



**UCH** UNIVERSIDAD DE  
**CIENCIAS Y**  
**HUMANIDADES**

**DIRECCIÓN DE**  
**INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**  
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA**  
**OBTENER PRESIÓN CONSTANTE DE AGUA**

# Diseño De Un Sistema De Control Para Obtener Presión Constante De Agua.

Díaz, Henri. Trujillo, Gerardo. Román-Gonzalez, Avid  
Díaz Rodas, Henri ([henri\\_diaz@live.com](mailto:henri_diaz@live.com)).  
Gerardo Trujillo, Aramburú ([gerardotrujilloaramburú@yahoo.es](mailto:gerardotrujilloaramburú@yahoo.es)).  
Roman Gonzalez, Avid ([avid.roman-gonzalez@ieee.org](mailto:avid.roman-gonzalez@ieee.org))s.

*Resúmen*— Un local de la Universidad de Ciencias y Humanidades actualmente cuenta con un sistema de tanque elevado el cual tiene deficiencias en la distribución de agua en horarios de mayor afluencia, no cuenta con la presión necesaria para satisfacer las necesidades del público, por lo tanto requiere una innovación en su sistema de distribución de agua como también en consumo de energía entre otros aspectos.

Con la implementación de este nuevo sistema se obtendrá una mejor distribución de agua, ahorro de energía, mayor tiempo de vida de los equipos; ello significa mejoras en el aspecto económico.

Para obtener un buen resultado se va a estudiar todos los requerimientos del nuevo sistema así determinar las características y dimensionamiento de los materiales a utilizar y la inversión que se va a realizar en la adquisición de los equipos.

## I. INTRODUCCIÓN

Toda institución educativa que presta servicios académicos debe de garantizar la seguridad y la comodidad de todos los integrantes que se encuentran en ella, uno de los diferentes servicios es de garantizar el abastecimiento de agua potable, siendo este esencial para el desenvolvimiento académico y la salubridad en general.

En la actualidad el sistema de bombeo que abastece de agua instalado en el local del Instituto de Ciencias y Humanidades ubicado en la Av. Bolivia 537 en el distrito de Breña, es obsoleto o inaplicable por las deficiencias que presenta.

Actualmente existe un sistema mucho mejor el cual permite satisfacer esas deficiencias, este sistema se denomina: Sistema de Presión Constante, una de las características de este sistema es que genera un caudal y presión constante.

Su funcionamiento radica en acciones automáticas con una participación mínima de la fuerza física humana, interviniendo en esta la inteligencia artificial. Gracias a la ayuda de un variador de velocidad y un PLC con sus respectivos elementos (transductor y sensor), tiene muchas ventajas entre las que se puede mencionar es que genera un gran ahorro económico en el consumo de energía, conserva en buen estado los elementos mecánicos de los equipos de bombeo, produce la presión necesaria según la necesidad de consumo de agua.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Sistemas de presión de agua

Actualmente existen diversas formas de abastecimiento de agua hacia un determinado ambiente o local, una de ellas es aquel que utiliza diversos dispositivos como variadores de velocidad para la regulación y control automático de las bombas de suministro. Se obtiene una gran ventaja y eficiencia (los motores giran a menos revoluciones que la velocidad nominal y por ello su consumo de energía es mucho menor al que corresponde a esa condición de velocidad), las bombas se adaptan a las necesidades reales del consumo, de esta manera se soluciona el sobre dimensionamiento de las bombas por el diseño, aspecto que se toma en cuenta en todo proyecto tecnológico.

De esta manera se estaría complementando el control de la energía consumida, la operación de las bombas y la supervisión en un sistema central, teniendo en cuenta los márgenes en los cuales trabaja una bomba.

### B. Bomba de agua

Es una máquina que gracias a la energía eléctrica y mecánica acciona energía hidráulica en el fluido, en este caso del agua. Este líquido que debe transportar la bomba debe ser incompresible. La función de la bomba entonces es incrementar la presión dentro de la tubería, en caso de disminución de presión por la demanda existente. En este caso señalaríamos una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que término se usa para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía o bombean líquidos incompresibles, y por ende no alteran la densidad del fluido que bombean, a diferencia de otras máquinas como son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática, también encontramos otros tipos de fluidos, como por ejemplo las bombas de vacío o de aire.

### C. Variadores de velocidad

El variador de velocidad es un conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos que se emplean para controlar la velocidad giratoria del motor que lo acciona con una velocidad variable. A este tipo de dispositivos lo podemos observar generalmente en la industria, accionando a los motores eléctricos a velocidades constantes o variables, en el caso de que este dispositivo este incorporado dentro de un sistema de presión constante, los

motores operaran a velocidad regulable, que dependerá del consumo y la presión a la cual se gradué el sistema.

#### D. PLC (Programming Logic Controller)

Es un dispositivo electrónico que tiene la capacidad de ejecutar un programa de manera periódica, también se le puede definir como una computadora industrial en miniatura que contiene un determinado hardware y software, con la capacidad de desarrollar funciones de control, tomando acciones determinantes sobre un evento programado.

Este tipo de dispositivos es un ente autónomo que tiene diversas características como entradas y salidas que están conectadas a diversos dispositivos como swiches, sensores, contactores y elementos de señales.

### III. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRESIÓN CONSTANTE

El sistema que actualmente está instalado es un sistema de Tanque Elevado que está integrado de 2 motores, 2 bombas y un tanque.

#### A. El motor eléctrico

El sistema actual está constituido por 02 motores trifásicos de marca WED que presenta las siguientes características:

**Tabla 1**  
**Características técnicas**

Potencia	7.5 HP
RPM	1770 RPM
Corriente nominal	28 Amperios
Tension nominal	220 o 440 voltios, trifasico
Pais de Fabricacion	Brasil
Peso	71 kg
Consumo Energético	146 KWh/Día
Fecha de fabricación	SEPT. 2012

**Fuente: Elaboración Propia**

En la ilustración 1, se puede observar a uno de los motores trifásicos del sistema actual. Este tipo de motor tiene entre sus características básicas, una potencia de 7.5 HP, 1770 RPM, revoluciones por minuto y una corriente nominal de 28 Amperios.



Ilustración 1: Motor eléctrico del sistema

Fuente: Elaboración propia

#### B. El tablero eléctrico

El tablero eléctrico está conformado por 02 llaves termomagnéticas de marca Sneider de 3.30 Amperios, 220 Voltios; tiene la función de llave general y sistema de protección de las instalaciones eléctricas, pues en caso que ocurriese un cortocircuito o una sobrecarga en el sistema, el tablero eléctrico contiene 02 contactores de marca Mitsubishi S-N25 de 40 Amperios, 220 Voltios, que cumplen con la función de establecer o interrumpir la corriente eléctrica en un circuito de potencia. Cada llave está constituida por una bobina la cual va a estar sujeta al circuito de mando, y podrá ser comandado a distancia. Teniendo dos posiciones, (abierto o cerrado); 02 relés de marca Mitsubishi serie TH-N20TAKP de 40 Amperios y 690 Voltios.

El relé es un dispositivo electromecánico que tiene la función de proteger exclusivamente al motor eléctrico. Un selector de posición M-O-A de marca Brema de 12 Amperios. Este dispositivo es el que va a seleccionar en qué posición va a trabajar nuestro sistema, las posiciones son: M= Mecánico (no censa la posición del electro nivel), O= apagado; A=Automático (censa la posición del electro nivel).

Un Conmutador de marca BREMAS De Posición (B1-B2-0).- Selecciona que motor va a estar activo en el momento que el sistema lo requiera.



Ilustración 2: Tablero eléctrico del sistema  
Autor: Elaboración propia

#### C. El tanque elevado.

Es una estructura que sirve para el almacenamiento de agua potable, con el fin de satisfacer las necesidades de consumo y evitar la falta del líquido elemento. Esta estructura se encuentra localizada en la parte más alta del local (9no piso)

sus características son las siguientes, como se puede observar en la tabla 2:

**Tabla 2**  
**Características técnicas**

Ancho	5 metros
Largo	8 metros
Altura	1.70 metros
Capacidad	(5m*8m*1.7m) = 68 metros cúbicos

**Fuente: Elaboración Propia**

#### D. La cisterna

Es un depósito que se encuentra en la parte inferior de un inmueble, su función es la de almacenar, receptionar y conservar el agua, la cisterna está construida con concreto armado, resistente a la humedad y a la corrosión.

**Tabla 3**  
**Características técnicas**

Ancho: 10 metros	10 metros
Largo:	10 metros
Altura	4.5 metros
capacidad	(10m*10m*4.5m) 450m. cúbicos

**Fuente: Elaboración Propia**

#### E. Presión y consumo de agua

Para suministrar agua en una infraestructura se debe de cumplir con la presión, el caudal y un número de elementos para alimentar caños, duchas e inodoros. Toda unidad de consumo debe contar como mínimo con una llave de corte para facilitar las reparaciones en el sistema.

Actualmente la presión de suministro en la red es insuficiente, por ello es que existe un sistema de bombeo desde la cisterna hacia el tanque elevado, y la presión en cada piso es variable esto se debe a la diferencia de nivel en cada uno de los pisos del edificio.

En las siguientes tablas se describe el consumo que existe en los diferentes horarios como también la presión que existe en cada nivel.

Elementos por cada piso:

- 08 caños
- 12 inodoros
- Total de caños dentro del local:
- 64 caños
- 80 inodoros.

El cálculo de la presión y el consumo de agua se determinan de la siguiente manera:

Para el consumo se determinó lo siguiente, las medidas del tanque, las veces de encendido del motor, y la actividad de los usuarios.

El tanque se enciende en promedio 6 veces al día, y observan las características del tanque elevado (ver tabla 1), tenemos lo siguiente:

- Número de veces que se enciende el motor: 6 veces
- Altura del tanque: 8 metros
- Ancho del tanque: 5 metros
- Distancia cuando el tanque está lleno y vacío: 1 metro

Entonces el consumo aproximado diario es:

Consumo de agua: (8m\*5m\*1m)\*6 = 240 metros cúbicos, en litros se tiene.

1 metro cúbico = 1000 litros

Entonces 240 metros cúbicos = 240 mil litros

Donde el 20% es en el ingreso, 50% en el receso y 30% en la salida de los usuarios.

**Tabla 4**  
**Consumo de agua según la actividad y horario**

CONSUMO DE AGUA SEGÚN EL HORARIO (LUNES A SÁBADO)				
	INGRESO	RECESO	SALIDA	TIEMPO
MAÑANA	7:30am – 8:00am	10:00am – 10:20am 10:40am- 11:00am	13:00pm – 13:30pm	1 hora y 40 minutos
	13:30pm – 14:10pm	16:00pm – 16:20pm 16:40pm – 17:00pm	19:00pm – 19:30pm	
TARDE	13:30pm – 14:10pm	16:00pm – 16:20pm 16:40pm – 17:00pm	19:00pm – 19:30pm	1 hora 50 minutos
TIEMPO	1 hora y 10 minutos	1 hora y 20 minutos	1 hora	Total: 3 horas y 30 minutos

**Fuente: Elaboración Propia**

Según se observa en la tabla 4, se tiene que el tiempo estimado de consumo es 3 horas 30 minutos.

Entonces el caudal está determinado en: 240 000 l / 210 minutos (210 minutos = 12600 segundos)

En litros / segundos se obtiene:  $Q = \frac{240000 \text{ l}}{12600 \text{ s}} = 19.047 \frac{\text{l}}{\text{s}}$

Para determinar la presión se tomó en cuenta la altura, la gravedad de la tierra, el peso específico del agua y se realizaron los siguientes cálculos.

La presión está determinada por:

$$P = h * g * \rho_e \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

P: Presión del agua

h: Altura

$g$ : Gravedad de la tierra

$\rho_e$ : Peso específico del agua

Para el cálculo se tiene como referencia lo siguiente

$P$ : valor variable

$h$ : Altura variable

$g$ : 9.81 m/s<sup>2</sup>

$\rho_e$ : 1000Kg/m<sup>3</sup>

$1N = Kg\cdot m/s^2$

Entonces, la presión del agua en la azotea es:

$$P_{h_2O} = 3m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 29.4 \frac{Kg * m^2}{s^2 L} = N \frac{m}{L}$$

$$P_{h_2O} = 3m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 29400 \frac{N}{m^2}$$

$$P_{h_2O} = 29400 \frac{N}{m^2} = 29400 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 4.264 psi$$

Según los cálculos la presión en la azotea es de 4.264 PSI.  
De la misma manera la presión del agua en el octavo piso:

$$P_{h_2O} = 5.5m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 53900 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 7.817 psi$$

Como se puede ver la presión en el octavo piso es de 7.817 PSI.

Y así determinamos también Presión del agua en el séptimo piso:

$$P_{h_2O} = 8m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 78400 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 11.371 psi$$

Según los cálculos la presión en el séptimo piso es de 11.371 PSI.

La presión del agua en el sexto piso:

$$P_{h_2O} = 10.5m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 102900 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 14.924 psi$$

Como se puede ver la presión calculada es en el sexto piso es de 14.924 PSI.

La presión del agua en el quinto piso:

$$P_{h_2O} = 13m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 127400 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 18.478 psi$$

Según los cálculos la presión en el quinto piso es de 18.478 PSI, por lo que se puede observar que conforme el nivel de piso decrece la presión aumenta.

Presión del agua en el cuarto piso:

$$P_{h_2O} = 15.5m * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 151900 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 22.031 psi$$

Como se puede observar la presión de agua en el cuarto piso es de 22.031 PSI.

Presión del agua en el tercer piso:

$$P_{h_2O} = 18 * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 176400 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 25.585 psi$$

Según los cálculos la presión en el tercer piso es de 25.585 PSI.

Presión del agua en el segundo piso:

$$P_{h_2O} = 20.5 * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 200900 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 29.138 psi$$

Como se puede observar la presión en el segundo piso es de 29.138 PSI.

Y finalmente tenemos la presión del agua en el Primer piso:

$$P_{h_2O} = 23 * 9.8 \frac{m}{s^2} * \frac{1000Kg}{m^3} = 225.4 * 10^3 Pascal \left( \frac{145.04 * 10^{-6}}{1 Pascal} \right) = 32.692 psi$$

Según lo observado la presión en el primer piso es de 32.692 PSI.

#### F. Integración del nuevo sistema

Para un mejor desempeño es conveniente que el nuevo diseño del sistema cuente con 03 motores de posición vertical, marca WED y una bomba de marca SALMSON, un PIC LOGO marca Siemens, un variador de frecuencia de la misma marca entre otros componentes.

El modo de trabajo se programará en el sistema (PLC) con el objetivo de que tengan un desgaste uniforme para lograr prolongar el tiempo de vida del motor.

#### G. Motor trifásico WED de 7.5 HP de la línea W22

Los motores Wed son de origen Brasileño y cuentan con prestigio en el mercado, estos motores tienen una baja reducción de ruidos y vibración, son de fácil mantenimiento y son compatibles con las aplicaciones y con la utilización de convertidores de frecuencia, ofreciendo un bajo consumo de energía.

Su carcasa es de hierro gris FC-200, lo cual le brinda una mayor protección y resistencia mecánica. Por otro lado sus aletas de refrigeración están diseñadas para enfriarse en caso de que se presente algún

recalentamiento, además también están diseñadas para evitar acumulaciones y polvo sobre el motor.

#### *H. Bombas Salmson de alta presión de posición vertical*

Son de acero inoxidable, resistente a la corrosión y de fácil instalación, están exclusivamente diseñadas para la distribución de agua en viviendas y edificios, su curva de trabajo es ideal para las aplicaciones de precio constante y velocidad variable, suministrando una presión de hasta 370 PSI. Con una temperatura de trabajo de hasta 120 grados centígrados.

#### *I. Tablero de mando eléctrico*

Es el lugar donde se van a instalar los componentes eléctricos como: la llave general, el relay, los contactores, los fusibles de protección, el PLC etc.

Este tipo de tableros están empotrados o adosados a la pared, una característica es que están recubiertos con pintura electrostática la cual va a tener la función de un material aislante frente a cualquier descarga eléctrica.

#### *J. PLC Logo Siemens de la serie N117 12/24 V*

El PLC LOGO es un módulo lógico universal integrado que lleva determinadas características como: control, unidad de mando con retroiluminación, adaptado a ello una fuente de alimentación con interfaz de ampliación de módulos y cable de programación para PC, con determinadas entradas y salidas capaz de resolver tareas de ámbito doméstico e institucional.

Esta serie ofrece soluciones integrales que pueden ser implementadas desde en una pequeña instalación domestica hasta en complejas instalaciones combinadas semi-industriales.

El PLC Logo actúa de modo automatizado permitiendo la ampliación en sus salidas y entradas, gracias al interface de conexión que puede admitir hasta 24 entradas digitales y 16 salidas analógicas. Así mismo en sus entradas se podrán conectar accesorios tales como sensores, pulsadores, interruptores, reguladores de luz, etc.

#### *K. Variador de frecuencia Siemens Micromanster 440*

Este tipo de variador de frecuencia tiene la función de modificar la velocidad de los motores de 120 Watts con entradas monofásicas y de 75 KW con entrada trifásicas, todo ello controlado por un microprocesador para otorgar fiabilidad y versatilidad al sistema.

Este variador de frecuencia ofrece un funcionamiento silencioso del motor, tiene múltiples aplicaciones y flexibilidad en su uso cotidiano adaptándose a la aplicación que se desea desempeñar.

#### *L. Llave general de riel Siemens de 3X63A*

Es utilizado para suministrar energía eléctrica al tablero de mando, otorga hasta 63 amperios, este componente actuará como la llave principal del sistema cumpliendo con la norma eléctrica IEC/EN 60947-3. La cual nos garantiza las características de fabricación y los ensayos ejecutados en el interruptor automático.

#### *M. Llaves de riel Siemens de 3X30 A*

Estas llaves son las que permiten el suministro y corte de energía a cada uno de los motores (M1-M2-M3), permitiendo de esta manera sacar fuera de servicio cada motor de manera independiente cuando se presenten dificultades en su funcionamiento.

#### *N. Contactos Siemens NA-NO*

Usados para conmutar el funcionamiento de cada uno de los motores y evitar la interferencia uno del otro, siendo su utilidad de vital importancia en el circuito de mando.

#### *O. Contactores Siemens de la serie 3RT1*

Este tipo de contactores ofrecen una amplia gama de maniobrabilidad, soportando temperaturas máximas de hasta 60 grados centígrados, estos contactores se emplean para mandos eléctricos y aparatos de control a distancia, son resistentes a condiciones climáticas extremas.

#### *P. Relay 3R U11*

Este tipo de dispositivo electromecánico protege el motor, porque es un relay que cumple las características técnicas.

#### *Q. Sensor de presión de agua*

Este tipo de sensores de presión son compactos y resistentes en su diseño, utilizándose incluso en equipos hidráulicos, son resistentes a los golpes de ariete soportando altos picos de presión y ofreciendo una medición de presión confiable, son de estructura robusta, anti vibraciones y tienen un alto nivel de protección, es por esto que este tipo de sensor cumple con los estándares industriales e hidráulicos más estrictos.

R. Software de programación

Para programar nuestro módulo de PLC, es necesario contar con un lenguaje de programación que nos presenta el fabricante, en este caso vendría a ser el logo de siemens, que nos ofrece las diferentes aplicaciones.

S. Diagrama del Nuevo sistema

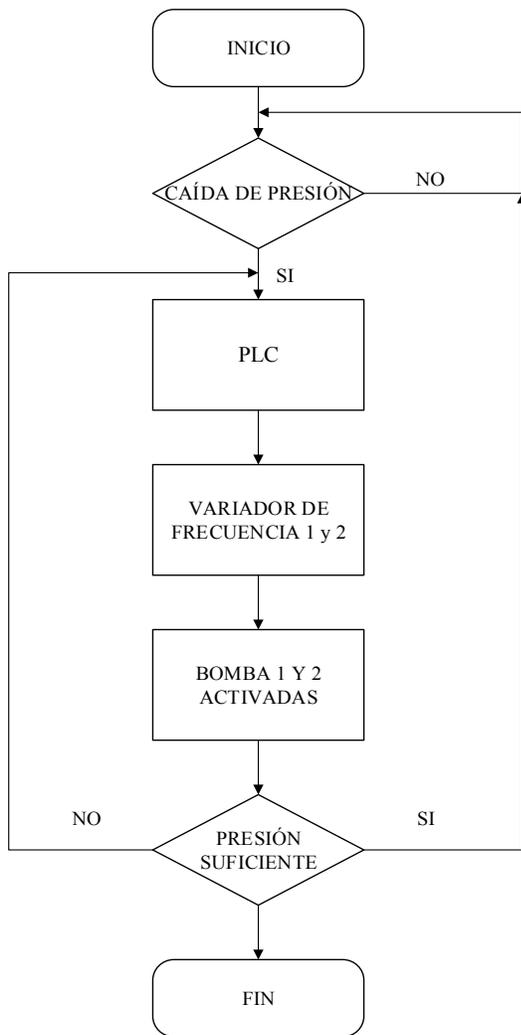


Ilustración 3 : Diagrama del funcionamiento del nuevo sistema

Fuente: Elaboración propia

Según se muestra en la ilustración 3, el funcionamiento del sistema se da de la siguiente manera.

Se inicia el sistema, inmediatamente la presión es leída por el sensor, si hay una presión este envía una señal analógica al PLC de 4 a 25 miliamperios.

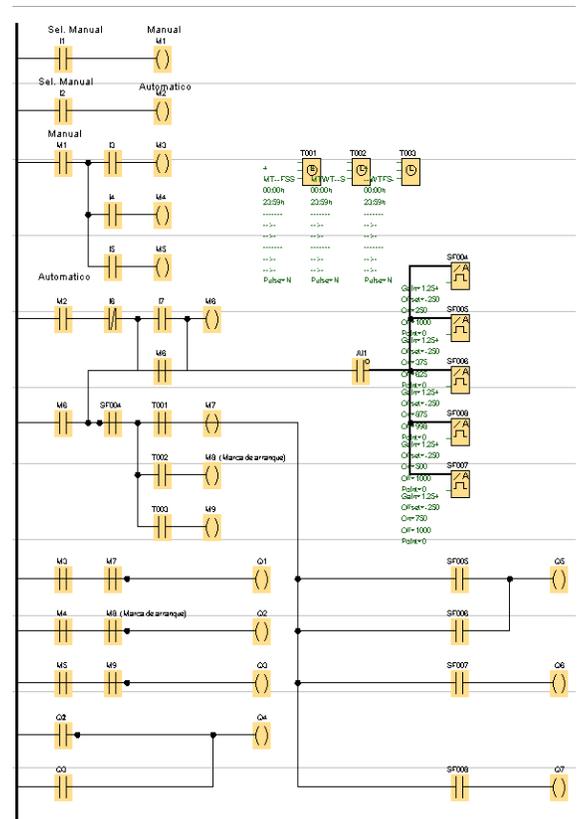
Según se haya programado en el PLC, esta señal es procesada y reenviada al variador de frecuencia en el mismo rango de amperaje, es el variador quien va a aumentar o reducir la velocidad de cada una de las dos bombas según la información que reciba y según los parámetros que estén establecidos en su configuración, la presión es leída constantemente; si no se alcanza la presión necesaria por el sistema el sensor envía esa información al PLC y el PLC al variador hasta alcanzar la presión requerida.

Si al momento que se inicia el sistema no hay caída de presión el sensor no envía ninguna información al PLC, por lo que el sistema funcionará de manera preestablecida, siendo la frecuencia mínima de 25 HZ de cada uno de los motores.

El modo de inicio de cada bomba es de 25 HZ siendo el trabajo en conjunto de las dos bombas programadas según el día en que se encuentren, su velocidad de giro dependerá del consumo de agua que haya en ese instante de tiempo.

T. Programación de funcionamiento del sistema

La programación del sistema de presión constante fue desarrollada en el software Logo soft de Siemens, la secuencia programada se muestra a continuación.



#### Ilustración 4: Programa del sistema de Presión constante.

Fuente: Elaboración propia

##### Leyenda

I1 = manual

I2 = automático

I3 = activador manual bomba 1

I4 = activador manual bomba 2

I5 = activador manual bomba 3

I6 = Activador de emergencia

I7 = Inicio o parada del sistema en automático

Q1 = salida 1 (bomba 1)

Q2 = salida 2 (bomba 2)

Q3 = salida 3 (bomba 3)

Q4 = salida 4 variador de frecuencia

Q5 = salida 5

Q6 = salida 6

Q7 = salida 7

T001 = temporizador semanal 1

T002 = temporizador semanal 2

T003 = temporizador semanal 3

El funcionamiento del sistema se da tanto en forma manual como en forma automática.

Para ello si activamos I1 entonces el sistema está en modo manual y para accionar las bombas se tiene que I3, I4 o I5 dependiendo de la necesidad.

Para el modo automático activamos la entrada I2, inmediatamente el sistema ya está encendido y dependerá de cómo esté programado el funcionamiento de cada bomba para el encendido, la velocidad de cada una de ellas depende de las señales que reciba del variador de velocidad Q4. El variador de velocidad depende directamente de las señales del PLC y este directamente de las señales del sensor AI1.

#### IV. RESULTADOS

Durante el desarrollo de la investigación se observó que el sistema actual no cumple con los requerimientos deseados puesto que no se tiene una presión uniforme debido que ésta es mucho mayor en los primeros pisos inferiores con respecto a los pisos superiores.

La energía consumida por el sistema provocaba mucha caída de tensión afectando a la red del local, debido al trabajo de los motores a un 100%.

El tiempo de mantenimiento se reduce con la implementación del nuevo sistema de control automático.

Teniendo estos inconvenientes se modeló un nuevo sistema denominado sistema de presión constante.

Para ello se eligió diversos componentes como:

Motores 75 HP multietapa marca WEG, un variador de frecuencia marca Siemens, un PLC de la misma marca entre otros componentes para que el sistema funcione correctamente y los motores tengan un mayor tiempo de vida y a la vez se garantice la fiabilidad del sistema.

#### V. CONCLUSIONES

El sistema actual llega a suministrar los requerimientos básicos en cuanto al consumo de agua.

Presenta dificultades de suministro de agua cuando hay mayor afluencia de público.

Los componentes que se eligieron son de la mejor calidad y compatibilidad, algunas de las marcas elegidas fueron Siemens, WEG, por ser estas compatibles con otros componentes, y por ser marcas líderes en el mercado.

El nuevo sistema está diseñado para que cumpla con los requerimientos del consumidor.

El diseño del sistema se realizó en base a cálculos de consumo actuales.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para determinación los requerimientos de agua de los cultivos*. Food & Agriculture Org
- [2] Feller, S. E., Zhang, Y., Pastor, R. W., & Brooks, B. R. (1995). Constant pressure molecular dynamics simulation: the Langevin piston method. *The Journal of chemical physics*, 103(11), 4613-4621.
- [3] Kjellander, R., & Florin, E. (1981). Water structure and changes in thermal stability of the system poly (ethylene oxide)-water. *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1: Physical Chemistry in Condensed Phases*, 77(9), 2053-2077.
- [4] Klute, A., & Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. *Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods*, (methodsofsoilan1), 687-734.
- [5] Centeno, G., Trejo, F., Ancheyta, J., & Carlos, A. (2004). Precipitación de asfaltenos del crudo Maya en un sistema a presión. *Revista de la Sociedad Química de México*, 48(3), 179-188.
- [6] Quintero, L. C., & Collazos, E. A. (1999). Diseño, construcción y evaluación de un minisimulador de lluvia para estudios de susceptibilidad a erosión en laderas. *Revista Suelos Ecuatoriales—Vol*, 29, 66-70.