



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE MECATRÓNICA**

**REPOTENCIACIÓN DE MÁQUINA AUTOMÁTICA ENVASADORA  
Y SELLADORA DE FUNDAS DE AGUA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Arturo David Quiroga Holguin  
TUTOR: Ing. Tomás Santiago Gavilánez Gamboa, Mg.

Guayaquil - Ecuador  
2022


## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Arturo David Quiroga Holguin** con documento de identificación N° **1725657835**; manifiesto que:

Soy autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 18 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Arturo David Quiroga Holguin  
1725657835

**CERTIFICADO DE SESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, **Arturo David Quiroga Holguin** con documento de identificación N° **1725657835**, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del **Dispositivo Tecnológico:REPOTENCIACIÓN DE MÁQUINA AUTOMÁTICA ENVASADORA Y SELLADORA DE FUNDAS DE AGUA.**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 18 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

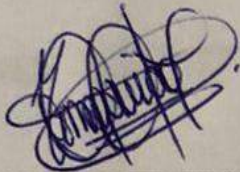
Arturo David Quiroga Holguin  
1725657835

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Tomás Santiago Gavilánez Gamboa**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **REPOTENCIACIÓN DE MÁQUINA AUTOMÁTICA ENVASADORA Y SELLADORA DE FUNDAS DE AGUA.**, realizado por **Arturo David Quiroga Hoiguin** con documento de identificación N° **1725657835**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción *Dispositivo Tecnológico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.*

Guayaquil, 16 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Ing. Tomás Santiago Gavilánez Gamboa. Mg.  
1802792646

## DEDICATORIA

Hoy que estoy culminando una etapa importante en mi vida se lo dedico a mis padres; a mi madre por siempre estar en mis momentos más difíciles, porque sin su apoyo no lo habría logrado; a mi padre por ser el pilar de mi vida, por su sacrificio y esfuerzo, por darme aliento para seguir adelante y culminar mi carrera.

Sobre todo a mi hermano Dario que siempre estuvo allí conmigo, siendo mi compañero, amigo; apoyándonos en duros momentos hasta el último día, sin él no hubiera sido tan fácil recorrer todos estos años de carrera. Le agradezco no solo por estar presente aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones. Siempre llegarán los momentos en los que nuestra lucha cesó para lograr nuestra meta. Aunque hoy ya no estes juntos a nosotros, siempre estarás presente como todos los días de mi vida. A él le dedico este logro y nuevo comienzo de una nueva etapa en mi vida.

Arturo Quiroga

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, los cuales siempre han creído en mí, en mi esfuerzo, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a agradecer y a valorar todo lo que tengo. A ellos, a mis padres les dedico esta culminada etapa, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en mi vida.

Arturo Quiroga

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>RESUMEN</b>	6
<b>II.</b>	<b>ABSTRACT</b>	6
<b>III.</b>	<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	7
<b>IV.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	8
<b>V.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	9
	V-A. OBJETIVO GENERAL . . . . .	9
	V-B. OBJETIVO ESPECIFICOS . . . . .	9
<b>VI.</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	10
<b>VII.</b>	<b>Marco Teórico</b>	11
	VII-A. Descripción De La Empresa . . . . .	11
	VII-B. Descripción del proceso de envasado y sellado del agua . . . . .	11
	VII-C. Tipos de envasado de agua . . . . .	12
	VII-D. Tipos de sellado . . . . .	12
	VII-D1. Sellado de materiales . . . . .	13
	VII-D2. Sellado de mordaza caliente . . . . .	13
	VII-D3. Sellado por sistema de niquelinas . . . . .	14
	VII-D4. Sistema corte y sellado . . . . .	14
	VII-E. Tipos de máquinas selladoras . . . . .	15
	VII-E1. Selladora de pedal . . . . .	15
	VII-E2. Selladora continua con codificación . . . . .	16
	VII-E3. Selladora manual . . . . .	16
	VII-E4. Selladora y envasadora de líquidos . . . . .	16
	VII-F. Introducción a la automatización . . . . .	17
	VII-G. Sistema neumático . . . . .	17
	VII-G1. El Compresor de aire . . . . .	18
	VII-G2. Actuadores del sistema neumático . . . . .	18
	VII-G3. Unidad de mantenimiento neumática . . . . .	19
	VII-G4. Electroválvulas de distribución neumática . . . . .	19
	VII-H. Sistema de control . . . . .	20
	VII-I. Descripción software . . . . .	21
	VII-I1. Lazo de control . . . . .	22
	VII-J. Sistema Eléctrico . . . . .	23
	VII-J1. Contactores . . . . .	23
	VII-J2. Temporizador analógico . . . . .	24
	VII-J3. Selector . . . . .	24
	VII-J4. Amperímetros analógicos . . . . .	24
	VII-J5. Transformador . . . . .	25
<b>VIII.</b>	<b>Marco metodológico</b>	26
	VIII-A. Metodología calidad de procesos LEAN . . . . .	26
	VIII-B. La metodología LEAN se basa en los siguientes pasos los cuales serán para garantizar la calidad de proceso. . . . .	26
<b>IX.</b>	<b>Evaluación y diagnóstico de la maquina envasadora</b>	27
	IX-A. Identificación de sistemas de fallos en la máquina selladora y envasadora de agua purificada . . . . .	27
	IX-B. Evaluación de los componentes de los sistemas . . . . .	28
	IX-C. Conclusión de la evaluación . . . . .	35

<b>X.</b>	<b>Propuesta De Solución</b>	37
	X-A. Sistema de sellado y corte . . . . .	41
	X-B. Sistema neumático . . . . .	42
	X-C. Cálculos de consumo de aire . . . . .	47
	X-D. Diagrama de secuencia de funcionamiento . . . . .	49
	X-E. Diagrama en fluid sim . . . . .	50
	X-F. LOGO . . . . .	51
	X-G. Fuente de alimentación . . . . .	52
	X-H. Identificación de símbolos de programación. . . . .	53
	X-I. Funcionamiento y pruebas . . . . .	54
<b>XI.</b>	<b>Cronograma y presupuesto</b>	59
	XI-A. Cronograma de actividades . . . . .	59
	XI-B. Presupuesto . . . . .	60
<b>XII.</b>	<b>Conclusiones Y Recomendaciones</b>	60
	XII-A. Conclusiones . . . . .	60
	XII-B. Recomendaciones . . . . .	61
<b>XIII.</b>	<b>Anexos</b>	62
<b>XIV.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	81



## ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Descripción del proceso de envasado.Elaboración propia. . . . .	12
2.	Sellado de materiales .(Quevedo - Navarrete, 2014). . . . .	13
3.	Selladora de mordaza caliente.(Empacadora multipack, 2022) . . . . .	13
4.	Sellado por niquelinas.(Quevedo - Navarrete, 2014). . . . .	14
5.	Sistema de corte del sellado.(Moreno E. , 2022). . . . .	15
6.	Selladora de pedal.Adaptado de Selladora de pedal (Morales, 2022). . . . .	15
7.	Selladora continua.(Morales, 2022) . . . . .	16
8.	Selladora manual.(Morales, 2022) . . . . .	16
9.	Selladora y empacadora de líquidos.Adaptado de Selladora Continua (Morales, 2022). . . . .	17
10.	Sistema neumático.(Suministros Industriales , 2020) . . . . .	18
11.	Compresor.Tomado de (Comercial Ginatta , 2022) . . . . .	18
12.	Actuador. Tomado de (Shako, 2020) . . . . .	19
13.	Unidad de mantenimiento neumática y sus partes.Tomado de (BIRT, 2022). . . . .	19
14.	Válvula monoestable neumática.Fuente: (Tello, 2013) . . . . .	20
15.	Válvula de tres posiciones neumática . . . . .	20
16.	Válvula de tres posiciones neumática, (Tello, 2013) . . . . .	20
17.	Software logo. (Siemens, 2022). . . . .	21
18.	Software logo. (Siemens, 2022). . . . .	21
19.	Software logo. (Siemens, 2022). . . . .	22
20.	Lazo de control abierto. Adaptado de Sistemas de control (Moya, 2018). . . . .	23
21.	Contactores.Adaptado del sistema de contactores (Falcon, 2022). . . . .	23
22.	Temporizador analógico.Adaptado (MECAFENIX, 2019). . . . .	24
23.	Selector Fuente: (Dimae, 2020). . . . .	24
24.	Amperímetros AnalógicosFuente:(Automaq, 2022). . . . .	25
25.	Transformador Fuente: (Tecnotrans, 2022) . . . . .	25
26.	Máquina para el sellado y envase de fundas de agua purificada . . . . .	27
27.	Diagrama de Control . . . . .	36
28.	Diagrama de Potencia . . . . .	37
29.	Maquina Selladora y Envasadora . . . . .	38
30.	Mordaza horizontal de 4 Litros . . . . .	38
31.	Mordaza horizontal de presentación de 500ml . . . . .	39
32.	Mordaza horizontal de presentación de 500ml . . . . .	40
33.	Mordaza y niquelina de empaque de 500 ml . . . . .	41
34.	Mordaza y niquelina de empaque de 4 litros . . . . .	42
35.	Diagrama en Fluid sim . . . . .	43
36.	Compresor BLACK-DECKER . . . . .	44
37.	Unidad de mantenimiento marca AIRFIT . . . . .	45
38.	Electroválvulas 5/2 monoestable . . . . .	45
39.	Mangueras y racores . . . . .	46
40.	Cilindro neumático . . . . .	47
41.	Secuencia de funcionamiento . . . . .	50
42.	Secuencia de funcionamiento . . . . .	50
43.	Diagrama de control . . . . .	51
44.	Diagrama de control . . . . .	52
45.	Fuente . . . . .	52
46.	Diagrama de conexión del sistema neumático . . . . .	53
47.	En las condiciones que se encontró la máquina. . . . .	62
48.	Procediendo al desarmado de la máquina. . . . .	63
49.	En las condiciones que se encontraba el panel de control. . . . .	64
50.	En las condiciones que se encontraba el sistema neumático . . . . .	65
51.	Desinstalando los cilindros de la maquina para realizar el mantenimiento. . . . .	66
52.	Limpieza del cilindro de perforado. . . . .	67
53.	Desarmado de cada uno de los cilindros. . . . .	68
54.	Los empaques en mal estado para se sacaron de los cilindros. . . . .	69
55.	Instalación de los empaques nuevos. . . . .	70

56.	Instalación de la electroválvulas y mangueras. . . . .	71
57.	Armado de tablero de control. . . . .	72
58.	Logo que se implementara en el tablero. . . . .	73
59.	Electroválvulas conectadas. . . . .	74
60.	Prueba de electroválvulas. . . . .	75
61.	Instalación de la unidad de mantenimiento. . . . .	76
62.	Tubo de llenado . . . . .	77
63.	Mordaza de corte y sellado para la presentación de 500 ml. . . . .	78
64.	Mordaza de corte y sellado para la presentación de 4 litros. . . . .	79
65.	Autor . . . . .	80
66.	Autor . . . . .	81

## ÍNDICE DE CUADROS

I.	Sistema y código. . . . .	27
II.	Sistema y código. . . . .	30
III.	Sistema de Sellado y Corte. . . . .	31
IV.	Sistema de LLenado. . . . .	32
V.	Sistema Neumático. . . . .	34
VI.	Elementos Analizados. . . . .	35
VII.	Cálculos para determinar los esfuerzos de la viga . . . . .	41
VIII.	Características de mordaza y niquelina . . . . .	42
IX.	Características de mordaza y niquelina . . . . .	42
X.	Características del Compresor Black-Decker . . . . .	43
XI.	Características del filtro de aire . . . . .	44
XII.	Características de la electroválvula . . . . .	45
XIII.	Características del sistema neumático . . . . .	46
XIV.	Características y funcionamiento de los cilindros neumáticos . . . . .	47
XV.	Características de LOGO . . . . .	51
XVI.	Especificaciones técnicas de la fuente . . . . .	52
XVII.	Conexión de entradas . . . . .	53
XVIII.	Identificación de símbolos . . . . .	54
XIX.	Identificación de símbolos . . . . .	55
XX.	Sistema sellado y corte (Y) . . . . .	56
XXI.	Sistema sellado y corte (Y) . . . . .	57
XXII.	Sistema sellado y corte (Y) . . . . .	58
XXIII.	Cronograma de actividades . . . . .	59
XXIV.	Presupuesto . . . . .	60

## I. RESUMEN

En el presente trabajo de titulación repotenciación y automatización de la maquina envasadora y selladora automática de fundas de agua para la Empresa “Super 33 4x4”. Automatizar y repotenciar la maquina es el objetivo principal, puesto que en este momento se encuentra fuera de línea de producción, la cual dispone de un mal diseño de envasado y sellado, después de varios intentos de poner a punto la maquina no se obtuvo resultados para un buen funcionamiento, por lo que la repotenciación comprende en el inicio de las funciones de la maquina envasadora mediante una mejora en los distintos sistemas, de igual forma se lo realizara en la parte de automatización de la máquina, la cual va a permitir la producción de fundas de agua de 500 ml y 4 litros con un mejor estándar de calidad. Para realizar la repotenciación se hace una evaluación y diagnóstico a cada uno de los sistemas con lo que podremos determinar cuáles son los elementos que deben ser reemplazados y reutilizados, verificando cada una de las áreas. En la parte, en la automatización se utilizó un dispositivo de control LOGO mediante la programación de LADDER en el software LOGOsoft. Los resultados de este plan es lograr la repotenciación y automatización de la máquina, lo cual permita un funcionamiento eficaz y preciso para así entrar en línea de producción. Después de haber concluido con el trabajo de la maquina realizando los recambios de las partes obsoletas, se procederá a su respectiva automatización y distintas pruebas de funcionamiento. La máquina envasadora cumple con sus distintos ciclos que se requieren para su correcto funcionamiento. Palabras claves repotenciación, Automatización, LOGO, LOGOSOFT, SOFTWARE, LADDER.

Palabras claves

Repotenciación, Automatización, LOGO, LOGOSOFT, SOFTWARE, LADDER.

## II. ABSTRACT

In this degree work, the repowering and automation of the automatic packaging and sealing machine for water pouches for the company "Super 33 4x4". To automate and repower the machine is the main objective, since at this moment it is out of production line, which has a bad design of packaging and sealing, after several attempts to tune the machine was not obtained results for a good performance, Therefore, the repowering includes the beginning of the functions of the packaging machine through an improvement in the different systems, in the same way it will be done in the automation part of the machine, which will allow the production of 500 ml and 4 liters water bags with a better quality standard. In order to carry out the repowering, an evaluation and diagnosis of each of the systems will be made so that we can determine which are the elements that must be replaced and reused, verifying each one of the areas. In the automation part, a LOGO control device was used by programming LADDER in LOGOsoft software. The results of this plan is to achieve the repowering and automation of the machine, which allows an efficient and accurate operation to enter the production line. After having concluded with the work of the machine by carrying out the replacement of obsolete parts, we will proceed to its respective automation and various operational tests. The packaging machine complies with the different cycles required for its correct operation.

Key words:

repowering, automation, LOGO, LOGOSOFT, SOFTWARE, LADDER.

### III. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A nivel mundial los procesos de envasado de agua son automáticos esto debido a factores como: alta demanda de producción, costos de producción, precios competitivos, cantidad exacta, libre de contaminantes, entre otros. En la empresa SUPER 33 4X4 este proceso se realiza de forma semi automática por medio de la máquina envasadora y selladora de fundas de agua. Sin embargo, la máquina presenta una serie de defectos de diseño, que no permiten un sellado adecuado, han sido varios los intentos por poner a punto la máquina sin ningún éxito. Por esta razón de momento no se encuentra en funcionamiento, razón por la cual gran parte de sus componentes mecánicos y eléctricos están averiados.

Durante los últimos años, aumentar la productividad de máquinas por medio de la repotenciación se ha convertido en uno de los temas con mayor interés a nivel global. El uso de recursos tecnológicos permite incrementar notoriamente la producción y eficiencia de las máquinas, logrando que puedan seguir operando sin necesidad de supervisión durante periodos de 24 horas.

La empresa SUPER 33 4X4 reporta \$720 mensuales en reducción de ventas ocasionados por la máquina en desuso. Adicionalmente, la empresa dispone de 20 rollos de termoplástico para envasar a medida de esta máquina que no se pueden utilizar, consecuentemente, se amortiza \$6000 de capital en bodega.

Por tal razón, la presente investigación plantea la repotenciación y puesta a punto de la máquina envasadora y selladora de fundas de agua. Esto implica el rediseño de algunos componentes mecánicos, reemplazar el sistema eléctrico e implementar un PLC. Estos elementos permitirán que la operación sea de una manera más eficiente y eficaz lo que llevará a aumentar la productividad e incrementar los ingresos de la empresa. Una vez que se ha delimitado el problema de investigación con lo anteriormente expuesto, es necesario justificar el porqué de la presente investigación, lo cual se detalla a continuación.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

La razón por la que se justifica realizar el presente proyecto se debe a la necesidad de mejorar la producción de la empresa SUPER 33 4X4, mediante la automatización y la repotenciación de la máquina automática envasadora y selladora de fundas de agua, a continuación, se detalla el problema que tiene la empresa y por lo cual es necesaria la presente investigación.

La empresa SUPER 33 4X4 en la actualidad dispone de un sistema de producción inadecuado debido a la ineficiencia en el proceso en envasado de agua.

Adicionalmente, se presentan inconvenientes para el sellado de grandes volúmenes de producción, la falta de tecnología e implementación de nuevos métodos de automatización impiden el desarrollo de la planta de procesamiento de agua. Situación que se empeora al no contar con la máquina de envasado y sellado operativa.

Mediante la automatización se logrará una mayor confiabilidad de la máquina, garantizando la producción sin interrupciones, de esta manera, se evitará paradas innecesarias con el afán de evitar pérdidas económicas. Otra de las partes importantes es garantizar precisión y exactitud en la cantidad de agua envasada, con el fin de evitar desperdicios y reclamos por parte de los clientes. Adicionalmente, el agua purificada envasada debe cumplir normas de salubridad especificadas en NTE INEN 1108.4.3.

A nivel mundial la automatización de sistemas ha tenido un fuerte impacto, por ejemplo, en el sector automotriz implementó un sistema que logró reducir tiempos en un 30 % y costos en un 40 %. Adicionalmente repotenció un sistema automatizado para el embotellamiento de líquidos basados en PLCs, logrando aumentar la producción en un 27 %. En el Ecuador, la automatización ha tomado un rol muy importante introduciendo a la industria dispositivos electrónicos, neumáticos, informáticos, entre otros. En cifras, la automatización en la industria ha logrado incrementar la productividad hasta en un 60 %. (Puerta - Rodríguez, 2021).

Tomando en cuenta lo expuesto, se demuestra que la automatización y la repotenciación puede mejorar aspectos como: tiempo de producción, costos de producción y productividad. La empresa SUPER 33 4X4 necesita mejorar la calidad de sus procesos, para ser más competitivo dentro del mercado. Por las razones expuestas, se justifica el desarrollo de este proyecto.

## V. OBJETIVOS

### V-A. *OBJETIVO GENERAL*

- Repotenciar la máquina automática envasadora y selladora de fundas de agua de la empresa SUPER 33 4X4, mejorando la calidad del proceso mediante PLC.

### V-B. *OBJETIVO ESPECIFICOS*

- Evaluar el estado actual de la máquina mediante prueba de sus componentes.
- Restaurar los componentes mecánicos, neumáticos y eléctricos para el funcionamiento adecuado de la máquina.
- Implementar el control mediante el PLC.
- Validar el funcionamiento adecuado de la máquina en el proceso de envasado y sellado de fundas de agua.

## VI. HIPÓTESIS

¿La repotenciación de la máquina automática mediante PLC permitirá mejorar la calidad del proceso de envasado y sellado?



## VII. MARCO TEÓRICO

En el desarrollo de la parte teórica de la investigación se describe: la empresa, el proceso de envasado y sellado, la definición de la metodología Lean como parte de la calidad de procesos, metodología de fallo o modo de fallo para identificar los problemas que presenta el equipo. Definición de tipos de sellado, tipos de envasado, el proceso de automatización, la automatización de procesos industriales, partes de un sistema automático, sistemas mecánicos, actuadores y sensores, sistemas eléctricos y de control, calidad en los procesos y uso de máquinas para mejorar la calidad del proceso de envasado de agua para la venta y comercialización.

[9]

### VII-A. Descripción De La Empresa

La empresa SUPER 33 4X4 es una empresa dedicada al envasado, sellado y purificación de agua, esta empresa nació como un emprendimiento del señor Quiroga Holguín Boanerges Darío, la idea fue satisfacer las necesidades de los consumidores de agua embotellada, su nombre comercial es Agua Purificada y Envasada Súper 33 4x4, el Registro Único de Contribuyentes (RUC):1720025483001.

La empresa inició sus actividades el 14 de octubre del 2013, actualmente cuenta con 12 años en el mercado, sus productos cumplen con los estándares de calidad y regulaciones de la ARCSA (Agencia de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria) que certifica que el agua purificada se encuentra en óptimas condiciones para el consumo humano. Para esto, la empresa cuenta con equipos de alta tecnología que permiten el proceso de purificación y envasado, entre ellos se encuentran sistemas de envasado semiautomático, sistemas de purificación mediante osmosis inversa y sistemas de ozonificación, de tal manera que el producto final cumpla con calidad que se requiere para el consumo humano.

Los productos de la empresa son: botellón de 20 litros, botella de 4 litros (galón), botella de 1 litro x 12 y botella de 500ml x 24 unidades. En lo relacionado con la presentación en funda de cinco litros, la capacidad de producción de las máquinas actualmente es 70 %, lo que indudablemente presenta dificultades en el cumplimiento de tiempos de entrega, como consecuencia: genera malestar a los clientes, obliga a trabajar en turnos extra y fines de semana, genera desperdicio de energía. Todos estos problemas bajan la rentabilidad para la empresa y afectan su imagen.

Analizando la problemática de la empresa, se ha detectado una oportunidad de mejora repotenciando la máquina de sellado y envasado de fundas de agua de 4 litros, con la finalidad de mejorar la calidad del proceso y mitigar los efectos mencionados anteriormente consecuencia de la ineficiencia en este proceso. Para determinar una repotenciación adecuada a la máquina es imprescindible comprender el proceso de envasado y sellado de agua, razón por la cual a continuación paso a describir minuciosamente dicho proceso.

### VII-B. Descripción del proceso de envasado y sellado del agua

El proceso de envasado de agua natural consta de 4 etapas que son: limpieza, llenado, sellado y perforado, las mismas que se detallan a continuación.

- a) Limpieza: El primer paso es la esterilización y limpieza previa de las botellas/ botellones vacíos para evitar la contaminación.
- b) Envasado: cuentan con un encapsulado, el área de llenado debe estar completamente aislada de las demás áreas. Durante dicha operación, los accesos de recepción y salida del envase deben mantenerse cerrados o protegidos de manera que se evite la contaminación del producto, es indispensable contar con botellones limpios y desinfectados.
- c) Sellado: al terminar de llenar los envases se comienza el proceso de sellado o taponado, es decir, se coloca la tapa en forma hermética de tal manera, que no exista fugas en el contenedor. En el caso de fundas plásticas, el sellado se lo realiza por medio del método denominado "mordaza caliente", identificado como la unión que se produce del material plástico ejercido por la presión y el calor producido por las resistencias eléctricas, que están montadas en una mordaza por medio del conductor térmico. Para las fundas de material polipropileno se puede sellar utilizando un termopar que ésta a la corriente eléctrica que es controlada por un pirómetro, siendo el uso de la presión y el calor en la bolsa de plástico la que ejerce el cierre hermético de las fundas de agua, logrando el termosellado.
- d) Perforado: Cuando el envasado es en funda, el último paso es realizar el perforado que permite el agarre del producto para introducirlo en una gaveta.

El proceso de envasado en el área de fabricación y embotellamiento tiene que cumplir con la normativa establecida en cada país en este caso la norma INEN 2200-08, tomando en cuenta los requisitos, el agua destinada al consumo humano tienen que ser sometidas a un proceso fisicoquímico y la desinfección de microorganismos, para ser envasada en recipientes de cierre hermético e inviolable, fabricados de material de grado alimenticio. A continuación, en la figura No.1 se detalla el paso a paso

del proceso utilizado para el envasado de agua.

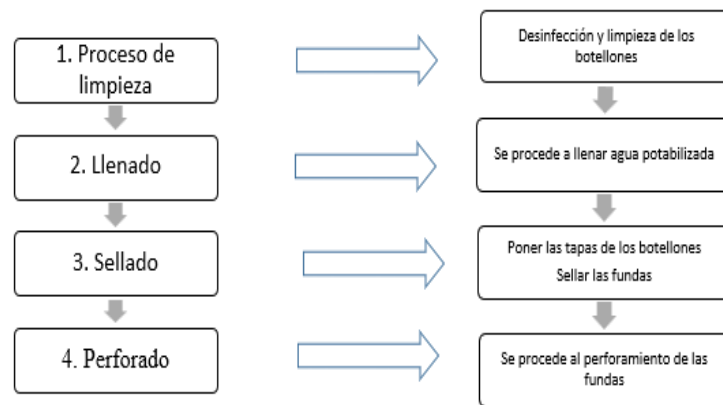


Figura 1. Descripción del proceso de envasado. Elaboración propia.

En el mismo contexto, como parte adicional de la presente investigación, se detallan a continuación los tipos de envasado de agua, en el que se identifica el proceso de sellado y sus diferentes tipos como lo son: Sellado manual, sellado de mordaza caliente y sellado por sistemas de niquelinas, además del sistema de corte.

#### VII-C. Tipos de envasado de agua

El envasado se define como un procedimiento que se realiza para que un producto permanezca dentro de un envase, la idea es conseguir un estado libre de la presencia de microorganismos patógenos no deseados y dañinos para el ser humano, por tanto, debe encontrar en un estado óptimo de esterilización para continuar con el proceso de llenado de un producto, quedando lista para comercializarse. Este proceso debe evitar contaminación del líquido, además de otras características como: hermeticidad, protección UV, resistencia, ligereza, entre otros.

[19]

Entre las ventajas del envasado consta el hecho que permiten una fácil distribución del producto de forma eficiente y eficaz, además se busca conservar el producto higiénico y libre de contaminación, por tanto, se debe proteger el contenido y propiedades para impedir el deterioro del producto [15].

Al analizar el tipo de envasado de agua, se debe tomar en cuenta la importancia de conocer los tipos de sellado que se utilizan en el envasado de agua para la venta al público. Los cuales son:

#### VII-D. Tipos de sellado

El proceso de sellado determina el éxito y funcionalidad del empaque, desde ese punto de vista es importante conocer que se debe elegir un sellante o adhesivo, todo depende de las necesidades que tienen las industrias, para ajustarse a los nuevos retos, necesidades, expectativas y exigencias del mercado.[21]

En este sentido, las tendencias actuales de sellado se relacionan con la fabricación de empaques flexibles que están orientados al desarrollo de empaques que preserven los productos y que contribuyan a la higienización de los alimentos, que sean resistentes a altas temperaturas. De acuerdo con lo anterior, uno de los elementos determina el cumplimiento de las expectativas al momento de crear y perfeccionar un envase es el sellado, entre los tipos de sellado: existen las selladoras de materiales manuales, sellado por mordaza caliente, sellado por impulso mediante niquelinas que actúan para terminar el proceso.[16]

Dentro del proceso de sellado, existen diferentes tipos, entre ellos el sellado manual, sellado de mordaza caliente y sellado por sistemas de niquelinas, además del sistema corte y sellado. Los cuales para un mejor entendimiento se describen en la siguiente sección.

**VII-D1. Sellado de materiales:** El sellado consiste en ubicar el plástico de la manga entre los dos electrodos, permitiendo fundir el material mediante al calor que genera el electrodo gracias al flujo de corriente eléctrica, tomando en cuenta el tipo de materia, en este caso el plástico, analizando sus características se determina una temperatura y tiempos adecuados que permitan la fusión de las paredes de plástico del envase. Consecuentemente, brinda confianza y seguridad al consumidor en cuanto a calidad y seguridad.[19]. En la Figura 2, se observa la máquina selladora y sus partes.

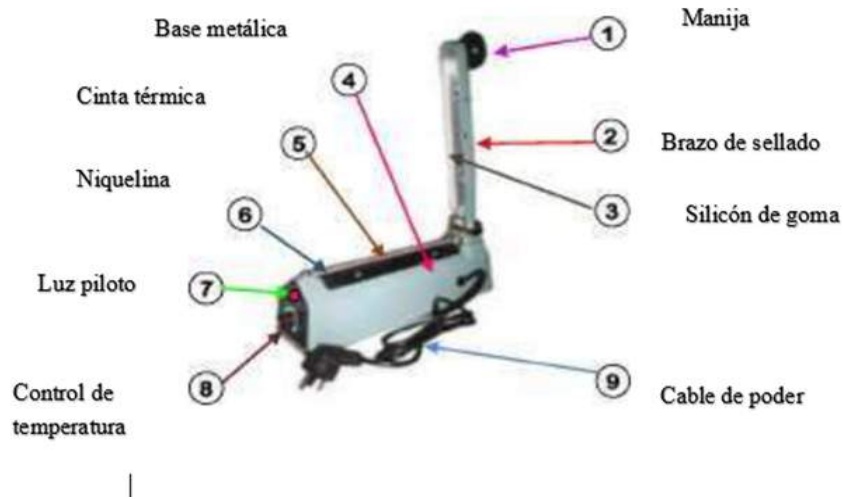


Figura 2. Sellado de materiales .(Quevedo - Navarrete, 2014).

En el detalle de la selladora manual se identifican que hay nueve partes, tales como manija, brazo de sellado, silicón de goma, base metálica, cinta térmica, niquelina, luz piloto, control de temperatura y cable de poder.

**VII-D2. Sellado de mordaza caliente:** Para conseguir un adecuado sellado, el sistema de mordaza caliente es considerado como uno de los métodos más simples y mejor utilizados para obtener la unión de materiales plásticos, tomando en cuenta que la temperatura se transfiere aplicando alta presión sobre las películas plásticas de la bolsa, siendo controlada por las resistencias eléctricas que se encuentran dentro y fuera de la mordaza. Es importante mencionar que la temperatura tiene una medición que se conecta al termopar, mientras que el pirómetro controla el suministro de la corriente eléctrica [16].En la Figura 3 se aprecia la máquina selladora de mordaza caliente

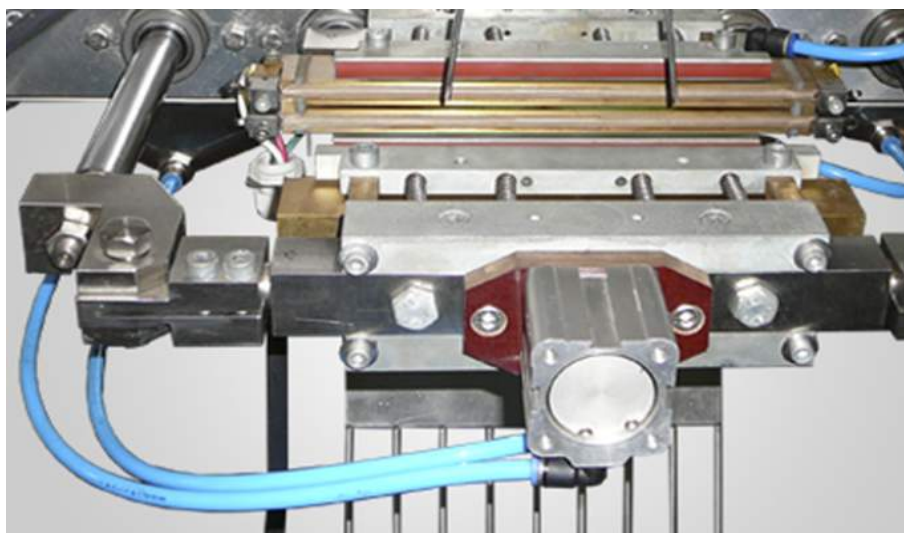


Figura 3. Selladora de mordaza caliente.(Empacadora multipack, 2022)

Si bien el sellado de mordaza caliente es uno de los sistemas más utilizados debido a que permite un sello de buena calidad, que brinda confianza tanto a productores como a consumidores.

*VII-D3. Sellado por sistema de niquelinas:* Para la obtención del sellado por niquelinas se debe regular de manera adecuada el impulso de la corriente eléctrica, mediante un temporizador que permite controlar la intensidad antes del sellado de las bolsas plásticas. En este proceso existen tres ciclos como son: encendido, calentamiento y enfriamiento, las tres trabajan en conjunto para ejercer presión y obtener un sellado homogéneo por impulso [16].

Para la manipulación correcta de la niquelina se debe cubrir con politetrafluoroetileno, así se evita el contacto directo con la funda durante el sellado y corte, esta cinta adhesiva consigue dispersar el calor sobre la misma garantizando un sellado uniforme y correcto [4]. En la Figura 4 se puede apreciar el sistema de niquelinas para sellar por impulso.



Figura 4. Sellado por niquelinas.(Quevedo - Navarrete, 2014).

Dentro del uso de los tipos de sellado, el sistema corte y sellado actúa de manera conjunta para culminar el proceso.

*VII-D4. Sistema corte y sellado:* En esta configuración, el corte activa en el momento que las mordazas se están cerrando, simultáneamente se realiza el sellado, la cuchilla se acciona mediante un cilindro neumático que realiza al corte de la funda, finalmente se separa del producto terminado.

[19]

El sellado y corte es un procedimiento que va envasado el agua en fundas de diferente longitud, grosor y puede trabajar con plásticos de distinta densidad, esta característica lo convierte en ideal para trabajar en varias presentaciones. [2]

En la Figura 5 se muestra el sistema que produce el corte de sellado para diferentes tipos de bolsas de plástico.

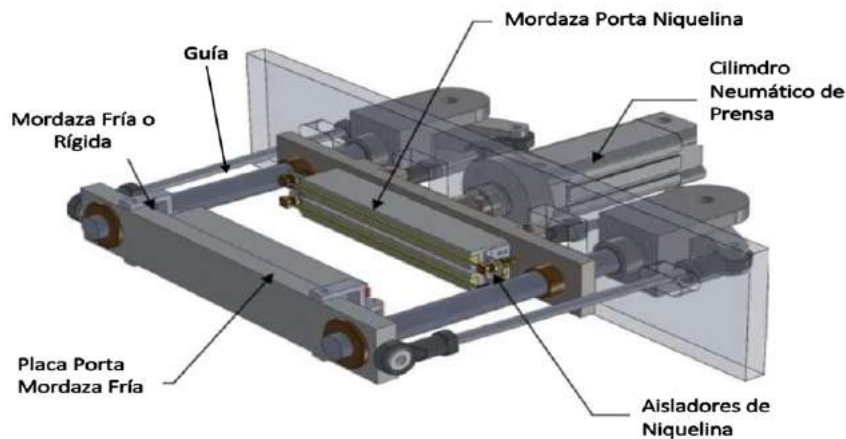


Figura 5. Sistema de corte del sellado.(Moreno E. , 2022).

A más de analizar los sistemas de envasado y sellado, es importante considerar las diferentes configuraciones de máquinas selladoras con la finalidad de seleccionar la mejor alternativa para la máquina de la empresa.

Por tal razón es necesario conocer los diferentes tipos de máquinas selladoras y es por ello que se detallan a continuación.

*VII-E. Tipos de máquinas selladoras*

Hay diferentes tipos de máquinas de sellado en la industria con diferentes funciones. Las máquinas se utilizan principalmente para el sellado de productos, que se pueden utilizar de forma independiente o como parte necesaria de la línea de producción. Entre las principales se encuentran las siguientes:

*VII-E1. Selladora de pedal :* Las selladoras con pedal tienen como finalidad sellar las diferentes bolsas preformadas y presentan resistencia eléctrica, este tipo de máquina es accionada por medio de un pedal que requiere de altas temperaturas para lograr el sellado adecuado [27], tal como se puede apreciar en la siguiente figura.



Figura 6. Selladora de pedal.Adaptado de Selladora de pedal (Morales, 2022).

En el mismo ámbito, existen otros tipos de selladora, tales como la que efectúa en forma continua el proceso de sellado de las bolsas plásticas que pueden realizarse de forma digital, lo que permite ejecutar el trabajo en forma rápida, ahorrando tiempo en la producción de las empresas envasadoras.

*VII-E2. Selladora continua con codificación :* Como se puede apreciar en la Figura 7, el mecanismo de la selladora continua depende de una banda la cual permite que el producto se transporte hasta la sección de sellado, esta máquina incluye controladores digitales de temperatura para el sellado, ejecutando las acciones de forma eficiente, ahorrando tiempo y dinero a los empresarios, además que utiliza menos mano de obra [27]. En la Figura 7, se puede apreciar que la selladora continua presenta las características de su funcionalidad.



Figura 7. Selladora continua.(Morales, 2022)

A diferencia de la selladora continua, en el caso de la selladora manual es utilizada por su costo y sirve para uso doméstico. Tal como se detalla a continuación.

*VII-E3. Selladora manual:* Las selladoras manuales de mesa tienen diferentes tamaños, puede ir desde 5 cm hasta los 40 cm son fáciles de desplazar y accesibles para que el trabajador realice sus actividades, generalmente no requiere alistamientos ni calentamientos anteriores.[7] En la Figura 8, se observa uno de los modelos de este tipo de selladora manual.



Figura 8. Selladora manual.(Morales, 2022)

En el mercado se utilizan otros tipos de selladoras y envasadoras cuando se trata de líquidos que funcionan de forma automática. Es importante aclarar que la inversión en este tipo de máquina es más costosa.

*VII-E4. Selladora y envasadora de líquidos:* La máquina selladora automática tiene como finalidad envasar cualquier tipo de líquido, es decir que puede ser agua, refresco, yogurt entre otros productos. El envasado y sellado se lo realiza en diferentes presentaciones, en distintos tamaños y peso. Esta máquina efectúa el proceso de enfundar, sellar, dosificar y cortar utilizando el plástico polietileno de baja y alta consistencia, de esa forma se obtiene resistencia en el contenido.[13] En la Figura 9, se puede apreciar la selladora y empacadora de líquidos.



Figura 9. Selladora y empacadora de líquidos. Adaptado de Selladora Continua (Morales, 2022).

En el marco del estudio de los procesos, la automatización se convierte en el eje de la modernidad de las empresas.

#### VII-F. *Introducción a la automatización*

La automatización es uno de los avances tecnológicos que está dominando las industrias por medio de todo tipo de sistemas y aplicaciones de control automático, esta permite la realización de las diferentes tareas de manera rápida y eficiente, la misma que se utiliza para vincular la sección de mando con la sección de operaciones siendo así que el sistema está compuesto por dispositivos electrónicos, mecánicos y eléctricos que intervienen en la ejecución de las actividades que realizan los dispositivos eléctricos de corriente continua o de corriente alterna, además está constituido por componentes como los cilindros neumáticos, accionadores hidráulicos y compresores.

Un proceso de automatización nos brinda distintas ventajas como desventajas a nivel económico, social y tecnológico.[26]. Entre las ventajas se encuentra niveles de calidad óptimos esta permite ejecutar los procesos con nivel de precisión mucho más elevado que un proceso manual, los ahorros de costos aumenta la eficiencia energética y uso de materias primas, tiempo de producción, seguridad del personal, producción más flexible. [15]

Entre las desventajas de la automatización se reconoce que genera desempleo, se requiere de una gran inversión por parte de las empresas para lograr los espacios de automatización de los procesos, se debe capacitar al personal para operar maquinarias y los diferentes componentes del sistema automatizado. Para que las configuraciones de máquinas presentadas puedan ser automatizadas se necesitan actuadores. Los actuadores más utilizados son neumáticos, razón por lo cual se analizan en la siguiente sección.

#### VII-G. *Sistema neumático*

En un sistema neumático es aquel que obtiene trabajo mecánico a través de la generación de aire comprimido, parte de una fuerza que se transforma en energía mecánica de un compresor en movimiento para poder generar una compresión de aire que está aspirando y esa energía de aire comprimido se distribuye por las cañerías para llegar a los actuadores.

Este sistema consta de un compresor de aire la cual está en cargado de aspirar el aire atmosférico y elevar su presión, posteriormente ese gas eleva la presión que se almacena en un contenedor que está conectado a una unidad de mantenimiento, donde va a purificar el aire que se conduce a las válvulas y actuadores [21]. En la Figura 10, se detallan los elementos que forman parte del sistema neumático.

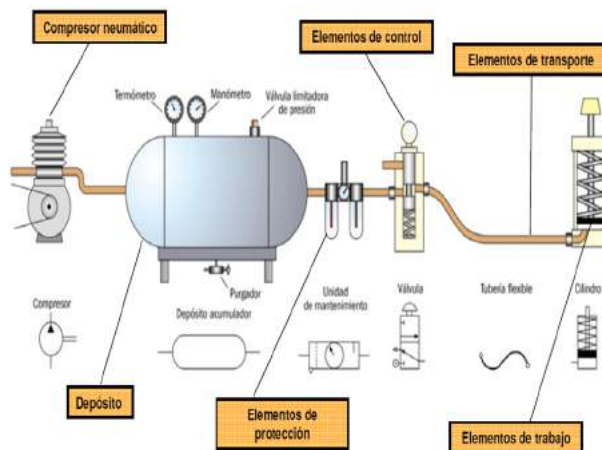


Figura 10. Sistema neumático.(Suministros Industriales , 2020)

El sistema neumático se compone por varias partes, tal como se lo expone en los siguientes ítems:

**VII-G1. El Compresor de aire:** Compresor de aire, también llamado bomba de aire, máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que, si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras, limpiadoras de chorro de arena y pistolas de pintura. [17]. En la Figura 11, se observa el compresor de aire eléctrico.



Figura 11. Compresor.Tomado de (Comercial Ginatta , 2022)

Otra de las partes del sistema neumático lo constituyen los actuadores neumáticos, en el mercado existen varias configuraciones que pueden ser utilizadas, todo depende del tipo de máquina. Los cuales se detallan a continuación.

**VII-G2. Actuadores del sistema neumático:** Los actuadores neumáticos son elementos que transforman la energía del aire comprimido en trabajo mecánico, ocasionando movimiento por medio de pistones o cilindros, sirven para accionar la fuerza y contribuyen a ejercer el movimiento en los procesos automáticos del área industrial. Entre las configuraciones se encuentran los actuadores hidráulicos, eléctricos, neumáticos, rotativos o lineales. [18]

Los actuadores de neumáticos se subdividen en actuadores con cilindro de simple y doble efecto, los mismos que están constituidos por una camisa, embolo, vástago, tapa frontal, tapa trasera, empaques, puertos de conexión por donde fluye el aire comprimido para extender o retraer el vástago y resorte si se trata de un cilindro de efecto simple.[11]. En la Figura 12, se observa un actuador neumático de doble efecto y sus partes.





Figura 12. Actuador. Tomado de (Shako, 2020)

Como parte del sistema neumático, el compresor y los diferentes actuadores dan paso a la unidad de mantenimiento neumática o conocida como FRL. La cual es descrita detalladamente a continuación.

*VII-G3. Unidad de mantenimiento neumática:* La unidad de mantenimiento es un elemento conectado a la entrada del circuito neumático para purificar el aire que ingresa al sistema para mantenerlo libre de impurezas y al mismo tiempo obtener una presión uniforme. Consta de cuatro partes: (Antamba, 2022). En la Figura 13, se puede observar cómo se encuentra estructurada la unidad de mantenimiento neumática y sus partes.



Figura 13. Unidad de mantenimiento neumática y sus partes. Tomado de (BIRT, 2022).

La unidad de mantenimiento es el encargado de distribuir el aire comprimido constante a las electroválvulas. La cual es descrita detalladamente a continuación.

*VII-G4. Electroválvulas de distribución neumática:* Electroválvulas. Son las encargadas de controlar la dirección del flujo de aire hacia los cilindros mediante una señal eléctrica. Para este tipo de trabajo existen distintos tipos electroválvulas, tales como:

- **Válvula de tipo monoestable:** Es una válvula 3-2, 4-2 o 5-2 con retorno por resorte para facilitar la salida y retorno del actuador, según las necesidades de la aplicación, con piloto eléctrico en posición A. Por lo tanto, esta selección de posición requiere aplicar un voltaje de CC o CA al conductor (también llamado solenoide), el nivel y tipo de voltaje aplicado depende de las especificaciones eléctricas del solenoide. Al desconectar el voltaje regresa a la posición B por el efecto del resorte, posición inicial de la válvula [25]. En la Figura 14 está representada la Válvula Monoestable Neumática.

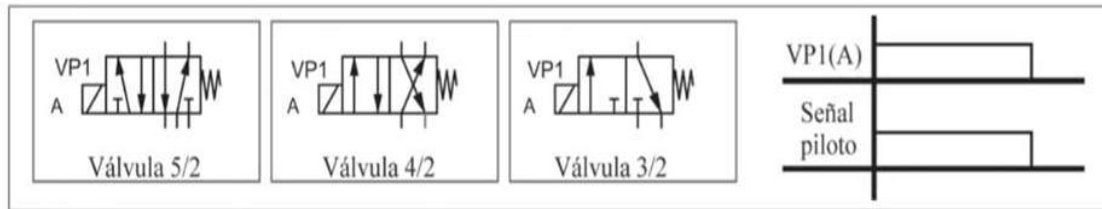


Figura 14. Válvula monoestable neumática. Fuente: (Tello, 2013)

• Válvula del tipo biestable: Es de dos posiciones y puede tener 3, 4 o 5 vías. Los pilotos en posición A y B son del tipo eléctrico. Para seleccionar la posición A se requiere aplicar un voltaje al solenoide, este pulso puede ser desde instantáneo hasta sostenido. Cuando este pulso se remueve se queda seleccionada la posición hasta que se presenta un pulso en la posición contraria [25]. En la Figura 15, se puede observar una representación de la válvula biestable neumática.

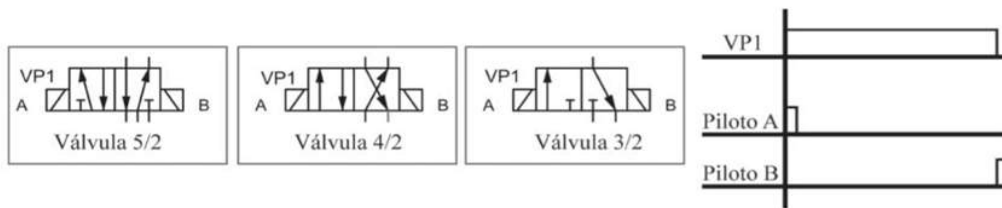


Figura 15. Válvula de tres posiciones neumática

• Válvula de tres posiciones: Esta válvula puede seleccionarse de 4 o 5 cuenta con dos pilotos eléctricos que estarán seleccionando las posiciones de los extremos. La posición central se seleccionará desde el inicio, indicando que no requiere la activación de alguno de los dos pilotos [25]. En la Figura 16, está representada la Válvula De Tres Posiciones Neumática.

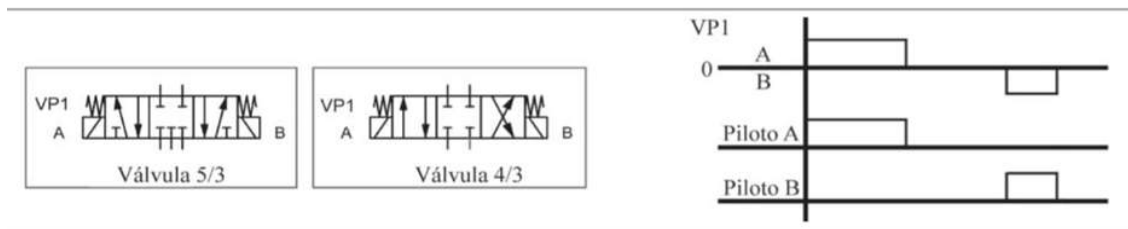


Figura 16. Válvula de tres posiciones neumática, (Tello, 2013)

#### VII-H. Sistema de control

Un PLC es un componente de control lógico programable que se utiliza en las industrias para automatizar los distintos procesos, el PLC comúnmente se lo conoce como computadores industriales que se utilizan en las distintas ramas de ingeniería y sirven para automatizar los procesos y obtener un resultado más eficaz porque efectúan su programación de forma continua, con las entradas y salidas controladas y su interfaz facilita el manejo de los equipos [10].

La operación de un sistema de control se refiere a la medición de las variables del proceso, teniendo en cuenta las relacionadas con los componentes básicos del sistema de control: sensores, transmisores, controladores y elementos finales de control. Tipos de señales más habituales: neumáticas, electrónicas o eléctricas y digitales. Las funciones del PLC constituyen, la lectura de las señales de los diferentes sensores del sistema de producción, el control es el que envía una señal a todos los elementos, permite al operador entender el estado del proceso, es posible modificarlo e introducirlo en el PLC a través del programa. [17].

Entre las ventajas del PLC se reconoce que ocupan un mínimo espacio, se ocupa menor tiempo en la instalación lo que disminuye el costo, se puede manipular una o varias máquinas a la vez, existe la probabilidad de que se modifique la

programación. Entre las desventajas se encuentra que el personal para el manejo de los equipos requiere de una continua capacitación para el aprendizaje del manejo de estos equipos automatizados, generalmente los costos son altos [21]. En la Figura 17 se detalla un equipo del sistema de control de PLC.



Figura 17. Software logo. (Siemens, 2022).

Dentro de los componentes, el software forma parte de la configuración de la automatización de los procesos industriales. Por tal motivo es importante detallar la descripción del software, tal como se indica a continuación.

#### VII-I. Descripción software

Logo Soft Comfort permite al usuario interactuar con la programación de un software mediante la selección de componentes. Al abrir el modo de programa de LOGO Soft Comfort aparece un esquema de conexiones vacío.

La mayor parte de la pantalla la ocupa el área dedicada a la creación de programas. Esta área se denomina interfaz de programación. En ella se disponen los botones y las combinaciones lógicas del programa.

Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical. [22].

En la Figura 18 se evidencian los programas que dan acceso al controlador. Las variables de entrada para la programación se ejecutan a través de tres botones, ON, OFF, STOP. Cuyas acciones indican el inicio del proceso, apagado del proceso y el paro de emergencia respectivamente. Dentro del programa existe una variable auxiliar que es un contador para el tiempo de la bomba de llenado en la funda plástica, una vez se haya terminado el proceso en el tiempo asignado, el siguiente proceso es el corte y sellado de la funda, luego se ejecuta la perforación para el agarre de la funda y finalmente se establece el tiempo de apertura de la compuerta para el almacenamiento de las fundas. El ciclo se repite consecutivamente hasta que el técnico pare y apague la máquina.

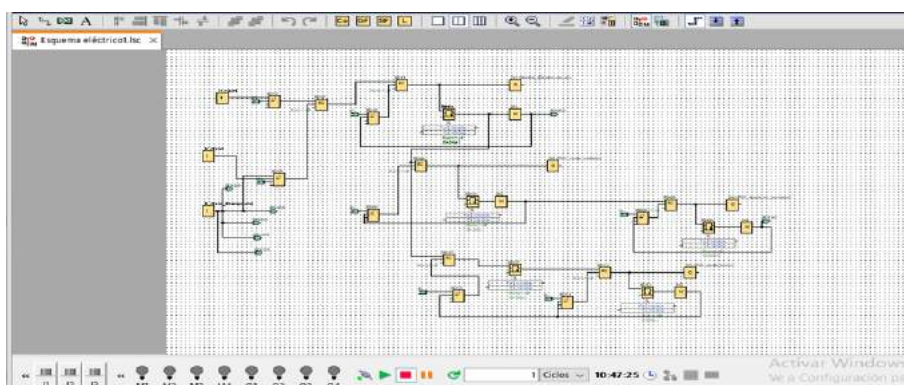


Figura 18. Software logo. (Siemens, 2022).

Como parte de los componentes del sistema de control se encuentran los lazos de control.

VII-II. *Lazo de control*: Lazo de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir, regular el comportamiento del sistema con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. [1] Existen varios tipos de lazo de control, los cuales se detallan a continuación.

Lazo de control cerrado: La característica del control en lazo cerrado es que hay retroalimentación del proceso al sistema de control a través del sensor, y es posible saber si la acción emitida al actuador se ejecuta correctamente en el proceso. La mayoría de los procesos en la industria utilizan lazo cerrado. Como ejemplo un aire acondicionado la variable es controlar la temperatura de la habitación, el sensor envía la información de la temperatura en tiempo real, el sistema de control del aire compara la información del sensor con los valores de referencia para ajustar la señal de salida al actuador.[3].En la Figura 19 se observa el proceso que permite identificar la intervención del lazo de control cerrado, identificándose la retroalimentación del mismo.

## Lazo Cerrado

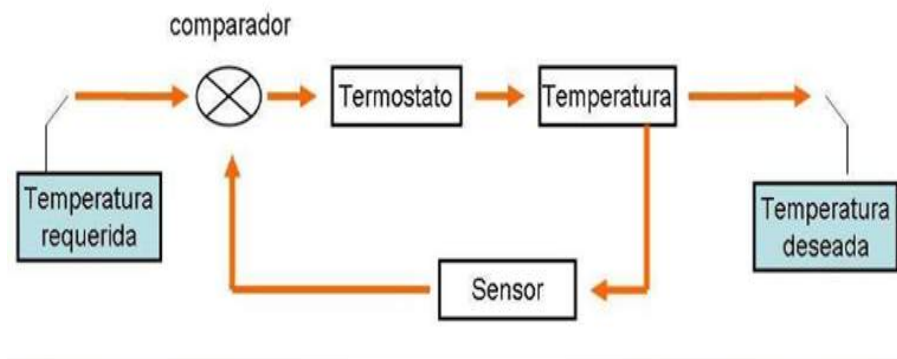


Figura 19. Software logo. (Siemens, 2022).

Lazo de control abierto: Un sistema de lazo abierto se caracteriza porque la información o las variables que controlan el proceso circulan en una sola dirección desde el sistema de control hacia el proceso. Ejemplo es una lavadora, dado que es un sistema que trabaja en base al tiempo y aun programa preestablecido, sin embargo, no mide la limpieza actual de la ropa. [5]. En la Figura 20 se observa el proceso que permite identificar la intervención del lazo de control abierto.

# Lazo Abierto



Figura 20. Lazo de control abierto. Adaptado de Sistemas de control (Moya, 2018).

Después de haber analizado los casos de lazo abierto y cerrado, se considera el sistema eléctrico que permite la circulación del flujo de corriente para el encendido, apagado y control de los dispositivos que forman parte del lazo abierto o cerrado.

## VII-J. Sistema Eléctrico

La electricidad es la forma de energía más utilizada hoy en día en la industria y en los hogares, con la finalidad de producir en grandes cantidades, transportar a largas distancias, transformar en otros tipos de energía y de consumir de forma limpia.

Un sistema eléctrico se define como el conjunto de instalaciones, conductores y equipos necesarios para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, a continuación, se describe los componentes eléctricos.[6].

**VII-JI. Contactores:** Los contactores eléctricos es el encargado de cerrar o abrir circuitos en carga o en vacía en los que intervengan cargas de intensidad que puedan producir algún efecto perjudicial, cuenta con una bobina que se alimenta por corriente alterna o continua, que se ocasiona un campo magnético que va a dejar que dos placas se una o separen.[8]. En la Figura 21, se puede observar el diseño de los contactores demuestra las placas.

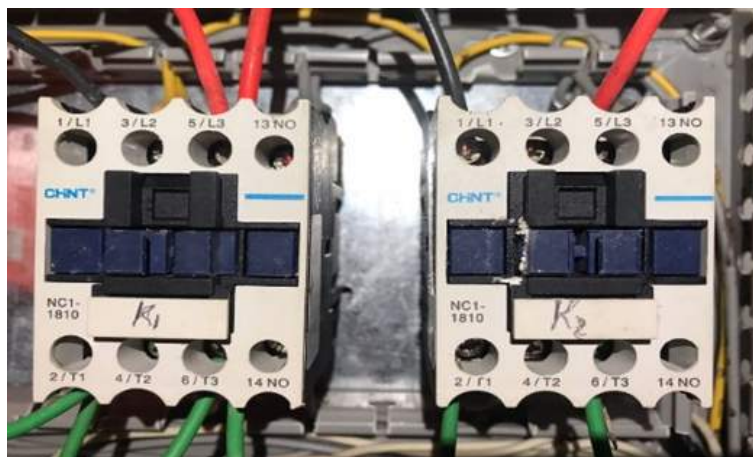


Figura 21. Contactores. Adaptado del sistema de contactores (Falcon, 2022).

VII-J2. *Temporizador analógico* : El temporizador es un componente eléctrico que controla la conexión de un circuito al abrir o cerrar, y se conecta a distintos componentes que permiten ponerlo en marcha.[14]. La Figura 22 identifica el temporizador analógico y su esquema de encendido y apagado.



Figura 22. Temporizador analógico.Adaptado (MECAFENIX, 2019).

VII-J3. *Selector*: Un selector eléctrico rotativo tiene la función de abrir o cerrar contactos de acuerdo con una posición seleccionada de manera manual [4]. La Figura 23 es parte de la representación del selector eléctrico.



Figura 23. Selector Fuente: (Dimae, 2020).

VII-J4. *Amperímetros analógicos*: El amperímetro es un componente eléctrico que permite medir la intensidad de la corriente que está pasando por un circuito.[4]. En la Figura 24, se observan los amperímetros analógicos que miden la intensidad de la corriente eléctrica.



## VIII. MARCO METODOLÓGICO

La metodología es la forma de describir y revisar el fondo de un problema que se ha planteado, mediante procedimientos particulares que incluye técnicas de recolección y observación de datos, analizando cómo se elabora el estudio [23].

### VIII-A. Metodología calidad de procesos LEAN

En este caso, el método Lean, se lo seleccionó considerando que permite la optimización de los procesos que se vinculan directamente con gestión y la productividad de la empresa. El objetivo es reducir la inversión que realiza la empresa, el tiempo en la solución de problemas y el esfuerzo por solucionarlos.

La metodología LEAN. Es parte de una filosofía de gestión empresarial, su creador fue el Japonés Taiichi Ohno que buscaba la eficiencia para mejorar la productividad, realizando en primer lugar, eliminar los desperdicios, además sirve para identificar las sobrecargas que ralentizan cada uno de los procesos que forman parte de la producción [12].

(Meza - Carreño , 2020). Manifiestan que:

La implementación de la metodología Lean, debe comenzar con un cambio en la cultura organizativa:

1. El valor para el cliente está orientado en generar un valor agregado al proceso.
2. Se comienza con la creación de valor, identificando los procesos que potencialicen la atención al cliente.
3. Se crea un flujo de trabajo continuo, se lo hace en la parte externa que busca crear el valor generado al máximo.
4. Mejora el proceso de salida, considerando la fluidez para las diferentes actividades de la empresa.

5. Implementar la mejora continua, permite que la medición se lo realice como parte de las alertas que buscan detectar las deficiencias.

“Las empresas a nivel mundial que han implementado la metodología Lean son: Caterpillar, Nike, Toyota, Kimberley-Clark Corporation, Intell, Textron, Ford, John Deere, entre otras” (Intedya, 2022). “En Ecuador, las empresas que se respaldan en la calidad de procesos Lean son: Difare, Pronaca, Artefacta” [24].

### VIII-B. La metodología LEAN se basa en los siguientes pasos los cuales serán para garantizar la calidad de proceso.

- **Materia prima** El proceso de la materia prima de la Empresa SUPER 33 4X4 se basa en la purificación de agua mediante el sistema de osmosis inversa sometiendo al líquido vital en proceso fisicoquímico para eliminar impurezas del agua, haciéndolo pasar a través de unas membranas semipermeables.

- **Control de calidad** El control de calidad del agua se lo realiza mediante un equipo electrónico TDS que mide las impurezas PPM (Partes Por Millón), si se comprueba que el TDS del agua que se está produciendo con este equipo ha aumentado, ello se debe a un mal funcionamiento de dicho equipo o es necesario reemplazar los filtros. Para garantizar el control de calidad del envase de un producto se debe analizar las fichas técnicas para verificar con que material lo elaboran ya que son alimentos de consumo humano regidos a la norma NTE INEN 2200 de agua purificada y envasada.

Los cierres de los envases utilizados para el agua purificada deben ser herméticos y garantizar que el envase no ha sido abierto después de llenado y antes de la venta al consumidor.

Los envases utilizados deben presentar un sellado seguro e inviolable de modo que no se evidencien pérdidas de su contenido.

- **Comercialización** La comercialización es el conjunto de acciones y procedimientos para introducir eficazmente los productos en el sistema de distribución. Una vez ejecutado el pedido se recoge el producto en las bodegas de almacenamiento, el transporte asignado para la distribución es un camión cuyas medidas de almacenamiento son de 2 por 4 metros en el cual ingresaría 440 gavetas en las que caben 10 unidades de 4 litros. Cada una de las rutas a las que están asignadas las ventas, poseen letreros del producto que son atractivos a la vista del usuario y crean un mensaje de que el producto es puro y saludable para el consumo humano.

La evaluación y diagnóstico del equipo queda explicado en el desarrollo de los componentes que se asocia con el sistema de fallos del equipo.



## IX. EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA MAQUINA ENVASADORA

La empresa SUPER 33 4X4 se dedica a la elaboración y comercialización de agua purificada y envasada en bolsas de plástico en distintas presentaciones, presenta fallas en el mecanismo. El estado de la máquina se puede apreciar en la siguiente Figura.



Figura 26. Máquina para el sellado y envase de fundas de agua purificada

En el mismo ámbito, al revisar el historial de fallos se divisó que, desde el 7 de marzo del 2019 hasta el 2 de abril del mismo año, se registraron 111 producto no conformes por sellado deficiente fallos, evidenciándose que algunas piezas comenzaron a fallar potencialmente en el proceso del equipo de envasado y sellado.

Uno de los componentes más importantes en el control de fallos se vincula directamente con el Control Estadístico de Procesos que permite supervisar la probabilidad de que se produzca un fallo potencial, identificando la causa específica cuando sucede la repetición de los fallos, lo que permite que se emerjan posibles soluciones que pueden ser controladas por la frecuencia del suceso en la máquina, convirtiéndose en los datos del fallo encontrado.

El control que se realicen de los fallos, mediante el uso de las estadísticas permite al fabricante a cambiar de diseño del equipo, en caso de que los errores persistan se deben tomar las decisiones adecuadas para la reparación del sistema del fallo, reduciendo la probabilidad de que vuelvan a producirse los mismos errores del equipo. La metodología AMEF permitió estimar los diferentes fallos de la máquina selladora y envasadora de agua purificada y sus componentes, determinar cuándo se detectan más fallas, entonces menor será el Índice de Riesgo y menor las diferentes situaciones que en el futuro van a necesitar la intervención de equipos técnicos para corregir los fallos encontrados. Dentro de este espacio del diagnóstico se debe realizar la identificación de los sistemas de fallos.

### IX-A. Identificación de sistemas de fallos en la máquina selladora y envasadora de agua purificada


Se realizó una evaluación de toda la máquina y se procedió a identificar los diferentes sistemas de los compones de la máquina, identificándolos con niveles dentro del mismo sistema, en el que se identificaron varios daños en sus componentes que ocasionan fallos en los sistemas, para valorar adecuadamente se ha clasificado la maquina en los sistemas mostrados en la tabla 1.

SISTEMA	CÓDIGO
Control y mando	X
Sellado y corte	Y
Llenado	Z
Neumático	H

Cuadro I  
SISTEMA Y CÓDIGO.

*IX-B. Evaluación de los componentes de los sistemas*

Se identificaron los diferentes sistemas de la máquina y proceder al desmontaje de cada componente para evaluar su estado, la finalidad de esta actividad es determinar la funcionalidad de los componentes para identificar las áreas de repotenciación, en esta actividad se determina que elementos deben ser reemplazados y cuales se pueden reutilizar.


SISTEMA DE CONTROL Y MANDO (X)				
ESQUEMA				
OBSERVACIONES: La mayoría de los cables sueltos y en mal estado, muchos tornillos y terminales oxidados, algunos elementos desconectados.				
				
COD.	PARAMETRO	DETALLE	EVALUACION	CONCLUSION
X - 1	Elemento	Temporizador 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Autonics		
	Serie	ATS8-41		
	Cantidad	1		
X - 2	Elemento	Temporizador 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Camsco		
	Serie	AH3		
	Cantidad	7		
X - 3	Elemento	Contactores 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Chint		
	Serie	NC11-1810		
	Cantidad	4		
X - 4	Elemento	Contactador 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Chint		
	Serie	NC11-0910		
	Cantidad	2		
X - 5	Elemento	Contactador Aux 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Chint		
	Serie	NCF1-11C		
	Cantidad	2		
X - 6	Elemento	Contactador Aux 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Siemens Sirius		
	Serie	3RT20171AN61		
	Cantidad	2		

	Material	Varios		
X - 7	Elemento	Relay 220V	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Relpol		
	Serie	LP86957		
	Cantidad	6		
	Material	Varios		
X - 8	Elemento	Supervisor de Voltaje	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	ICM		
	Serie	491		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
X - 9	Elemento	Transformador de Medición	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Camsco		
	Serie	600A-5º		
	Cantidad	2		
	Material	Varios		
X - 10	Elemento	Breaker	Terminales oxidados	Recambio
	Marca	Schneider		
	Serie	C25		
	Cantidad	4		
	Material	Varios		
X - 11	Elemento	Transformador Monofásico	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Tecno-Trans		
	Serie	750VA-500VA		
	Cantidad	2		
	Material	Varios		
X - 12	Elemento	Amperímetros analógicos	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Camsco		
	Serie	CP-72		
	Cantidad	3		
	Material	Varios		
X - 13	Elemento	Potenciómetro	Tecnología antigua obsoleta	Recambio por potenciómetro industriales
	Marca	Eaton Wiring		
	Serie	Giratorio 60000W		
	Cantidad	3		
	Material	Varios		
X - 14	Elemento	Selectores	Elemento de baja potencia	Recambio por selectores de 2 tiempos
	Marca			
	Serie			
	Cantidad	4		
	Material	Varios		

X - 15	Elemento	Botón de Emergencia	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Tramontina		
	Serie	TRP2		
	Cantidad	1		
X - 16	Material	Varios	Operativo y funcional	Reutilizables
	Elemento	Botón encendido		
	Marca	VOLTO		
	Serie	ZBE-101		
X - 17	Cantidad	1	Operativo y funcional	Reutilizable
	Material	Varios		
	Elemento	Controlador temperatura		
	Marca	ICMEN		
X - 18	Serie	XMTD	Operativo y funcional	Reutilizable
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
	Elemento	Selector Switch		
X - 19	Marca	Siemens	Operativo y funcional	Reutilizable
	Serie	3sb3400-0b		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
X - 19	Elemento	Caja de control	Operativo y funcional	Reutilizable
	Marca	Varios		
	Serie	Varios		
	Cantidad	1		
	Material	Aluminio		

Cuadro II  
SISTEMA Y CÓDIGO.

**Tabla 3: Sistema de sellado y corte**

SISTEMA DE SELLADO Y CORTE (Y)				
ESQUEMA				
OBSERVACIONES GENERALES: Reemplazar ciertas partes y hacer un mantenimiento general.				
				
COD.	PARÁMETRO	DETALLE	EVALUACION	DIAGNOSTICO
Y - 1	Elemento	Mordazas	Operativo y funcional	Reutilizable
	Cantidad	3		
	Material	Aluminio AISI 6101		
Y - 2	Elemento	Soporte mordaza	Operativo y funcional	Reutilizable
	Cantidad	7		
	Material	Aluminio AISI 6101		
Y - 3	Elemento	Niquelina	Quemadas por recalentamiento	Recambio
	Cantidad	3		
	Material	Bronce		
Y - 4	Elemento	Seguro de niquelina	Oxidados	Recambio
	Cantidad	6		
	Material	Varios		
Y - 5	Elemento	Cuchillas para perforado	Presenta residuos de plástico	Reutilizable
	Cantidad	1		
	Material	Varios		

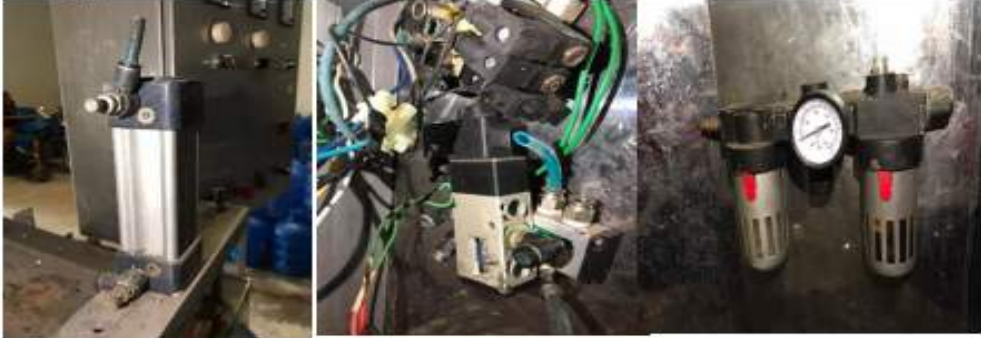
Cuadro III  
SISTEMA DE SELLADO Y CORTE.

**Tabla 4: Sistema de llenado**

SISTEMA DE LLENADO (Z)				
ESQUEMA				
OBSERVACIONES GENERALES: Presentan soldaduras un poco gruesas que ocasionaria que el plástico se dañe, la cubierta llena de suciedad.				
				
COD.	PARÁMETRO	DETALLE	EVALUACION	DIAGNOSTICO
Z - 1	Elemento	Tubo de Carga	Soldadura en mal estado	Reutilizable
	Cantidad	1		
	Material	Acero Inoxidable AISI 304		
Z - 2	Elemento	Bomba de presión	Empaques en mal estado, goteo de agua	Reutilizable
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
	Marca	WHIRLPOOL		
	Serie	WBH100		

Cuadro IV  
SISTEMA DE LLENADO.

**Tabla 5: Sistema neumático**

SISTEMA NEUMATICO (H)				
ESQUEMA				
OBSERVACIONES GENERALES: El sistema neumático está completamente lleno de polvo, aceite y grasa todas las mangueras partidas y faltan piezas.				
				
COD.	PARÁMETRO	DETALLE	EVALUACIÓN	DIAGNOSTICO
H - 1	Elemento	Unidad FRL	Filtros, empaques rotos	Recambio
	Marca	RIH		
	Serie	F95		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
H - 2	Elemento	Manguera Neumática	Viejas, tostadas	Recambio
	Marca	MARCH		
	Serie	12 - 14 mm		
	Cantidad	5 metros		
	Material	Poliuretano		
H - 3	Elemento	Racores	Acoples rotos	Recambio
	Marca	Schwarz		
	Serie	224 - 365		
	Cantidad	20		
	Material	Varios		
H - 4	Elemento	Cilindro	Empaques, gorrines tostados	Reutilizable
	Marca	SHAKO		
	Serie	IC40B45112		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
H - 5	Elemento	Cilindro		
	Marca	SHAKO		
	Serie	IC50L45113		

	Cantidad	1	Empaques, gorrines tostados	Reutilizable
	Material	Varios		
H – 6	Elemento	Gato Neumático	Empaques, gorrines tostados	Reutilizable
	Marca	SHAKO		
	Serie	ICE200		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
H – 7	Elemento	Cilindro pequeño	Empaques, gorrines tostados	Reutilizable
	Marca	SHAKO		
	Serie	M35		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		
H – 8	Elemento	Electroválvula	Conectores eléctricos dañados	Recambio
	Marca	QSPC		
	Serie	4V210-08		
	Cantidad	2		
	Material	Varios		
H – 9	Elemento	Electroválvula	Conectores eléctricos dañados	Recambio
	Marca	CHANTO		
	Serie	VEC1110A11		
	Cantidad	1		
	Material	Varios		

Cuadro V  
SISTEMA NEUMÁTICO.



IX-C. Conclusión de la evaluación

La evaluación de los elementos en el estado que se encuentra la envasadora se organiza en dos categorías: reutilizables, recambio, el número total de elementos que se analizaron y los resultados de cada uno de ellos se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Elementos analizados**

Elementos analizados				
Sistemas	N.º de elementos	Categoría	Cantidad	Porcentaje
Control y mando	19	Reutilizables	17	89%
		Recambio	2	11%
Sellado y corte	5	Reutilizables	3	60%
		Recambio	2	40%
Llenado	2	Reutilizables	2	100%
		Recambio	0	0%
Neumático	9	Reutilizables	4	44%
		Recambio	5	56%
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	Reutilizables	26	74%
		Recambio	9	26%

Cuadro VI  
ELEMENTOS ANALIZADOS.

Se evaluaron 35 elementos y de los cuales 26 son reutilizables ya que se procedió a probar su funcionamiento a cada uno de ellos como por ejemplo los contactores, relé, transformadores se presentaban en óptimas condiciones, mientras que, otros 9 elementos no se pueden reutilizar, los breaker que presentan sus conectores oxidados, los potenciómetros son de tecnología antigua, los contactores deben ser de 2 tiempos, niquelinas recalentadas, los seguros de niquelina oxidados, la unidad FRL de mantenimiento presenta sus filtros rotos, manguera y acoples del sistema neumático rotas y tostadas, las electro válvulas presentan sus conectores rotos tanto deben ser remplazados por elementos nuevos que se requieran en el proceso repotenciación y automatización.

En base a las conexiones físicas de la maquina se levantó el diagrama mostrado en la siguiente figura , para determinar la lógica con la que funciona la maquina y posteriormente generar una propuesta.

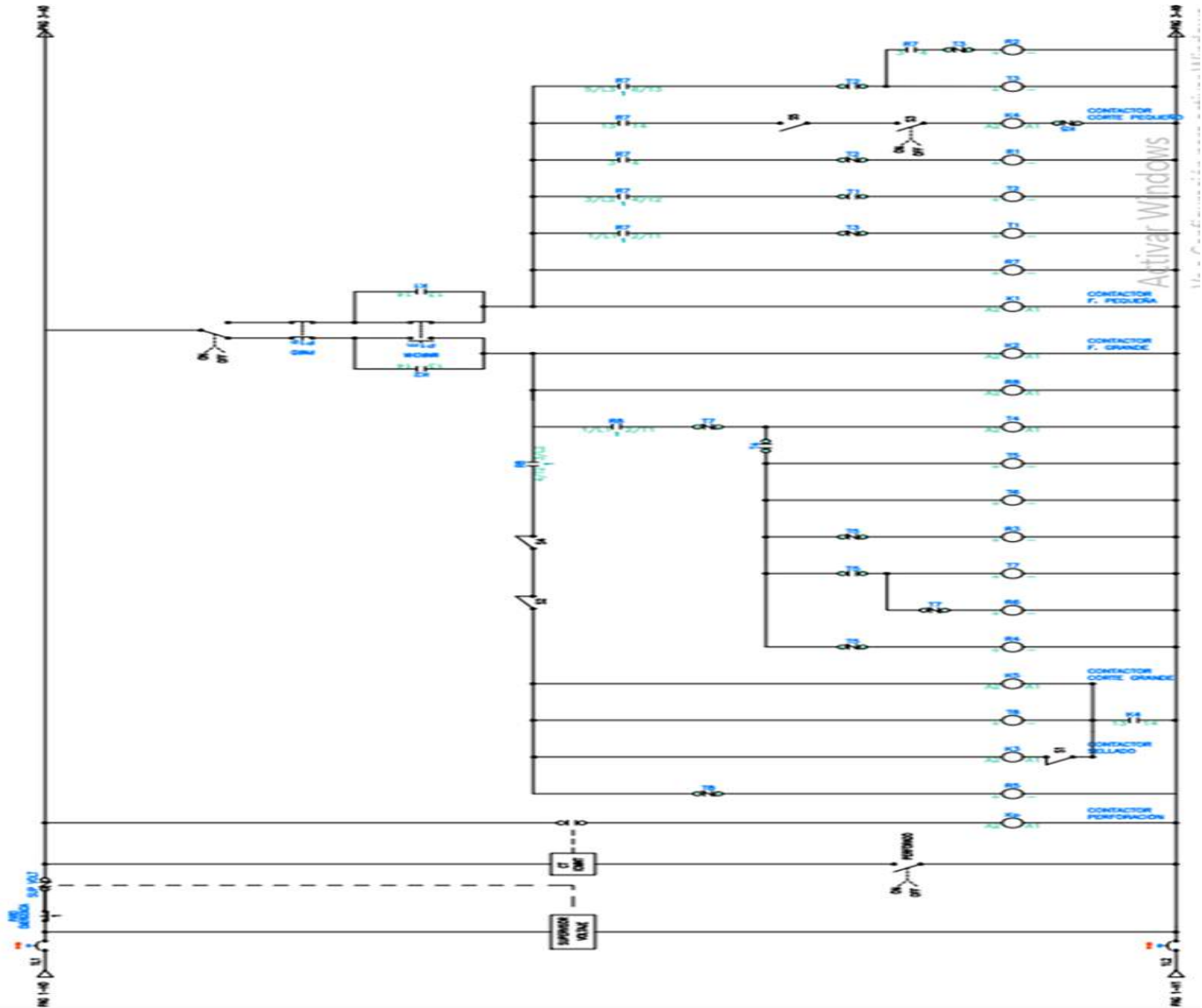


Figura 27. Diagrama de Control

El diagrama de potencia de la siguiente figura muestra las conexiones de motores.

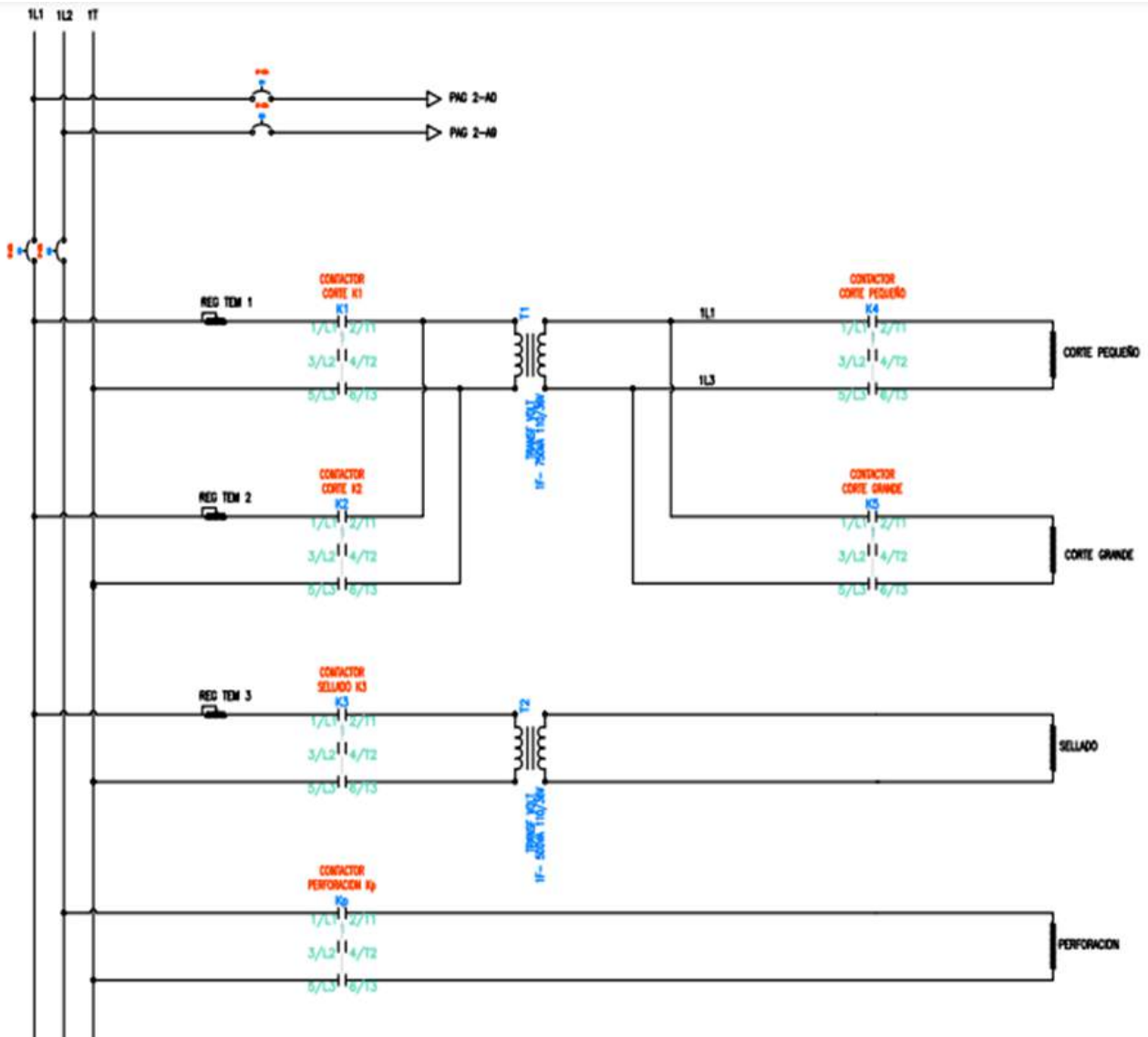


Figura 28. Diagrama de Potencia

## X. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

En la máquina envasadora mostrada en la Figura 29, la alimentación de líquido purificado proviene a través de una bomba, este flujo es controlado mediante una válvula de presión neumática que regula la salida del líquido a través de un tubo de acero inoxidable. En la máquina disponible en la empresa, se utiliza un plástico tipo manga como envase, dicha manga es introducida manualmente por un operador en el tubo de acero inoxidable. Posteriormente, el operador asegura la funda en la mordaza compuesta de dos niquelinas destinadas para realizar el sellado y corte. El primer sellado se logra activando un actuador neumático, inmediatamente comienza el llenado hasta obtener la cantidad exacta de líquido, una vez finalizado el proceso de llenado se procede al sellado y corte de la funda. Finalmente, se abre un compartimiento que permite el almacenamiento de la funda en una gaveta plástica.



Figura 29. Máquina Selladora y Envasadora

Uno de los problemas encontrados en la máquina, corresponde al sistema de sellado. A continuación. En la sección anterior se diagnosticó y evaluó cada uno de los sistemas de los que está compuesto la máquina, para poder ver todas las áreas que necesitan repotenciación y sustitución de elementos, para así llevar la máquina a óptimas condiciones, a continuación, se explica el proceso realizado para validar el funcionamiento de la misma.

#### Sistema Mecánico

En el sistema mecánico según el fabricante esta hecho en su mayoría por acero de transmisión AISI 304 cuyo sistema comprende de 2 mordazas y una bandeja de salida, la cual cada una de las mordazas cuenta con 2 ejes guía ubicado a cada extremo. Para poner a punto el sistema mecánico del sellado horizontal, los ejes guía deben revisarse para asegurarse de que nada impida su deslizamiento para que las mordazas puedan alinearse, cerrarse de forma lineal y sincronizarse para que su accionamiento sea realice sin dificultad.

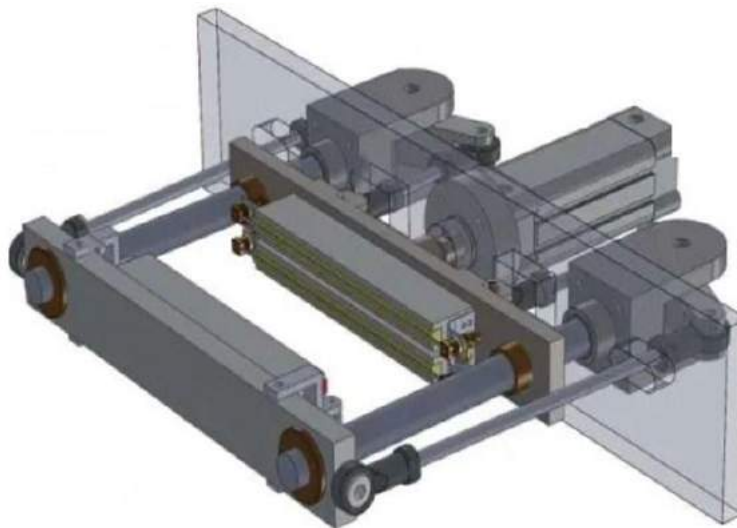


Figura 30. Mordaza horizontal de 4 Litros

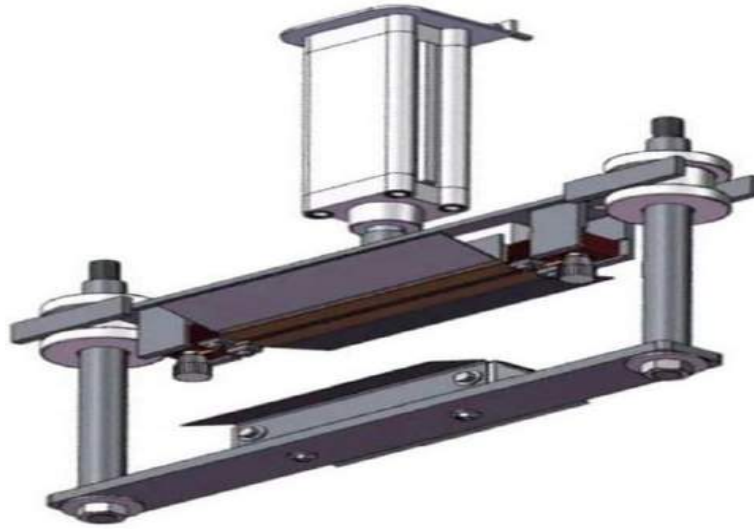


Figura 31. Mordaza horizontal de presentación de 500ml

Su funcionamiento es independiente, para realizar un sellado y corte adecuado se debe tomar en cuenta la fuerza que ejerce la mordaza sobre la funda, por este motivo se calcula la fuerza necesaria.

Para determinar la fuerza ejercida por la mordaza se mide diámetro del cilindro que acciona la mordaza, se utilizó la siguiente ecuación de fuerza.

$$Fuerza [N] = Presion [Pa] * Superficie [m^2]$$

4 litros  
 Datos  
 Diámetro del cilindro = 63mm  
 Presión = 6 bar

$$Superficie = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{(0,063m)^2}{4} = 0,00312m^2$$

$$Presion = 6bar \frac{10^5 Pa}{1bar} = 6 * 10^5 Pa$$

$$F = 6 * 10^5 Pa * 0,00312m^2 = 1870,3N$$

500 ml  
 Datoszzz  
 Diámetro del cilindro = 40mm  
 Presión = 6 bar

$$Superficie = \pi \frac{D^2}{4} = \pi \frac{(0,040m)^2}{4} = 0,00126m^2$$

$$Presion = 6bar \frac{10^5Pa}{1bar} = 6 * 10^5Pa$$

$$F = 6 * 10^5Pa * 0,00126m^2 = 753,98N$$

Después de analizar la fuerza con la que se ejerce el sellado y corte en la mordaza, es importante el desempeño adecuado del sistema de sellado en virtud que es etapa crítica del proceso, en donde se presenta la mayor parte de producto no conforme como se mencionan en secciones anteriores. Para esto mediante simulación se identificaron los siguientes parámetros: esfuerzo máximo, flexión máxima, puntos de concentración de esfuerzo. Se muestra en la siguiente figura.

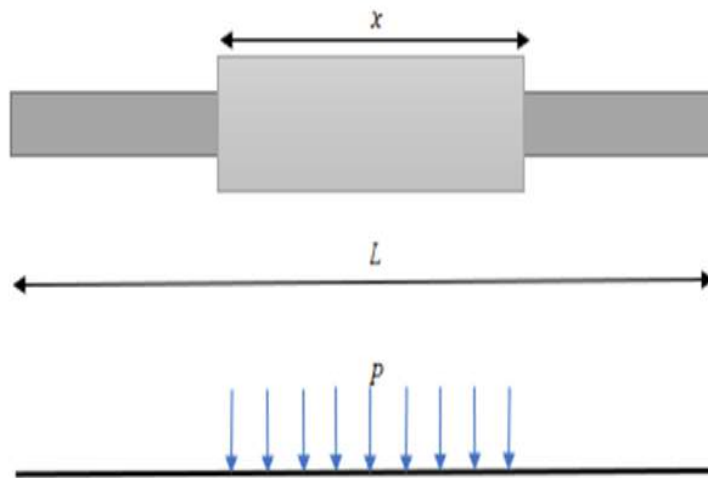


Figura 32. Mordaza horizontal de presentación de 500ml

Cálculos para determinar los esfuerzos en la viga Debido a que la niquelina calienta el plástico y mantiene suspendida la funda de agua; se ha diseñado dos barras que soportan diferentes cargas para establecer el esfuerzo normal máximo a lo largo del prisma. La primera barra es una viga de acero de 38 cm la cuál soporta una carga de 500 ml de agua. Debido a que las dimensiones son más pequeñas la inercia transversal es menor que la viga que soporta los 4 litros. Para el cálculo de los esfuerzos, se utiliza el momento máximo ejercido por las cargas de agua entre el módulo seccional transversal de cada viga. Obteniendo así un esfuerzo de 1.72E4 [N/m<sup>2</sup>] lo cual se puede observar en la siguiente Tabla No.7

<b>Vol. Agua</b>	<b>V [ml]</b>	500	4000
<b>Ancho</b>	<b>a [m]</b>	0,06	0,05
<b>Altura</b>	<b>h [m]</b>	0,03	0,1
<b>Longitud</b>	<b>L [m]</b>	0,38	0,44
<b>Niquelina</b>	<b>x [cm]</b>	25	31
<b>Carga de agua</b>	<b>P [N/m]</b>	12,895	89,091
<b>Momento max</b>	<b>M max [Nm]</b>	0,155	1,437
<b>Inercia Transv.</b>	<b>I [m4]</b>	1,35E-07	4,17E-06
<b>Dist. Max</b>	<b>y [m]</b>	0,015	0,05
<b>Esf. Normal</b>	<b><math>\sigma</math> [N/m<sup>2</sup>]</b>	1,72E+04	1,72E+04

Cuadro VII  
CÁLCULOS PARA DETERMINAR LOS ESFUERZOS DE LA VIGA

#### X-A. Sistema de sellado y corte

Posteriormente después de diagnosticar el sistema se verifico que la mayoría de sus componentes se encontraban averiados, la cual se procedió al reemplazo de cada uno ellos, tales como las niquelinas que se encontraban recalentadas, por lo que se instalaron niquelinas nuevas conservando sus características. Adicionalmente colocó en la parte inferior y superior teflón debido a que el que se encontraba instalado ya presentaba roturas y suciedad.

A continuación, se muestran las características de las mordazas y niquelinas en cada una de las presentaciones.

Mordaza y niquelina de empaque de 500 MI y 4 litros El sellado se lo realiza mediante una niquelina plana colocada en la mordaza vertical móvil, la cual es empujada con una fuerza determinada por medio de un cilindro de doble efecto, la funda se unirá mediante termosellado, en este caso se dispone de 2 presentaciones que tiene las siguientes características de la mordaza y la niquelina.

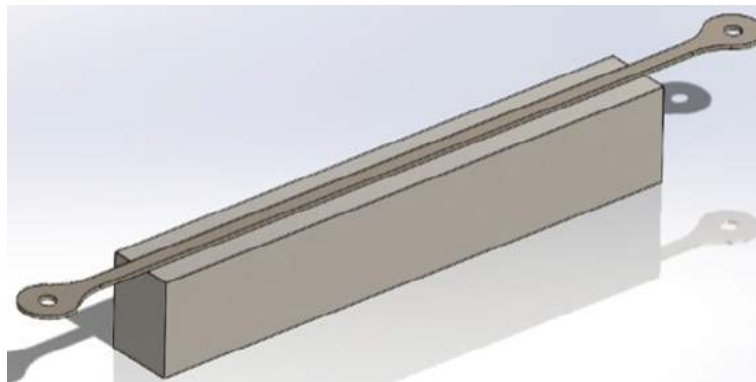


Figura 33. Mordaza y niquelina de empaque de 500 ml

Medida	Mordaza	Niquelina
Longitud	27 cm	31 cm
Ancho	2.5 cm	3 mm

Cuadro VIII  
CARACTERÍSTICAS DE MORDAZA Y NIQUELINA

Al efectuar el sellado del plástico es realizado por medio del calor transmitido por resistencias eléctricas, para el formado de la manga en funda, y así obtener el producto requerido; para efectuar este proceso con la presentación de 4 litros se tiene en cuenta las siguientes características.

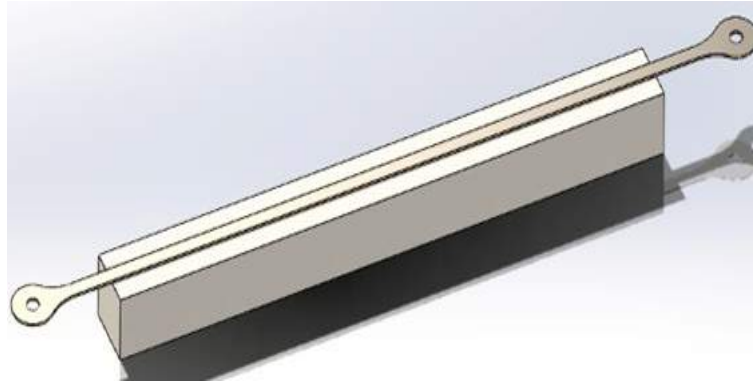


Figura 34. Mordaza y niquelina de empaque de 4 litros

Medida	Mordaza	Niquelina
Longitud	27 cm	31 cm
Ancho	2.5 cm	3 mm

Cuadro IX  
CARACTERÍSTICAS DE MORDAZA Y NIQUELINA

Para ejercer el sellado y corte de la maquina las mordazas deben ser accionadas y se debe realizar mediante el sistema neumático que a través de los cilindros de doble efecto permiten el recorrido de ellas.

#### X-B. Sistema neumático

El sistema neumático de la maquina está conformado por un compresor que es el encargado de alimentar el aire comprimido controlado por una unidad de mantenimiento, cuenta con 5 electroválvulas 5/2 monoestable, 5 cilindros neumáticos de doble efecto las cuales están conectados por mangueras de propileno de 6mm, todo el sistema está controlado por un LOGO, se analizará cada uno de los componentes que contiene la máquina.



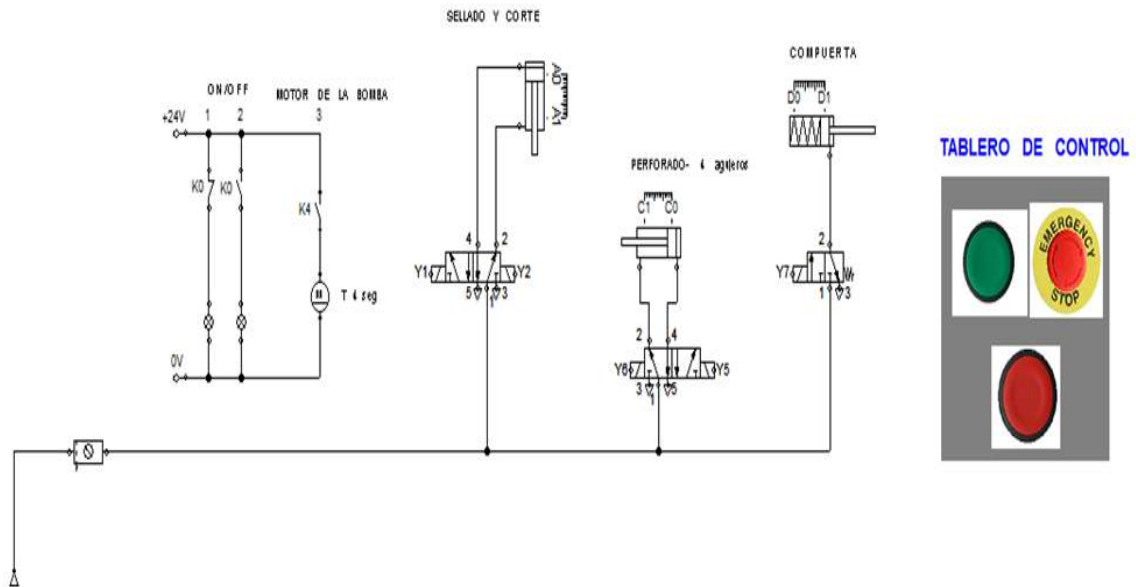


Figura 35. Diagrama en Fluid sim

En la figura se aprecian las partes neumáticas, tres indicadores led, uno para el encendido, apagado y paro de emergencia; también se puede observar la parte de la bomba, los cilindros de doble efecto que están divididos en tres ciclos, el primero realiza el corte y sellado, el otro cilindro que hace el perforado y el último apertura de la compuerta que son controlados por electroválvulas 5/2.

Para funcionamiento del sistema neumático, se requiere de un generador de aire comprimido que se trata a continuación.

#### Compresor

La función del compresor en la máquina envasadora es generar aire comprimido para accionar el sistema mecánico.

ELEMENTO	COMPRESOR
MARCA	BLACK&DECKER
SERIE	005854201319-DR
POTENCIA	2 HP
TIPO	120 V
VOLUMEN	50 L
PRES.MAX	120 psi

Cuadro X  
CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR BLACK-DECKER

Se eligió el compresor BLACK-DECKER porque la capacidad de consumo de aire es similar a la máquina envasadora; cuyos cálculos muestran una presión de 80 psi, mientras que la capacidad máxima del compresor es 120 psi



Figura 36. Compresor BLACK-DECKER

Los elementos de protección en un circuito neumático son los encargados de eliminar impurezas y protegerlo. Estos componentes poseen un tiempo de vida útil y se pueden averiar debido al exceso de impurezas que fluyen dentro del sistema.

#### Unidad de mantenimiento

Para asegurar el correcto funcionamiento del circuito y evitar impurezas se utiliza filtros de aire comprimido, como unidades de mantenimiento. Uno de los antecedentes para repotenciar la maquina fue la falta de mantenimiento; puesto que existía un elemento averiado que no permitía regular el flujo de aire comprimido al ingresar a las mangueras conductoras; se procedió a remplazar el filtro de aire, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

<b>MARCA</b>	<b>AIRFIT</b>
<b>SERIE</b>	<b>LEO-D-MDI</b>
<b>TIPO</b>	<b>B1a11</b>
<b>CAPACIDAD</b>	<b>16bar-232psi</b>
<b>MEDIDA</b>	<b>G1/2"</b>

Cuadro XI  
CARACTERÍSTICAS DEL FILTRO DE AIRE

La máquina envasadora necesita un fluido de aire comprimido controlado, por lo que se eligió la unidad de mantenimiento marca AIRFIT que brinda las características como un regulador de aire que cuenta con un bloqueo, así graduándolo en la presión requerida y dejándola fija para que nadie pueda manipular lo establecido.



Figura 37. Unidad de mantenimiento marca AIRFIT

Luego de los filtros de aire se conectan las mangueras que conducen el flujo hacia las electroválvulas que están diseñadas para controlar el paso de un fluido mediante las posiciones de abierto o cerrado.

### Electroválvulas

La electroválvula es un dispositivo electroneumático que sirve para controlar la dirección de flujo del aire. Anteriormente, la máquina envasadora disponía de electroválvulas averiadas las cuales fueron sustituidas con elementos nuevos de las mismas características.

La máquina cuenta con 5 electroválvulas 5/2 monoestable, cuyas características se detallan en la siguiente tabla.

MARCA	JELPC
SERIE	J4V210-08
TIPO	5/2 monoestable
VOLTAJE	24 V

Cuadro XII  
CARACTERÍSTICAS DE LA ELECTROVÁLVULA

Se seleccionan las electroválvulas 5/2 monoestable porque necesitan alimentar cilindros de doble efecto. La función de la válvula es recibir una señal neumática en la conexión 3; al retirarse la señal, la válvula vuelve a su posición inicial por efecto de muelle, para cada posición del vástago la válvula cuenta 2 escapes que permiten la entrada y salida de aire.



Figura 38. Electroválvulas 5/2 monoestable

Con lo anterior expuesto, se procede a explicar los elementos utilizados para distribución de aire en el sistema neumático.

### Mangueras y Racores

Para distribuir el aire en el sistema neumático a cada elemento se utilizaron mangueras de poliuretano, debido a que la máquina no se encontraba en la línea de producción, las mangueras se rompieron provocando fugas de aire y rupturas a la entrada de los elementos. Adicionalmente se reemplazó el sistema neumático, todas las mangueras y accesorios que tengan las siguientes características que se muestran en la siguiente Tabla.

ELEMENTO	TIPO	CANTIDAD
Manguera	6mm	8 metros
Racor	6mmX1/4	2
Racor	6mmX3/8	2
Racor	6mm	8
Racor	6mmX1/4	10
Racor	10mmX1/2	2

Cuadro XIII  
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO

Se reemplazaron todas las mangueras y racores en el sistema neumático para tener un adecuado suministro de aire eliminando las fugas.



Figura 39. Mangueras y racores

### Cilindros neumáticos

La máquina envasadora contaba con distintos cilindros neumáticos de fábrica, la cual no se encontraban en perfectas condiciones, se realizó el mantenimiento para ser reutilizados. Las características técnicas y su funcionamiento de los cilindros neumáticos se detallan en la siguiente Tabla.

	Elem.	Vástago	Embolo	Carrera	Diámetro	Tipo	Función
1	cilindro	8mm	20mm	25mm	20mm	Doble efecto	Este cilindro este encargado de controlar el fluido de llenado en los envases.
2	cilindro	16mm	40mm	100mm	40mm	Doble efecto	Mediante este cilindro realizamos el corte y sellado de los envases de 500 ml.
3	cilindro	20mm	63mm	100mm	63mm	Doble efecto	Mediante este cilindro el corte y sellado de los envases de 4 litros.
4	cilindro	8mm	20mm	25mm	20mm	Doble efecto	Este cilindro <u>esta encargado</u> de hacer los orificios al envase para poderla sujetar.
5	cilindro	12mm	25mm	150mm	25mm	Doble efecto	Mediante este cilindro se apertura la compuerta para que el envase sea depositado en una gaveta.

Cuadro XIV  
CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS CILINDROS NEUMÁTICOS

Adicionalmente, si uno de los cilindros neumáticos llega a presentar fallas por deterioro, puede ser remplazado por cualquier cilindro tomando en cuenta sus especificaciones técnicas, así permitirá ajustarse a los requerimientos de la máquina



Figura 40. Cilindro neumático

Para disponer de aire es importante conocer el consumo de todo el circuito neumático, se realiza los cálculos de los actuadores que posee la máquina para determinar el consumo total y elegir la capacidad del compresor:

#### X-C. Cálculos de consumo de aire

Para calcular el consumo de aire comprimido en el vástago de un cilindro en sus carreras, se procede a realizar la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{\pi}{4} (d1^2 - d2^2) * h(6 + 1) * 10^{-6}$$

Q= Consumo de aire por mm de carrera (mm)  
d1= Diámetro del embolo (mm)

d2=Diámetro del vástago (mm)

h=Carrera (mm)

p=presión relativa de funcionamiento (bar)

Cilindro de llenado

Q=

d1=20 mm

d2=8 mm

h=25 mm

p=6 bar

$$Q_1 = \frac{\pi}{4}(20mm^2 - 8mm^2) * 25mm(6 + 1) * 10^{-6}$$

$$Q_1 = 0.046 l$$

Cilindro sellado y corte 500 ml

Q=

d1=40mm

d2=16mm

h=100mm

p=6 bar

$$Q_2 = \frac{\pi}{4}(40mm^2 - 16mm^2) * 100mm(6 + 1) * 10^{-6}$$

$$Q_2 = 0.738 l$$

Cilindro sellado y corte 4 litros

Q=

d1=63mm

d2=20mm

h=100mm

p=6 bar

$$Q_3 = \frac{\pi}{4}(63mm^2 - 20mm^2) * 100mm(6 + 1) * 10^{-6}$$

$$Q_3 = 1.962 l$$

Cilindro perforado de funda

Q=

d1=20mm

d2=8mm

h=25mm

p=6 bar

$$Q_4 = \frac{\pi}{4}(20\text{mm}^2 - 8\text{mm}^2) * 25\text{mm}(6 + 1) * 10^{-6}$$

$$Q_4 = 0.046 \text{ l}$$

Cilindro apertura de bandeja

Q=

d1=25mm

d2=12mm

h=150mm

p=6 bar

$$Q_5 = \frac{\pi}{4}(25\text{mm}^2 - 12\text{mm}^2) * 150\text{mm}(6 + 1) * 10^{-6}$$

$$Q_5 = 0.397 \text{ l}$$

El consumo total de aire se lo determine por el numero accionamientos que realiza cada elemento en el transcurso de un minuto, la maquina envasadora realiza 20 accionamientos por minuto en cada uno de los cilindros.

$$Q_T = Q_1(20) + Q_2(20) + Q_3(20) + Q_4(20) + Q_5(20)$$

$$Q_T = 20(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$$

$$Q_T = 20(3.189 \text{ [l]})$$

$$Q_T = 63.78 \text{ l}$$

El sistema neumático propuesto necesita elementos que activen y desactiven los elementos según una secuencia de funcionamiento, en la siguiente sección se tratara sobre el desarrollo del sistema de control y mando.

#### X-D. Diagrama de secuencia de funcionamiento

Dado que el sistema de control y mando de la envasadora no funcionaba, fue necesario diseñar uno nuevo, en el que se ocuparan la mayoría de los elementos ya presentes en la máquina. Conforme el funcionamiento de la máquina y los requisitos establecidos, se establece una lógica de control y mando en las distintas áreas donde se evaluó cada uno de los componentes, así permite llevar a punto la máquina, cumpliendo cada uno de sus ciclos en cada tiempo establecido. En el rediseño se utilizó Logosoft confort ya que es el software compatible con el controlador, además nos brinda un libre acceso a la programación mediante la PC, porque su función es controlar tareas de control y procesos. Se lo observa en las siguientes Figuras.

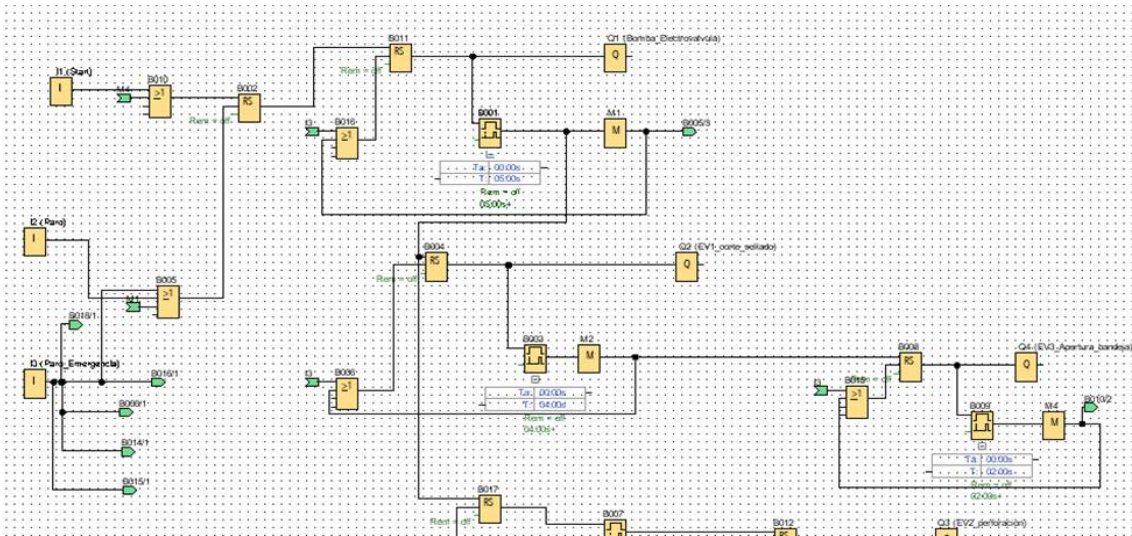


Figura 41. Secuencia de funcionamiento

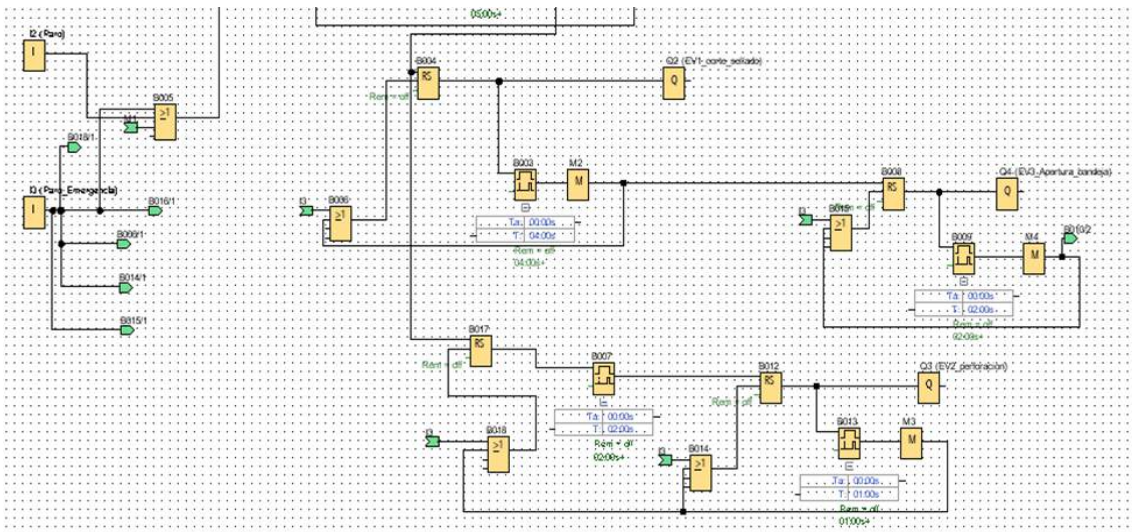


Figura 42. Secuencia de funcionamiento

En la lógica de programación, el operario es el responsable de seleccionar el tipo de funda a envasar. Una vez que el plástico esté en su lugar, presione el botón de inicio. Antes de iniciar el proceso de llenado, espere que la mordaza selle la funda para evitar que se escape el líquido; una vez esperado el sellado, el líquido comenzará a ingresar en la funda, luego la mordaza sellará y cortará la funda durante el tiempo programado para perfora la funda, lo que permite un mejor agarre para el consumidor, se deposita en una gaveta. Para completar el proceso, se presiona el botón de parada, lo que le indicará al sistema que detenga la máquina por completo después de que el último envase haya completado todos los ciclos. Cuando ocurra una emergencia en cualquier proceso, se debe accionar el botón de parada de emergencia, inmediatamente para emitir un comando para detener todo el proceso de la máquina.

A continuación, el diagrama del circuito electroneumático en fluid sim.

#### X-E. Diagrama en fluid sim

En la siguiente Figura No 43 se aprecia el circuito electroneumático, se tiene como primera parte el paro de emergencia, el start y stop, luego tenemos la condición de inicio que nos permite realizar primer sellado, solamente cuando se pulse el botón de inicio se va a realizar dicho ciclo, para esta condición los dos cilindros deben estar contraídos, esto significa que está



cerrada la compuerta.

Seguidamente tenemos la activación del primer corte que se ejecuta activando el relé k2, el cual va a activar el solenoide del cilindro en el primer corte que sería Y1, para que este enclavado mientras no se hayan activado los k3, k5, k7 y k 10 son los que se activan después de hacer el primer ciclo.

La electroválvula k3 se activa para que el cilindro retroceda mediante la válvula Y2 con eso damos por terminado el primer proceso.

En el siguiente proceso activamos la bomba por un tiempo determinado, para que se cumpla este procedimiento debe estar enclavado la reactivación y el primer ciclo.

Una vez culminado el proceso anterior se envía una señal mediante una final carrera dando la señal para realizar el ciclo de sellado-corte y a su vez el perforado; una vez culminados todos los procesos, retorna al inicio del ciclo así llevando una secuencia.

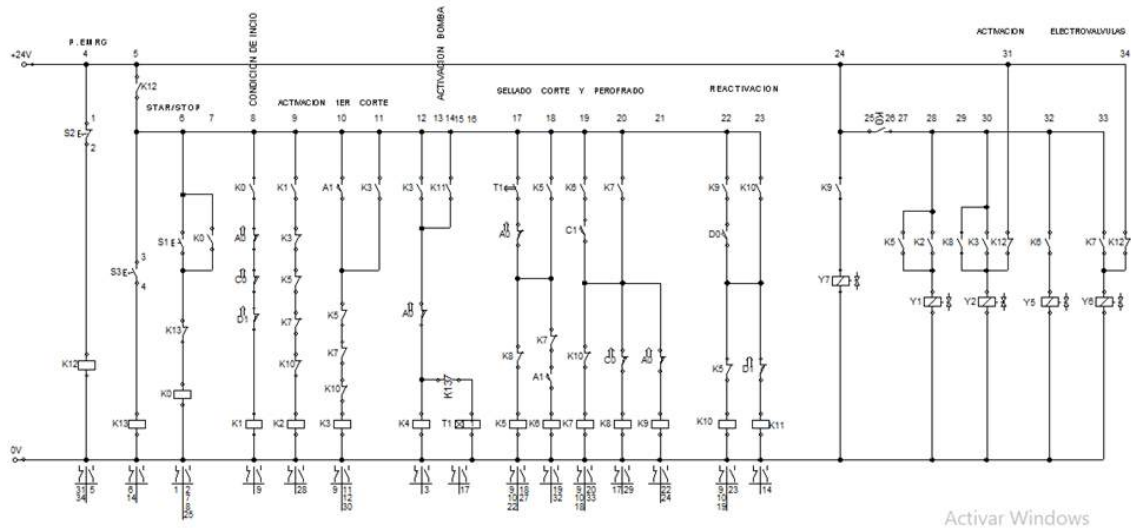


Figura 43. Diagrama de control

**X-F. LOGO**

El LOGO es el encargado de controlar todo el sistema neumático en general en la máquina envasadora, es importante seleccionar el tipo de controlador lógico programable acorde a las necesidades, se seleccionó un LOGO de marca SIEMENS debido a la comercialización y garantías que brinda la marca en el país, dispone de un software LOGOSoft Confort de libre acceso de fácil lenguaje de programación, que permite realizar en lenguaje LADDER.

MARCA	SIEMENS
MODELO	LOGO
TENSION DE ENTRADA	DC-12-24-V
SERIE	6ED1052-1MD08-0BA0
ENTRADAS	4
SALIDAS	4

Cuadro XV  
CARACTERÍSTICAS DE LOGO

El logo se ajusta a los requerimientos de este proyecto, dado que cuenta con 4 entradas y 4 salidas, las cuales van a controlar el funcionamiento del sistema neumático, para encender el LOGO se requiere de una fuente de alimentación. La cual se detalla a continuación.



Figura 44. Diagrama de control

*X-G. Fuente de alimentación*

La fuente de alimentación que se utilizó para el LOGO es de marca SALSHIN siendo una marca confiable que se dedica a la elaboración de cualquier tipo de fuentes de poder así brindando confianza al momento de implementarla en la industria, lo interesante de esta fuente de poder es que su tamaño es pequeño la cual permite acoplarla en el tablero de control.

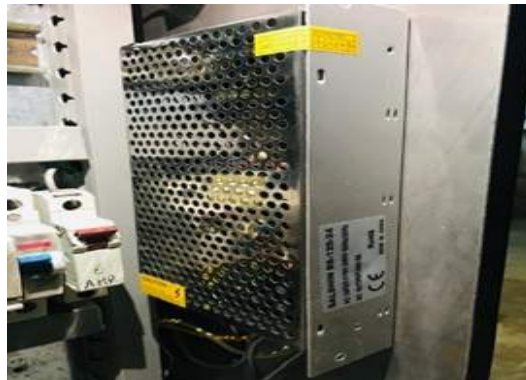


Figura 45. Fuente

MARCA	SALSHIN
MODELO	FUENTE
TENSION DE ENREASA	DC-12-24-V
SERIE	AC INPUT: 110V-240V

Cuadro XVI  
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA FUENTE

Seguido al encendido del LOGO se analizan las funciones que cumplirá cada entrada y salida al momento de implementarlo en la maquina envasadora, como se muestra en la siguiente imagen. En la siguiente figura No.46 se muestra el diagrama general de funcionamiento del sistema de control en sus respectivas etiquetas.

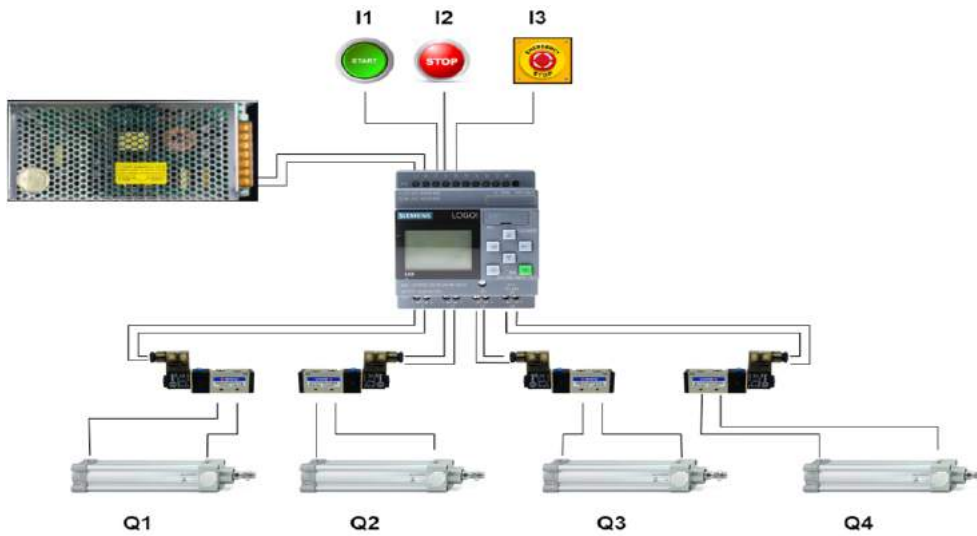


Figura 46. Diagrama de conexión del sistema neumático

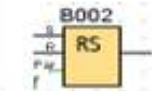
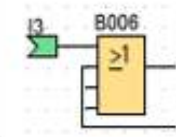
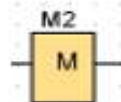
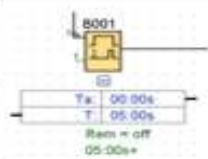
En la siguiente tabla se detallan las entradas y salidas del LOGO.

Entradas (I)/Salidas (Q)	Función
I1	Botón de inicio
I2	Botón de paro
I3	Parada de emergencia
Q1	Electroválvula llenada
Q2	Electroválvula sellado y corte
Q3	Electroválvula perforada
Q4	Electroválvula compuerta

Cuadro XVII  
CONEXIÓN DE ENTRADAS

A continuación, se describe a cada uno de los elementos utilizados en la programación y función que desempeña cada uno de ellos en el software utilizado.

*X-H. Identificación de símbolos de programación.*

Elemento	Símbolo	Función
Auto controladores		Son para mantener enclavada la señal cuando el control decide <u>resetear</u> .
Compuertas lógicas		Representa pulsadores abiertos que tomaran el estado 1 cuando la entrada envié una señal.
Marcas		Las utilizamos para manipular las señales de los temporizadores para así setear y reiniciar las auto clavoras.
Temporizador		Temporizador retardo a la conexión.

Cuadro XVIII  
IDENTIFICACIÓN DE SÍMBOLOS

Se realizan pruebas de funcionamiento en la repotenciación de la maquina.

#### X-I. Funcionamiento y pruebas

Se realizarán distintas pruebas de funcionamiento llevando un formato de pruebas para cada sistema, cada sistema se divide en distintos formatos para analizarlos independientemente anotando los resultados obtenidos en cada prueba.

## SISTEMA CONTROL Y MANDO (X)



### EXPECTATIVA:

- a. Todos los componentes funcionen correctamente.
- b. Todas las conexiones estén bien hechas.

### ACTIVIDADES:

1. Probar la lógica de la programación.
2. Cargar la programación al LOGO.

PRUEBA	RESULTADOS
1	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Los ciclos, tiempos establecidos en la programación son correctos.</li><li>2. La programación al LOGO se carga sin problemas.</li></ol>

### CONCLUSIONES

1. Todas las conexiones que se realizaron estuvieron correctas.
2. Los componentes que forman el sistema de control funcionan correctamente.

Cuadro XIX  
IDENTIFICACIÓN DE SÍMBOLOS

## SISTEMA SELLADO Y CORTE (Y)



### EXPECTATIVA:

- a. Las mordazas estén alineadas.
- b. La mordaza selle y corte el plástico.

### ACTIVIDADES

1. Verificar el sellado y corte del plástico.
2. Accionar el sistema neumático.
3. Accionar las niquelinas.
4. Chequear la alineación de las mordazas.

PRUEBA	RESULTADOS
1	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Niquelinas no alineadas, para alinear se reajustan los seguros de niquelina.</li><li>2. Mordazas no alineadas, se alinea midiendo y limpiando la porta mordazas</li></ol>
2	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Niquelina no caliente, se tiene que verificar las conexiones</li><li>2. Mordaza alineada</li><li>3. Niquelina caliente demasiado, ocasiona caliches, se calibra la temperatura.</li></ol>
3	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Niquelina calibrada.</li><li>2. Mordazas alineadas.</li></ol>

### CONCLUSIONES

1. Un componente eléctrico o conexión defectuosa afecta al trabajo de la niquelina.
2. Las mordazas desalineadas ocasionan sellos y cortes no parejos.
3. Mucha temperatura en la niquelina daña el plástico.

Cuadro XX  
SISTEMA SELLADO Y CORTE (Y)

**SISTEMA LLENADO (Z)****EXPECTATIVA:**

- a. El tubo de acero inoxidable descargue el líquido sin problemas.
- b. El cilindro se active el tiempo requerido para que no haya desperdicio de líquido.

**ACTIVIDADES:**

- 1. Accionar la electroválvula.
- 2. Verificar el caudal de la bomba.
- 3. Verificar la dosificación deseada.

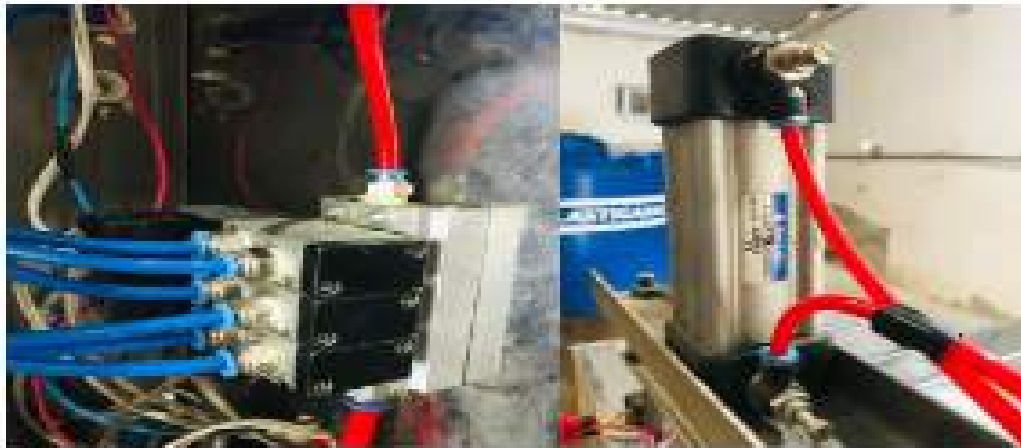
<b>PRUEBA</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. El cilindro neumático realiza la apertura en un tiempo muy reducido, se calibra el tiempo.</li> <li>2. El líquido se descarga sin problema una vez enviada la señal.</li> </ul>
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. El volumen de llenado de la presentación de 500 ml no es el correcto. Calibrar tiempo de activación.</li> <li>2. El volumen de llenado de la presentación de 4 litros no es el correcto. Calibrar tiempo de activación.</li> </ul>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. El llenado de la presentación de 500 es el correcto.</li> <li>2. El llenado de la presentación de 4 litros es el correcto.</li> </ul>

**CONCLUSIONES**

- 1. La calibración del volumen de cada presentación depende del caudal y el tiempo de apertura del cilindro.
- 2. Los tiempos del llenado deben ser muy precisos.

Cuadro XXI  
SISTEMA SELLADO Y CORTE (Y)

## SISTEMA NEUMATICO(H)



### EXPECTATIVA:

- a. Las electroválvulas se activen en los parámetros establecidos.
- b. Los cilindros recorran toda su carrera.

### ACTIVIDADES:

1. Verificar el recorrido total de cada cilindro.
2. Revisar accionamiento y retorno de las electroválvulas.
3. Conectar la unidad de mantenimiento y regular a los PSI que requieren todo el sistema.
4. Accionar electroválvulas directamente.

### PRUEBA

### RESULTADOS

- |          |   |
|----------|---|
| <b>1</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Los cilindros al momento de accionarlos recorren toda su carrera sin ningún problema.</li><li>2. Las electroválvulas se activan sin ningún inconveniente.</li><li>3. La unidad de mantenimiento envía la cantidad exacta de aire comprimido.</li></ol> |
|----------|---|

### CONCLUSIONES

1. La presión adecuada del aire comprimido permite el accionamiento de las electroválvulas, permitiendo que el cilindro recorra toda su carrera, tanto de avance como de retorno.

Cuadro XXII  
SISTEMA SELLADO Y CORTE (Y)



XI. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

XI-A. Cronograma de actividades

A continuación, se presenta el cronograma de actividades, definiendo los alcances del trabajo y tiempo estimado para realizar la Repotenciación de la máquina automática envasadora y selladora de fundas de agua. En la tabla 23 se presenta la estructura y los meses donde se van cumpliendo cada uno de los objetivos planteados en el proyecto.

<b>Tablero de Control</b>						
<b>Nombre del proyecto y descripción de alto nivel</b>		<b>Repotenciación de máquina automática envasadora y selladora de fundas de agua</b>				
		Objetivo General: Repotenciar la máquina automática envasadora y selladora de fundas de agua de la empresa SUPER 33 4X4, mejorando la calidad del proceso				
<b>Ejecutado por :</b>		Arturo David Quiroga				
<b>Fecha de Inicio :</b>		01/04/2022	<b>Fecha de Finalización :</b>		10/09/2022	
<b>Estatus:</b>		Cronograma	20%	<b>Recursos</b>	\$0.00	
<b>No</b>	<b>Actividades Clave</b>	<b>Actividades</b>	<b>Fechas Entregables</b>	<b>Estatus</b>		
1	Evaluación y Diagnostico	Revisar sistemas	10/04/2022	Completo		
		Prueba de componentes	17/04/2022			
		Elaborar Ficha técnica	24/04/2022			
		Diagramas eléctricos	30/04/2022			
2	Diagrama de funcionamiento	Identificar I/O	25/05/2022	No iniciada		
		Sec. de Funcionamiento				
		Pruebas				
3	Poner a punto la máquina	Simulacion	29/06/2022	En Espera		
		Sistemas Mecánicos				
		Sistemas Neumáticos				
4	PLC	Sistema eléctrico	27/07/2022	No iniciada		
		Prueba				
		Seleccionar PLC				
		Programar PLC				
5	Pruebas de Campo	Simular	03/08/2022	En Espera		
		Instalar				
6	Escribir el documento	Probar con al menos 5 personas que no fueron parte del muestreo	03/09/2022	A tiempo		
		Revisión Parcial 1	11/05/2022			
		Revisión Parcial 2	29/06/2022			
		Revisión Parcial 3	03/08/2022			
		Revisión Final	09/09/2022			
<b>A tiempo</b>		<b>Completa</b>	<b>En espera</b>	<b>Cancelada</b>	<b>No iniciada</b>	<b>Retrasada</b>
<b>Riesgos Claves Actuales</b>				<b>Incidentes Claves</b>		
1	Sellado					
2						
3						

**Nota:** Las actividades que se están ejecutando se califican como " a tiempo", las actividades que no se han iniciado se denominan "no iniciada", mientras que, las actividades que no se han iniciado por que dependen de actividades previas se denominan "en espera",

Cuadro XXIII  
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

### XI-B. Presupuesto

En el presupuesto que se presenta en la Tabla 24, se encuentran los valores de costo de cada material electrónico, eléctrico y mecánico, que se utilizará para repotenciación de la máquina, a su vez, los valores de mano de obra, transporte, comida y otros.

DESCRIPCION	UNIDAD	PVP	TOTAL
ELECTROVALVULA MONOESTABLE 5/2 24V	5	34,38	171,9
MANIFOLD 5/2 PARA 3 VALVULAS	2	22,11	22,11
FRL UNIDAD DE MANTENIMIENTO 1/2	1	120	120
MICROCILINDRO CAMISA ALUMINIO	3	35	105
RACOR REDUCTOR CAUDAL 6 MM X 1/4	2	7,43	14,86
RACOR REDUCTOR CAUDAL 6 MM X 3/8	2	12,3	24,6
RACOR Y 6 MM	8	1,85	14,8
RACOR RECTO 6 MM X 1/4	10	1,73	17,3
RACOR RECTO 10 MM X 1/2 NPT	2	4,34	8,68
PARADA DE EMERGENCIA 22 MM	1	10,2	10,2
TRANSFORMADOR 110-24	1	49	49
FUENTE COMUT 24V	1	25	25
NIQUELINAS	3	2,5	7,5
BREKERS 32 MA	1	9,6	9,6
LOGO SIEMENS 24V	1	200	200
MANGUERA 6 MM	12 M	2,5	30
MANO DE OBRA	1	800	800
		<b>TOTAL</b>	<b>1,630,55</b>

Cuadro XXIV  
PRESUPUESTO

## XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### XII-A. Conclusiones

1. Se repotenció y automatizó una envasadora y selladora de fundas de agua para la EMPRESA SUPER 33 4X4.
2. Se evaluó la situación inicial de la envasadora y selladora identificando cada uno de sus sistemas, así como la funcionalidad

- y desgaste de cada uno de ellos como se puede observar en la sección IX-C Evaluación de los componentes de los sistemas.
3. Se comprobó el correcto funcionamiento de la envasadora y selladora una vez automatizada y repotenciada por medio de una serie de pruebas. Antes de la repotenciación se generaban 6 fundas por minuto, actualmente, luego de la repotenciación se generan 10 fundas por minuto, estableciendo una mejora en la eficiencia del 40 %.
  4. Se implementó un sistema de control mediante un LOGO que es el encargado de proporcionar los tiempos establecidos en cada ciclo en la elaboración del producto. El tiempo óptimo para la bomba de llenado es de 5 segundos mientras que el tiempo para el corte y sellado es de 4 segundos, además el tiempo para la perforación es de 2 segundos y finalmente el tiempo para la apertura de la compuerta es de 2 segundos.
  5. El mantenimiento de la maquina logro reutilizar algunos elementos para la repotenciación reduciendo los costos indirectos y aumentando el nivel de la producción.

#### *XII-B. Recomendaciones*

1. Precargar el compresor de aire a una presión no menor a 80PSI, antes de dar inicio a la máquina, para asegurar la presión necesaria en los actuadores neumáticos.
2. El teflón debe ser reemplazado regularmente porque se ve afectado por la temperatura, evita que la superficie de plástico entre en contacto directo con la niquelina de sellado y por lo tanto evita la deformación del plástico.
3. Capacitar al personal responsable de la operación de la máquina en el uso y mantenimiento de los diversos sistemas de la máquina.
4. No operar las selectoras de las distintas presentaciones mientras la máquina esté en funcionamiento.
5. Seleccionar presentaciones para envasar con la máquina apagada.

XIII. ANEXOS



Figura 47. En las condiciones que se encontró la máquina.



Figura 48. Procediendo al desarmado de la máquina.

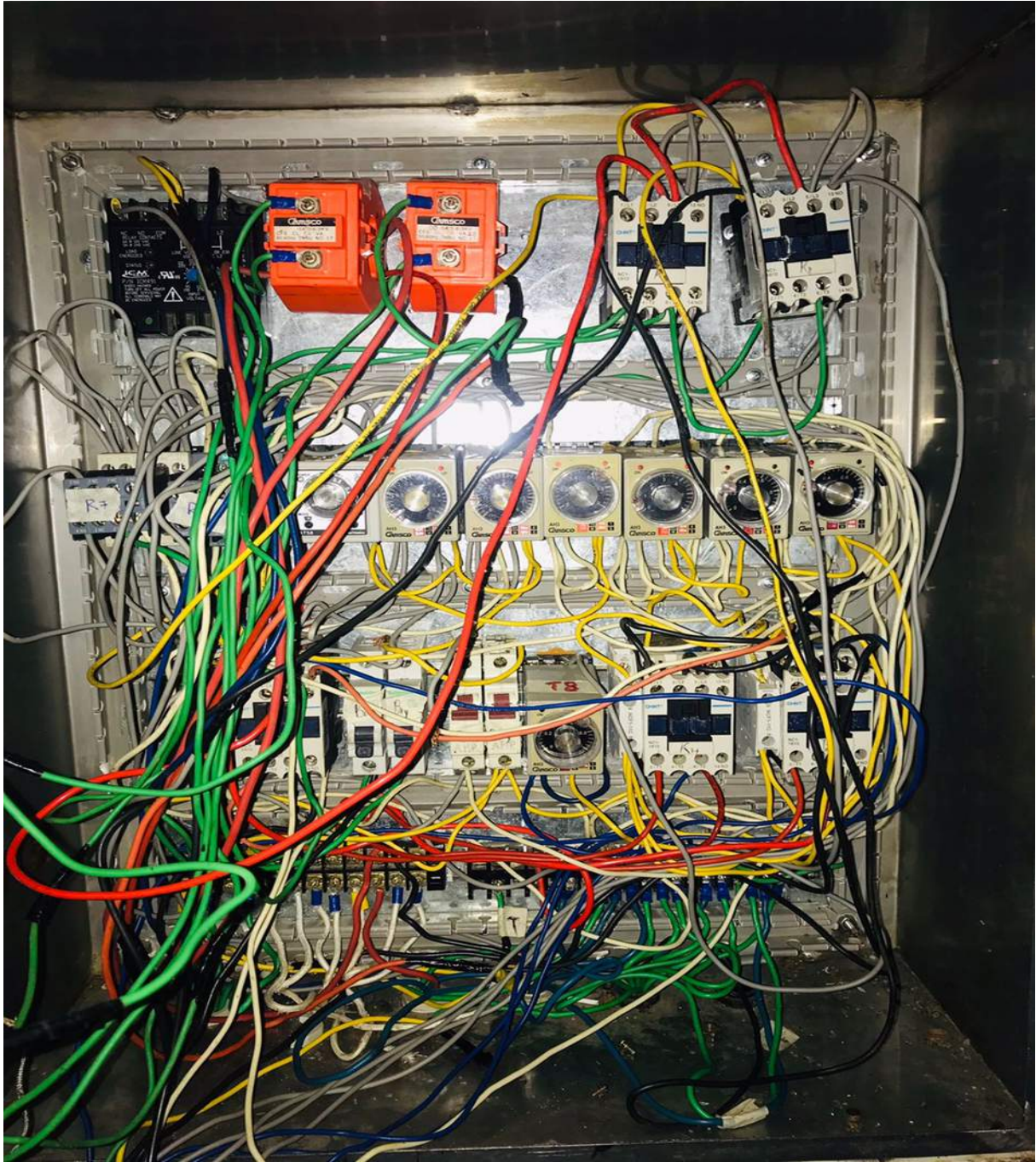


Figura 49. En las condiciones que se encontraba el panel de control.

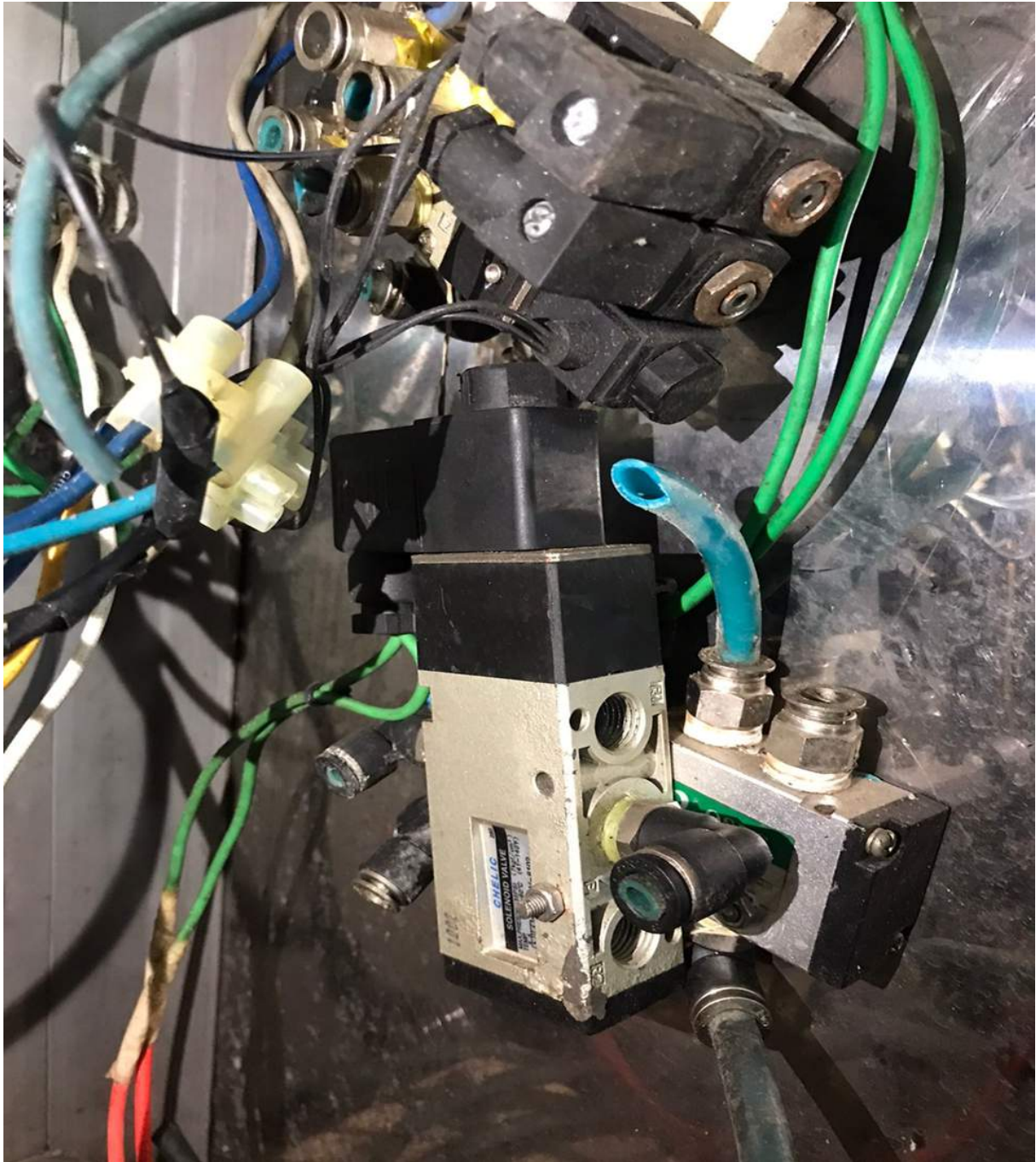


Figura 50. En las condiciones que se encontraba el sistema neumático



Figura 51. Desinstalando los cilindros de la maquina para realizar el mantenimiento. .





Figura 52. Limpieza del cilindro de perforado.



Figura 53. Desarmado de cada uno de los cilindros.



Figura 54. Los empaques en mal estado para se sacaron de los cilindros.



Figura 55. Instalación de los empaques nuevos.



Figura 56. Instalación de la electroválvulas y mangueras.

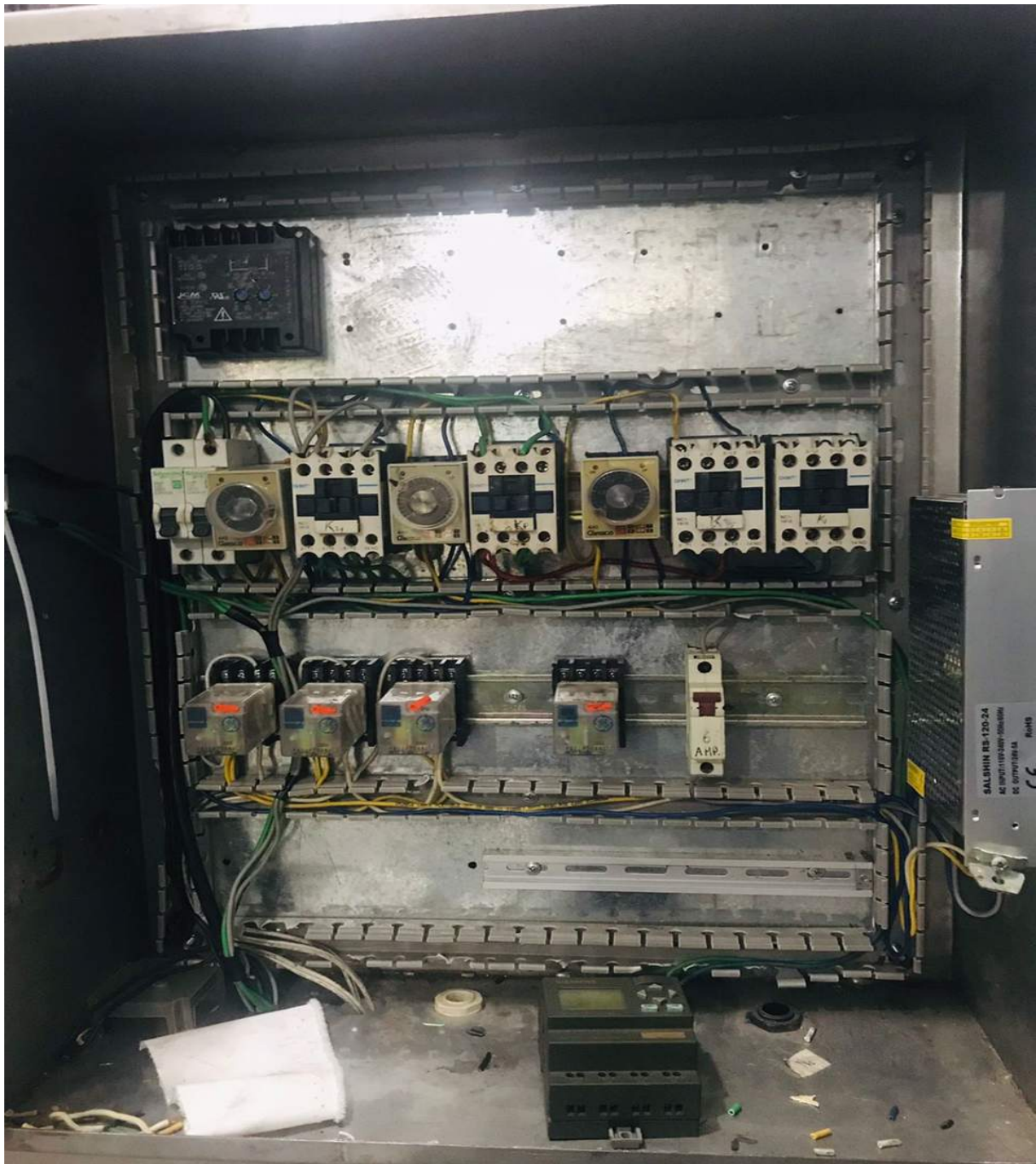


Figura 57. Armado de tablero de control.



Figura 58. Logo que se implementara en el tablero.

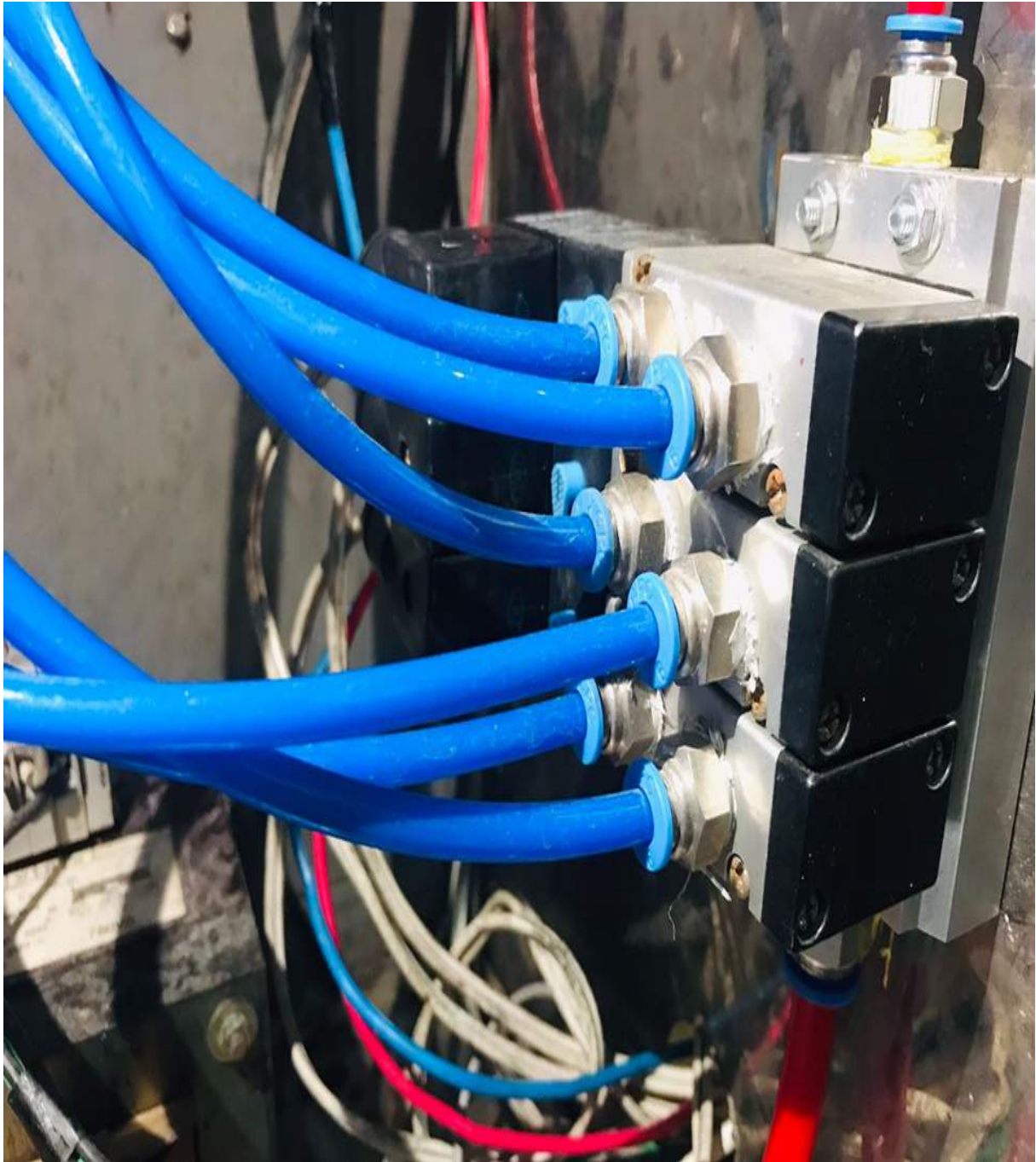


Figura 59. Electroválvulas conectadas.





Figura 60. Prueba de electroválvulas.



Figura 61. Instalación de la unidad de mantenimiento.



Figura 62. Tubo de llenado .

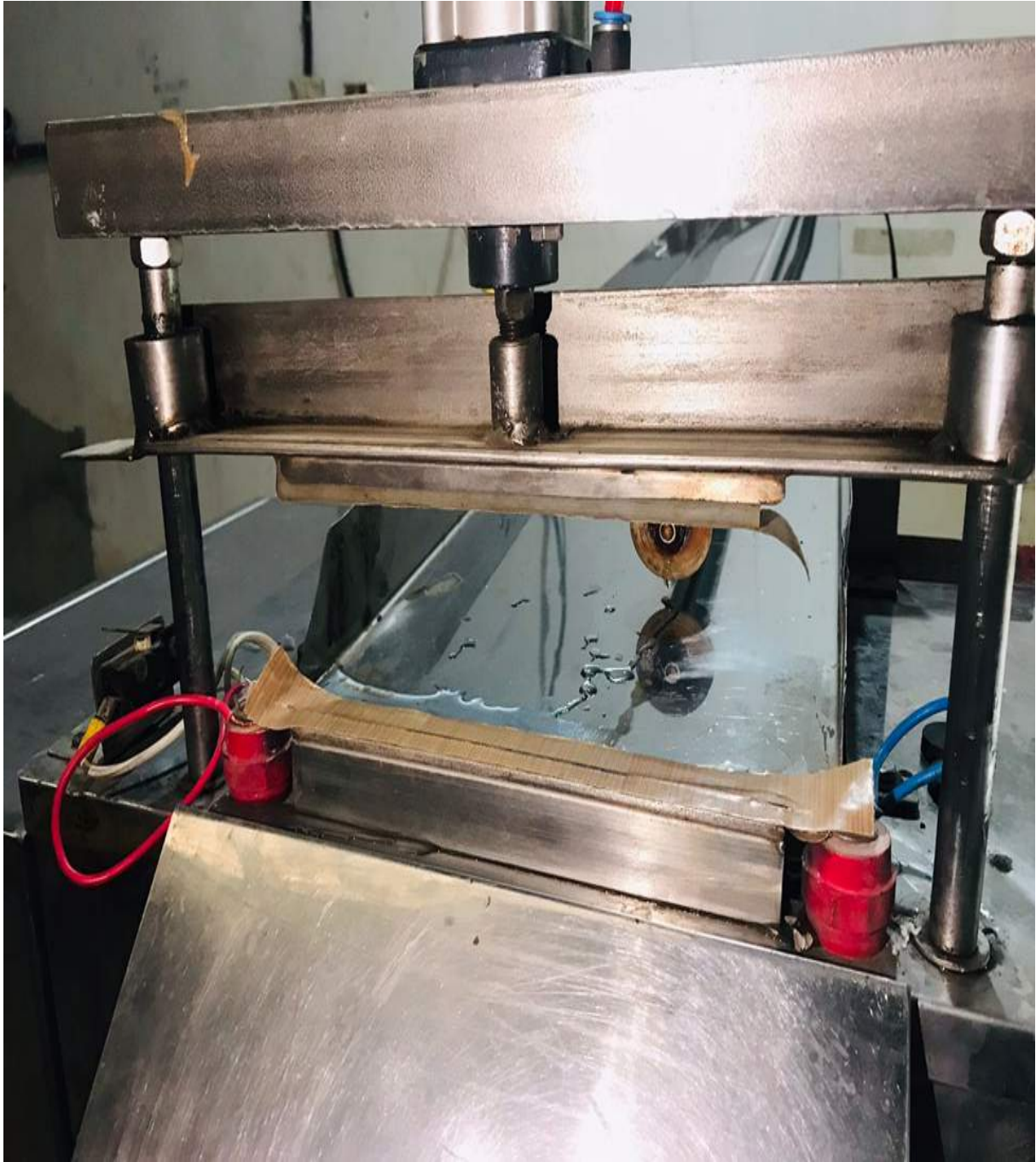


Figura 63. Mordaza de corte y sellado para la presentación de 500 ml.



Figura 64. Mordaza de corte y sellado para la presentación de 4 litros.



Figura 65. Autor



Figura 66. Autor

#### XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

##### REFERENCIAS

- [1] Andoni, *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LOS LAZOS DE CORRIENTE DE UN INVERSOR TRIFASICO*. [https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/40855/20\\_0\\_720490\\_1/%20Dise%20%b1o%20%20implementaci%20%b3n%20de%20los%20lazos%20de%20corriente%20de%20un%20inversor.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/40855/20_0_720490_1/%20Dise%20%b1o%20%20implementaci%20%b3n%20de%20los%20lazos%20de%20corriente%20de%20un%20inversor.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Accessed: 2022-9-18, 2021.

- [2] Antamba C, *Trabajo de Grado*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7977/1/04\%20MEC\%20215\%20TRABAJO\%20DE\%20GRADO.pdf>, Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [3] Castaño, S., *Lazo abierto y cerrado*, <https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/lazo-abierto-y-lazo-cerrado/>, Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [4] Didi, *Universidad estatal del sur de manabi*. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1539/1/UNESUM-ECU-SIATEMAS-2019-06.pdf>, Accessed: 2022-9-18, 2019.
- [5] Edebé, *Edebé*, [https://www.edebe.com/educacion/documentos/830552-5-529-103947\\_UD07\\_Tecno\%204\%20Bessemmer.pdf](https://www.edebe.com/educacion/documentos/830552-5-529-103947_UD07_Tecno\%204\%20Bessemmer.pdf), Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [6] Electrónica Rafel, *Teflón de Recambio*, <https://www.elrafel.com/tienda/producto/hrv040t/1/tapa-teflon-de-recambio-para-hrv040>, Accessed: 2022-9-18, 2017.
- [7] EMPAQUE, *MAQUINARIA E INSUMOS DE EMPAQUE*, <http://www.mainpack.com.co/index.php/nuestra-empresa>, Accessed: 2022-9-18, 2019.
- [8] Falcon, E., *PROGRAMA DE MOTORES Y CONTACTORES ELECTRICOS*. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47435/Albitres\\_FEP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47435/Albitres_FEP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [9] Fernandez, *Repotenciación de centrales hidroeléctricas*, <https://repositorio.ucv.edu.pe/transicion/energetia>, Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [10] GLS industrias, *Funcionamiento de PLC*, <https://www.industriasgsl.com/blog/post/que-es-un-plc-y-como-funciona>, Accessed: 2022-9-18, 2021.
- [11] Industria GSL, *Industria GSL*, [https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/actuadores\\_neumaticos](https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/actuadores_neumaticos), Accessed: 2022-9-18, 2016.
- [12] Inesdi., *Inesdi*. <https://www.inesdi.com/blog/metodologia-lean-que-es-herramientas-y-ejemplos/>, Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [13] INGEMAQ, *INGEMAQ SOLUCIONES DE EMPAQUE Y SELLADO*, <https://www.ingemaq.ec/venta-de/enfundadora-o-ensadora-de-liquidos/a>, Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [14] INGENIERIA MECAFENIX., *INGENIERIA MECAFENIX*. <https://www.camsco.com.tw/spa/timer.htm>, Accessed: 2022-9-18, 2019.
- [15] Manzano, *Bitstream*, <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6219/1/T-ESPE-038883.pdf>, Accessed: 2022-2-25, 2022.
- [16] Miño, *SISTEMA DE SELLADO HORIZONTAL Y VERTICAL DE FUNDA*, <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7977/1/04\%20MEC\%20215\%20TRABAJO\%20DE\%20GRADO.pdf>, Accessed: 2022-2-25, 2022.
- [17] Morillo R, *BITSTREAM*, <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/9644/T07313.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [18] Ojeda, D., Ochoa, M., *Repotenciación y automatización de una envasadora de líquidos vertical para la Corporación Bimarch Cia. Ltda*, <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/6339/1/85T00413.pdf>, Accessed: 2022-9-18, 2016.
- [19] Quevedo Navarrete, *Implementación De Una Maquina Selladura Automatizada Para Funda De Galonera*, <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1191/T-UTB-FAFI-SIST-000129.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Accessed: 2022-2-25, 2014.
- [20] Rojas, R, *CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL*. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14376/Wilder\%20Rossmel\%20Sarmiento\%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, Accessed: 2022-9-18, 2019.
- [21] Rosero, *Repositorio Digital*, <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16881/1/T-UCF-0010-FIL-145.pdf>, Accessed: 2022-2-25, 2022.
- [22] Siemens, *Siemens*, <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-software.html>, Accessed: 2022-9-18, 2011.
- [23] SIGNIFICADO DEL MARCO METODOLOGICO, *SIGNIFICADO DEL MARCO METODOLOGICO*, file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-SignificatividadDelMarcoMetodologicoEnElDesarrollo-7062667\%20(2).pdf, Accessed: 2022-9-18, 2018.
- [24] TBL, *TBL*, [https://www.tblgroup.com/tbl/casos\\_exito.php](https://www.tblgroup.com/tbl/casos_exito.php), Accessed: 2022-9-18, 2022.
- [25] Tello, S. S., *Sistemas automáticos industriales de eventos discretos*, <https://industriasgsl.com/Alfaomega/Grupo/Editor/S.A/>, Accessed: 2022-9-18, 2013.
- [26] UDUAL-MEXICO, *EL FUTURO DEL TRABAJO Y LA AUTOMATIZACION*. <http://www.udualerreu.org/index.php/universidades/article/view/38/37>, Accessed: 2022-9-18, 2019.
- [27] Zurbaran, *UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*, [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62879222/Informe\\_pasantia\\_pablo\\_espinoza\\_120200408-8439-1c2nzh-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643388801&Signature=CDEoarls7KnYXWSQuVykxGAbf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62879222/Informe_pasantia_pablo_espinoza_120200408-8439-1c2nzh-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1643388801&Signature=CDEoarls7KnYXWSQuVykxGAbf), Accessed: 2022-9-18, 2018.