempos de espera, entradas desde el presostato y salidas hacia el variador de frecuencias el cual es el encargado de controlar la la bomba de bombeo de agua, la programación es simplificada y cumple con las funciones requeridas.

### ***10.3.6. Montaje del variador***

El variador esta alimentado a 220v AC y sujetado en el tablero de control con un riel din y está controlado por el Plc a través de dos de sus cuatro entradas digitales que reciben información desde las salidas Y1 y Y2, luego se procedió a modificar todos los parámetros requeridos en el variador para el funcionamiento del sistema, siendo estos los descritos a continuación:

*Tabla 1. Montaje del variador*

Parámetro	Opción	Descripción
P204	5	Frecuencia 60Hz
P220	1	Remoto siempre
P226	0	Sentido de giro
P227	1	Entradas digitales
P263	1	Giro/para
P264	11	Aceleración
P265	12	Desaceleración
P133	38	Frecuencia min
P134	50	Frecuencia max

Luego de configurar todos los parámetros ya mencionados el variador se encuentra listo para acelerar la bomba hasta mantenerlo a una presión constante de 50 Hz hasta que sea requerida e ir desacelerando cuando ya no se requiera de presión.

Para configurar los parámetros del variador se hizo uso de su pantalla (HMI) Siempre que este encendido, el display de la HMI queda en modo de monitoreo en ausencia de fallas, alarmas o su voltaje.

*figura 23. Configuración del variador*



### 10.3.7. Conexión de la bomba

La bomba está conectada al variador de frecuencia el cual va a controlar su encendido y apagado cuando así sea requerida, para realizar la conexión de la bomba nos ayudamos del diagrama que viene impregnado en la parte interior del cobertor del cableado, en la salida de la bomba se colocó la válvula check para evitar el retorno del agua hacia la bomba cuando esta se apague.

La capacidad de la bomba es de 1Hp consume 11A entonces el 1.25 de la corriente es 13.75A, por lo tanto, el interruptor termo magnético será de 15A. La bomba debe estar en una superficie plana y rígida, para evitar las vibraciones se puede asegurar con pernos la tubería de succión, esta requiere ser completamente hermética y debe estar al menos medio metro debajo del agua para evitar la formación de burbujas de aire. Para evitar fugas, en las conexiones se recomienda utilizar cinta de teflón y una válvula de pie al principio de la tubería de succión,

*Figura 24. Instalación eléctrica de la bomba*



### ***10.3.8. Conexión del presostato***

El presostato está conectado siguiente a la válvula check, este dispositivo que se utiliza para cerrar o abrir un circuito eléctrico en ocupación de la presión que ejerce un fluido sobre un pistón interno que se mueve hasta que se unen dos inmediaciones. Es un interruptor de presión que actúa dependiendo de la presión del agua para controlar un circuito, la presión mínima a la cual esta configurada es de 5 PCI y la presión máxima es de 30 PCI, internamente el presostato consta de dos resortes, el resorte más grueso sirve para desplazar los niveles de conexión y desconexión en cambio el resorte más delgado sirve para modificar el rango de conexión y desconexión del presostato para calibrar los resortes utiliza una llave #10, el presostato es el encargado en enviar la señal al plc para iniciar el proceso de funcionamiento, seguido del presostato se colocó un manómetro para poder configurar los PSI y poder visualizar la presión que tiene el sistema de bombeo.

*figura 25. Conexión eléctrica del presostato y manómetro*



### ***10.3.9. Funcionamiento general del prototipo***

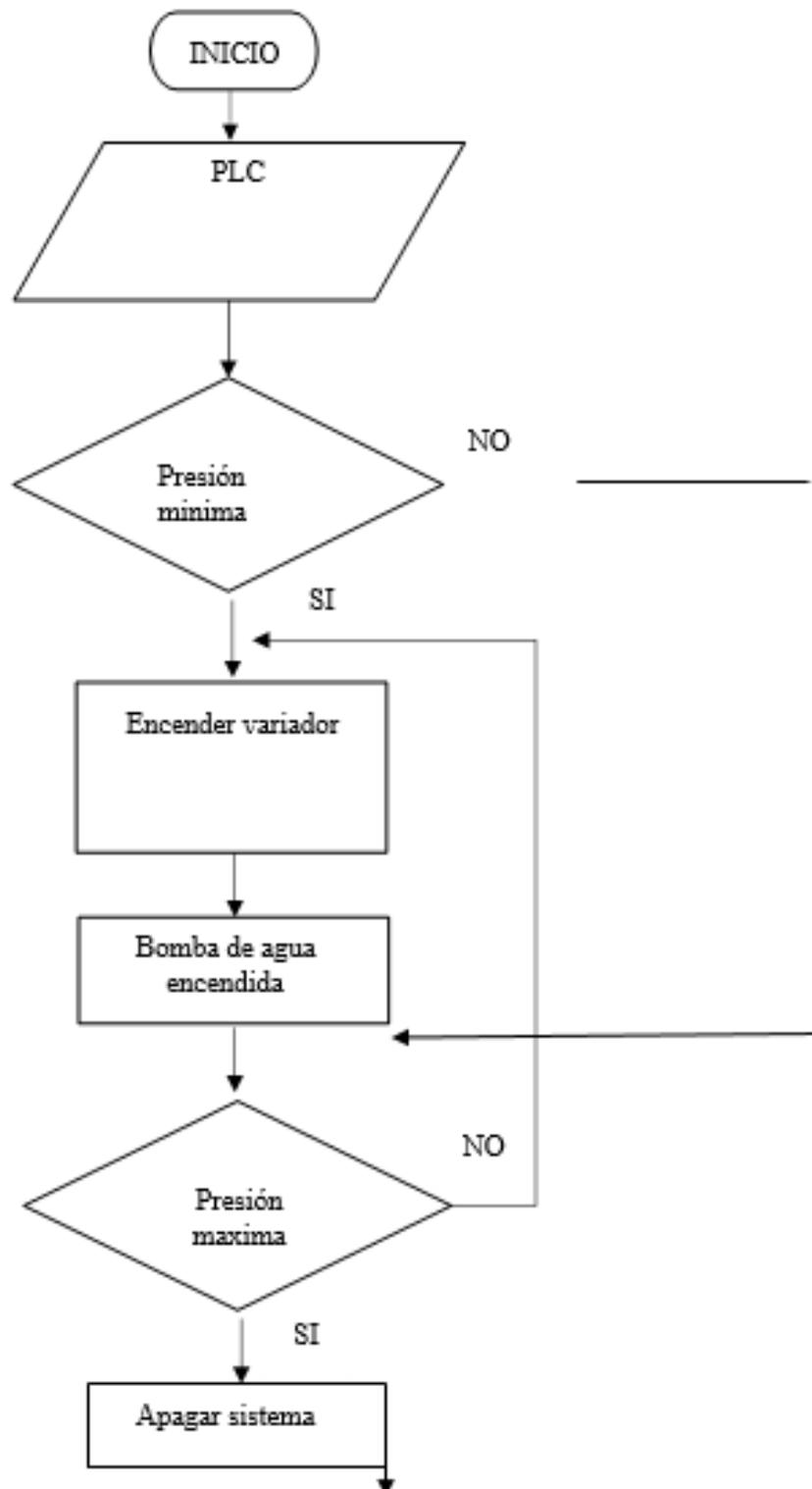
Para la ejecución del proyecto se utilizó un presostato, manómetro, Plc, variador de frecuencia, breaker, bomba bifásica de 1Hp, tubería pvc, llaves para agua y un reservorio para agua.

El presostato es el encargado en verificar la presión que se encuentra en el sistema de agua si la presión está por debajo de los 5 PSI entonces envía una señal al plc a través de la entrada X1 y este a su vez está programado un retardo a la conexión de 3.5 segundos, culminado ese tiempo el variador de frecuencia recibe una señal en la entrada digital 1y 2, la primera para encender la bomba a la frecuencia mínima y en la entrada 2 para ir aumentando la frecuencia hasta llegar a la máxima establecida y mantener la presión programada todo el tiempo requerido, si la presión llega a los 35 PSI el termostato envía la señal para que el Plc apague el sistema.

### 10.3.10. Diagrama de flujo funcionamiento del prototipo

En el siguiente diagrama de flujo se puede apreciar la funcionalidad del sistema instalado:

figura 26. Diagrama de Flujo



## **10.4. Pruebas de funcionamiento y resultado**

### ***10.4.1. Pruebas de Funcionamiento***

Concluido el sistema de presión de agua constante se realizó las pruebas pertinentes, probando voltajes a la salida del variador y revisión del caudal de agua que se obtiene al llegar a la frecuencia máxima y constante.

Al momento de cerrar la salida del agua la presión en el sistema alcanza los 35 PSI y el sistema se apaga automáticamente con una desaceleración progresiva, si la presión llega a la mínima que fue regulada en el presostato la bomba enciende y empieza a trabajar de manera ascendente hasta llegar a 50 Hz que es la presión máxima que se configuro en el variado y se mantiene constante en esta frecuencia hasta que el se cierre la salida de agua y llegue a los 35PSI que permite el presostato.

## 11. CONCLUSIONES

- Luego de una investigación exhaustiva en literatura científica como Latindex se logró obtener la información pertinente que permitió el desarrollo un prototipo de un sistema de bombeo de agua a presión constante con un plc, variador de frecuencia y una bomba bifásica a 220v que funciona con una eficiencia del 90% dado que el flujo de cambio de presión de agua demora 1
- El sistema construyó con la integración de PLC tipo Delta de salida digital, válvula check, variador de frecuencia y un presostato que envía pulsos para la conexión y desconexión de la bomba y mantener la presión requerida con un retardo de 5 segundos hasta llegar a la máxima frecuencia configurada obteniendo excelentes resultados para aplicaciones en edificaciones.
- El diseño se lo puede replicar a mayor escala e implementarse en un edificio de manera permanente verificando la distancia de recorrido del agua y en base a los requerimientos utilizando equipos de mayor capacidad y el prototipo está diseñado para trabajar de manera eficiente requiriendo solo de un mantenimiento preventivo cada cierto tiempo.

## 12. RECOMENDACIONES

- El sistema funciona con un voltaje de 220v y solo se debería manipular personal autorizado y se recomienda trabajar con todas las medidas de seguridad, como: casco, guantes, gafas, zapatos dieléctricos, ropa manga larga y pantalón.
- Ajustar bien las conexiones de tuberías de agua para evitar fugas que activarían el sistema sin razón necesaria y podría conllevar a daños en el sistema
- Se recomienda usar el número y tipo de cables adecuados para evitar recalentamientos o daños en el cableado eléctrico.
- Es recomendable usar WPLSoft para la programación del plc ya que es un software libre y no requiere mayores especificaciones de hardware para su instalación.
- Es recomendable asegurarse que todo el sistema este des energizado para realizar cualquier tipo de maniobra.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

- 3178, P. I. (2019). *Aparatos eléctricos fijos de calentamiento instantáneo de agua*. Obtenido de INEN NORMALIZACION: <http://inennormalizacion.blogspot.com/2020/04/primer-norma-de-metodos-de-ensayo-para.html>
- Adminaldia. (3 de Abril de 2022). <https://www.aldia.unah.edu.pe/>.
- Ann, C. (20 de noviembre de 2021). *ehowenespanol.com*. Obtenido de [https://www.ehowenespanol.com/historia-bombas-agua-hechos\\_106612/](https://www.ehowenespanol.com/historia-bombas-agua-hechos_106612/)
- aula2021. (2020). *cursosaula21.com*. Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-automata-programable-o-plc-y-como-funciona/>
- CAMPOVERDE, D. (25 de 02 de 2022). <https://dialnet.unirioja.es>.
- CASALIMA. (2022). *grupocasalima.com*. Obtenido de <https://grupocasalima.com/es-es/blog/cual-es-la-vestimenta-de-un-mecanico-automotriz/>
- cloudtec. (2021). <https://cloudtec.pe>. Obtenido de <https://cloudtec.pe/blog/automatizacion-industrial/sensores/sensor-de-presion/que-es-un-presostato/>
- Delgado, M. A., & Abad, H. E. (2017). INTALACIN DE CALENTADORES SOLARES USO DOMESTICO.
- DELGADO, M. A., & ABAD, H. E. (2017). INTALACIN DE CALENTADORES SOLARES USO DOMESTICO.
- Domínguez, J. (2009). Introducción a la teoría literaria. En uned.
- Douglas Fisher, N. F. (2019). PLC better decisions and greater impact by design. *Corwin*, 8.
- ELECTRONICS, U. (2022). *uelectronics.com*. Obtenido de <https://uelectronics.com/producto/fuente-conmutada-24v-5a/#:~:text=Fuente%20conmutada%2024V%205A%20es,en%20una%20o%20varias%20salidas>.

Ferraris, M. (2000). Historia de la hermenéutica.

filecenter.delta. (12 de 03 de 2022). <https://filecenter.deltaww.com>. Obtenido de [https://filecenter.deltaww.com/Products/download/06/060301/Manual/DELTA\\_IA-PLC\\_DVP-ES2-EX2-SS2-SA2-SX2-SE-TP\\_PM\\_EN\\_20220412.pdf](https://filecenter.deltaww.com/Products/download/06/060301/Manual/DELTA_IA-PLC_DVP-ES2-EX2-SS2-SA2-SX2-SE-TP_PM_EN_20220412.pdf)

gustavoht. (30 de 01 de 2020). [scribd.com](https://www.scribd.com). Obtenido de <https://www.scribd.com/document/444933508/DOCUMENTO-PLC>

Hidromec. (2018). [hidromecingenieros.com](https://hidromecingenieros.com). Obtenido de <https://hidromecingenieros.com/que-es-una-bomba-de-agua/>

hoffman. (25 de 03 de 2021). [hoffman-latam.com](https://hoffman-latam.com). Obtenido de <https://hoffman-latam.com/blog/que-es-un-gabinete-o-tablero-electrico/>

ht, g. (30 de 01 de 2020). [scribd.com](https://www.scribd.com). Obtenido de <https://www.scribd.com/document/444933508/DOCUMENTO-PLC>

Industria. (16 de marzo de 2022). [Tecnologiaparalaindustria.com](https://tecnologiaparalaindustria.com). Obtenido de <https://tecnologiaparalaindustria.com/control-de-bombas-multiple-vfd-para-mejorar-la-presion-de-agua-helada/>

INDUSTRIA, T. P. (16 de marzo de 2022). [Tecnologiaparalaindustria.com](https://tecnologiaparalaindustria.com). Obtenido de <https://tecnologiaparalaindustria.com/control-de-bombas-multiple-vfd-para-mejorar-la-presion-de-agua-helada/>

Lazaro, A. (2019). [www.profesionalreview.com](https://www.profesionalreview.com). Obtenido de <https://www.profesionalreview.com/2019/11/10/hardware-software-definiciones/#:~:text=El%20software%20es%20la%20parte%20inmaterial%20del%20ordenador,que%20ejecutan%20tareas%20concretas%20dentro%20del%20sistema%20inform%C3%A1tico.>

Limited, U. A. (2021). [www.plc-sensors.com](https://www.plc-sensors.com). Obtenido de <https://www.plc-sensors.com/product-item/delta-plc-programmable-logic-controller-dvp-es2-series/>

- Machalamovil. (27 de OCTUBRE de 2020). *MACHALAMOVIL.COM*. Obtenido de <https://machalamovil.com/gobierno-analiza-prolongacion-del-subsidio-a-personas-que-utilizan-cocina-de-induccion-o-duchas-electricas/>
- MACHALAMOVIL. (27 de OCTUBRE de 2020). *MACHALAMOVIL.COM*. Obtenido de <https://machalamovil.com/gobierno-analiza-prolongacion-del-subsidio-a-personas-que-utilizan-cocina-de-induccion-o-duchas-electricas/>
- Meneces, R. (11 de 03 de 2022). *https://es.linkedin.com*. Obtenido de [https://es.linkedin.com/pulse/que-es-un-breaker-ricardo-andres-meneses-reyes-?trk=articles\\_directory](https://es.linkedin.com/pulse/que-es-un-breaker-ricardo-andres-meneses-reyes-?trk=articles_directory)
- Merriam-Webster. (9 de Oct de 2022). *Merriam-Webster.com*. Obtenido de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/hardware>. Accessed 20 Oct. 2022.
- Moya, J. (31 de MARCH de 2019). *ITahora*. Obtenido de <https://itahora.com/2019/03/31/ecuador-automatizacion-y-digitalizacion-el-camino-hacia-la-industria-inteligente/>
- Nandavilela. (10 de septiembre de 2020). *https://nandavilela.com*. Obtenido de <https://nandavilela.com/index.php/2020/09/10/prueba-y-error/>
- Nieto, E. (2020). *fidestec.com*. Obtenido de <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-01/>
- Ordoñez Sanchez, d. (01 de 2020). *book*. Obtenido de researchgate.net: [https://www.researchgate.net/publication/350780975\\_GUIA\\_DIDACTICA\\_PLC\\_CICLO\\_4\\_Periodo\\_II-2020\\_Autor/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/350780975_GUIA_DIDACTICA_PLC_CICLO_4_Periodo_II-2020_Autor/citation/download)
- Perú, C. (2021). *https://cloudtec.pe*. Obtenido de <https://cloudtec.pe/blog/automatizacion-industrial/sensores/sensor-de-presion/que-es-un-presostato/>
- Redondo, M. A. (09 de abril de 2018). *www.iagua.es*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/bombeos-valvulas-y->

presiones-problemas-y-soluciones

RODRIGUEZ, G. &. (2022). *ELECTRICOINDUSTRIAL.COM*. Obtenido de

<https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>

Sanches, L. (2011). METODOLOGIA PROYECTUAL.

Systems, A. P. (13 de 12 de 2021). <https://www.abnpipesystems.com>. Obtenido de

[https://www.abnpipesystems.com/tuberias-de-polietileno-definicion-aplicaciones-y-](https://www.abnpipesystems.com/tuberias-de-polietileno-definicion-aplicaciones-y-ventajas/)

[ventajas/](https://www.abnpipesystems.com/tuberias-de-polietileno-definicion-aplicaciones-y-ventajas/)

Weg.net. (02 de 2022). Obtenido de [weg.net](https://www.weg.net):

[https://www.weg.net/catalog/weg/CO/es/Drives/Convertidores-de-](https://www.weg.net/catalog/weg/CO/es/Drives/Convertidores-de-Frecuencia/c/GLOBAL_WDC_DRV_IF)

[Frecuencia/c/GLOBAL\\_WDC\\_DRV\\_IF](https://www.weg.net/catalog/weg/CO/es/Drives/Convertidores-de-Frecuencia/c/GLOBAL_WDC_DRV_IF)

## 14. ANEXOS

### 14.1. Certificado de aprobación

  
VICERRECTORADO ACADÉMICO

---

Loja, 9 de Julio del 2022  
Of. N° 485 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ita). CHIRIBOGA CHIRIBOGA SAMUEL ROBERTO  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **"SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022."**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. CESAR CRISTIAN CARRION AGUIRRE.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Germán Patricio Viljamarín Coronel Mgs.  
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS



---

Matriz: Miguel Ríofrío 156-25 entre Sucre y Bolívar. Telfs: 07-2587258 / 07-2587210 Pagina Web:  
[www.tecnologicosudamericano.edu.ec](http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec)



## VICERECTORADO ACADÉMICO

Loja, 9 de Julio del 2022  
Of. N° 249 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(ta), CONDOLO PAQUI FREDÍ MAURICIO  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **"SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022."**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/ta) Ing. CESAR CRISTIAN CARRION AGUIRRE.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Germán Patricio Vitamarín Coronel Mgs.  
VICERECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS



## 14.2. Autorización para la ejecución



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

### **AUTORIZO**

A Freddy Patricio Condolo Paqui con cédula de identidad Nro. 1103914196 estudiante del sexto ciclo de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado “**SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC**” para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 08 de octubre del 2022

Ing. Oscar Jiménez C.I. 1103571590



Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

### **AUTORIZO**

A Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga con cédula de identidad Nro. 1400983357 estudiante del sexto ciclo de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado “**SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC**” para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 08 de octubre del 2022

Ing. Oscar Jiménez C.I. 1103571590

### 14.3. Certificado de implementación



Loja, 08 de octubre del 2022

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR DEL SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA- ELECTRÓNICA**, a petición verbal por parte del interesado.

**CERTIFICO**

Que el Freddy Patricio Condolo Paqui con cédula de identidad Nro. 1103914196 **ha** venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado **“SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC”**; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.

-----  
Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Semestre abril 2021 – septiembre 2022

Loja, 08 de octubre del 2022

Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR DEL SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA- ELECTRÓNICA**, a petición verbal por parte del interesado.

## **CERTIFICO**

Que el Samuel Roberto Chiriboga Chiriboga con cédula de identidad Nro. 1400983357 ha venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “SISTEMA DE CONTROL DE PRESIÓN DE AGUA PARA EDIFICIOS MEDIANTE PLC”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.

-----  
Ing. Cesar Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Semestre abril 2021 – septiembre 2022

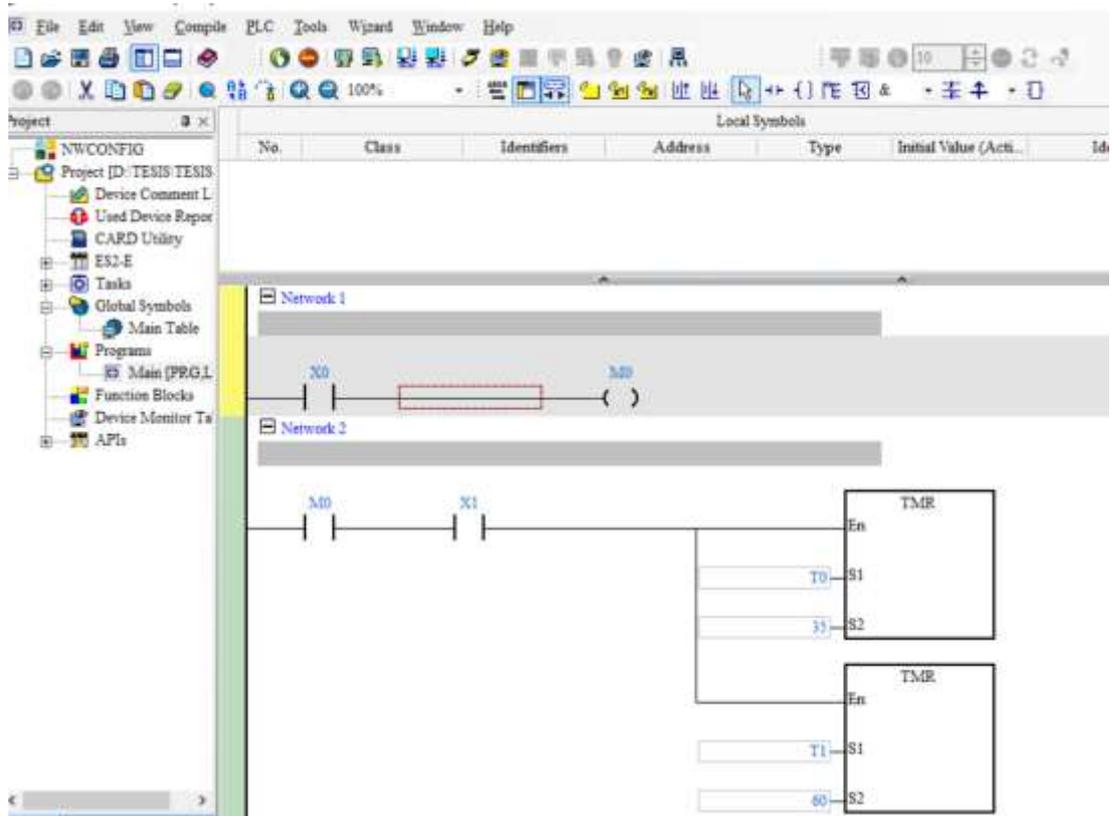
#### 14.4. Presupuesto

*Tabla 2. Material utilizado para el proyecto de titulación.*

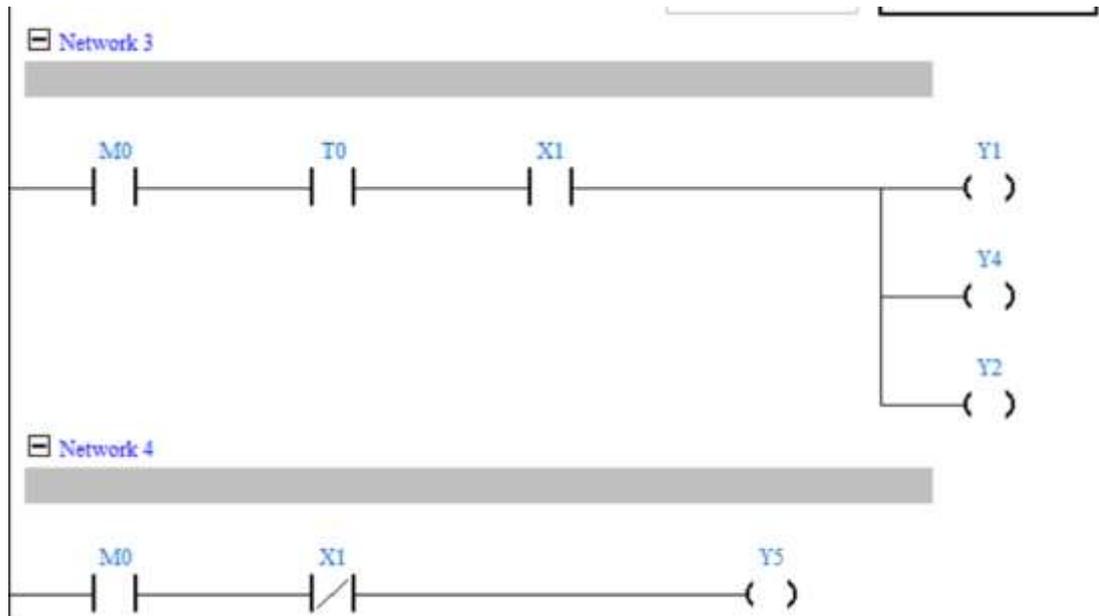
<b>Materiales</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor total</b>
Plc delta	450.00	1	450
Variador de frecuencia	147.00	1	147
Contactador	38.00	2	76
Cable de programación plc	31.00	1	31
Bomba de agua	170	1	170
Breaker 10A bip	10	1	10
<b>Total</b>			<b>884</b>



## 14.6. Programación de plc



Asignación de bobina interna a X0 y creación de dos temporizadores asignados a X1 temporizador 1 retardo a conexión de 3.5 segundos y temporizador 2 para aceleración de variador de frecuencia. Programación de temporizadores.



Bobina interna conectada a temporizador 1 y enviando información a las salidas del Plc

sino Y1 a la entrada digital del variado, Y2 a la segunda entrada digital del variador y Y4 que va a la luz roja del tablero de control.

### 14.7. Evidencias fotográficas

*Conexión presostato.*



*Construcción de tablero de control*



*Prueba de Funcionamiento*

Inicio de variador



frecuencia mínima de arranque



Aumento de frecuencia automático



Frecuencia máxima



luz roja, bomba apagada



Luz verde bomba encendida



Manometro aumento de PSI



Plc en marcha

