

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROTOTIPO DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE  
LAVADO DE AUTOMÓVILES EN EL DISTRITO DE  
SANTIAGO DE SURCO**

**Autores:**

Almanza Quispe, Silvia Del Rosario

Contreras Sandoval, Giuliana Maria

Delgado Huallpa, Erasmía

Najarro Soto, Sol Mirella

Trujillo Condori, Jorge Jámpier

**Curso: Automatización Industrial**

**Código: IN-0903**

**Docente: Mg. Ing. José Antonio Velásquez Costa**

LIMA-PERÚ

**2023-1**

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
Capítulo 1: Marco Teórico .....	8
1.1. Fundamento teórico .....	10
1.2. Objetivos .....	10
1.2.1. Objetivo principal .....	10
1.2.2. Objetivos específicos .....	10
Capítulo 2: Descripción detallada del proceso actual .....	11
2.1. Descripción del proceso .....	11
2.2. Descripción y detalle de los indicadores de producción antes de la automatización .....	11
Capítulo 3: Diseño actual del proceso .....	15
3.1. Planos CAD en 3D de la situación actual .....	19
Capítulo 4: Diseño de propuesta para automatizar el proceso .....	20
4.1. Descripción detallada del proceso propuesto .....	20
4.2. Planos CAD en 3D de la situación propuesta elegida .....	23
4.3. Diagrama de análisis del proceso propuesto .....	24
4.4. Descripción detallada de los materiales a emplear .....	25
4.5. Diseño del circuito electroneumático del proceso propuesto .....	30
4.6. Programación en lenguaje ladder del proceso .....	31
4.7. Descripción y detalle de los indicadores de producción después de la automatización .....	32
Capítulo 5: Costos de inversión y operación .....	33
5.1. Costos de inversión y operación .....	33
5.2. Flujo de caja .....	33
5.3. Viabilidad económica .....	34
CONCLUSIONES .....	35
RECOMENDACIONES .....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Uso de recursos en el prelavado .....	20
Tabla 2: Uso de recursos en el lavado .....	21
Tabla 3: Uso de recursos en el enjuagado .....	21
Tabla 4: Uso de recursos en el secado .....	22
Tabla 5: Costos de inversión y operación .....	33
Tabla 6: Flujo de caja operativo .....	33
Tabla 7: Flujo de caja de inversión .....	34
Tabla 8: Viabilidad económica .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: DOP actual sin automatización .....	12
Figura 2: DAP actual sin automatización .....	13
Figura 3: Plano del Arco .....	15
Figura 4: Plano de Base .....	15
Figura 5: Plano de Base Inferior .....	16
Figura 6: Plano de Base Superior .....	16
Figura 7: Plano de Madera de 15 cm .....	17
Figura 8: Plano de Madera de 36 cm .....	17
Figura 9: Plano de Madera de 22 cm .....	18
Figura 10: Plano de Madera de 42 cm .....	18
Figura 11: Plano del Armado .....	19
Figura 12: Plano de la situación propuesta elegida .....	23
Figura 13: Diagrama de análisis del proceso .....	24
Figura 14: Pulsador (rojo y verde) .....	25
Figura 15: Motorreductor de 12v .....	25
Figura 16: Motor de corriente continua de dos motores .....	26
Figura 17: Cable de red .....	26
Figura 18: Sensor óptico o sensor fotoeléctrico difuso .....	27
Figura 19: Ventilador de computadora .....	27
Figura 20: Fuente de 24v .....	28
Figura 21: Bomba de agua de corriente continua 12 voltios de 2 piezas .....	28
Figura 22: PLC Logo versión OBA7 Siemens .....	29
Figura 23: Enchufe plano entrada simple .....	29
Figura 24: Diseño del circuito electroneumático del proceso propuesto .....	30
Figura 25: Programación en lenguaje ladder del proceso .....	31
Figura 26: Indicadores de producción de las ciudades de América Latina .....	32
Figura 27: Indicadores de producción de las ciudades del Perú .....	32

## RESUMEN

El presente trabajo fue creado con la finalidad de desarrollar, implementar y proporcionar una herramienta adecuada e innovadora de modo automático para un prototipo de un lavado de automóviles, enfocados en tecnologías modernas aplicadas.

Automatizar, se define como el estudio de métodos cuyo objetivo principal es la sustitución del operador humano por uno automático en la generación de una actividad física o mental debidamente programada.

Para desarrollar la automatización se requiere de la aplicación de múltiples sistemas, en este proyecto se emplea el PLC como controlador de los diversos movimientos para llevar a cabo dicha tarea, se decidió por este sistema debido a que posee entre sus características importantes las de almacenar programas para su siguiente y rápido uso, la transformación de o variación de los mismos lo cual genera en su eficacia se evidencie principalmente en procesos en los que se producen necesidades tales como: espacio pequeño, procesos de producción que cambian reiteradamente, procesos secuenciales y amplias revisiones de programación.

Para poder desarrollar la automatización de este proyecto se diseñará un modelo automatizado en el sistema Logo Soft, el mismo que recibirá los datos del PLC Logo, en el cual se utilizarán los diversos conocimientos teóricos-prácticos adquiridos en el desarrollo del curso de automatización industrial.

**Palabras claves:** Prototipo, Métodos, Lavado de autos, PLC, Procesos secuenciales.

## ABSTRACT

This job was created to the purpose to develop, implement and provide a suitable and innovative tool in automatic mode for a prototype of a car wash, focused on modern applied technologies.

Automation is defined as the study of methods whose main objective is the replacement of the human operator by an automatic one in the generation of a physical or mental activity properly programmed.

To develop automation requires the application of multiple systems, in this project the PLC is used as controller of the various movements to carry out this task, it was decided by this system because it has among its important features to store programs for their next and quick use, the transformation of or variation of the same which generates in its effectiveness is evident mainly in processes in which there are needs such as: small space, production processes that change repeatedly, sequential processes and extensive programming reviews.

In order to develop the automation of this project, an automated model will be designed in the Logo Soft system, which will receive the data from the Logo PLC, in which the different theoretical-practical knowledge acquired in the development of the industrial automation course will be used.

**Keywords:** Prototype, Methods, Car wash, PLC, Sequential processes.

## INTRODUCCIÓN

El transporte es uno de los sectores más importantes en nuestro país, y para tener un buen sistema de transporte, es necesario que el mismo goce de buen estado, esto quiere decir un buen mantenimiento tanto técnico como de higiene.

Luego de haber investigado los diversos requerimientos que necesitan para tener un óptimo desempeño, nos enfocamos en la higiene del mismo, ya que al no ser la adecuada, suele presentar problemas técnicos mayores en el futuro ya sea por la acumulación de polvo, grasa, etc. para que de esta manera se puedan prevenir mayores gastos en el futuro.

En esta ocasión tomamos como referencia el proceso de lavado de autos como el tipo de proyecto que desarrollaremos, adaptándolo a un prototipo automatizado que consta de cuatro procesos con sus respectivas estaciones integrando una faja transportadora, que simula el recorrido real de un auto.

- La primera estación es un sistema de inyección de shampoo y agua, esta emulsión será inyectada por tuberías con el impulso de una bomba, este primer sistema tiene como objetivo cubrir la carrocería exterior con espuma.
- La segunda estación es un sistema de restregado, que básicamente consiste en producir la fricción de rodillos con la carrocería, y la espuma del proceso anterior, con el objetivo de retirar los restos de polvo y grasa.
- La tercera estación es un sistema de enjuague, que consiste en el enjuague de la carrocería por intermedio de bombas y mangueras, ya que esta necesita retirar los restos de espuma y suciedad a cierta presión.
- La cuarta estación es un sistema de secado, para este proceso se ha incorporado un ventilador que impulsa el aire del ambiente, con la finalidad de concluir el lavado, obteniendo una carrocería limpia y seca.
- Traslado de coche, para transportar la carrocería desde el principio hasta el final del proceso, se cuenta con una faja transportadora de 1.20 m, la misma que funcionará durante 40 segundos, que es el tiempo que durará el proceso total del lavado de autos.

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1 Fundamento teórico

El proyecto se ha realizado como un prototipo de lavado de autos automatizado para los clientes en el distrito de Santiago de Surco, para ello se toma en cuenta un punto de referencia en el que se podría brindar este servicio, situando Av. Benavides como un mercado potencial, por el poder adquisitivo de la zona, pero sobre todo por el gran flujo de autos que transitan por la misma.

Desarrollamos un lavado de autos automatizado, ya que al no tener que depender de mucho personal, se reducen los costos de inversión generando mayores ganancias a la empresa, tema aparte una máquina tiende a tener menores fallas, lo que genera un servicio de mayor calidad, y en menor tiempo.

El presente proyecto presentará impacto positivo instaurando un precedente para un nuevo sistema de lavado de autos, que supere el lavado de autos tradicional, llegando a ofrecer un servicio de limpieza óptimo que cumpla con las necesidades de los clientes.

Antes de realizar el prototipo deben tener en cuenta ciertos puntos, como son las definiciones elementales de algunos términos que emplearemos en el desarrollo del proyecto.

- **Actuadores:** Los actuadores funcionan en cualquier máquina llegando a realizar el movimiento. Los actuadores ayudan a realizar movimientos en máquinas industriales o dispositivos, transformando la energía eléctrica, hidráulica o neumática en fuerza mecánica.  
Es la interfaz entre el procesamiento de información y procesos mecánicos, ya que transforman las señales de energía para llegar a realizar un proceso (Olivares et al., n.d.).
- **Testing:** Antes de lograr desarrollar el circuito del plc, se debe tomar pruebas piloto, a esto se le conoce como testing, que permite verificar que el proceso del Software sea el correcto, toma mayor relevancia al lograr identificar fallos, lo que permite crear una retroalimentación con el fin de ofrecer un software que corra con las aplicaciones sin problema. (Arias, 2018).

- **Sistema automatizado:**

- Este sistema se le atribuye ese nombre, ya que al ser programado, sustituye el trabajo de los operarios, es muy usado en la industria 4.0, y está compuesto por una fase de mando y otra operativa (hace que se mueva y realice operaciones porque está compuesto por sensores).
- La finalidad del proceso automatizado es controlar los procesos industriales, sin la participación de operarios, o en todo caso permitir su intervención solo para la fase de mando, ya las acciones reemplazadas son repetitivas, es por ello que se disminuye la cantidad de trabajadores manuales (González-Filgueira & Permuy, 2018)

Los tres tipos de sistemas que son implementados por las empresas se clasifican en:

- a. Automatización programable
- b. Automatización fija
- c. Automatización flexible

- **Sistemas de control:** Este tipo de sistema trabaja conjuntamente al sistema de operaciones, el sistema de control analiza los resultados obtenidos en un determinado proceso, la ventaja de este es que tiene control directo sobre el producto final, lo que origina una mejora en calidad, productividad y mejor calidad de los productos y/o servicios que ofrece la industria (Leal, 2018).

- **Sensores:** Los sensores son dispositivos diseñados para captar un estímulo de su entorno y traducir esa información que recibe

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo principal**

Realizar la automatización del proceso de lavado de automóviles en el Distrito Santiago de Surco.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Analizar el sistema actual del proceso de lavado de automóviles en el Distrito de Santiago de Surco.
- Desarrollar un modelo automatizado para el proceso de lavado de automóviles en el Distrito de Santiago de Surco.
- Optimizar el proceso de lavado de automóviles en el Distrito de Santiago de Surco.
- Verificar el correcto funcionamiento del modelo automatizado para el proceso de lavado de automóviles en el Distrito de Santiago de Surco.

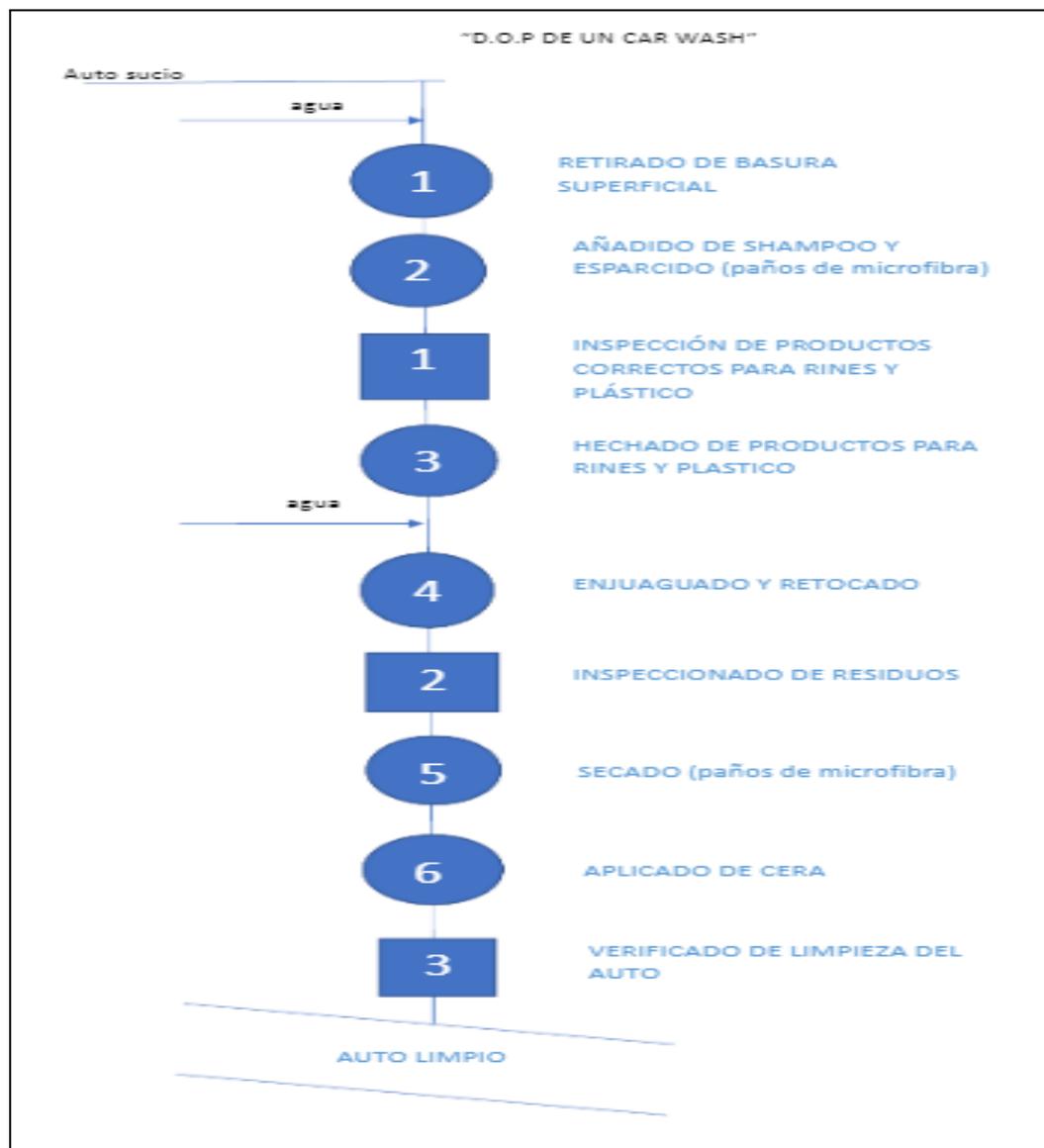
## **CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO**

### **ACTUAL**

El proceso inicia cuando se aceptan los pedidos en la empresa. Cabe mencionar, que la empresa se dedica a otorgar el servicio de lavado de autos y venta de componentes automotrices.

En primera instancia se entrega el auto al personal, teniendo el auto se realiza el retirado de la basura superficial, luego se procede a llevarlo a ponerle agua con shampoo para poder empezar el proceso del lavado del coche, como segundo paso a realizar el trabajador es el enjabonado con productos para los rines y plástico del coche en su totalidad con esponjas.

Siguiendo lo anterior, pasamos a lavar de nuevo el carro mediante el manejo de una pistola de agua de alta presión por parte de los operadores del Car Wash para quitar todo el jabón que tenga de sobra en las áreas más difíciles de limpiar y finalmente en este proceso el secado se da mediante la temperatura ambiente en un lapso determinado de tiempo hasta que esté completamente seco y se pueda entregar a su dueño con la verificación de haber culminado satisfactoriamente el proceso.



Operaciones	6
Inspecciones	3

Figura 1: DOP actual sin automatización

Fuente: Elaboración Propia

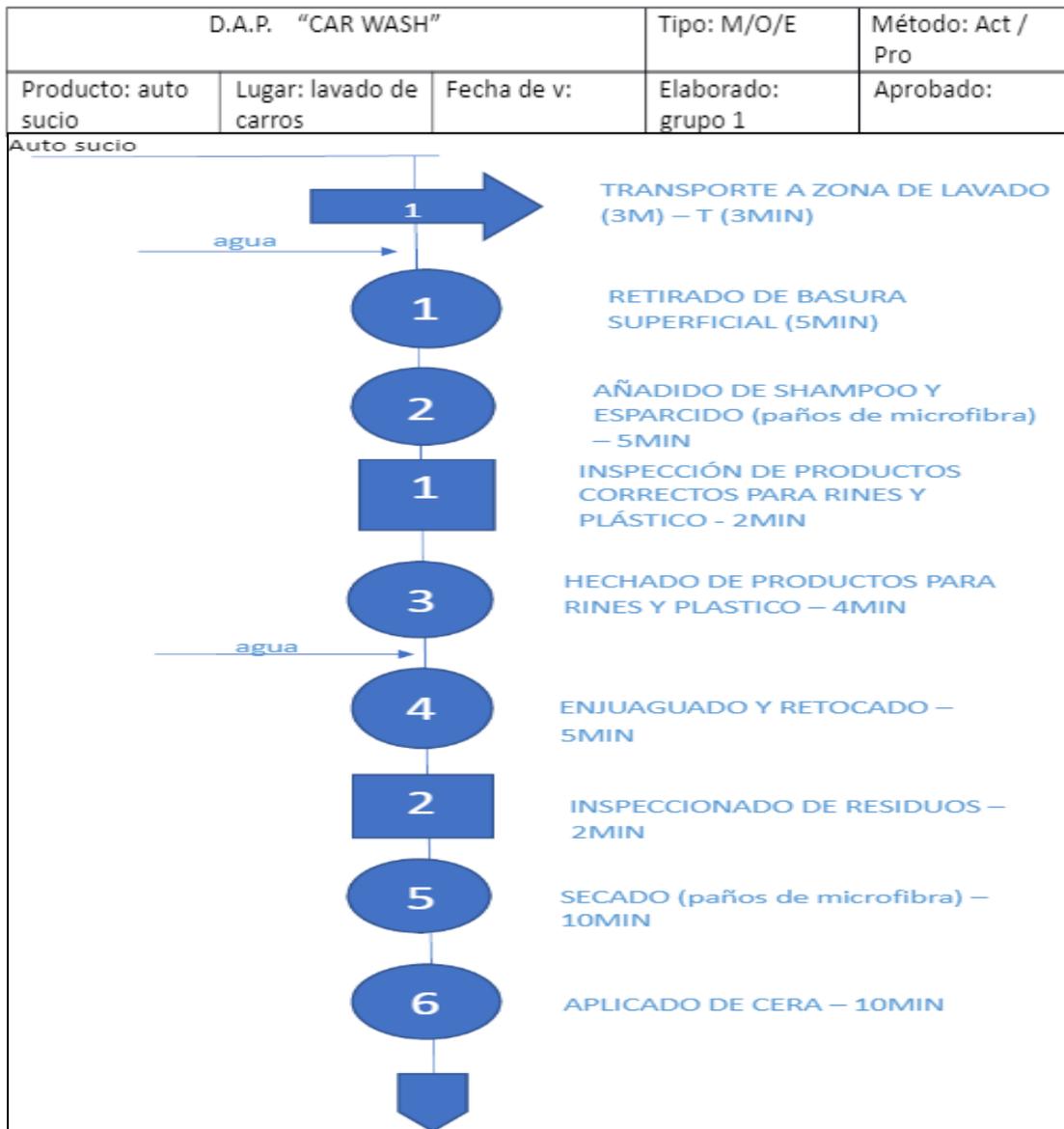
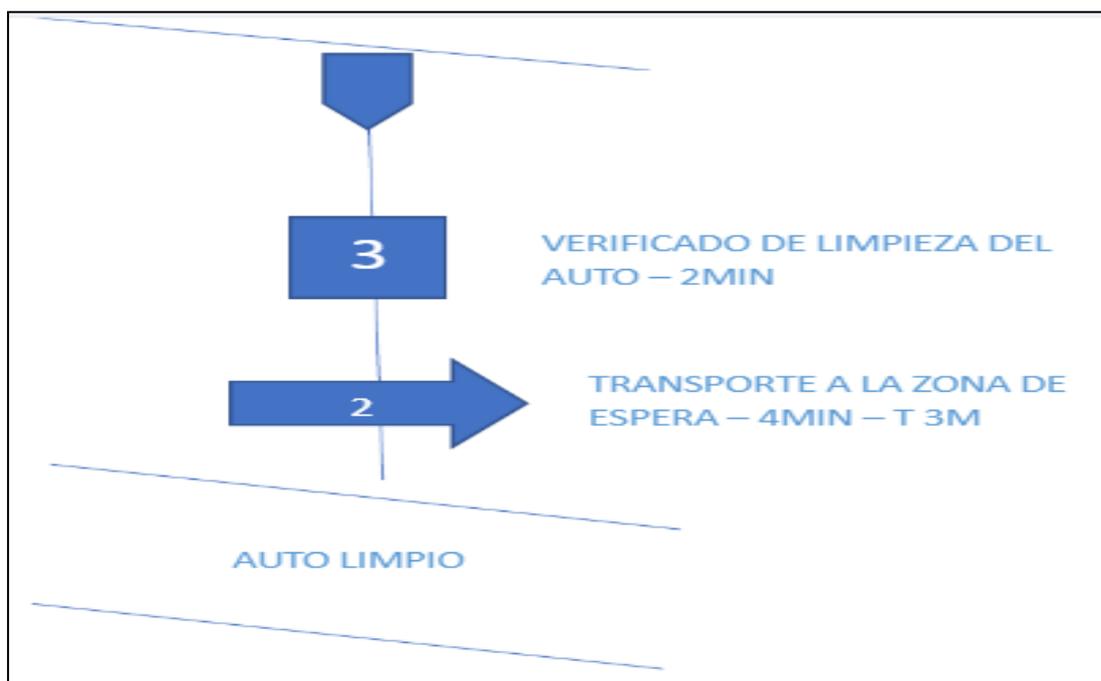


Figura 2: DAP actual sin automatización

Fuente: Elaboración Propia



EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES	6	44min	-
INSPECCIONES	3	-	-
TRANSPORTE	2	8 min	6m
DEMORAS	0	-	-
ALMACENAJE	0	-	-
		Total : 52min	6metros

Figura 2: DAP actual sin automatización

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO III: DISEÑO ACTUAL DEL PROCESO

### 3.1 Planos CAD en 3D de la situación actual o video de la situación actual

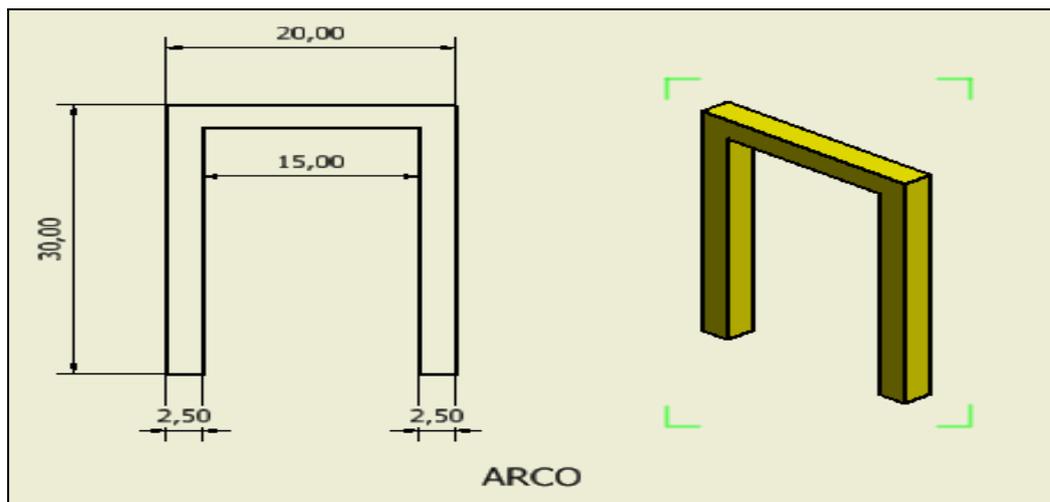


Figura 3: Plano del Arco

Fuente: Elaboración Propia

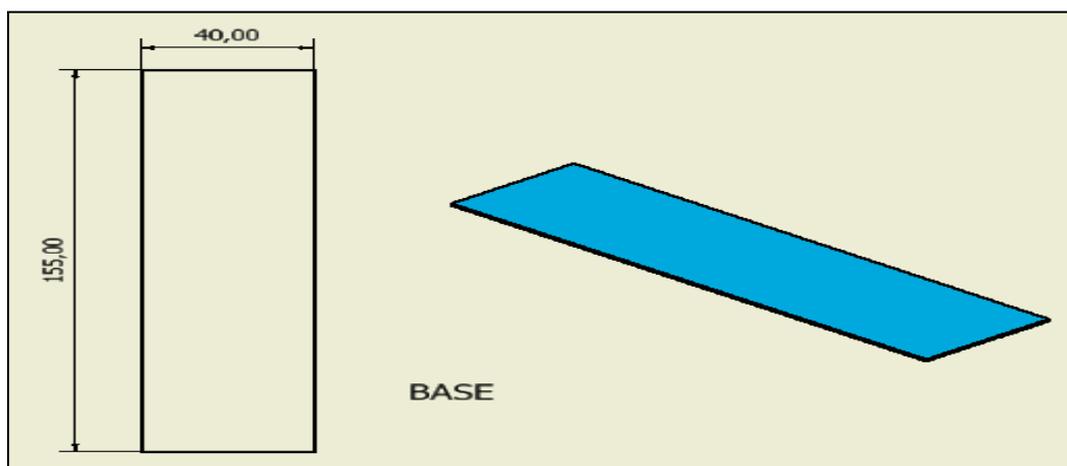


Figura 4: Plano de Base

Fuente: Elaboración Propia

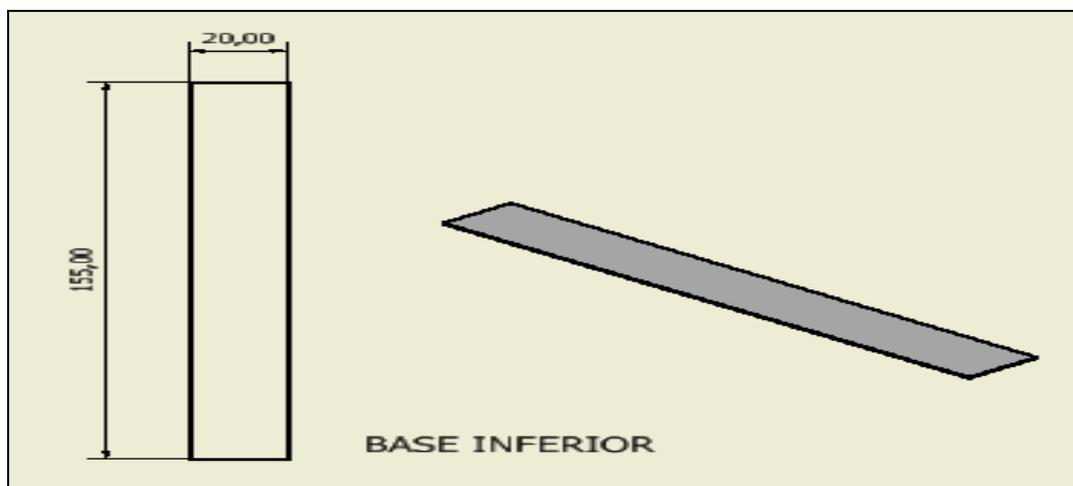


Figura 5: Plano de Base Inferior

Fuente: Elaboración Propia

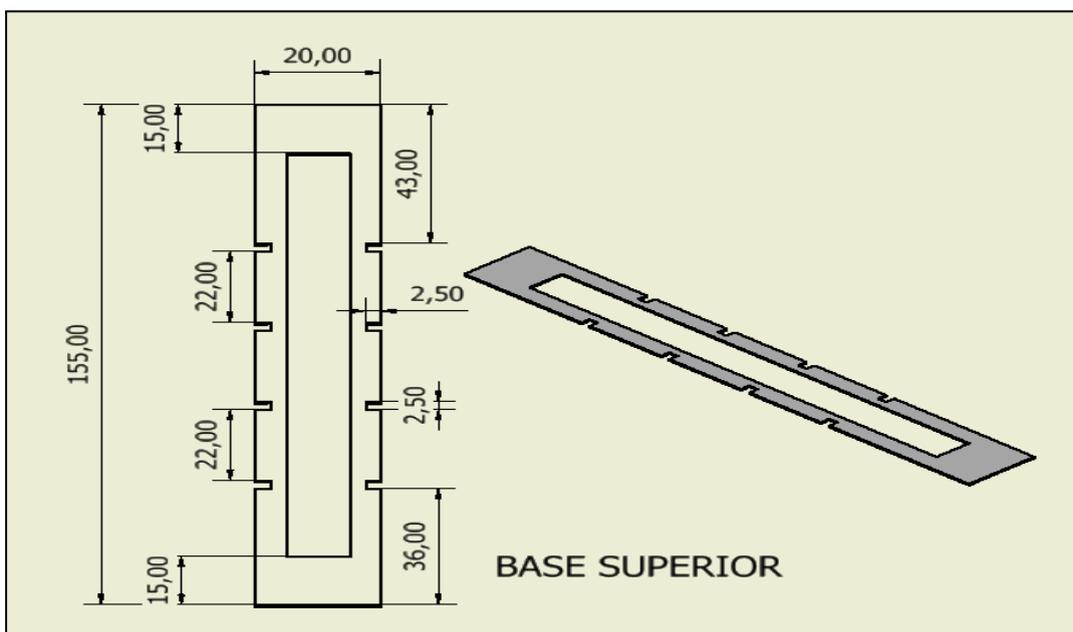


Figura 6: Plano de Base Superior

Fuente: Elaboración Propia

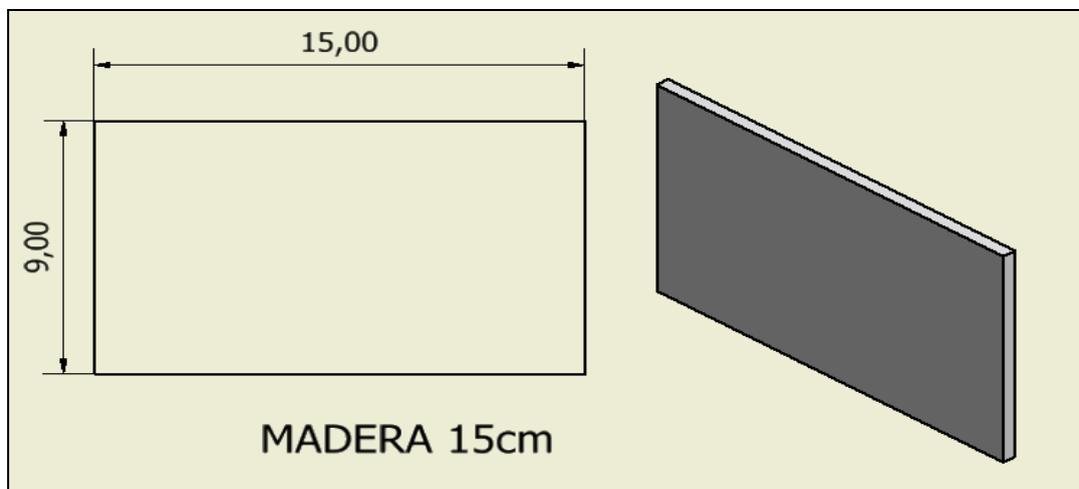


Figura 7: Plano de Madera de 15 cm

Fuente: Elaboración Propia

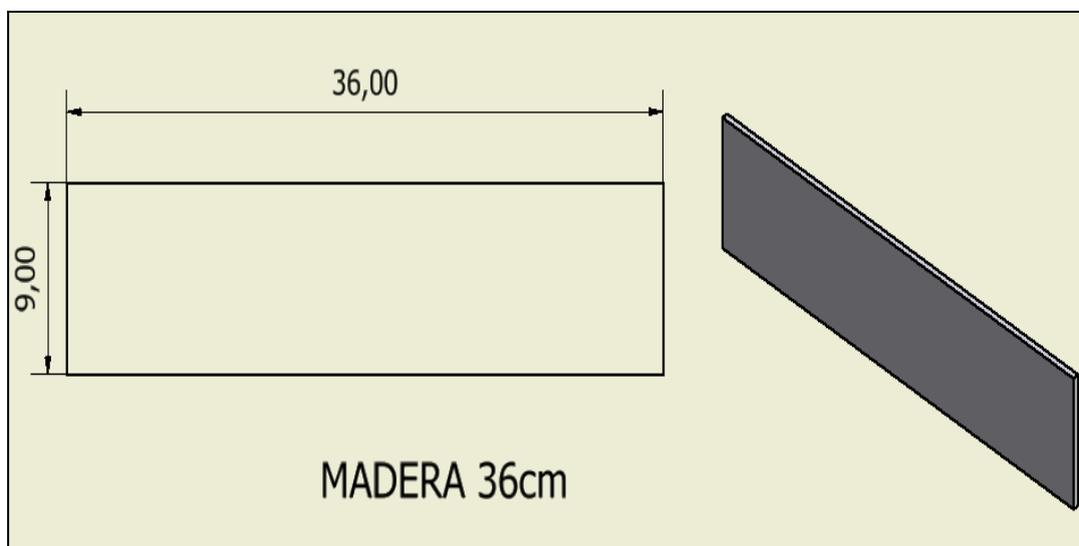


Figura 8: Plano de Madera de 36 cm

Fuente: Elaboración Propia

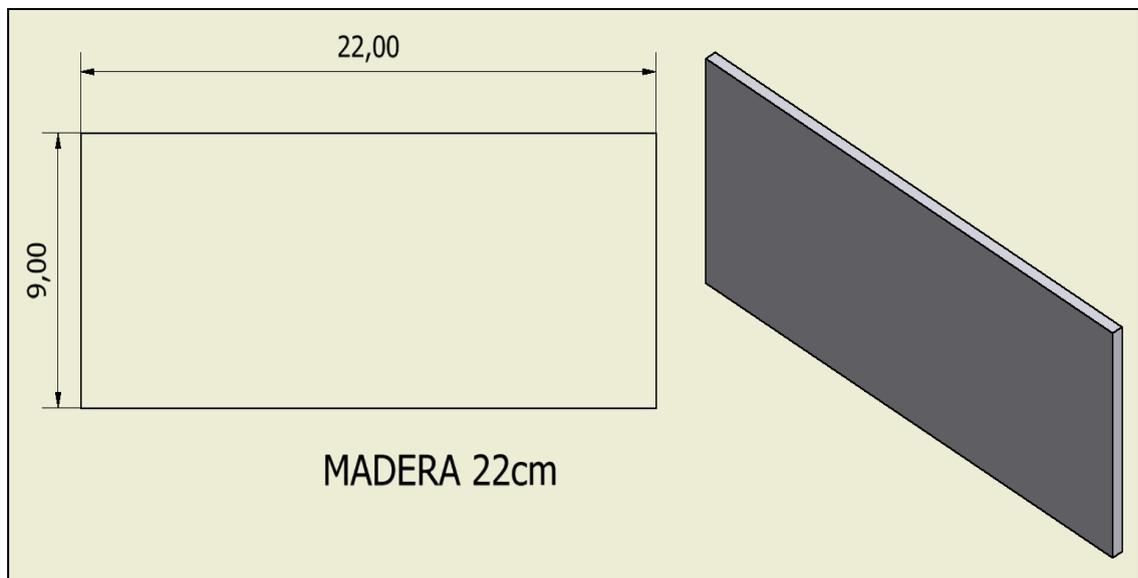


Figura 9: Plano de Madera de 22 cm

Fuente: Elaboración Propia

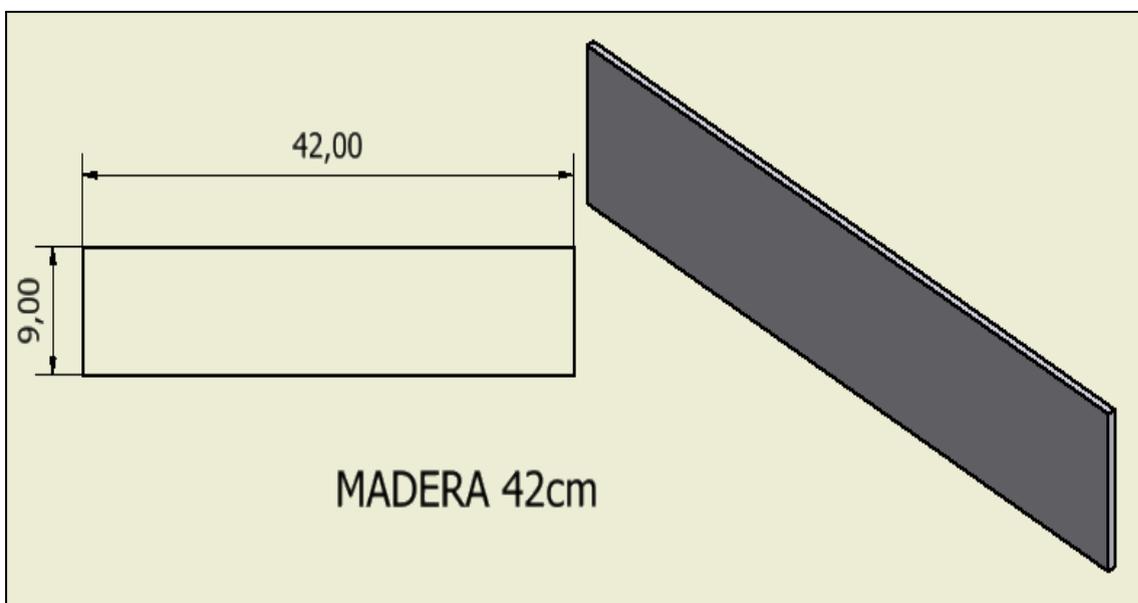


Figura 10: Plano de Madera de 42 cm

Fuente: Elaboración Propia

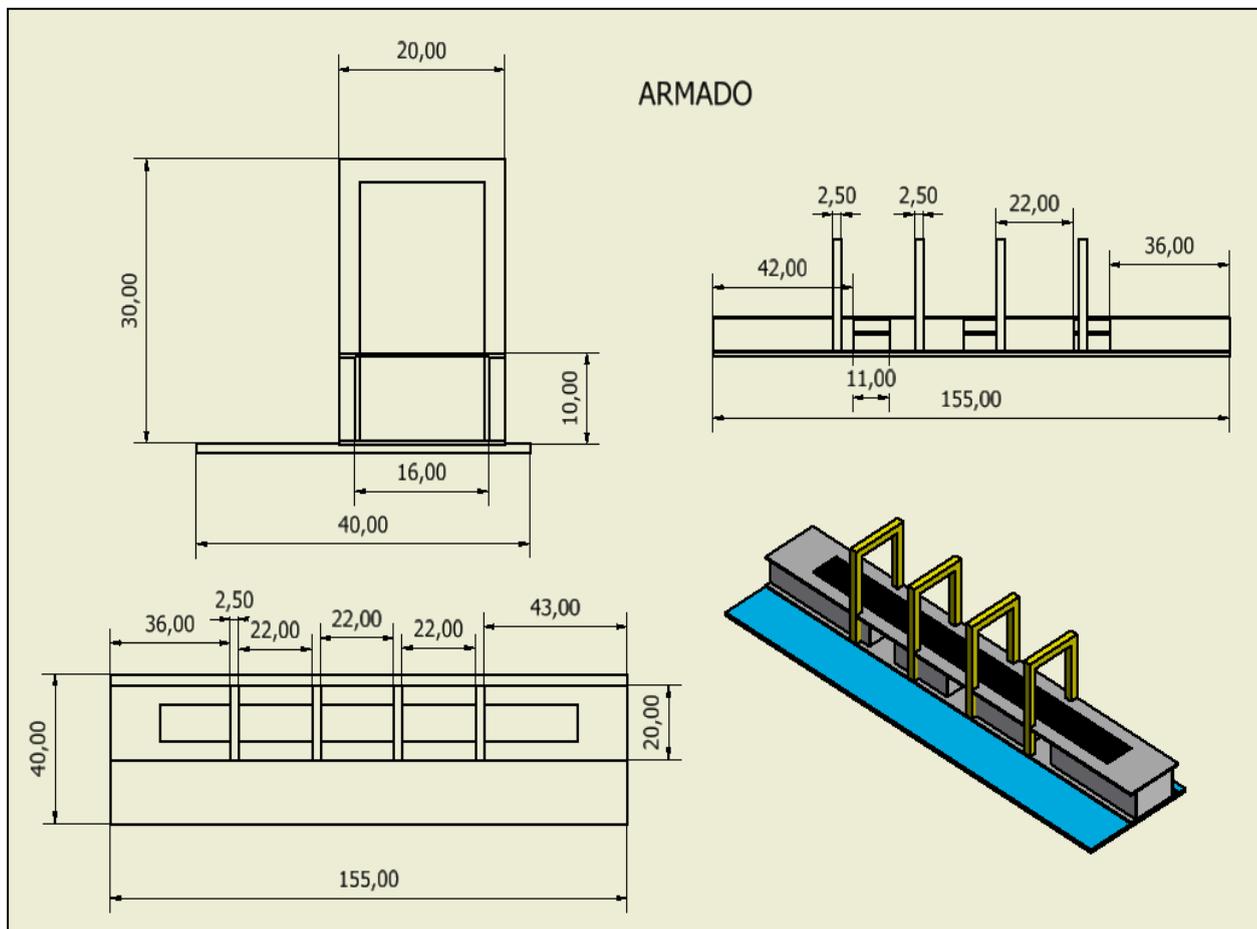


Figura 11: Plano del Armado

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV: DISEÑO DE PROPUESTA PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO

### 4.1 Descripción detallada del proceso propuesto

#### 4.1.1. Prelavado

En esta etapa se humedece el automóvil con la finalidad de ablandar e incluso desprender la suciedad más dura o adherida, debido a lo cual se disminuye el riesgo de generar rayaduras en la etapa de lavado, esta etapa se puede realizar despidiendo el agua con la ayuda de una manguera o también empleando una esponja con un cubo de agua.

Sistemas	Tiempo/autos	Litros de agua/autos
Proceso automatizado	2 minutos	10 litros

Tabla 1: Uso de recursos en el prelavado

#### 4.1.2. Lavado

Luego de que el automóvil haya sido pre lavado se acostumbra lavar las ruedas para luego seguir con el lavado de arriba hacia abajo y de las zonas más sucias a las más limpias, por los cristales, capo, laterales, dejando bajos y defensas para el final, de modo que se evita que la suciedad desprendida de las partes superiores se coloquen sobre lugares que ya fueron lavados así el shampoo irá cayendo por gravedad a los lugares más bajos.

Sistemas	Tiempo/autos	Litros de agua/autos
Proceso automatizado	6 minutos	20 litros

Tabla 2: Uso de recursos en el lavado

#### 4.1.3. Enjuagado

Después de realizar la limpieza completa, se acostumbra a enjuagar el automóvil siguiendo la misma serie que en el lavado, percatándose de eliminar todos los restos de shampoo empleando en momentos una esponja con un cubo de agua o una manguera sin ningún tipo de difusor ni reductor, y con un caudal moderado, suficiente para que sea uniforme sin salpicar, pasando por todo el espacio lentamente, como siempre empezando por el techo y de arriba hacia abajo, de modo que el chorro de agua vaya arrastrando los restos de shampoo, ya que una vez secos pueden dejar marcas permanentes en la pintura.

Sistemas	Tiempo/autos	Litros de agua/autos
Proceso automatizado	5 minutos	24 litros

Tabla 3: Uso de recursos en el enjuagado

#### 4.1.4. Secado

El secado se desarrolla por medio del uso de toallas especiales con lo que se asegura de eliminar toda el agua sin dejar rastros ni pelusas, pero en circunstancias se emplean el uso de toallas domésticas o bayetas que pueden causar raspaduras en la superficie del automóvil, para esta etapa el tiempo empleado puede variar entre 6 a 20 minutos el tamaño del automóvil, si se le realizará aspirado de interior, encerado, entre otras actividades complementarias.

Sistemas	Tiempo/autos	Litros de agua/toallas
Proceso automatizado	8 minutos	16 toallas

Tabla 4: Uso de recursos en el prelavado

## 4.2 Planos CAD en 3D de la situación propuesta elegida

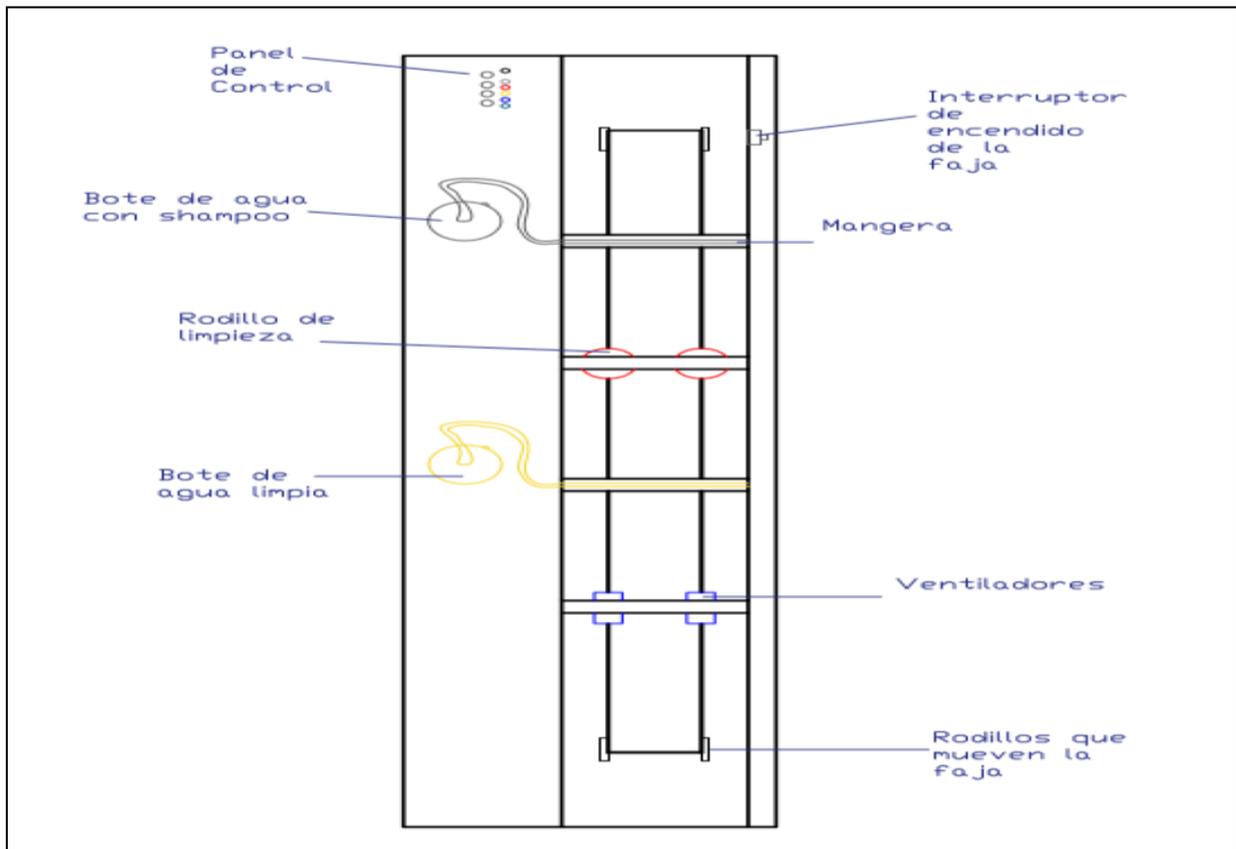


Figura 12: Plano de la situación propuesta elegida

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3 Diagrama de análisis del proceso propuesto

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO PROPUESTO						
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SÍMBOLOS					TIEMPO(MINUTOS)
						
Recepción del automóvil	X					1
Transportar al área de lavado						3
Área de lavado (prelavado)	X					2
Aplicación y esparcimiento de shampoo	X					3
Área de lavado	X					5
Transportar al área de enjuagado						3
Verificación del lavado completo			X			1
Área de secado	X					3
Verificación del secado completo			X			1
Transportar el automóvil a la salida						1
Entregar el automóvil y las llaves	X					1
TOTAL	6	2	3			24

Figura 13: Diagrama de análisis del proceso propuesto

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4 Descripción detallada de los materiales a emplear

1. **Pulsador (rojo y verde):** El pulsador rojo tiene la funcionalidad de detener el proceso, y el pulsador verde tiene la función de prender el proceso.



Figura 14: Pulsador (rojo y verde)

2. **Motorreductor de 12v:** Se le conoce así a una máquina que combina un reductor de velocidad y un motor, esta combinación se da en una sola máquina la misma que ayuda a reducir la velocidad de manera automática.

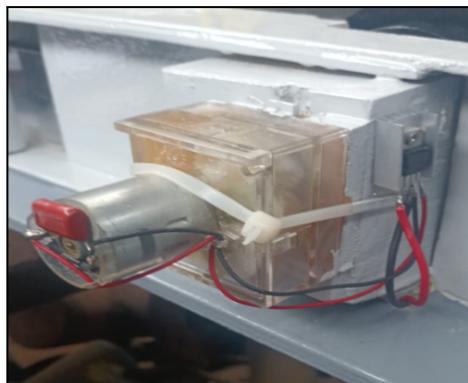


Figura 15: Motorreductor de 12v

- 3. Motor de corriente continua de dos motores 12v:** Trabajan con corriente continua o también llamada corriente directa , genera un campo magnético inducido del motor, que convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

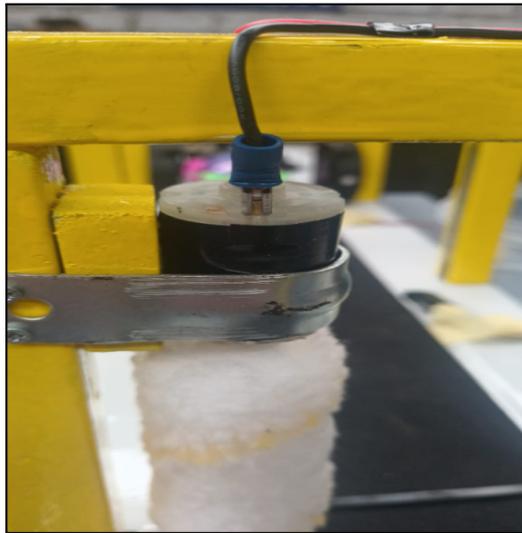


Figura 16: Motor de corriente continua de dos motores 12v

- 4. Cable de red:** Tiene la finalidad de conectar la computadora con el PLC.



Figura 17: Cable de red

5. **Sensor óptico o sensor fotoeléctrico difuso:** Tiene la función de detectar si existe la presencia de un material, una vez haya detectado eso, sigue llevando el material en este caso el carrito a la siguiente estación, que en total son 4.



Figura 18: Sensor óptico o sensor fotoeléctrico difuso

6. **Ventilador de computadora:** Este dispositivo se encarga de expulsar aire con la finalidad de enfriar el recalentamiento en la PC, en este caso el enfriamiento y/o secado del auto.



Figura 19: Ventilador de computadora

7. **Fuente de 24v:** Regula la electricidad que se recibe para que el funcionamiento de los circuitos se dé de manera óptima, sin presentar sobrecargas.



Figura 20: Fuente de 24v

8. **Bomba de agua de corriente continua 12 voltios de 2 piezas:** Estas bombas suelen venir con el motor (que trabaja en corriente alterna) por separado del cuerpo, pudiendo conseguir configuraciones con ellas para todo tipo de usos y aplicaciones.



Figura 21: Bomba de agua de corriente continua 12 voltios de 2 piezas

- 9. PLC Logo versión OBA7 Siemens:** LOGO es un pequeño PLC de Siemens adecuado para implementar tareas de automatización simples en la industria y los sistemas de gestión de edificios. Es muy fácil de usar y el último modelo está equipado con un puerto Ethernet tanto para programación como para intercambio de datos.



Figura 22: PLC Logo versión OBA7 Siemens

- 10. Enchufe plano entrada simple:** También llamado enchufe europlug o enchufe de uso doméstico, es un dispositivo formado por dos elementos que se conectan, el uno al otro para obtener corriente eléctrica.



Figura 23: Enchufe plano entrada simple

## 4.5 Diseño del circuito electroneumático del proceso propuesto

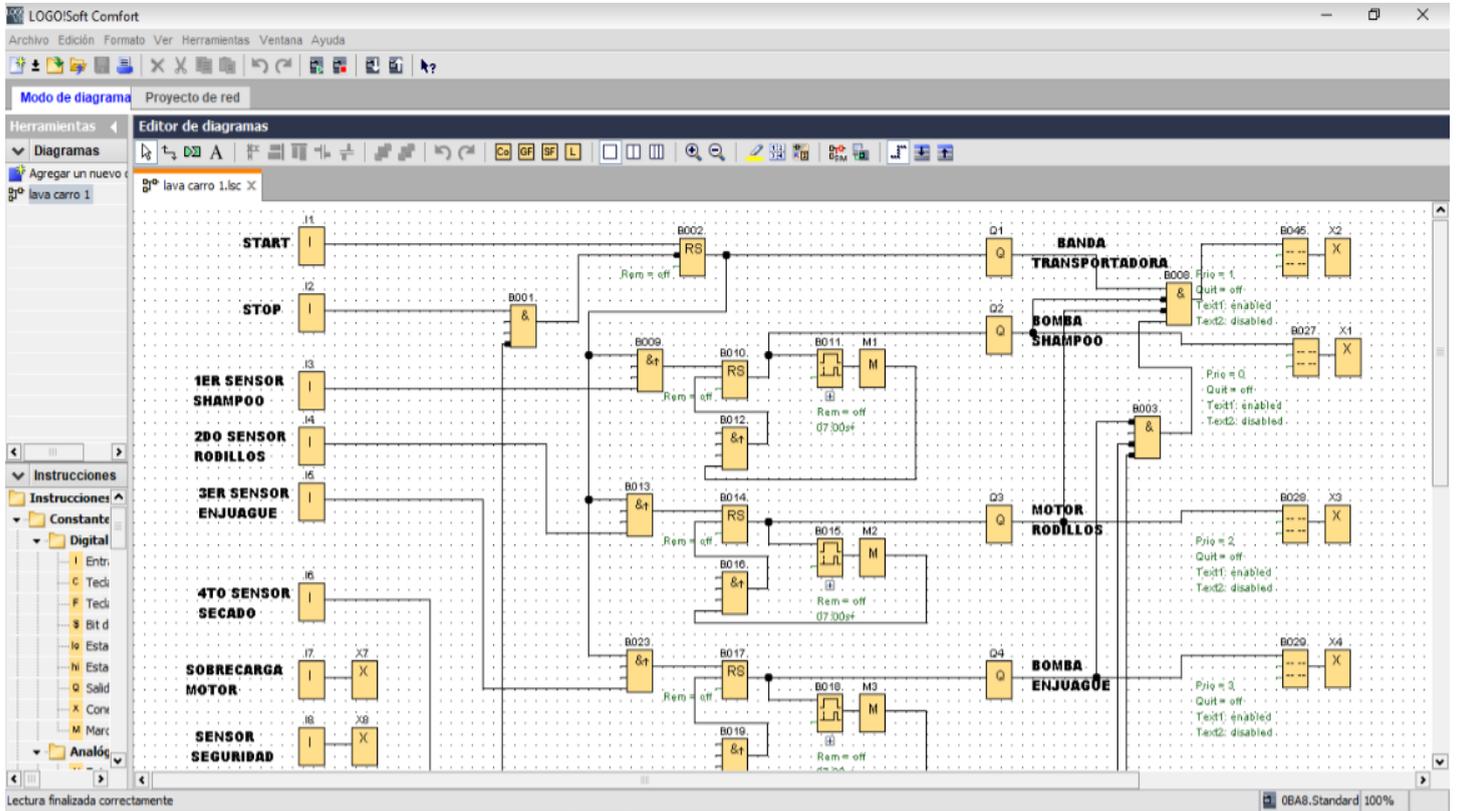


Figura 24: Diseño del circuito electroneumático del proceso propuesto

## 4.6 Programación en lenguaje ladder del proceso

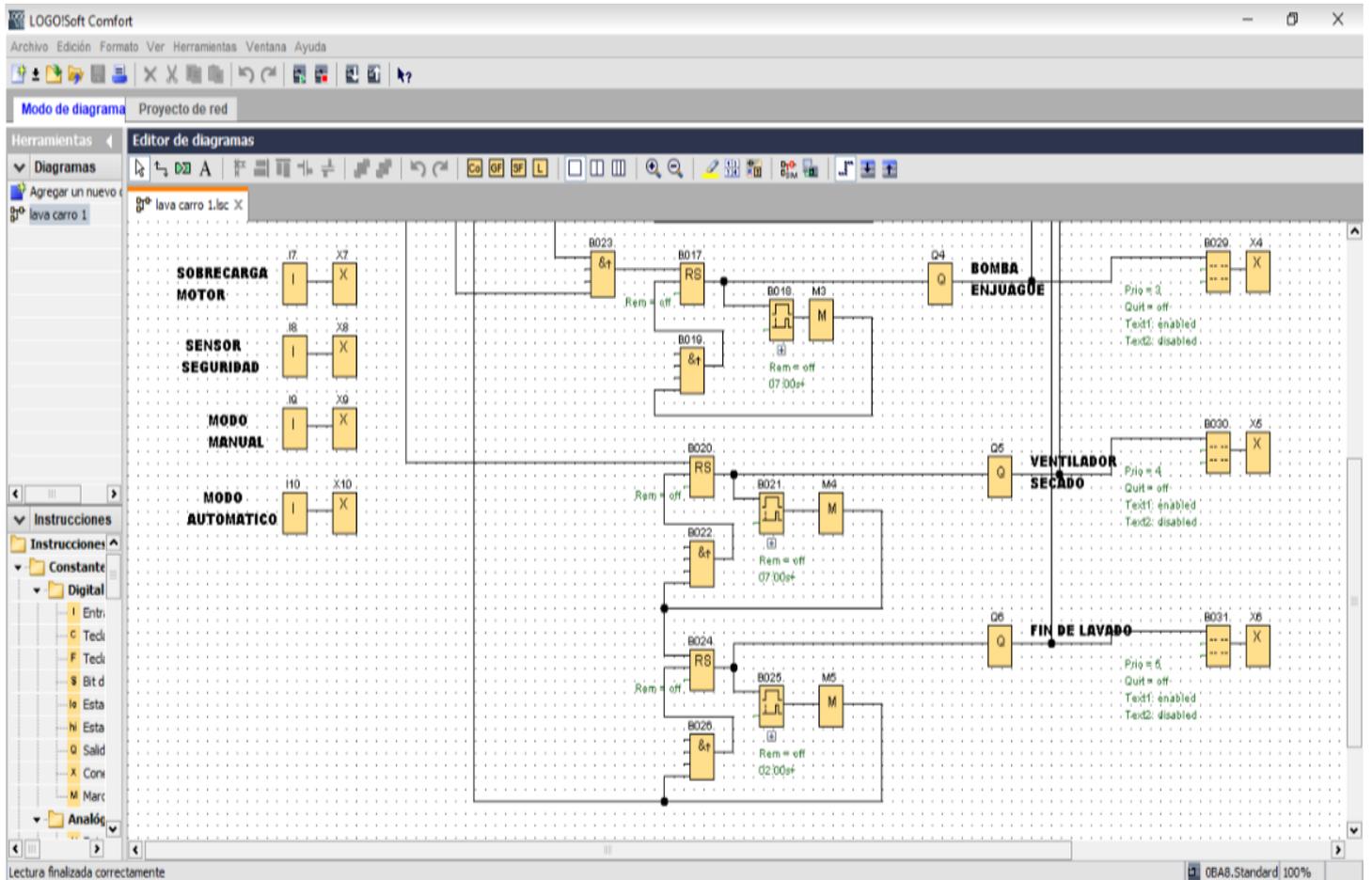


Figura 25: Programación en lenguaje ladder del proceso

#### 4.7 Descripción y detalle de los indicadores de producción después de la automatización

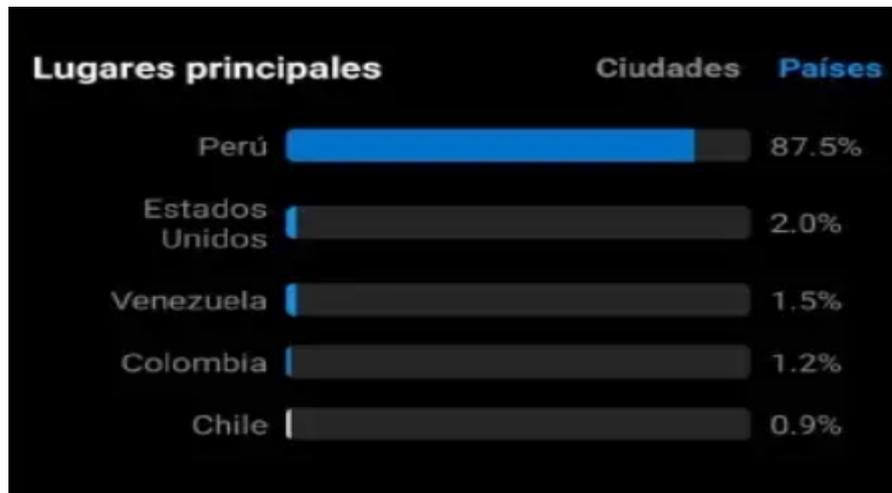


Figura 24: Indicadores de producción de las ciudades de América Latina



Figura 25: Indicadores de producción de las ciudades del Perú

## CAPÍTULO V: COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN

### 5.1 Costos de inversión y operación

Elemento	Descripción	Coste	Cant.	Importe Pago
Motores de 12 vol	Soles	S/ 35.00	2 S/	70.00
Bombas de agua de 12 vol	Soles	S/ 30.00	2 S/	60.00
Terminales	Soles	S/ 3.00	1 S/	3.00
Manguera	Soles	S/ 9.50	1 S/	9.50
Depósitos	Soles	S/ 6.00	2 S/	12.00
Faja (Mt elástico 19 cm)	Soles	S/ 21.00	1 S/	21.00
Motor 24 a 12 v	Soles	S/ 45.00	1 S/	45.00
sensores	Soles	S/ 50.00	5 S/	250.00
Total			S/	470.50

Tabla 5: Costos de inversión y operación

### 5.2 Flujo de caja

FLUJO DE CAJA		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Flujo Operativo</b>													
Ingresos			129.600.000	140.162.400	151.585.636	163.939.865	177.300.964	188.098.593	199.553.797	211.706.623	224.599.556	238.277.669	252.788.780
Costos y Gastos			99.988.000	106.481.272	113.502.973	121.096.147	129.307.346	135.946.774	142.990.022	150.461.666	158.387.780	166.796.024	182.594.071
Utilidad operativa			29.612.000	33.681.128	38.082.662	42.843.718	47.993.618	52.151.819	56.563.775	61.244.957	66.211.777	71.481.646	70.194.709
Participación de los Trabajadores			2.961.200	3.368.113	3.808.266	4.284.372	4.799.362	5.215.182	5.656.378	6.124.496	6.621.178	7.148.165	7.019.471
Utilidad Antes de Impuestos			26.650.800	30.313.015	34.274.396	38.559.346	43.194.256	46.936.637	50.907.398	55.120.462	59.590.599	64.333.481	63.175.238
Impuesto a la renta	30%		7.995.240	9.093.905	10.282.319	11.567.804	12.958.277	14.080.991	15.272.219	16.536.138	17.877.180	19.300.044	18.952.571
Utilidad Operativa DI			18.655.560	21.219.111	23.992.077	26.991.542	30.235.980	32.855.646	35.635.178	38.584.323	41.713.419	45.033.437	44.222.667
(+) Depreciación			20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	26.878.328
<b>Flujo de Caja de operación</b>			<b>38.655.560</b>	<b>41.219.111</b>	<b>43.992.077</b>	<b>46.991.542</b>	<b>50.235.980</b>	<b>52.855.646</b>	<b>55.635.178</b>	<b>58.584.323</b>	<b>61.713.419</b>	<b>65.033.437</b>	<b>71.100.994</b>

Tabla 6: Flujo de caja operativo

<b>Flujo de Inversión</b>													
Inversión en Equipos	-200.000.000												-268.783.276
Gastos Pre operativos	-200.000	15.000	15.000	15.000	15.000								
Inversión en Capital de Trabajo	-19.440.000	-1.584.360	-1.713.485	-1.853.134	-2.004.165	-1.619.644	-1.718.281	-1.822.924	-1.933.940	-2.051.717			-2.176.667
Valor de desecho de los equipos													4.200.000
Valor Residual													612.939.605
<b>Flujo de Caja de Inversión</b>	<b>-219.640.000</b>	<b>-1.569.360</b>	<b>-1.698.485</b>	<b>-1.838.134</b>	<b>-1.989.165</b>	<b>-1.619.644</b>	<b>-1.718.281</b>	<b>-1.822.924</b>	<b>-1.933.940</b>	<b>-2.051.717</b>			<b>346.179.663</b>
Pago por colocación de Nuevas acciones comunes	-200.000	60.000											
<b>Flujo de Caja Económico</b>	<b>-219.840.000</b>	<b>37.146.200</b>	<b>39.520.625</b>	<b>42.153.943</b>	<b>45.002.377</b>	<b>48.616.335</b>	<b>51.137.365</b>	<b>53.812.255</b>	<b>56.650.383</b>	<b>59.661.702</b>			<b>411.213.100</b>

Tabla 7: Flujo de caja de inversión

### 5.3 Viabilidad económica (VAN, TIR)

<b>TIR</b>	<b>22,53%</b>		
<b>Ke</b>	<b>11,60%</b>		
<b>VAN</b>	<b>167.016.089</b>	<b>VAN&gt;0 PY VIABLE</b>	

Tabla 8: Viabilidad económica

## CONCLUSIONES

- Con el proceso de automatizado propuesto se obtendría la optimización del proceso de lavado de automóviles; disminuyendo costos, tiempos y pérdida de agua y toallas para los procesos de lavado y secado.
- Es importante emplear la presión de agua apropiada para asegurar que los procesos de lavado se realicen de la mejor manera, asimismo se debe de tener en cuenta el control de flujo de agua.
- Utilizando un proceso automatizado, incrementa la productividad y eficacia en el proceso de lavado de automóviles.
- El desarrollo e implementación de una interfaz de comunicación hombre-máquina de un proceso o planta simplifican el monitoreo y control, debido a que conservan una línea de comunicación constante entre las variables, los procesos de planta y el operador mediante el uso de un computador.

## RECOMENDACIONES

- El uso del controlador PLC Logo en un lavado de automóviles debe ser ejecutado de manera apropiada por un adecuado diseño y evaluación de los componentes a conseguir, para realizar un cálculo previo a de los componentes.
- Adquirir la licencia para el uso del servidor de datos para el uso del PLC, que nos facilita la activación de los componentes del lavado de automóviles para que realicen actividades repetitivas con precisión.
- Ajustar la disposición de salida de agua tal que no moje los sensores o el motor de la cinta transportadora.
- Implementar secado con aire caliente, ya que haría el trabajo de secado más óptimo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- C. Escobar, «Diseño de sistemas de control industrial de robots basado en industria 4.0,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- D. Clean Car, «Clean-car Sistema de autolavado automatico. Buenos Aires Argentina.,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.clean-car.com.ar/>. [Último acceso: 30 Octubre 2019].
- M. Molina, «Sistema SCADA para la supervisión en tiempo real de medidores industriales de energía en la Empresa Novacero S.,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- R. Villena, «Proyecto de integración de autómatas programables Simatic s7- 1200 en red Iot.,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2018.
- T. Gallo, «Desarrollo e implementación de internet industrial de las cosas aplicada al laboratorio de PLC'S de la Facultad de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la Universidad Técnica de Ambato,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2018.

