



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE  
LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE GAVETAS PLÁSTICAS EMPLEADAS  
EN EL SECTOR ALIMENTICIO**

---

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a  
la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

**ÁREA:** Industrial y Manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Tecnología de la Información y Sistemas de Control

**AUTOR:** Luis Felipe Lema Oña

**TUTOR:** Ing. Franklin Salazar Mg.

Ambato – Ecuador

marzo – 2023

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación con el tema: SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE GAVETAS PLÁSTICAS EMPLEADAS EN EL SECTOR ALIMENTICIO, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Luis Felipe Lema Oña, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2023

-----  
Ing. Franklin Salazar Mg.

TUTOR

## **AUTORÍA**

El presente Proyecto de Investigación titulado: SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE GAVETAS PLÁSTICAS EMPLEADAS EN EL SECTOR ALIMENTICIO, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023

-----  
Luis Felipe Lema Oña

C.C. 0503228124

AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023

-----  
Luis Felipe Lema Oña

CC: 0503228124

AUTOR



## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Luis Felipe Lema Oña, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE GAVETAS PLÁSTICAS EMPLEADAS EN EL SECTOR ALIMENTICIO, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

-----

Ing. Pilar Urrutia Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

-----

Ing. Mg. Santiago Altamirano

PROFESOR CALIFICADOR

-----

Ing. Mg. Bolívar Morales

PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

A mi **madre**, quien fue y es el pilar fundamental de cada logro que obtuve, ella, que me escuchaba y me llenaba con sus palabras de sabiduría, direccionando mi vida a obtener logros, sin rendirme, ni permitir que me rinda en las situaciones difíciles.

A mi **padre**, que desde el cielo fue mi ángel en este largo viaje, derramando bendiciones durante mis jornadas de estudio y que siempre me cuidó, veló por mi salud y me permitió volver siempre a casa.

A mis hermanos, **Mónica, Alfonso, Raúl, Andras, Ana, Yolanda** y **Evelin** por su cariño y apoyo absoluto en este proceso, pero en especial a Raúl, quien supo sustituir esa función de padre con consejos, velando por mi bienestar, corrigiendo mis malos hábitos y dándome ánimo para no rendirme y terminar satisfactoriamente con esta etapa de mi vida.

*Luis Felipe Lema Oña*

## AGRADECIMIENTO

A mi **madre**, por permitir que emprenda este viaje, que concluyó con un gran triunfo.

A la **Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial** de la Universidad Técnica de Ambato, por formar grandes personas y profesionales que me brindaron todo su apoyo incondicional.

A mis **maestros**, que, durante todo el proceso, fueron guías que llenaron vacíos con conocimiento, forjándome como un gran profesional en la sociedad, teniendo presente primero, las buenas costumbres y valores éticos que todo buen ser humano debe tener.

*Luis Felipe Lema Oña*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	V
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2.1 Contextualización del problema.....	4
1.2.2 Fundamentación teórica.....	6
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
CAPÍTULO II.....	18
METODOLOGÍA.....	18
2.1 Materiales.....	18

2.2	Métodos.....	19
2.2.1	Modalidad de la investigación .....	19
2.2.2	Población y muestra.....	20
2.2.3	Recolección de información .....	21
2.2.4	Procesamiento y análisis de datos.....	23
CAPÍTULO III.....		24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		24
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	24
3.1.1	Análisis de lavado de gavetas plásticas .....	24
3.1.2	Aplicación de variables de entrada y salida.....	28
3.1.3	Selección de componentes del sistema automatizado.....	30
3.1.4	Parámetros de prototipo de máquina lavadora de gavetas plásticas .....	35
3.1.5	Funcionamiento mecánico de la máquina lavadora de gavetas plásticas	37
3.1.6	Funcionamiento eléctrico de la máquina lavadora de gavetas plásticas..	39
3.1.7	Monitoreo del proceso mediante herramienta IoT.....	46
3.1.8	Pruebas de funcionamiento.....	49
CAPÍTULO IV.....		52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		52
4.1	Conclusiones.....	52
4.2	Recomendaciones .....	53
MATERIALES DE REFERENCIA .....		54
BIBLIOGRAFÍA.....		54
ANEXOS.....		58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de máquinas en la industria.....	12
Tabla 2. Tipos de sensores .....	13
Tabla 3. Simuladores de sistemas electrónicos .....	16
Tabla 4. Materiales de la investigación.....	18
Tabla 5. Datos de ponderación.....	21
Tabla 6. Datos de la gaveta plástica .....	24
Tabla 7. Materia prima e insumos para el lavado de gavetas plásticas.....	25
Tabla 8. Variables a controlar en el proceso de lavado inicial de gavetas plásticas ..	28
Tabla 9. Parámetros básicos de controladores .....	31
Tabla 10. Ponderación de controladores .....	32
Tabla 11. Sensores para las variables.....	33
Tabla 12. Actuadores del proceso de lavado.....	34
Tabla 13. Características del sensor de entrada .....	34
Tabla 14. Características del sensor de salida .....	35
Tabla 15. Máquina lavadora de gavetas plásticas .....	36
Tabla 16. Ponderación sobre los tipos de programación.....	43
Tabla 17. Dashboard de variables en el la página Ubidots, condiciones iniciales.....	47
Tabla 18. Dashboard de variables en el la página Ubidots con salidas exitosas.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Automatización de las cosas.....	6
Figura 2. IoT en el mundo.....	6
Figura 3. Componentes de un sistema de control abierto .....	7
Figura 4. Componentes de un sistema de control cerrado .....	8
Figura 5. Sistema de monitoreo .....	8
Figura 6. Sistema de monitoreo .....	9
Figura 7. Ejemplo de programación en Node – RED .....	9
Figura 8. PLC Siemens S7-1200.....	10
Figura 9. Raspberry Pi.....	11
Figura 10. Sensor industrial de proximidad .....	13
Figura 11. Proceso de pre – lavado manual .....	26
Figura 12. Máquina de lavado de gavetas plásticas .....	27
Figura 13. Gavetas plásticas en proceso de desinfección .....	27
Figura 14. Salida de gavetas plásticas.....	28
Figura 15. Lazo de control de velocidad de banda transportadora .....	29
Figura 16. Lazo de control de presión de salida de agua .....	29
Figura 17. Lazo de control de temperatura de salida de agua.....	29
Figura 18. Lazo de control de temperatura de salida de agua.....	29
Figura 20. PLC Siemens 1200 .....	32
Figura 21. Raspberry Pi 4 modelo B.....	33
Figura 23. Proceso de lavado de gavetas plásticas.....	36
Figura 24. Gaveta colocada al inicio del proceso de lavado .....	37
Figura 25. Gaveta en la zona de detección del sensor de proximidad .....	38
Figura 26. Lavado de gaveta plástica.....	38
Figura 27. Lavado de gaveta plástica.....	39

Figura 30. Entorno desarrollado en el software CADE SIMU .....	45
Figura 31. Conexiones del PLC .....	46
Figura 32. Esquema general de envío y recepción de datos mediante herramienta IoT .....	47
Figura 33. Históricos de pantalla HMI de software Tía Portal .....	50
Figura 34. Variaciones de tiempos de gavetas lavadas .....	50



## RESUMEN EJECUTIVO

A nivel industrial, es indispensable el manejo correcto de las operaciones de trabajo, puesto que, una mala intervención sobre el método de procesamiento, puede ocasionar pérdidas monetarias, por tal motivo, se analizó la propuesta de una máquina lavadora de gavetas plásticas, capaz de eliminar las impurezas que se adhieren y están presentes en las superficies de la línea de producción.

Durante el desarrollo del prototipo, fue indispensable determinar los sistemas de control requeridos para el monitoreo en tiempo real, del lavado automático de las gavetas plásticas. Mediante el software Tía Portal, se elaboró la secuencia del proceso y se introdujo en el PLC 1200, identificando las variables de entrada y salida de datos, dando prioridad al tiempo empleado para una gaveta, con un total de 1 minuto y 57 segundos.

Mediante la herramienta IoT desarrollada en Ubidots, se planteó el monitoreo de los datos históricos del pistón, del rodillo, la bomba de agua y el número de salidas de gavetas plásticas, obteniendo entradas y salidas, sin interrupciones o fallos, dando como resultado, el 100% de procesos exitosos.

Finalmente, el display programado en el software Tía Portal, muestra los datos históricos de los sensores de tiempo, temperatura y caudal, según los setpoint que se programaron previamente.

**Palabras clave:** Automatización, internet de las cosas, PLC 1200, lavado de gavetas plásticas, tiempos de respuesta.

## ABSTRACT

At the industrial level, the correct management of work operations is essential, since a bad intervention on the processing method can cause monetary losses, for this reason, the proposal of a washing machine for plastic drawers was analyzed, capable of remove impurities that adhere and are present on the surfaces of the production line.

During the development of the prototype, it was essential to determine the control systems required for real-time monitoring of the automatic washing of the plastic drawers. Using the Tía Portal software, the process sequence was developed and entered into the PLC 1200, identifying the data input and output variables, giving priority to the time spent for a drawer, with a total of 1 minute and 57 seconds.

Through the IoT tool developed in Ubidots, the monitoring of the historical data of the piston, the roller, the water pump and the number of outputs of plastic drawers was proposed, obtaining inputs and outputs, without interruptions or failures, resulting in the 100% successful processes.

Finally, the display programmed in the Tía Portal software shows the historical data of the time, temperature and flow sensors, according to the setpoints that were previously programmed.

**Keywords:** Automation, internet of things, PLC 1200, washing of plastic drawers, response times.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación denominado SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE GAVETAS PLÁSTICAS EMPLEADAS EN EL SECTOR ALIMENTICIO, identificó ventajas y desventajas de realizar el lavado automático de gavetas plásticas como medio de reducción de contaminantes presentes en la industria de producción de alimentos [1]. Un sistema de control capaz de monitorear, controlar y modificar los datos presentes en el proceso, optimizar tiempos, recursos y el nivel de fiabilidad regulan las consideraciones de calidad de una planta de producción [2].

La investigación fue de gran interés para las industrias alimenticias debido a que pretende implementar un sistema de control automático capaz de manejar el proceso de lavado de las gavetas plásticas con la finalidad de extraer las impurezas al 100% en menor tiempo y de esto, distribuir a los operarios en tareas directas con el manejo de productos, ahorrando costos.

Para dar un valor agregado sobre el producto, el impacto sobre el sector, fue establecer un proceso estándar sobre el lavado de las gavetas, introduciendo un espacio óptimo y medidas de operarios, máquinas, herramientas, insumos y materia prima necesaria para desarrollar la tarea en un tiempo determinado dando lugar a un procedimiento más limpio y que aumente la cantidad de documentación en regla que sostiene el establecimiento.

El proceso de cambio inicia con la introducción de normas de calidad certificadas, incluyendo espacios limpios y desinfectados que son monitoreados por entidades que regulan a las empresas que optan por una norma sobre un producto. La certificación abarca a una planta de producción que desarrolla un producto u ofrece un servicio, los recursos y el medio de justificación de un proceso, se reflejan en las hojas de registro emitidas por auditorías externas.

La metodología determinó el grado de diseño y construcción de un área de lavado donde, se incluye una máquina que, consideró el manejo correcto de recursos con el tiempo adecuado de entradas y salidas para pallets con las gavetas plásticas lavadas, además, llevar el control limpieza y satisfacción sustenta que los productos de la planta de producción, no tienen bacterias u otros contaminantes que modifican el lote de

pedido. Mediante la introducción de un proceso estable, se reguló la muestra de datos que justifiquen la inversión del proceso.

La investigación se divide en los siguientes capítulos:

Capítulo I: “MARCO TEÓRICO”, analizó trabajos de investigación relacionados con el manejo de un proceso de desinfección de gavetas plásticas para reducir bacterias presentes en la industria alimenticia. Se observaron artículos con sistemas de control basados en la mejora de un proceso manual como consideración de un mejor manejo de datos internos.

Capítulo II: “METODOLOGÍA”, identificó materiales, herramientas y métodos de trabajo sobre el diseño, construcción y monitoreo de datos obtenidos a partir del proceso de lavado automático de gavetas plásticas.

Capítulo III: “RESULTADOS Y DISCUSIÓN”, muestra el diseño de la planta, la construcción de la máquina lavadora, el sistema de control adaptado al proceso de lavado y la toma de datos del proceso en tiempo real.

Capítulo IV: “CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES”, describió los resultados relevantes, considerando los datos obtenidos durante el monitoreo del sistema.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Tema de Investigación

“SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA AUTOMÁTICA DE GAVETAS PLÁSTICAS EMPLEADAS EN EL SECTOR ALIMENTICIO”

### 1.2 Antecedentes Investigativos

Los antecedentes se basan en el control y manejo de datos previamente realizados en procesos automatizados que tuvieron resultados esperados, entre algunos están:

Un trabajo de investigación nace con la idea de una alternativa sobre el proceso de manejar actividades de una industria de manera automatizada bajo un sistema de control que utiliza equipos y dispositivos de la EPIE, este control se va a utilizar en el método DCS embebido comercializado por varios proveedores. El objetivo fue implementar un sistema de control PID utilizando 2 PLCs Siemens S7-1200 y un PAC Compact Logix con la finalidad de observar y controlar las variables de caudal y nivel (para líquidos) debido a que el sector industria maneja estas derivaciones constantemente. Mediante una comunicación OPC UA, se enlazo PROFINET y ETHERNET como medio de envío y recepción de datos en tiempo real, sus resultados fueron que, mediante la construcción y simulación de un entorno físico y la generación de perturbaciones habituales en las áreas de trabajo de las industrias, se obtuvo tiempos de respuesta favorables ya que, la supervisión SCADA fue capaz de responder sobre estos aspectos de manera óptima [3].

Un trabajo de investigación que tenía como prioridad analizar el tiempo de lavado de una gaveta plástica de polietileno tereftalato y su incidencia sobre colocar personal para determinar si es necesario implementar estas actividades como un proceso industrial que utilice herramientas para el manejo de productos sobre una línea de producción, su análisis se basó en la obtención de este producto para un país en desarrollo, donde se demostró que dicho material tenía propiedades no regulados y la capacidad de generar un alto impacto sobre la salud de la población, su resultado fue

que las industrias alargan el tiempo de vida de sus recursos, forzando los altos costos de adquisición siendo necesario el mantenimiento, limpieza y desinfección de alrededor de 250 gavetas plásticas para una mediana fábrica al menos 3 veces por semana y se aumenta el número de veces en el caso de existir situaciones internas como el derrame de productos [4].

Un estudio que generó una simulación de lavado de tanques plásticos, tuvo como objetivo identificar las ventajas de lavado de este tipo de materiales utilizados durante el control de almacenamiento de materia prima, su finalidad era automatizar este proceso con el fin de eliminar impurezas en mayor cantidad relativa al uso de recursos humanos para cumplir con la misma tarea. La metodología se basó en la implementación de un PLC como controlador para determinar la programación del control y manejo de variables de entrada y salida, la programación basada en Tía Portal para la introducción de estos datos sobre el PLC y el manejo de un sistema SCADA capaz de mejorar el proceso lavado de plásticos, su resultado se basó en los tiempos de respuesta observados en los datos históricos generados durante el proceso de pruebas de rendimiento, con esto se redujo los tiempos de procesamiento de esta actividad y se optimizó recursos humanos y materiales, dando lugar a un proceso más limpio y estable que tiene la capacidad de ser implementado sobre una industria que maneje este tipo de insumos complementarios para el manejo de materia prima y productos de primera necesidad [5].

Un estudio de un sistema de control de envasado, basado en el implemento del módulo PLC, analizó los distintos escenarios posibles para la implementación de un área de trabajo capaz de superar el trabajo semiautomático, la metodología fue introducción exploratoria y de campo que pretende determinar las variables de estudio, este proyecto desarrolló un entorno de nivel educativo, manejo de módulos y control de componentes automáticos con el fin de determinar el costo – beneficio que tiene implementar este espacio de trabajo sobre una industria determinada, los resultados fueron que, mediante la programación en Grafset dentro del PLC y la complementación sobre el LabVIEW todo con referencia en la comunicación mediante el OPC server, diseñando una arquitectura sólida y limpia, donde, se controló una estación de trabajo que fue capaz de reducir tiempos de envasado y optimizar una producción en promedio del 30% [6].

Un estudio desarrollado en una industria de servicios eléctricos y control orienta una solución óptima sobre el manejo de refrigeración industrial de líquidos protegidos en cubos de hielo para transporte de productos alimenticios. El uso de equipos como un PLC y una HMI fueron clave para enlazar este tipo de control con un dispositivo móvil para realizar el control remoto capaz de monitorear y mejorar el control de variables en tiempo real para presentar soluciones frente a problemas generados durante el proceso, de esto se observa que los resultados fueron exitosos por que se disminuye perdidas e implementar un sistema capaz de aprovechar al máximo la tecnología sobre los entornos de trabajo que requieren un constante flujo de datos históricos sobre el control de variables en el sector de refrigeración de productos [7].

Por otra parte, un proyecto de la implementación de un sistema de control sobre la variable temperatura para mejorar el proceso de fermentación de mucilago de café tiene como objetivo determinar si el uso de la tecnología es viable en este tipo de industria, el apartado de la metodología está basado en el diseño de la programación en PLC con entorno gráfico y la implementación de un panel de control de manejo en industria de tipo mecánica, hidráulica y electrónica. El resultado fue que, al implementar un control PID en cascada, se optimizó los tiempos de respuesta del sistema de control con un entorno desarrollado sobre el sistema de un intercambiador de calor para utilizar el vapor que se genera sobre este tipo de procesos, dando lugar a tiempos de respuesta mínimos observados en una pantalla digital con un controlador de manejo accesible para el usuario [8].

Un análisis de caso de estudio sobre el riego manual previamente instalado en el Vivero Forestal Municipal es el punto de estudio que determinará el uso óptimo de recursos que se destinan al proceso, mediante la propuesta de maximizar recursos (agua) se implementó un sistema de control automatizado capaz de manejar los tiempos óptimos para desarrollar la tarea de los riegos de jardines y huertos escolares. La metodología GEMMA como medio de un procedimiento estándar que inicia en el análisis de los datos actuales, la automatización de los procesos, la supervisión de la implementación de este sistema de control y las pruebas definidas, para ello fue necesario un sistema SCADA y el manejo de datos históricos sobre el control de las variables implementadas sobre el sistema, se observó que, de manera gradual, el control automático fue muy provechoso debido a que sus prestaciones optimizaron los

recursos involucrados, esto terminó en la introducción de un sistema de control en un manejo de riegos sobre un sector determinado, reduciendo los recursos utilizados en un 18% mensual [9].

La investigación se enfocó en la introducción de tecnologías y sistemas de control que reemplazan el trabajo manual por un proceso automático reduciendo tiempos y eliminando errores humanos.

### **1.2.1 Contextualización del problema**

La revolución industrial en el mundo produjo un cambio en el desarrollo de actividades destinadas a cubrir problemas y solucionar necesidades de las empresas para satisfacer sus necesidades y cumplir con sus objetivos [10]. Industrias de gran escala, comienzan a tener un déficit de producción por la construcción y elaboración de procesos manuales, esto genero un proceso de cambio que, inicio con la implementación de máquinas que sean capaces de reemplazar los recursos humanos para reducir los tiempos de fabricación. Durante muchos años, este proceso se regulo para que las industrias sean capaces de escalar para aumentar su producción anual [11]. Con el paso del tiempo, se implementó sistemas automatizados capaces de controlar y monitorear procesos sin la necesidad de un operario sobre el área de trabajo, sin embargo, este salto de las industrias generó varios problemas debido a la inestabilidad de las variables destinadas a manejar un proceso de manera óptima que dieron como resultado errores de precisión y cálculo sobre la salida de los productos [12].

En Latinoamérica, como proceso de avance, incursionaron en inversiones altas sobre aquellas tecnologías capaces de realizar tareas de precisión, con acabados de calidad y con la capacidad de ser sometidos a trabajos de gran escala, industrias como la automotriz, la alimenticia y la refinería que, dieron el gran salto basado en metodologías de trabajo de ingeniería con maquinaria antigua, las prestaciones tenían un mejora grande, sin embargo, estas presentaban algunas fallas y el uso del recurso humano para realizar un control y manejo constante de estas para cumplir con las actividades diarias [13]. Un problema que sobresale en este tipo de trabajo es el error humano que, por la falta de precisión y un trabajo no continuo, hace que las industrias no cuenten con tiempos estándar basados en la competitividad del mercado, así mismo, países como Brasil, Venezuela y Ecuador han presentado informes sobre las demoras



ocasionadas por la falta de mantenimiento de equipos e insumos que se utilizan en las grandes empresas [14], [15].

Un problema evidente se encuentra en las industrias alimenticias es la falta de limpieza y desinfección al que deben someterse aquellos insumos complementarios del sector con la finalidad de evitar que los agentes como virus y bacterias lleguen a los productos, las gavetas, utilizadas como pallets, son el medio de transporte de alimentos por las prestaciones que tienen, sin embargo, no existe una regulación de limpieza o se realiza de manera semiautomática en la mayoría de casos, donde dan lugar a malas prestaciones sobre la calidad de salida [16]. Estos microorganismos patógenos pueden originar ciertas enfermedades de indigestión, se ha presenciado por estudios la presencia de toxinas originadas por brotes elevados ciertos agentes tales como la listeria monocytogenes que puede producir en gran medida la toxiinfección alimentaria [17].

Estudios demostraron que en el Ecuador, solo el sector alimenticio para el año 2019 incremento su producto interno bruto en un 1.9%, sin embargo, cuenta con un 85% de pequeñas y medianas empresas con instalaciones no reguladas y de poca limpieza y desinfección, dando lugar a la poca pero presente cantidad de agentes nocivos para la salud de los trabajadores y en algunos casos, la introducción de estos agentes biológicos sobre los alimentos causando pérdidas irreparables por la eliminación de lotes grandes de producción [18].

Otro problema por el que pasa el país, es el desconocimiento de costos de implementación de un sistema de control automatizado por lo que no toman en cuenta esta alternativa como medio viable de desinfección total, además, auditorías externas han determinado que, el sector alimenticio al contener productos de primera necesidad, deben ser tratados en un ambiente de calidad, sin embargo, espacios destinados al ingreso de materia prima, zonas de transición de pallets y lugares de almacenamiento de materia prima han sido sectores propensos a generar desechos y adquirir agentes nocivos para la salud [19].

## 1.2.2 Fundamentación teórica

### Automatización

Método de implementación de tecnología sobre procesos o actividades, para generar tareas con la precisión que no se consigue, con el recurso humano. Al implementar estos sistemas, sobre movimientos repetitivos, se consigue una mejor productividad de una planta, industrias manufactureras, que han introducido sistemas automatizados, han generado grandes cambios sobre el manejo óptimo de recursos [20]. La Figura 1, muestra el entorno de automatización.



Figura 1. Automatización de las cosas [20]

### Internet de las cosas (IoT)

El internet de las cosas, considera la conexión de dispositivos que están conectados entre sí, a través de una red, pública o privada, donde, se pueden interactuar libremente, con la finalidad de cumplir con un objetivo común o de cumplir metas a corto, mediano o largo plazo [21]. La Figura 2, muestra la conexión de dispositivos, mediante el IoT.

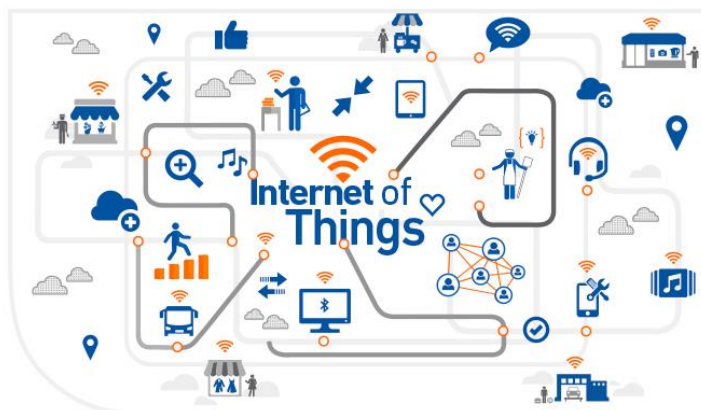


Figura 2. IoT en el mundo [21]

## Sistema

El termino sistema refiere al conjunto complejo de componentes y partes que conforman un todo, esta característica está sujeta a la interacción de todos los componentes en un entorno cerrado para mantener un equilibrio. Para un sistema electrónico es el conjunto de mecanismos que realizan un trabajo [22].

## Sistema de control

El sistema de control es el conjunto de dispositivos físicos que se encargan de administrar, ordenar y regular el comportamiento del todo, esto se controla de manera automática dependiendo del entorno bajo el que se trabaja y tiene la finalidad de cumplir con los objetivos planteados por el programador [22]. Existen dos tipos de sistemas de control, por lazo abierto y por lazo cerrado.

## Sistema de control de lazo abierto

Este sistema de control se denomina así porque no contiene lazos de retroalimentación, es decir, la salida no depende de la entrada y, por tanto, los valores no se pueden predecir ni se puede obtener un margen óptimo de error [23]. La Figura 3, muestra el sistema abierto y los componentes que lo conforman.

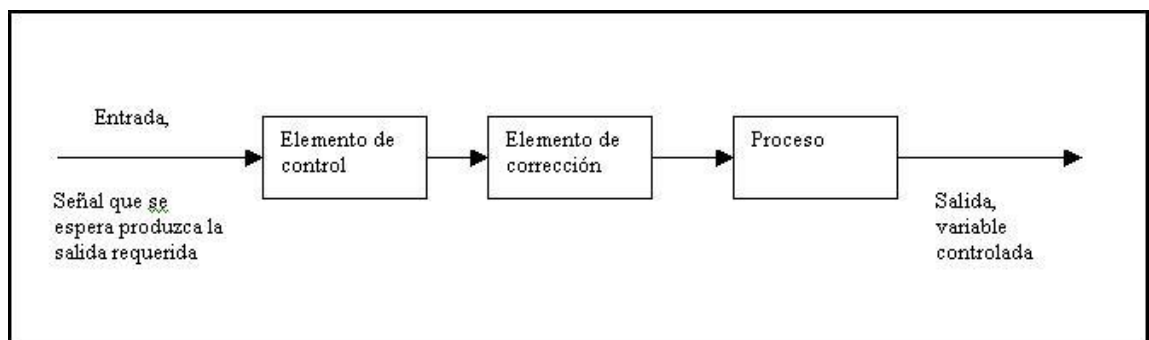
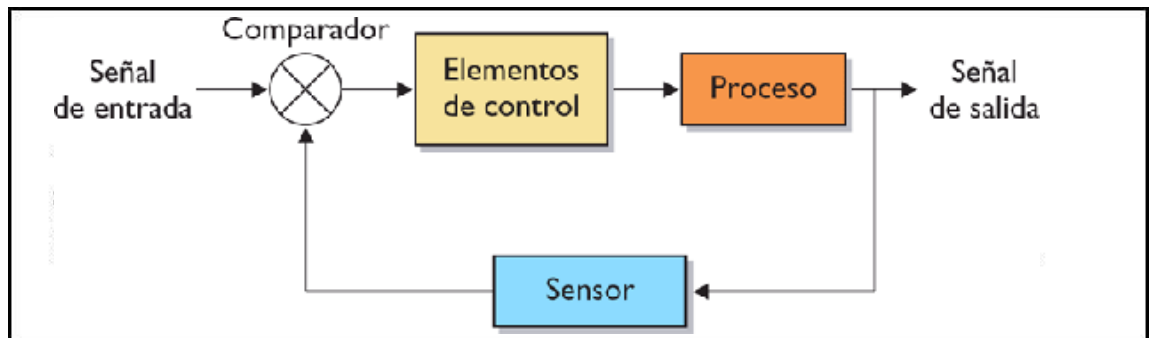


Figura 3. Componentes de un sistema de control abierto [23]

## Sistema de control de lazo cerrado

Este tipo de sistema de control se denomina cerrado por que sostiene información desde una variable a manera de retroalimentación. Por lo general esta variable que es un sensor, envía información en tiempo real para poder cambiar los valores de salida

a partir del setpoint colocado sobre el sistema, esto hace que el proceso sea autónomo [23]. La Figura 4, muestra el sistema cerrado y los componentes que lo conforman.



**Figura 4.** Componentes de un sistema de control cerrado [23]

## Monitoreo

Es el proceso mediante el cual se pretende revisar que se cumplan las actividades que se han programado durante la implementación de un sistema en un entorno, de esta manera se puede asegurar un sistema de metas y objetivos propuestos [24]. La Figura 5, muestra la relación que mezcla el monitoreo con el sistema de control.



**Figura 5.** Sistema de monitoreo [24]

## Monitoreo de sistemas de control

Es el control constante de variables que se encuentran en un sistema de control, esto mediante una interfaz para cumplir con los parámetros mínimos que son necesarios para complementar un entorno de calidad total. Este entorno debe ser constantemente regulado por un programador de tal manera que, en caso de existir falencias, puedan ser corregidas dependiendo del tipo de problema existente [25]. La Figura 6, muestra el entorno bajo el cual es posible monitorear un sistema de control.

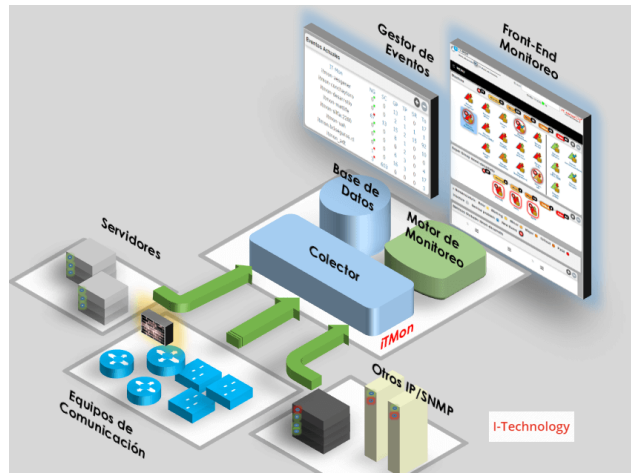


Figura 6. Sistema de monitoreo [25]

## Node – RED

Node – RED, es una herramienta gráfica, que muestra bloques predefinidos, que se conocen comúnmente como nodos, que permiten elaborar tareas de forma concreta, este tipo de conexión, enfoca una secuencia de entradas, procesamiento y salidas, son conocidas comúnmente como Flow [26]. La Figura 7, muestra un ejemplo de programación en el software.

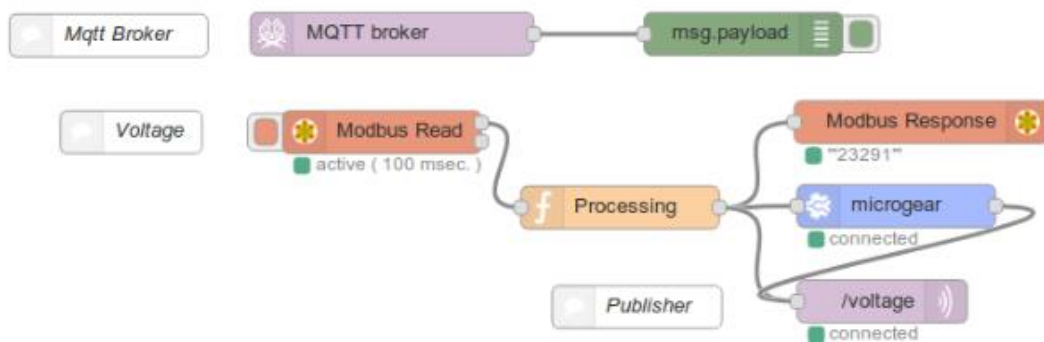


Figura 7. Ejemplo de programación en Node – RED [26]

## Controlador

El componente conocido como controlador es un objeto físico que tiene la finalidad de mantener todos los componentes de un entorno realizando un trabajo en concreto, este se encarga de seguir la secuencia de instrucciones para no cometer errores que supongan la caída del entorno [27].

## Controlador lógico programable (PLC)

Es una computadora inteligente que se utiliza en la industria de la ingeniería automática debido a que está sujeto a automatizar procesos industriales en general, para realizar un sin número de procesos más limpios y estables. Se sostiene de la generación de parámetros básicos necesarios para desarrollar las actividades fundamentales del sistema tales como el manejo de variables en tiempo real basados en un tiempo de respuesta inmediato [28]. La Figura 8, muestra un PLC.



Figura 8. PLC Siemens S7-1200 [28]

## Tipos de controlador lógico programable (PLC)

Existen 2 tipos de PLC desarrollados a lo largo de los años y estos son:

- **Compacto:** Consiste en un solo componente que conforma el todo, no requiere de módulos externos o de entradas o salidas porque sus componentes se encuentran internamente.
- **Modular:** Es un PLC que está compuesto por un grupo de elementos que trabajan entre sí para desarrollar el entorno natural bajo el cual se va a realizar un trabajo, por lo general estos cuentan con entradas y salidas y el CPU [28].

## Raspberry Pi

Es un conjunto de ordenadores sujetos en una placa pequeña, con el objetivo de poder colocar espacios electrónicos que deriven en la creación de programas informáticos por los bajos costos de adquisición, este cuenta con varias prestaciones y características que lo derivan como una buena elección al momento de complementar

estudios con el entorno de programación que se puede introducir en la raspberry pi [29]. La Figura 9, muestra una Raspberry común en el campo de la electrónica.



**Figura 9.** Raspberry Pi [29]

La Raspberry cumple con la función de receptor programación con la finalidad de mejorar los procesos determinados en una estación de trabajo, esto aumenta la fiabilidad de este componente por sus altas prestaciones y desarrollos sobre el puesto físico de trabajo.

### **Máquina industrial**

Se define a una industrial como el conjunto de piezas mecánicas, eléctricas y mecanismos entrelazados para realizar un trabajo que genere un determinado producto sobre el sector de manufactura por lo general para satisfacer las necesidades de las industrias, el objetivo final es sustituir el trabajo de un trabajador [30].

Si bien es cierto, hoy en día se considera maquinaria a cualquier complemento que pueda facilitar un trabajo debido a que únicamente debe cumplir con funciones básicas para las que fueron creadas. Aquí también entra todos aquellos modelos de control y regulación de aquellos dispositivos que conforman una parte de una máquina o que estén integradas pero que cumplen con la función sobre el entorno industrial.

### **Tipos de máquina industrial**

Entre algunas de las maquinas industriales, se conoce una división por varios factores que cumplen con la necesidad de cubrir actividades de trabajo. La Tabla 1, muestra la clasificación considera en el mundo de la ingeniería:

**Tabla 1.** Tipos de máquinas en la industria

<b>Clasificación</b>	<b>Subclasificación</b>	<b>Concepto</b>
<b>Según su complejidad</b>	<b>Máquina sencilla</b>	Aquí se constituyen aquellas herramientas utilizadas en el trabajo, no cuentan con grandes prestaciones, pero rinden sobre el trabajo para el cual fueron fabricados
	<b>Máquina compleja</b>	Conjunto de piezas que componen el dispositivo para realizar un trabajo a gran escala.
	<b>Máquina muy compleja</b>	Son máquinas especiales, de gran precisión y con prestaciones sobre las industrias aeronáuticas y motores.
<b>Según el tipo de trabajo</b>	<b>Máquina simple</b>	Son aquellos dispositivos que realizan un solo trabajo de manera repetitiva.
	<b>Máquina compuesta</b>	Realizan una serie de pasos para generar trabajo, no se limitan y lo hacen en secuencia
<b>Según su fuente de alimentación</b>	<b>Máquina manual</b>	Son manejados por mecanismos que cumplen la función del empuje
	<b>Máquina con cable eléctrico</b>	Funcionan con corriente eléctrica alterna por lo general son equipos pequeños.
	<b>Máquina con batería</b>	Son aquellos equipos simples que funcionan con corriente continua.
	<b>Máquina a vapor</b>	Generan humo y ruidos continuamente.

## **Sensor**

El sensor es un dispositivo electrónico capaz de detectar una variable en el entorno para responder de manera digital o analógica una señal de salida. Este dispositivo está basado en un fenómeno físico y que transmite valores sobre el procesamiento bajo el cual fue fabricado [31]. La Figura 10, muestra un sensor de proximidad.





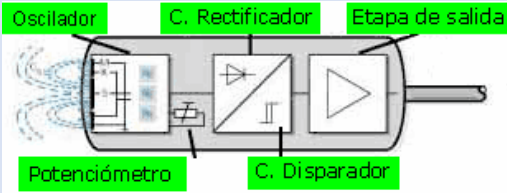
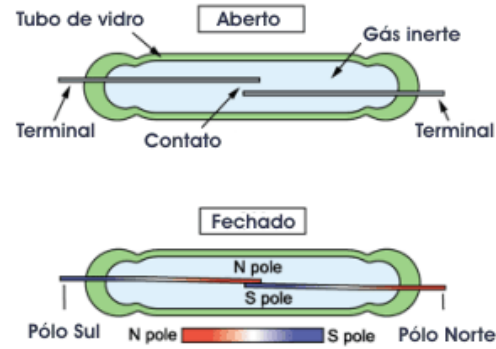
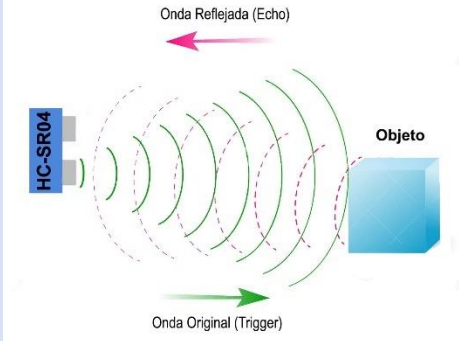
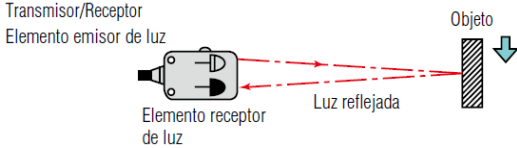
Figura 10. Sensor industrial de proximidad [31]

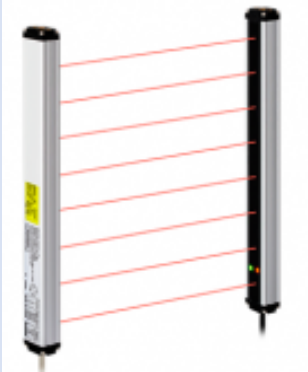
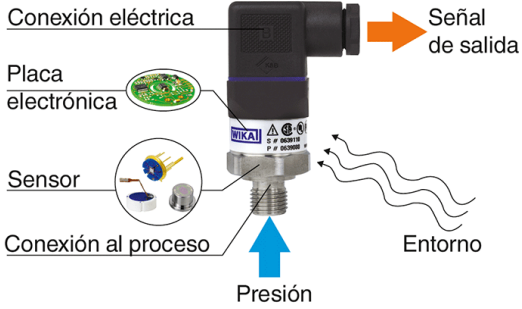
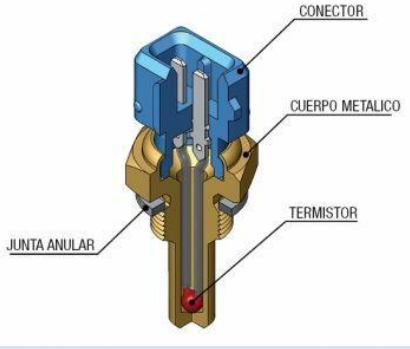
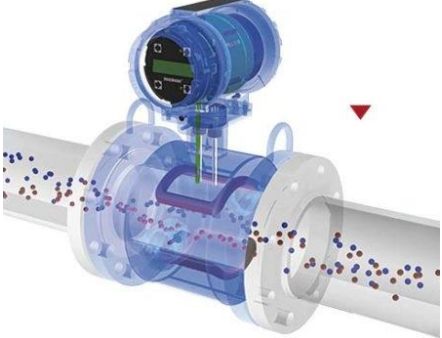
### Tipos de sensores

En el mercado, se ha establecido un sin fin de sensores ajustables para la necesidad educativa e industrial, la Tabla 2, muestra los tipos de sensores presentes en el mercado con las características presentes.

Tabla 2. Tipos de sensores [31]

Tipo de sensor	Definición	Fotografía
Sensor de proximidad	Estos sensores, refieren a detectar objetos a una determina distancia, de tal forma que son capaces de reconocer y enviar señales hacia un controlador.	<p><b>Consideraciones de medición</b></p> <p>El objetivo debe llenar el campo de visión</p>
Sensor inductivo	Estos sensores, refieren a detectar objetos metálicos a una determina distancia, basado en el principio de la presencia de campos magnéticos.	

Tipo de sensor	Definición	Fotografía
Sensor capacitivo	Tienen el mismo principio de los sensores inductivos, con la diferencia de que son más sensibles por el lado de la placa detectora.	 <p>Oscilador, C. Rectificador, Etapa de salida, Potenciómetro, C. Disparador</p>
Sensor magnético	El principio funciona con una parte metálica y un imán, donde, una vez que ambos se separan y se rompe el campo magnético, se activa una alarma.	 <p>Tubo de vidrio, Aberto, Gás inerte, Terminal, Contacto, Terminal, Fechado, N pole, S pole, Pólo Sul, N pole, S pole, Pólo Norte</p>
Sensor de ultrasonido	Este emite una señal en forma de ondas, hasta detectar un objeto en el que las ondas reboten y regresen al sensor.	 <p>Onda Reflejada (Echo), HC-SR04, Objeto, Onda Original (Trigger)</p>
Sensores fotoeléctricos	Se encarga de emitir un haz de luz tipo infrarrojo, desde un lado, hasta detectar la distancia de un objeto.	 <p>Transmisor/Receptor, Elemento emisor de luz, Objeto, Elemento receptor de luz, Luz reflejada</p>

Tipo de sensor	Definición	Fotografía
Sensor de área	A diferencia de los sensores fotoeléctricos, estos crean varios haces de luz en un área.	
Sensor de presión	Utilizan una cavidad de presión, con una membrana que forma un tipo de condensador que es variable, cuando la membrana se deforma, este emite una señal sobre la salida colocada.	
Sensor de temperatura	Se tiene la generación de corriente entre dos componentes eléctricos en función del grado de temperatura que estos generan.	
Sensor de flujo	Fijado en un pistón magnético, que se fija según el movimiento producido por la presencia de un líquido	

## Simuladores de sistemas electrónicos

Software profesional, destinado a elaborar y ensamblar circuitos electrónicos para determinar si el programa funciona y de esta manera, ayudar al cliente a observar el comportamiento del conjunto de componentes, previniendo en todo momento, la parte de seguridad [32]. La Tabla 3, muestra algunos simuladores existentes en el mundo de la electrónica.

**Tabla 3.** Simuladores de sistemas electrónicos [32]

Tipo de sensor	Definición	Logo
CAdE_SIMU	Software de CAD electrotécnico, permite elaborar entornos mediante los dispositivos eléctricos, cuenta con una gran variedad de librerías que trazan esquemas eléctricos.	
Eagle	Software que contiene una jerarquía en la parte esquemática de circuitos, que cuenta con un sistema de advertencia sobre posibles errores en el panel de componentes.	
Altium	Mantiene un entorno de simulación para esquemas bajo enrutamiento adecuado, tiene diseños 3D flexo – rígidos y varios modelos preelaborados para destinado al medio didáctico.	
Proteus	Software de simulación, amplio en el catálogo de componentes, destinado a la creación de esquemas electrónicos de alto nivel.	

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Diseñar un sistema de control y monitorización en el lavado de gavetas plásticas empleadas en el sector alimenticio.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**







- Analizar los sistemas de lavado automático de gavetas plásticas en la industria alimenticia.
- Determinar equipos y sistemas automatizados de lavado de gavetas en la industria alimenticia.
- Construir un sistema de lavado de gavetas automático utilizadas en la industria alimenticia.
- Monitorear el proceso automatizado de lavado de gavetas mediante uso de herramientas IoT 4.0.

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1 Materiales

A continuación, la Tabla 4, muestra los materiales que se utilizaron durante el desarrollo del trabajo de investigación.

**Tabla 4.** Materiales de la investigación

Material	Figura	Descripción
Ordenador		Medio físico para el desarrollo del trabajo.
Microsoft Word		Fuente de procesamiento y análisis de información recolectada.
Microsoft Excel		Fuente de tabulación de datos tomados de la empresa.
PLC		Control lógico programable.
Tía portal		Software de programación de entradas y salidas del PLC.
Raspberry		Hardware programable para envío y recepción de datos.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Modalidad de la investigación**

Para solucionar el problema de la empresa se utilizó las siguientes modalidades de investigación:

#### **Investigación cuantitativa**

El análisis de un entorno sobre el manejo de datos que observó las consideraciones iniciales, se ejemplificó entornos similares con tiempos de respuesta óptimos y se delimitó los tiempos de respuesta óptimos, de esto se destacó el ingreso de variables a controlar mediante un PLC, la fuente para el desarrollo del sistema y el control de las salidas sobre una interfaz, la raspberry debe ser capaz de soportar todo este sistema para poder obtener respuestas favorables para la recolección de datos en el entorno gráfico.

#### **Investigación cualitativa**

Se analizó los datos extraídos del proceso, en base a la discusión de resultados, donde se sujeta a la investigación para comparar los datos extraídos, manteniendo una idea clara, sobre las posibles soluciones planteadas en antecedentes, frente a los parámetros establecidos en el sistema de lavado de gavetas plásticas. De esta forma, el lector obtiene una idea clara, sobre los posibles cambios, dado el caso de situaciones que fueron imprevistas en el desarrollo del trabajo.

#### **Investigación Bibliográfica – Documental**

La investigación bibliográfica fue utilizada para describir libros acerca del uso y manejo de programas basado en el manejo óptimo de un sistema de control, análisis de manejo de datos y programación en el componente físico, por otra parte, se analizó tesis y artículos científicos donde, se determinó la relevancia de implementar una línea de automatización sobre las industrias que deseen aumentar su nivel de calidad y mejoras significativas durante el proceso de transformación de materia prima o el uso de un servicio de apoyo sobre la limpieza y desinfección de insumos utilizados en la línea de producción.

### **Investigación de campo**

Desarrollar un entorno físico inició con la recolección de información acerca de los procesos que derivan sobre el lavado de gavetas plásticas utilizadas en la industria de alimentos. Se formó el entorno basado en las industrias bajo las cuales se puede aplicar este servicio de automatización y, se manejó datos sobre las industrias para tener una idea clara de las mejoras propuestas por la investigación, esto aumentó la fiabilidad del manejo de un sistema de control automatizado y brindó las prestaciones bajo las cuales se implementó este sistema.

### **Investigación explicativa**

Se analizó las ventajas y desventajas que tiene un sistema de control del proceso de lavado de gavetas plásticas automatizado sobre las industrias que manejan productos de primera necesidad y que deben contar con un estricto espacio libre de impurezas, además, el proyecto fomentó la introducción de sistemas autónomos que se rijan por el control y manejo de variables durante el desarrollo de la actividad.

### **Investigación experimental**

Determinó el diseño del prototipo de una máquina lavadora de gavetas plásticas, los mecanismos necesarios para el funcionamiento mecánico, los insumos o niveles con control mediante sensores y la relación del sistema eléctrico con pruebas sobre tiempos de procesamiento. Además, se consideró la elaboración del sistema de control del proceso de lavado para controlar el sistema (variables medibles) mediante un panel frontal.

#### **2.2.2 Población y muestra**

##### **Población**

La población bajo la cual se trabajó son empresas de la industria alimentaria que desarrollan las actividades de limpieza y desinfección de gavetas plásticas de manera manual o semiautomática que están ubicadas en la ciudad de Ambato, provincia del Tungurahua – Ecuador.



### 2.2.3 Recolección de información

La recolección de información se centró en las siguientes etapas:

#### Estudio de trabajo

El método se centró en determinar el proceso, bajo la guía colocada en el Anexo 2, donde, se muestra los parámetros básicos para elaborar el correcto lavado de gavetas plásticas, además, se planteó la introducción de equipos de automatización de una planta que requiere procesos de limpieza, por el grado de control de calidad requerido por el sector alimenticio.

#### Selección de controlador

Se elaboró el método de ponderación a los dispositivos que se ajustan para trabajar con el proceso automatizado, la Tabla 5, muestra los datos considerados para obtener el controlador.

**Tabla 5.** Datos de ponderación

Detalles de ponderación	Valoración	Descripción
Optimización de recursos	45	Se debe adecuar al total de entradas y salidas requeridas, por los componentes que conforman el sistema eléctrico, con proyección a futuro, para introducir, nuevos dispositivos que requieran conectarse con el controlador.
Tiempos de trabajo	25	Los datos en tiempo real, deben ser monitoreados constantemente en el sistema.
Manejo en planta industrial	15	Debe adecuarse un sistema industrial, para que se acople a los procesos que se elaboran en una planta de elaboración de comida.
Nivel de programación	15	La programación debe ser sencilla, para determinar y solucionar problemas, en el menor tiempo posible para obtener una rápida respuesta, en el caso de un siniestro.
TOTAL	100	

### **Selección de componentes electrónicos**

Para la selección de sensores, fue necesario obtener los sistemas de control de lazo cerrado, para determinar los dispositivos electrónicos de medición, desde el Anexo 4 al Anexo 8, se muestra el datasheet de cada una de las partes seleccionadas.

### **Datos de investigación bibliográfica**

Se manejó los datos obtenidos de la bibliografía como libros y revistas científicas para separarlos en herramientas como:

- **Observación directa**

Fue el método que complementó a la investigación de campo debido a que se elaboró un entorno físico basado en la automatización de la línea de limpieza de gavetas plásticas derivadas del sector alimenticio.

- **Manual de programación**

Se identificó los parámetros colocados en la programación como métodos, estructuras, librerías y composición sobre el software desarrollado.

### **Diseño de prototipo**

Para el diseño del prototipo de la lavadora de gavetas plásticas fue necesario identificar las partes de la máquina mediante el manejo de la herramienta:

- **Datasheet**

Manual de partes y piezas que conforman el mecanismo identificado según el manejo de ciertos mecanismos estudiados con anterioridad para un correcto funcionamiento y acople de piezas.

### **Diseño del entorno físico**

El entorno físico fue la construcción de una línea de producción a escala donde se observó el comportamiento del sistema de control sobre un proceso para determinar el nivel de calidad desarrollado, esto se realizó mediante el manejo de datos como:

- **Variable independiente**

El manejo de la variable dependiente que englobó la problemática raíz por la cual se realizó el presente trabajo de investigación fue el sistema de control de lazo cerrado, este analizó ventajas y desventajas de la automatización sobre una industria.

- **Variable dependiente**

Se centró en el manejo de datos desarrollados por áreas, donde, se observó el medio de comportamiento que tuvo el sistema en relación a su función de desarrollo, estas variables derivan del manejo de sensores de posición, nivel, tiempo y temperatura.

#### **2.2.4 Procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento de datos de la investigación se desglosó en lo siguiente:

##### **Procedimiento para elaborar la programación del controlador**

Una vez elaborado el prototipo, se programó el método de las pruebas basadas en el funcionamiento de la máquina de lavado de gavetas plásticas, para identificar el grado de aceptabilidad del prototipo. El Anexo 10, muestra la programación en lenguaje Ladder, introducido en el controlador.

##### **Procedimiento para obtener los datos mediante la herramienta IoT Ubidots**

Para el desarrollo de un sistema autónomo, se elaboró el entorno IoT, bajo la página Ubidots, donde, se muestra en tiempo real, las entradas y salidas propuestas, para el manejo correcto de monitoreo de datos, el Anexo 11, muestra los pasos necesarios, para introducir la herramienta, sobre la máquina de gavetas plásticas.

##### **Procedimiento para determinar los tiempos de funcionamiento**

Para obtener los datos del sistema de lavado de gavetas plásticas, se elaboró una pantalla HMI en el software Tía Portal, el Anexo 12, muestra los datos de monitoreo, durante las pruebas de funcionamiento.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN


#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

##### 3.1.1 Análisis de lavado de gavetas plásticas

###### *Limpieza de gavetas plásticas*

La limpieza y desinfección de los materiales utilizados en la industria y desinfección, constituyen un campo de debate, las gavetas y pallets, como parte del proceso de transporte de la materia prima o producto final, deben mantener un nivel de cuidado extremo, para evitar que, impurezas, bacterias y otros agentes externos, se adhieran a la superficie externa o interna del envase del producto. La limpieza de las gavetas plásticas, es un proceso sencillo e higiénico que se debe realizar con frecuencia y sin temor a daños producidos durante el proceso por las características de alta consistencia del material, haciendo que la industria sume un valor agregado durante la obtención de una certificación nacional o internacional. El Anexo 1, muestra las características de una gaveta plástica, donde, se determina las dimensiones estándar de una planta física de lavado, la Tabla 6, considera los factores más importantes.

**Tabla 6.** Datos de la gaveta plástica

Datos de gaveta plástica		
Figura	Característica	Valor
	Dimensiones	Largo: 60 cm Ancho: 40 cm Alto: 18.5 cm
	Material	Polietileno de alta densidad con protección UV
	Capacidad	25Kg.
	Uso para tipo de industria	Alimenticia

Formar parte del nivel de calidad que sostiene una industria, es presentar el producto en condiciones óptimas, el grado de limpieza, es un punto clave, para determinar el nivel de competencia interna del mercado. El punto de vista crítico, a partir de ciertas consideraciones de limpieza interna, coloca la limpieza de gavetas plásticas, en un punto intermedio de reducción de agentes adversos a la fórmula de los productos que oferta la empresa. El proceso de lavado de gavetas plásticas, considera una inversión de tiempo que refleje la calidad total de una planta de producción de productos del sector alimenticio.

Automatizar un proceso de limpieza, requiere determinar parámetros de materia prima como el uso de desinfectantes y productos de limpieza, insumos como la cantidad de uso de agua y el producto o gaveta plástica. Un sistema, capaz de cubrir la necesidad del lavado, mediante el control y monitoreo del porcentaje de satisfacción del proceso, regula la cantidad de salidas esperadas satisfechas, el panel delimita entradas con el manejo constante reduciendo costos y tiempos de producción. La Tabla 7, muestra el componente principal para el proceso de la lavadora de gavetas plásticas.

**Tabla 7.** Materia prima e insumos para el lavado de gavetas plásticas

<b>Lavado de gavetas plásticas</b>	
<b>Insumo</b>	
Agua	
	

El proceso de lavado de gavetas plásticas en su mayoría, requiere de ciertos detergentes certificados y avalados en investigaciones previas por los usos dentro de una industria alimenticia que requiere de control de calidad con altos estándares de lavado. Desde este punto de vista, el Anexo 2, muestra que, el proceso requiere de las actividades de pre – lavado, lavado, enjuague, desinfección, aclarado y secado.

### *Proceso para lavado de gavetas plásticas*

El proceso de lavado de material plástico en el sector alimenticio es estándar, se requiere de la desinfección completa por la cantidad de bacterias presentes en la industria. El enfoque es reducir la suciedad presente, a continuación, se presenta los procesos relevantes para realizar el lavado.

- **Lavado inicial**

Las gavetas plásticas ingresan al área de lavado de forma manual, por desplazamiento del operario hasta el punto inicial de la banda transportadora, esta se encarga de llevar el objeto hasta la máquina de pre – lavado, donde, se emplea agua a presión con una potencia de entre 3 y 7 bar a temperatura ambiente. En este proceso, se elimina la mayor cantidad de suciedad visible. La Figura 11, muestra el proceso de pre – lavado de forma manual.



**Figura 11.** Proceso de pre – lavado manual

- **Lavado con detergente**

Para eliminar los restos orgánicos e inorgánicos, en el proceso de lavado con detergente, se aplica el método del diagrama de Sinner para obtener una limpieza efectiva, se coloca un detergente alcalino (para restos orgánicos) y detergente ácido no espumante (para restos inorgánicos) con la concentración adecuada que, depende del número de gavetas (batch) que ingresan a la máquina de lavado, se aplica agua a una temperatura de entre 50 °C a 60 °C con una presión entre 3 y 7 bar durante un tiempo de 4 minutos. La Figura 12, muestra una máquina de lavado de gavetas plásticas.



**Figura 12.** Máquina de lavado de gavetas plásticas

- **Enjuague**

Es el proceso de retiro de restos de detergentes mediante la aplicación de agua con temperatura ambiente a presión de entre 3 y 7 bar, durante el tiempo necesario hasta eliminar todos los productos utilizados.

- **Desinfección**

Proceso de colocación de detergente biocida con las características de una desinfección óptima, se utiliza compuestos de cloro, yodo, amoníaco cuaternario o ácido peracético, la aplicación y el tiempo del proceso depende del tipo de desinfectante. La Figura 13, muestra una gaveta plástica luego del proceso de desinfección.



**Figura 13.** Gavetas plásticas en proceso de desinfección

- **Enjuague final**

Es el proceso de retiro de restos de desinfectantes mediante la aplicación de agua con temperatura ambiente a presión de entre 3 y 7 bar, durante el tiempo no mayor a 2 minutos por gaveta, hasta eliminar todos los productos utilizados.

- **Secado de gavetas plásticas**

El secado es el proceso final, se utiliza ventiladores o turbinas de gran impulso de corrientes de aire para retirar la mayor cantidad de agua de forma gradual, esto evita que se almacenen microbios en la superficie de las gavetas plásticas.



**Figura 14.** Salida de gavetas plásticas

### 3.1.2 Aplicación de variables de entrada y salida

#### *Variables del proceso de lavado de gavetas plásticas*

La máquina lavadora de gavetas plásticas se construyó para el proceso de pre – lavado, para determinar los sistemas de control de lazo cerrado, se identificó las variables a controlar. A continuación, la Tabla 8, muestra las variables del proceso de lavado inicial.

**Tabla 8.** Variables a controlar en el proceso de lavado inicial de gavetas plásticas

Variables de control en el lavado inicial de gavetas plásticas			
Proceso	Entrada	Variable	Parámetro
Lavado inicial	Velocidad de movimiento de banda transportadora	RPM	5 m/seg
	Presión de salida de agua	Presión	3 – 7 bar
	Temperatura del agua	Temperatura	20 – 25 °C
	Tiempo de lavado	Tiempo	≤ 1 minuto



- **Lavado inicial**

Una vez que se identificó las variables a controlar para realizar el proceso, desde la Figura 15, hasta la Figura 18, se muestra los lazos de control cerrado para cubrir la actividad del lavado inicial.

- **Velocidad de Banda Transportadora**

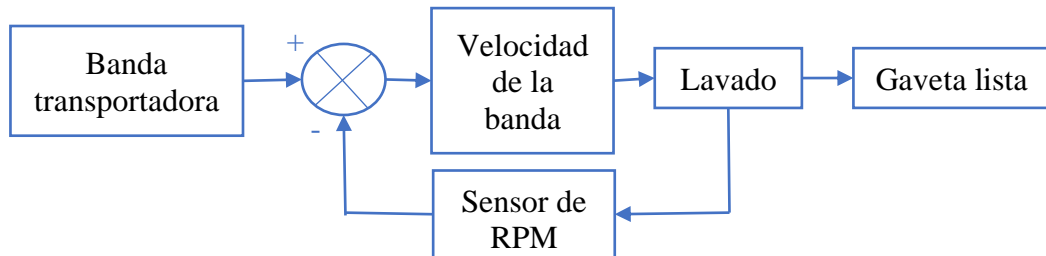


Figura 15. Lazo de control de velocidad de banda transportadora

- **Presión de salida de agua**

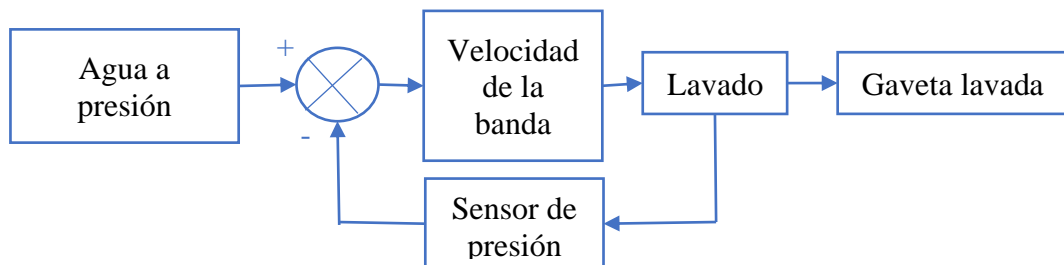


Figura 16. Lazo de control de presión de salida de agua

- **Temperatura del agua**

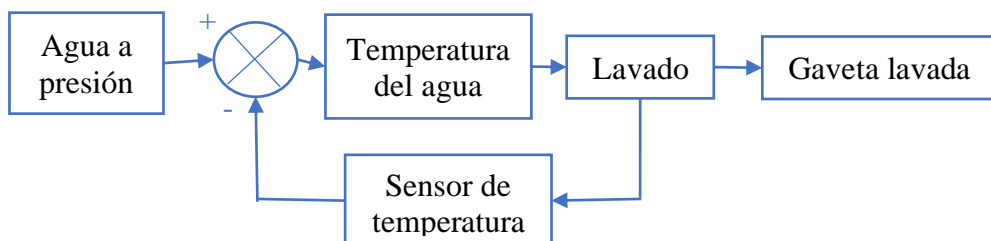


Figura 17. Lazo de control de temperatura de salida de agua

- **Tiempo de lavado**

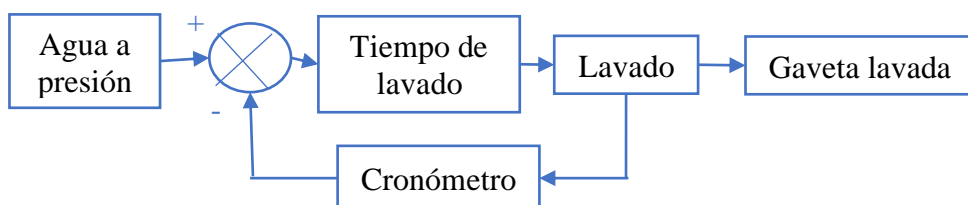


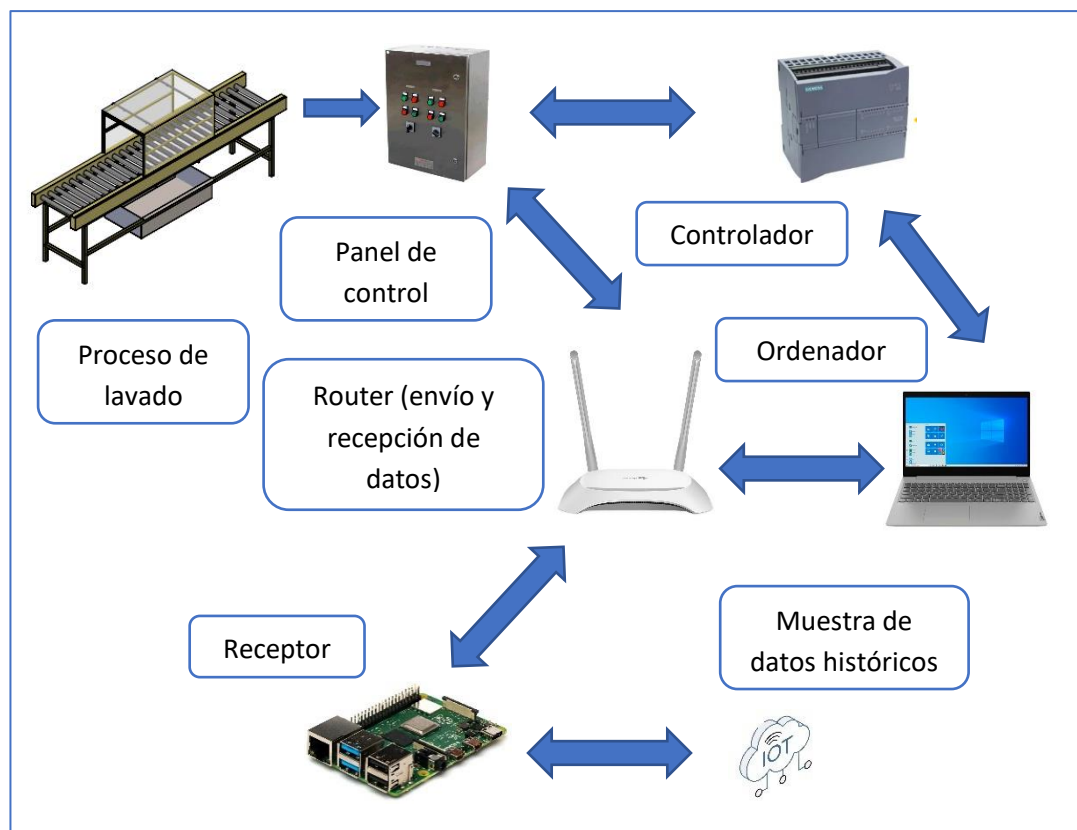
Figura 18. Lazo de control de tiempo de lavado

Para el proceso de lavado inicial, se requiere de un sistema de control de 4 variables de campo, por lo que, se cubre el sistema que se presenta en el panel de control, donde, se muestra el proceso en tiempo real.

### 3.1.3 Selección de componentes del sistema automatizado

#### *Componentes del sistema de lavado de gavetas plásticas*

Para determinar los componentes, fue necesario identificar las partes que conforman el sistema, la Figura 19, muestra el sistema de lavado de gavetas plásticas, según su función para elaborar el trabajo.



**Figura 19.** Componentes del sistema automatizado

#### Análisis

Como se muestra, el sistema de lavado, requiere de ciertos componentes en el sistema, se requiere del panel de control donde, se une los circuitos necesarios para elaborar el proceso de control, como medio de conectar todos los dispositivos, se encuentra el controlador, donde, este se encarga de enviar las líneas de programación para correr e iniciar el proceso de lavado, además, se requiere de un dispositivo de red, para elaborar

la comunicación entre los dispositivos que forman la red, por lo tanto, es necesario identificar los dispositivos presentados.

*Componentes requeridos en el proceso de lavado de gavetas plásticas*

El hardware necesario para el proceso de lavado de gavetas se dividió en la selección de las siguientes consideraciones de:

- **Controlador del sistema**

Para el proceso de selección del controlador, se realizó la comparativa entre los dispositivos más relevantes encontrados en el área de automatización. La Tabla 9, muestra los parámetros a tomar en cuenta para realizar el proceso de selección.

**Tabla 9.** Parámetros básicos de controladores

Controlador	Parámetro			
	Nombre	Memoria de trabajo	Entradas/salidas analógicas	Entradas/salidas digitales
<b>PLC</b>	Plc Siemens 1200 1214 ac/dc/rly	75 kb	2 in	14 in 10 out
<b>DCS</b>	DCS AC 901F controller	11 Mb	----	10 in 10 out
<b>Arduino</b>	Arduino mega 2560	256kb	16 in	27 in 27 out

Las entradas y salidas procedentes de cada controlador, se regulan a partir del proceso interno al que se va a distribuir cada puerto. La Tabla 10, muestra, la puntuación del punto de vista del controlador a nivel industrial.

**Tabla 10.** Ponderación de controladores

Criterios ponderados					
Controlador	Optimización de recursos	Tiempos de trabajo	Manejo en planta industrial	Nivel de programación	TOTAL
<b>Plc Siemens 1200 1214 ac/dc/rly</b>	4	5	5	5	19
<b>DCS AC 901F controller</b>	3	4	3	3	13
<b>Arduino mega 2560</b>	4	2	1	2	9
Ponderación: Muy Alta 5; Alta 4; Media 3; Baja 2; Muy Baja 1					

Como se observa, el Anexo 3, muestra el datasheet del Plc Siemens 1200 1214 ac/dc/rly, como un dispositivo, que se adapta al proceso industrial por sus dimensiones compactas, las entradas y salidas se consideran para el incremento de varias máquinas al proceso. La programación se adapta al manejo de bloques FB para reducir la cantidad de memoria utilizada y optimizando el código a nivel industrial. La velocidad de contadores de hasta 100kHz proporciona una tasa baja de espera para el envío y recepción de datos. La Figura 20, muestra el PLC utilizado en el proceso industrial.



**Figura 20.** PLC Siemens 1200



- **Actuadores del proceso de lavado inicial**

Los actuadores de nivel industrial que complementan el proceso de lavado de gavetas plásticas, se determinaron a partir de los sensores que se requieren para cubrir todo el sistema. Del Anexo 5 hasta el Anexo 8, muestra los datasheet de cada actuador presente en el proceso. La Tabla 12, muestra los actuadores necesarios para cubrir el lavado de gavetas plásticas.

**Tabla 12.** Actuadores del proceso de lavado

Variable	Actividad	Actuador
Presión de salida de agua	Salida de agua por la llave a presión.	Bomba de agua de 1 Hp
		Motor reductor de 1/4 Hp
		Electro válvula de Ac 120v
		Electroválvula neumática 3/2

- **Sensores del sistema**

Para el sistema, es necesario identificar la entrada y salida de las gavetas plásticas, por lo tanto, la Tabla 13, muestra los datos del sensor de entrada.

**Tabla 13.** Características del sensor de entrada

Descripción	Valor	Descripción	Valor
<b>Modelo</b>	Modelo: LJ18A3-8-Z / AX	<b>Potencia</b>	DC12 -24V
<b>Distancia de detección</b>	8mm ± 10%	<b>Tensión soportada</b>	AC 1000V 50 / 60Hz
<b>Establecer la distancia</b>	0 -7mm	<b>Efecto del voltaje</b>	± 15% de voltaje
<b>Distancia de retardo</b>	<10% distancia de detección	<b>Resistencia de aislamiento</b>	> 50MΩ
<b>Objeto estándar</b>	Metal magnético	<b>Temperatura de almacenamiento</b>	-30°C a 65°C

La Tabla 14, muestra el sensor colocado en la salida de las gavetas plásticas.

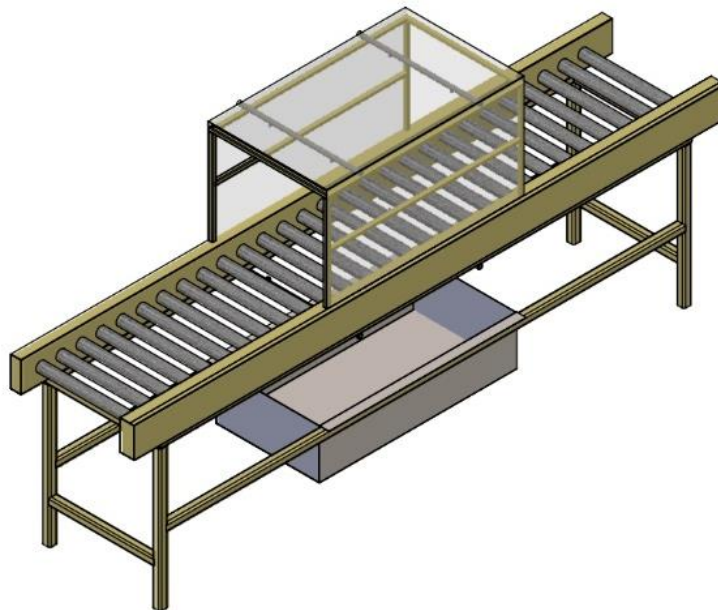
**Tabla 14.** Características del sensor de salida

Descripción	Valor	Descripción	Valor
<b>Modelo</b>	LJ18A3-5-Z/BX	<b>Protección</b>	IP65
<b>Voltaje de Operación</b>	6 - 36 V DC	<b>Longitud</b>	68mm
<b>Consumo corriente</b>	300 mA	<b>Diámetro</b>	18mm
<b>Frecuencia de respuesta</b>	500Hz	<b>Peso</b>	87 gramos
<b>Rango de detección</b>	5mm +-10%	<b>Temperatura de almacenamiento</b>	-10 - +70°C

### 3.1.4 Parámetros de prototipo de máquina lavadora de gavetas plásticas

*Diseño en software AutoCAD*

Para elaborar el prototipo, se requirió elaborar la lavadora de gavetas plásticas en el software AutoCAD, la Figura 22, muestra el prototipo completo, a partir de las partes elaboradas en el Anexo 9, que muestra con las dimensiones del prototipo.

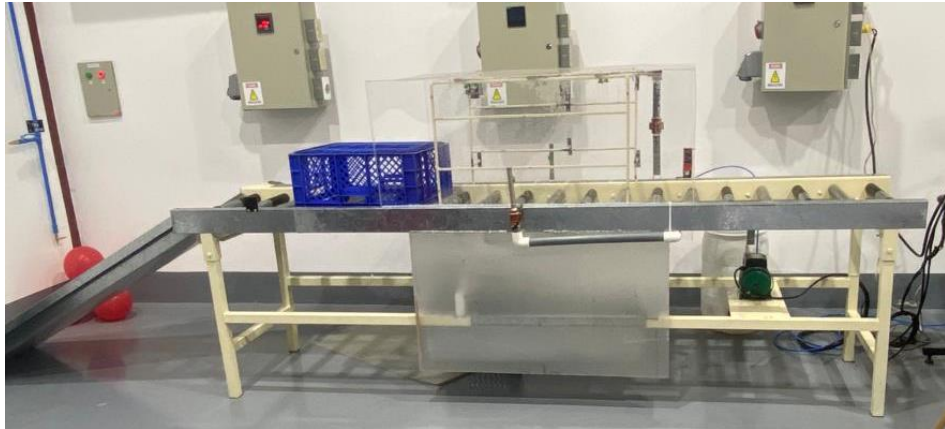


**Figura 22.** Prototipo en software AutoCAD



### *Desarrollo del prototipo*

El principio del prototipo, donde, para el proceso de automatización de lavado, se implementa sistemas eléctricos, sistemas neumáticos y las partes mecánicas del sistema. Una vez que el sistema inicia, se observa como la bomba envía el agua a través del ducto, mediante la presión adecuada, hasta el sistema de aspersion que trabaja mediante la caída de agua sobre la cámara de lavado. La Figura 23, muestra la vista panorámica de la máquina lavadora de gavetas plásticas.



**Figura 23.** Proceso de lavado de gavetas plásticas

La Tabla 15, muestra el diseño final de la lavadora de gavetas plásticas, desde distintas vistas.

**Tabla 15.** Máquina lavadora de gavetas plásticas

Vistas de máquina lavadora de gavetas plásticas	
Vista frontal	Vista lateral
	



**Tabla 15.** Máquina lavadora de gavetas plásticas (continuación)



### 3.1.5 Funcionamiento mecánico de la máquina lavadora de gavetas plásticas

#### *Funcionamiento por etapas*

Para determinar el grado de funcionamiento, fue necesario identificar una serie de etapas, donde se observa las posiciones de entrada y salida de la gaveta plástica.

#### *Etapas 1*

Las condiciones iniciales del prototipo, condiciona la gaveta plástica colocada al inicio de la banda transportadora, se produce el movimiento a 5rpm y se enciende la máquina. La Figura 24, muestra el proceso en las condiciones iniciales.



**Figura 24.** Gaveta colocada al inicio del proceso de lavado

### *Etapa 2*

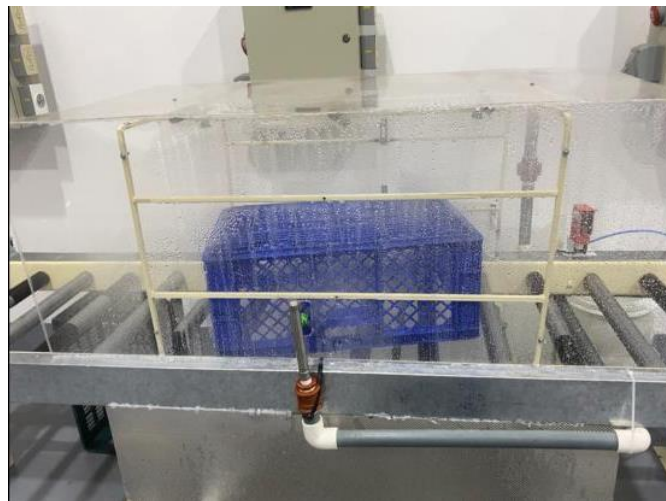
Mediante la banda transportadora, la gaveta plástica se dirige hacia la posición 2, donde, el sensor detecta el objeto, abre la llave de agua y permite que inicie el proceso de lavado. La Figura 25, muestra la gaveta plástica bajo el sensor de proximidad.



**Figura 25.** Gaveta en la zona de detección del sensor de proximidad

### *Etapa 3*

La gaveta plástica, ingresa en el interior de la estructura de lavado, donde, el agua está en constante fluidez, a 3 bar, el objeto que se detectó previamente, permanece en la posición 3 durante un tiempo no mayor a 20 segundos. La Figura 26, muestra el lavado de la gaveta plástica.



**Figura 26.** Lavado de gaveta plástica

#### *Etapa 4*

Se acciona nuevamente la banda transportadora para la salida de la gaveta plástica del interior de la zona de lavado, la distancia entre gavetas, no debe sobrepasar 1m para que el proceso continúe, la posición 4, se encuentra en la salida de la gaveta plástica y la entrada de una nueva gaveta. La Figura 27, muestra la salida de la gaveta plástica.



**Figura 27.** Lavado de gaveta plástica

Para el proceso mecánico, se denotó las posiciones que tiene el funcionamiento del proceso de lavado de las gavetas plásticas, el intervalo de tiempo por objeto, no excede 20 segundos. El proceso requerido es manual, por lo tanto, fue necesario adaptar un sistema de control automático, que regule los tiempos de optimización para el proceso de lavado de las gavetas plásticas.

#### **3.1.6 Funcionamiento eléctrico de la máquina lavadora de gavetas plásticas**

##### *Base legal para conexiones y cableado*

La base legal, se rige de normativa internacional, donde, se muestra los términos que se requieren, para elaborar el cableado de un equipo, con las formas de seguridad necesarias, se cuenta con 2 normas generales, consideradas al construir el prototipo.

##### *NEMA 250 edición 2018*

En general, esta normativa, aborda los métodos de construcción de cajas eléctricas, donde se considera las características, pruebas de diseño, posibles modificaciones y el método de marcado requerido. Entre las principales consideraciones se encuentra:

- Protección de equipos eléctricos y electrónicos frente a sólidos y líquidos.
- Uso de componentes y cajas en interiores y exteriores.
- Normativa frente a la corrosión.
- Grado de resistencia frente a lluvias.
- Grado de resistencia frente a polvos u otros objetos extraños, presentes en el aire.
- Voltaje no mayor a 1000 voltios.

*Norma IEC 60529*

Normativa que refiere al grado de protección, con el que cuenta un equipo, requerido para determinar el grado de protección adecuado, sobre la máquina a construir, para el prototipo.

La numeración requerida mínima para el equipo, donde se almacena los componentes electrónicos, debe ser la numeración 65, el 6 indica el grado máximo de protección contra el polvo y el 5 muestra el grado de protección frente al agua, en base al tipo de trabajo que realiza el prototipo.

*Tipo de cable utilizada para el montaje eléctrico de la lavadora de gavetas*

El cable utilizado para la conexión del tablero de control y acometida es un cable de baja tensión concéntrico porque el voltaje de alimentación es 220 voltios de corriente alterna mientras que para la conexión de sensores se utiliza cable instrumental porque utiliza 24 voltios de corriente continua

- Cálculo y selección de cable

Para seleccionar el cable se realiza un cálculo de potencias de los equipos a conectar

Se verifica en las placas de los motores las potencias

Potencia del moto reductor es de ¼ hp que equivale a 186,425 watts

Potencia de bomba de agua es 1 hp que es igual a 745,7 watts

- Formula

$$I = P/V$$

$$I_{motor} = 186,425/220$$

$$I_{motor} = 0.85A$$

$$I_{bomba} = 745,7/220$$

$$I_{bomba} = 3,4A$$

A este consumo hay que sumarle el consumo máximo del PLC revisando en su datasheet que a 220 voltios es 120mA

- Consumo total

$$I_{total} = I_{motor} + I_{bomba} + I_{plc}$$

$$I_{total} = (0,85 + 3,4 + 0,120)A$$

$$I_{total} = 4,37A$$

Con este resultado se verifica en la tabla de datos técnicos THW-90 el calibre del cable y el amperaje máximo.

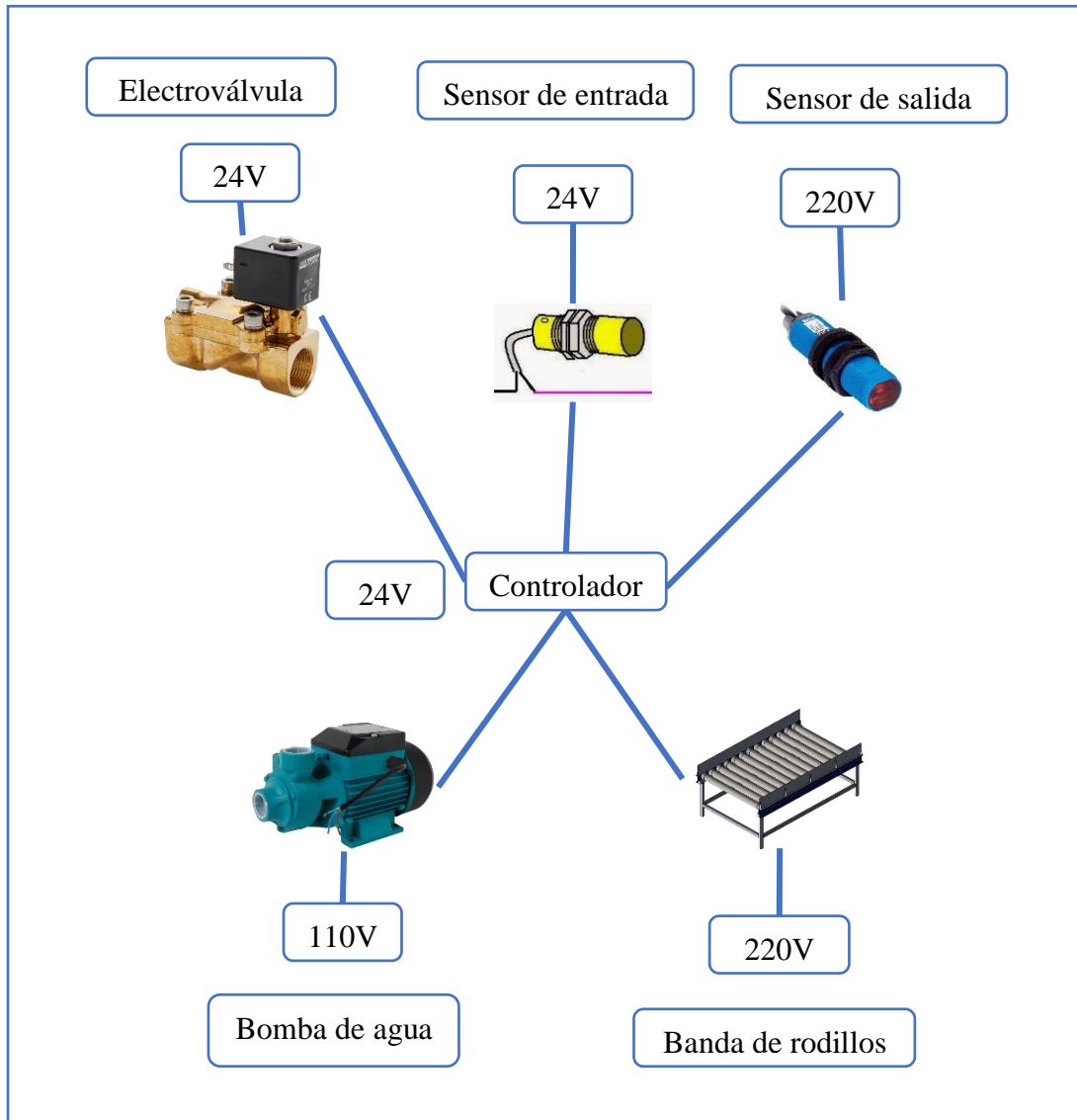
En el cual observando el resultado obtenido el cable a escoger es un cable calibre 14 porque está dentro del parámetro de amperaje máximo. La Figura 28, muestra la tabla con la selección del cable y sus características.

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (AWG / MCM)									
CALIBRE CONDUCTOR	SECCION NOMINAL	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (°)	
								AIRE	DUCTO
AWG/MCM	mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
14	2.1	7	0.60	1.75	0.8	3.4	28	35	25
12	3.3	7	0.76	2.20	0.8	3.8	40	40	30
10	5.3	7	0.96	2.78	0.8	4.4	59	56	40
8	8.4	7	1.20	3.61	1.1	5.9	98	80	56
6	13.3	7	1.53	4.60	1.5	7.6	161	107	75
4	21.1	7	1.93	5.80	1.5	8.9	240	141	96
2	33.6	7	2.44	7.31	1.5	10.4	363	192	130
1/0	53.4	19	1.87	8.58	2	12.7	570	260	170
2/0	67.4	19	2.10	9.64	2	13.8	704	300	197
3/0	85.1	19	2.35	10.82	2	15	871	350	226
4/0	107.2	19	2.64	12.15	2.4	17.1	1109	406	260
250	126.7	37	2.06	13.25	2.4	18.2	1289	457	290
300	151.9	37	2.25	14.51	2.4	19.5	1527	505	321
350	177.5	37	2.44	15.69	2.4	20.6	1769	569	350
500	253.1	37	2.91	18.73	2.8	24.5	2512	699	429

Figura 28. Tabla de selección de medidas de cableado [35]

### Conexiones y voltajes requeridos para el sistema eléctrico

Para observar de mejor manera los procesos relacionados al lavado de gavetas, la Figura 29, muestra un resumen, de las etapas identificadas, con el voltaje requerido para cada componente electrónico y las conexiones entre dispositivos.



**Figura 29.** Conexiones y voltajes requeridos para cada componente electrónico

### Selección del tipo de programación

Para el controlador lógico programable (PLC), existe varios tipos de programación desarrollados a lo largo de las décadas, para el método de selección, se requiere la ponderación sobre los criterios básicos de adaptabilidad al proceso de lavado. La Tabla 16, muestra el proceso de selección de la programación.

**Tabla 16.** Ponderación sobre los tipos de programación

Criterios ponderados	Ponderación (P)	Lenguaje de instrucciones		Texto estructurado		Diagrama Ladder		Diagrama de bloques	
		Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total	Valor	Total
Confiabilidad	30	4	120	2	60	4	120	3	90
Estructuración	20	2	40	4	80	3	60	3	60
Adaptación al proceso	40	3	120	2	80	5	200	4	160
Uso de entradas	5	2	10	3	15	3	15	4	20
Uso de salidas	5	3	15	2	10	3	15	3	15
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>305</b>		<b>245</b>		<b>410</b>		<b>345</b>
<b>Ponderación:</b> Muy Alta 5; Alta 4; Media 3; Baja 2; Muy Baja 1									

#### Discusión de resultados de ponderación

Del método de ponderación propuesto, en primer lugar, se posicionó el lenguaje Ladder, con un valor de 410, segundo, el lenguaje basado en el diagrama de bloques, con un valor de 345, en tercer lugar, el lenguaje de instrucciones, con un valor de 305 y, finalmente, en último lugar, lenguaje de texto estructurado, con un valor de 245.

En el estudio de un sistema HMI – PLC – ADF- Motor CA, para control de velocidad, se estableció que, el grado de confiabilidad sobre la programación Ladder ante el tipo de programación por texto estructurado, tuvo un porcentaje del 63,7% de tiempo de respuesta [33], de la misma forma, el análisis de introducción de lenguaje para diseñar un ventilador mecánico, determinó que para el manejo y monitoreo de pocos procesos, se ve optimizado por el lenguaje Ladder ya que el error, al ser menor del 5%, fue un margen aceptado [34].

Por otra parte, estudios también han determinado que, un sistema difuso, que tuvo una gran participación sobre sistemas automatizados, requiere de un lenguaje bajo diagramas de bloque, donde, se escale, programe y se monitoree una planta de manufactura constantemente, reduciendo el recurso humano en un 42,4% y mejorando las salidas del manejo de datos en un 65,78% [35]. Un estudio de forma similar, planteó el modelo SCADA en entornos de producción, este texto estructurado, es capaz de gestionar el control y monitoreo las áreas de una planta manufacturera, por lo tanto, se tuvo un constante envío y recepción de paquete de datos de forma exitosa, se consideró un paquete de 110kbs en 0.3 microsegundos, siendo el tiempo de respuesta que mejor se ajustó, bajo un entorno programado en el lenguaje Ladder o de escalera, este resultado propuesto sobre la información requerida para manejar un proceso, es adaptable y regulable en cualquier entorno [36].

De los antecedentes de estudio, donde, se manejó el entorno del manejo de pocos procesos, el lenguaje Ladder o de escalera, se adapta al manejo del entorno físico, entre los principales parámetros determinados, se encuentra la versatilidad de modificación de las líneas de programación, la fiabilidad que se tiene sobre la poca o nula pérdida de paquetes de datos y los tiempos de respuesta que no superan 1 segundo, bajo los entornos físicos de pocos procesos [37]. El Anexo 10, muestra las líneas de código, bajo el lenguaje de programación en Ladder, este método determinado para elaborar el control del proceso de gavetas plásticas.

#### *Conexión eléctrica en software de simulación*

Para determinar el correcto funcionamiento de control, bajo el controlador lógico programable (PLC), fue necesario emplear el software de simulación CADe\_SIMU, la Figura 30, muestra el proceso de control del PLC del proceso.



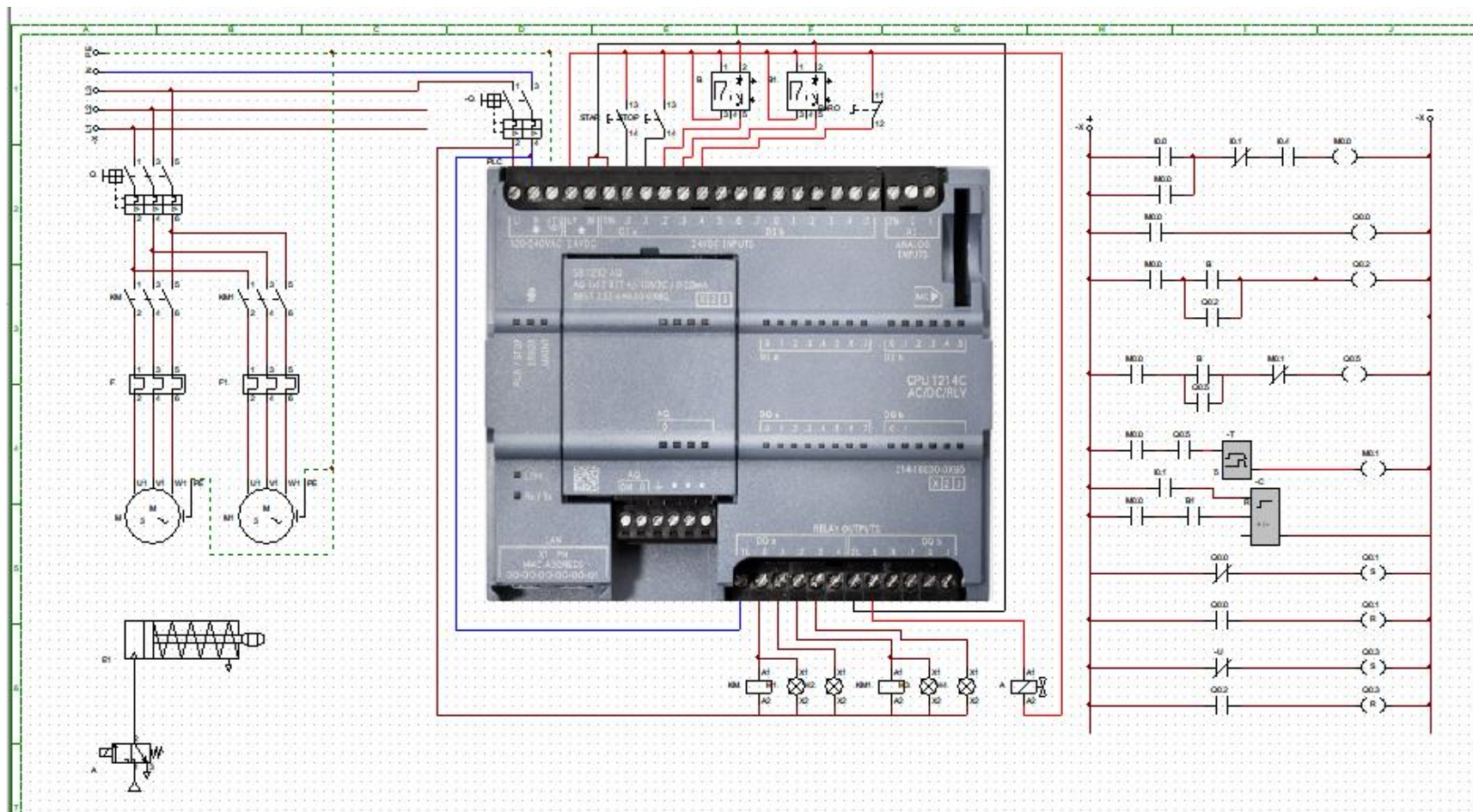
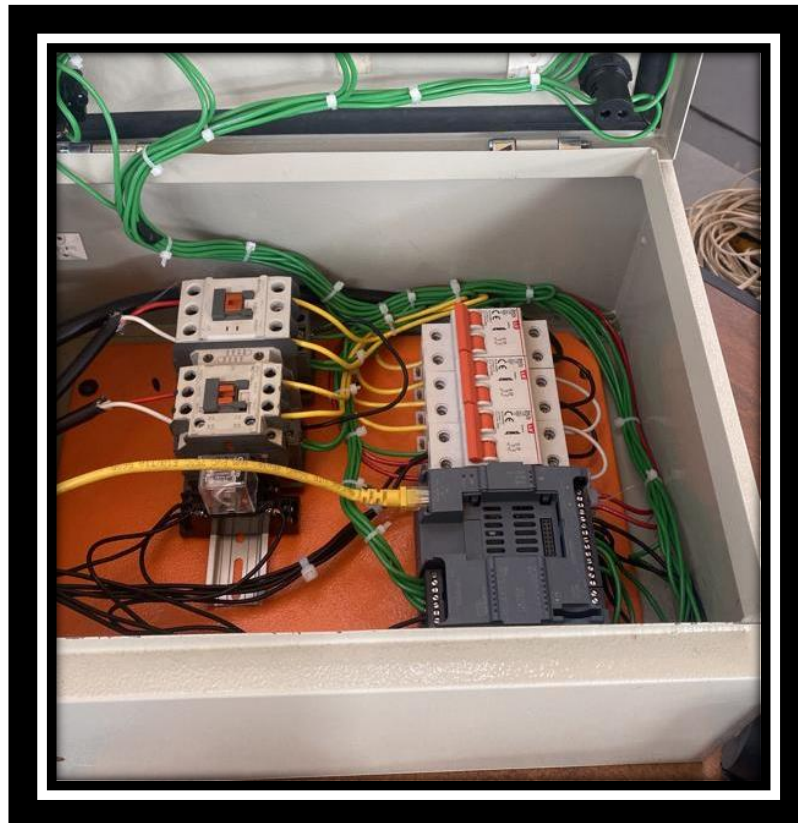


Figura 30. Entorno desarrollado en el software CADE SIMU

En la sección izquierda de la simulación en el software CAdE SIMU, se encuentra la programación realizada en el Anexo 10, donde, se muestra los datos ingresados en el PLC, para elaborar correctamente, el proceso de lavado de gavetas plásticas. Este entorno, fue la verificación de la correcta conexión entre el entorno virtual con la máquina de lavado.

#### *Conexión del entorno físico con el PLC*

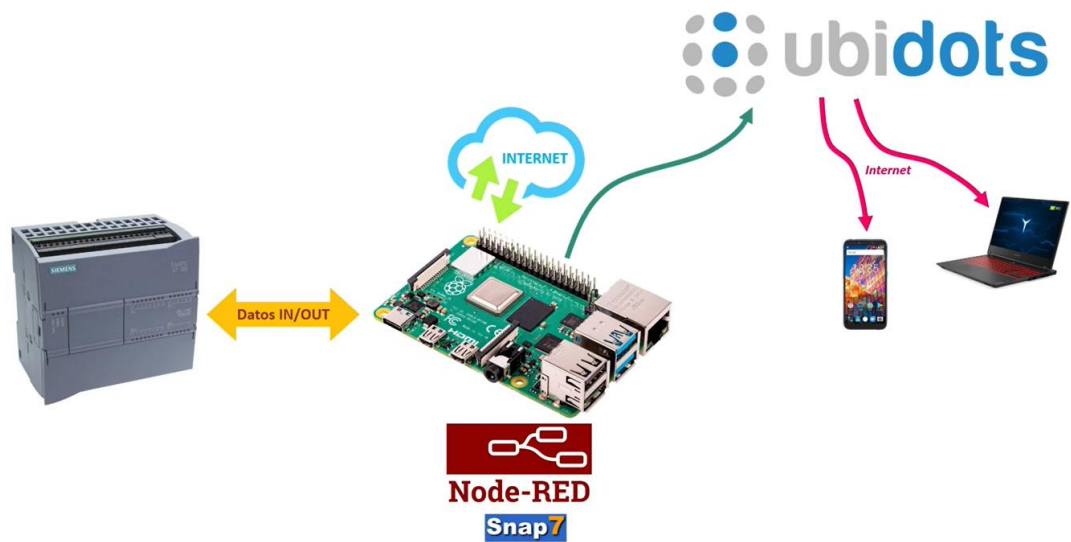
Mediante el método de desarrollo del entorno de conexión del PLC en el software CAdE\_SIMU, se identificó y ajustó los errores encontrados hasta obtener el adecuado manejo de entradas y salidas del controlador. La Figura 31, muestra las conexiones realizadas en el sistema de control del proceso.



**Figura 31.** Conexiones del PLC

#### **3.1.7 Monitoreo del proceso mediante herramienta IoT**

El Anexo 11, muestra la programación elaborada para establecer la conexión, entre el software Tía Portal y la página web Ubidots, la Figura 32, muestra el esquema general del medio de monitoreo del proceso.



**Figura 32.** Esquema general de envío y recepción de datos mediante herramienta IoT

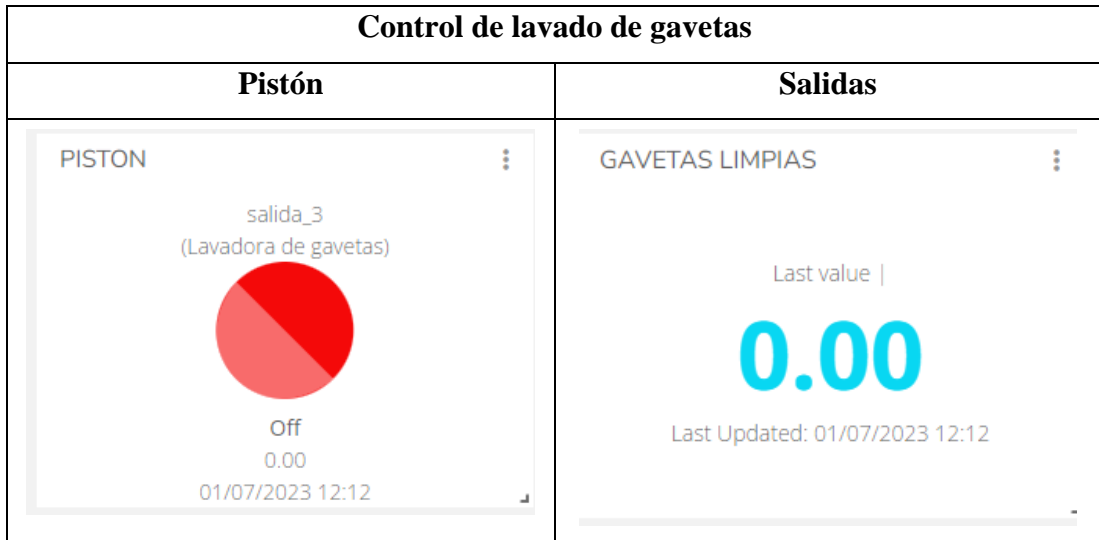
### *Etapa 1: Condiciones iniciales*

Para las condiciones iniciales, el proceso se encuentra con los parámetros en cero, hasta mandar la orden de inicio, la Tabla 17, muestra las condiciones iniciales, donde, no existen salidas de ninguna variable que se escanea durante el proceso de lavado de gavetas plásticas.

Una vez que el sistema inicia, el programa, monitorea en tiempo real, la cantidad de salidas exitosas, que se obtiene con el desarrollo del proceso de lavado automático de gavetas plásticas, la Tabla 17, muestra los cambios, una vez que la máquina, proceso 5 objetos.

**Tabla 17.** Dashboard de variables en el la página Ubidots, condiciones iniciales

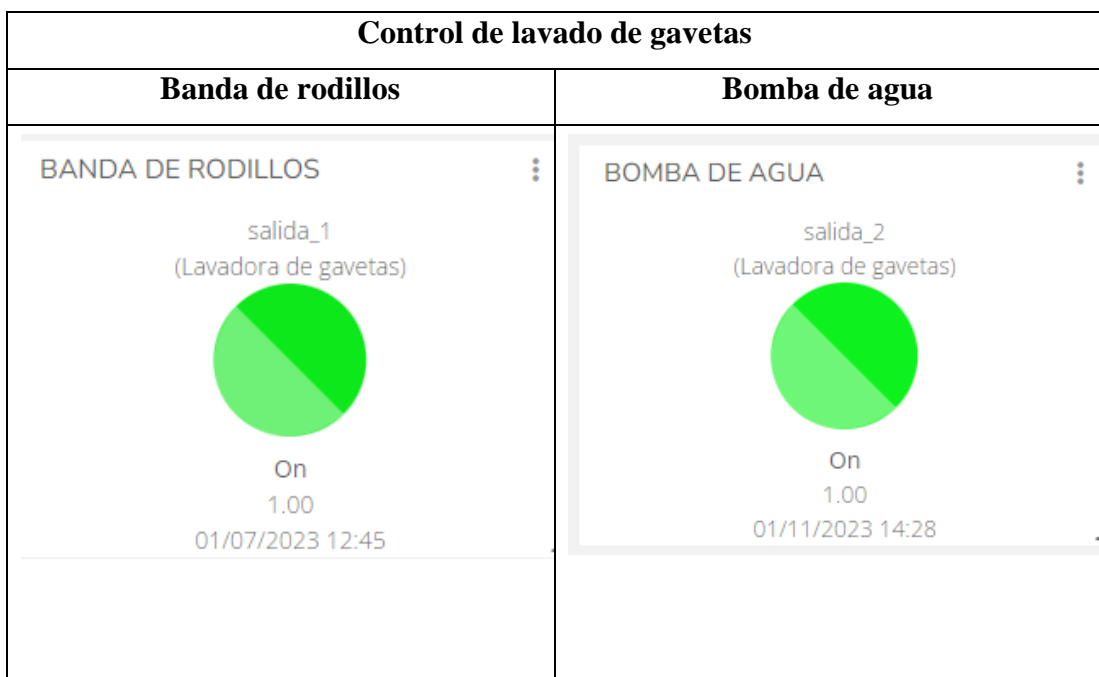
Control de lavado de gavetas	
Banda de rodillos	Bomba de agua
<p>BANDA DE RODILLOS</p> <p>salida_1 (Lavadora de gavetas)</p> <p>Off 0.00 01/07/2023 12:12</p>	<p>BOMBA DE AGUA</p> <p>salida_2 (Lavadora de gavetas)</p> <p>Off 0.00 01/11/2023 13:56</p>

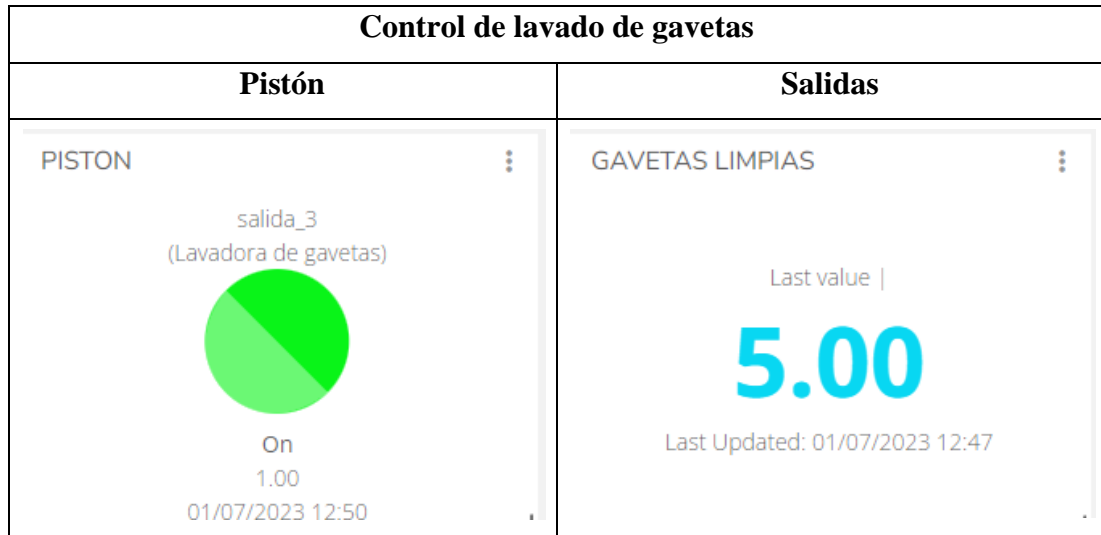


*Etapa 2: Puesta en marcha*

Una vez que el programa inicia, se observa como las variables, cambian de color, esto significa que se encuentran en modo de proceso, al presionar el botón de inicio, la banda de los rodillos, la bomba de agua y el movimiento de pistón, cambian del estado 0 (apagado) a 1 (encendido), la cantidad de salidas luego de un tiempo, es exitosa, se denota por que el color verde, significa el proceso sigue en funcionamiento y que no se han presentado problemas, como se muestra en la Tabla 18.

**Tabla 18.** Dashboard de variables en el la página Ubidots con salidas exitosas



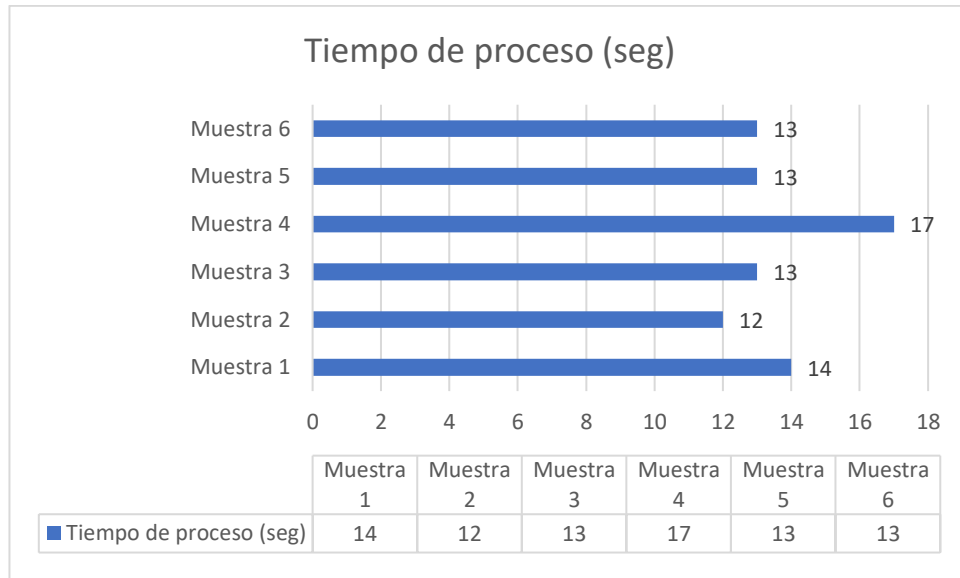


### Discusión

Ubidots, permite el almacenamiento de datos, de forma masiva, para posteriormente, obtener los datos históricos del sistema introducido en el programa, las salidas exitosas, se muestran en la tabla que el programa, genera automáticamente, se ha determinado de varias formas que, el sistema que plantea la página web, es sustentable y su mejora se ha planteado en un 15% superior, en relación a otras plataformas como son el Phant o ThingSpeak [38]. Un estudio para un monitoreo ambiental, sobre el envío y recepción de datos, identificó que Ubidots, podía mantener un almacenamiento de hasta 240 variables, registrando la información en un disco duro, de esta forma, los datos no se encuentran en la nube como tal, mejorando el grado de seguridad que se requiere por parte de un sistema [39].

#### 3.1.8 Pruebas de funcionamiento

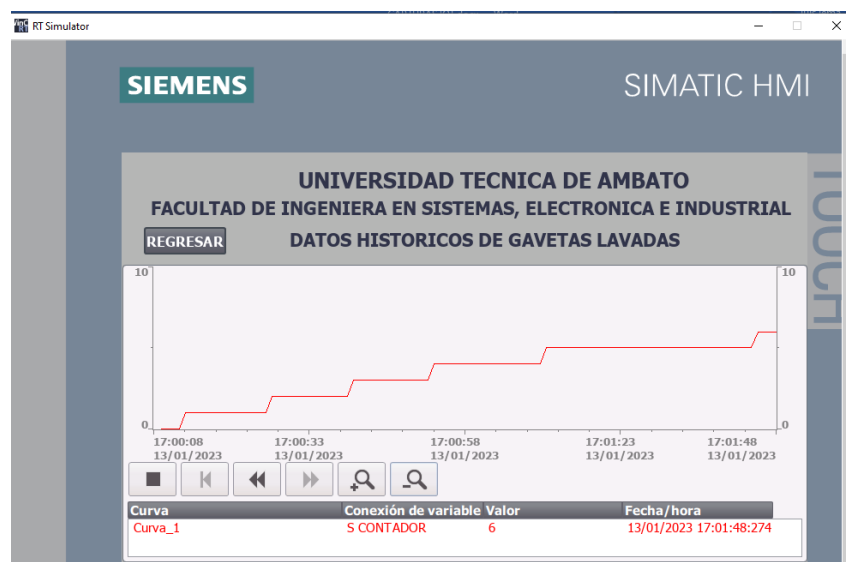
Para observar de mejor manera, el diagrama en tiempo real, fue necesario elaborar utilizar el **RT simulator**, que es una pantalla virtual, disponible en el software Tía Portal. La Figura 33, muestra la gráfica de los tiempos de procesamiento de gavetas plásticas, visualizados en la pantalla HMI, obtenido del Anexo 12.



**Figura 33.** Históricos de pantalla HMI de software Tía Portal

### Análisis

Mediante la toma de 6 salidas exitosas, se obtuvo una media de 13 minutos  $\pm$  1 minuto, este se consideró, por los puntos en los cuales el sensor de entrada y el sensor de salida, marcaban el contador de las gavetas plásticas, además, este error tan amplio, ocurrió por los estancamientos ocasionados por el desplazamiento inadecuado sobre la banda transportadora. Luego de elaborar un total de 100 salidas exitosas, se observó que, por cada 10 gavetas lavadas, dos terminan en un desfase de tiempo, dando lugar a 20 salidas con un destiempo o variación de  $\pm$  1 minuto, la Figura 34, muestra la variabilidad existente en el sistema, el resultado es una fiabilidad del 87,24%.



**Figura 34.** Variaciones de tiempos de gavetas lavadas

## **Discusión**

El empleo de tecnologías y software que reducen los tiempos de empleo requeridos para elaborar ciertos procesos, tienen el aporte de eficiencia y a la vez, flexibilidad en las operaciones, superan el grado de trazabilidad y facilitan el manejo de recursos bajo el concepto de reducido error del factor humano [40]. El empleo de dispositivos que modifican las condiciones de manejo de recursos, sin embargo, el factor económico, puede ser un motivo determinante, para introducir estos sistemas automatizados, en una planta de producción de una PYME [41], si bien, existen productos robóticos de bajo costo, el empresario promedio, identifica este sector como una inversión no remunerable, pues, se considera que se requieren años de trabajo, para introducir estos sistemas, por lo que, evitan realizar estudios sobre las mejoras obtenidas, a partir de los tiempos identificados, antes y después de introducir los sistemas autónomos en la planta de producción [42].

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Mediante el análisis de sistemas de lavado automático, se identificó la normativa mínima requerida, sobre cada uno de los sensores de monitoreo del programa, donde, se determinó que: la velocidad de movimiento de la banda transportadora, no debe exceder  $5 \frac{m}{s}$  durante todo el proceso; para un adecuado lavado, el flujo de salida de agua debe ser de  $2,5 \frac{lt}{min}$ ; el sensor de proximidad, debe emitir una orden de detección del objeto previo ingreso al área de lavado; el tiempo de lavado no debe exceder los 20 segundos y; el contador determina la capacidad de salidas exitosas del programa.
- Del estudio, se determinó que, el PLC, con un valor máximo, sobre el sistema de ponderación, se destinó como el controlador que se ajusta adecuadamente al sistema, los tiempos mínimos de respuesta y el 35% de uso entradas y salidas, pueden optimizar el manejo del proceso de lavado de gavetas plásticas. El panel de control del sistema, mantiene un monitoreo constante sobre el proceso, produciendo una confiabilidad superior al 95% por el envío y recepción de datos.
- Mediante la construcción del sistema de lavado de gavetas automático utilizadas en la industria alimenticia, se observó mediante el software CADe SIMU que el control sobre las entradas y salidas, fue óptimo en un 87,24%, los tiempos mínimos de respuesta visualizados en la simulación, derivan de las características internas del ordenador, una vez que se elaboró la máquina, se programó el PLC mediante el lenguaje Ladder y se estableció el cableado, los tiempos de respuesta pasan a ser mediante las características internas del controlador que es el encargado de enviar las órdenes del sistema, para elaborar adecuadamente el proceso.
- La herramienta Node – RED, enlazado al sistema elaborado en el software Tía Portal, encargado de enviar las secuencias para elaborar el proceso, determinaron los estados en tiempo real, de las variables de las bandas del rodillo, el flujo de agua



producido por la bomba de agua, el manejo del pistón y las salidas exitosas de las gavetas plásticas lavas en el proceso.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Programar el proceso en el software CADe SIMU, previa introducción al entorno físico, de esta forma, el programador se asegura de que se coloque las entradas y salidas del PLC de forma correcta, de esta forma, se mitiga posibles daños por la mala manipulación del cableado.
- Observar el comportamiento del PLC sobre el entorno de trabajo para una jornada completa, por las características internas de un proceso industrial, se requiere de un adecuado control y monitoreo para aumentar la eficiencia de la planta. El control mediante auditorias, debe asegurar el correcto lavado de las gavetas para asegurar un proceso seguro y adaptado.
- Modificar las condiciones del proceso, para determinar el tiempo óptimo de respuesta del programa, frente a un entorno industrial, se puede agregar procesos como secado o evaluación de agentes externos, para mejorar la propuesta del entorno físico.

## **MATERIALES DE REFERENCIA**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] S. Merianda, Herramientas robóticas de automatización de procesos, automatización de procesos y sus beneficios: Comprender la RPA y la Automatización Inteligente, Independently Published, 2018.
- [2] J. Pérez, Gestión por procesos, ESIC Editorial, 2018.
- [3] G. Hachi, Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil, Guayaquil, 2018.
- [4] J. González, Diseño y simulación de un sistema de lavado CIP de tanques de agua, Bogotá, 2018.
- [5] F. Balseca, Sistema de control con PLC de un módulo industrial de envasado automático con fines didácticos, en el laboratorio Omron de la FISEI/UTA, Ambato, 2018.
- [6] V. Taco, Aplicación del sistema de control distribuido en la automatización industrial utilizando plantas didácticas con variables típicas, Arequipa, 2018.
- [7] R. Cortijo, Automatización de un sistema de refrigeración industrial mediante un PLC, interface HMI y control remoto desde dispositivos móviles, Quito, 2019.
- [8] A. Meléndez, Diseño del sistema de control de temperatura para el proceso de fermentación de Mucílago de café en la planta piloto de la fundación entorno, Santiago de Cali, 2021.
- [9] G. López, Sistema de control de riego automatizado para un uso eficiente del agua, El Alto, 2020.
- [10] S. Lynch, La Revolución Industrial, Milwaukee: Gareth Stevens Publishing LLLP, 2019.
- [11] F. Marcellesi, La cuarta revolución industrial desde una mirada ecosocial, Madrid: Editorial Clave Intelectua, 2018.

- [12] R. Manzano, Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0, Revista UIS Ingenierías, vol. 19, nº 2, pp. 177-192, 2020.
- [13] R. Kreimerman, Industria en América Latina: ¿continuidad o cambio?, Ciudad de México: Friedrich Ebert Stiftung, 2020.
- [14] G. Tortella, Estudios sobre la industria en América Latina, Buenos Aires, 2016.
- [15] Banco Mundial, América Latina y el Caribe: panorama general, IFC, 2022.
- [16] L. Garibaldi, Seguridad alimentaria, medio ambiente y nuestros hábitos de consumo, Ecología Austral, vol. 28, nº 1, pp. 572-580, 2018.
- [17] E. Bravo, La calidad del desarrollo industrial y su impacto en el medio ambiente, Polo del Conocimiento, vol. 6, nº 9, pp. 152-167, 2021.
- [18] R. Vizuite, Bioempaques para la industria alimentaria a partir de nanocompuestos y polímeros naturales, Alimentos Ciencia e Ingeniería, vol. 27, nº 2, pp. 34-55, 2021.
- [19] R. Mendoza, Reología del yogur: efectos de las operaciones unitarias en el procesamiento y uso de aditivos, Novasinergia, vol. 4, nº 1, pp. 151-163, 2021.
- [20] F. Jiménez, Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial, IC Editorial, 2018.
- [21] V. Sachan, Internet de Las Cosas (IoT) y Sus Aplicaciones, Amazon Digital Services LLC - KDP Print US, 2020.
- [22] Á. Rendón, La lógica del sistema categorial de la Ciencia: Un acercamiento dialéctico, Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información, 2019.
- [23] J. Escaño, Integración de sistemas de automatización industrial, Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A., 2019.
- [24] P. Guyer, Una Introducción a los Sistemas de Comunicación para Instalaciones Médicas: An Introduction to Communication Systems for Medical Facilities, Guyer Partners, 2019.

- [25] G. Castillo, Diseño e implementación de sistema de monitoreo automatizado en granja avícola, *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, vol. 7, n° 14, pp. 122-136, 2019.
- [26] O. Morales, Optimización de una red definida por software basada en la construcción del fractal de Peano, *Computación y Sistemas*, vol. 25, n° 1, pp. 33-45, 2021.
- [27] G. Abarca, *Diseño digital con aplicaciones*, Patria Educación, 2018.
- [28] T. Mejer, *Controles PLC con Texto Estructurado (ST): IEC 61131-3 y la mejor práctica de programación ST*, Books on Demand, 2020.
- [29] L. Clark, *Raspberry Pi 4: Michigan: Independently Published*, 2021.
- [30] H. Byttebier, *La Evolución de la Máquina Voladora: Desde las alas batientes hasta la estabilidad inherente*, Books on Demand, 2021.
- [31] D. Molina, *Módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica*, 3Ciencias, 2019.
- [32] J. Escaño, *Sistemas eléctricos y electrónicos*, Ediciones Paraninfo S.A., 2021.
- [33] C. Quezada, *Sistema HMI-PLC-ADF- Motor CA para control de velocidad*, *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 19, n° 4, pp. 1-15, 2018.
- [34] O. Heredia, *Diseño y evaluación de un ventilador mecánico*, *SciELO Preprints*, vol. 4, n° 2, pp. 2-14, 2021.
- [35] I. Gómez, *Programación de un controlador lógico difuso en un PLC M241: Aplicación práctica a un túnel de lavado industrial de textil*, *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 14, n° 3, pp. 105-123, 2020.
- [36] L. Ochoa, *Un modelo para desarrollar sistemas tipo SCADA en entornos productivos*, *Computación y Sistemas*, vol. 22, n° 4, p. 1543–1558, 2021.

- [37] J. Játiva, Diseño y Construcción de un Transformador Trifásico para Control de Voltaje en el Laboratorio de Sistemas Eléctricos de Potencia, Revista Politécnica, vol. 43, n° 1, pp. 34-53, 2019.
- [38] M. Quiñones, Sistema De Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y Plataformas De Internet De Las Cosas, Enfoque UTE, vol. 8, n° 1, pp. 329-343, 2018.
- [39] M. Miranda, Sistema de monitoreo usando tecnología XBee y GSM para la supervisión del clima en la producción de plátano, Universidad Politécnica Salesiana, vol. 31, n° 6, pp. 69-76, 2020.
- [40] F. Suárez, Metodología para la automatización de procesos tecnológicos en la industria farmacéutica cubana, Ingeniería Industrial, vol. 43, n° 1, pp. 1-14, 2022.
- [41] T. Rivera, Efectos de la automatización en el empleo en Chile, Revista de análisis económico, vol. 34, n° 1, pp. 3-49, 2019.
- [42] M. Ochoa, Modelamiento de un sistema automatizado de logística integral usando redes de petri coloreadas, Ingeniería y competitividad, vol. 21, n° 1, pp. 63-72, 2019.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Datasheet de gaveta plástica C40

# GAVETA PLÁSTICA C40

La gaveta plástica C40 puede ser utilizada para almacenar productos de distintos tipos tales como frutas, bebidas, alimentos partes y piezas industriales. Se caracteriza principalmente por ser usada en el sector agrícola dentro de la horticultura, porcicultura, y otros.

Debido a su baja altura, se la utiliza también como base para la gaveta plástica C60 (25 cm de alto), las cuales son perfectamente apilables entre sí. De esta forma, actúa como barrera entre el piso y las demás gavetas que contienen alimentos para cumplir así con todos los requisitos sanitarios.

### VENTAJAS

- Espacio libre en 2 paredes laterales para ubicar marca o diseño deseado.
- Reutilizable.
- Alta resistencia al impacto.
- Resistente a bacterias y hongos, no tiene olor.
- Cumple con todos los requisitos de tipo sanitario y está certificada por las normas FDA para almacenar alimentos.
- No requiere mantenimiento.
- Modelos con paredes y bases perforadas para facilitar la limpieza y ventilación de productos.
- Adecuada para cuartos fríos.
- Pueden apilarse conjuntamente con otro tipo de gavetas estándar disponibles.

### PRESENTACIÓN

- Dimensiones:  
Largo: 60 cm.  
Ancho: 40 cm.  
Alto: 18.5 cm.

- Colores:  
Gris, rojo, azul, verde, crema  
y otros de acuerdo a necesidades del cliente.

### PROPIEDADES

- Material: Polietileno de alta densidad con protección UV.
- Cubicaje: 0.044 m<sup>3</sup>/unidad.
- Capacidad de carga: 25 Kg.
- Capacidad de apilamiento: 12 cajas (300 Kg.)
- Temperatura de trabajo: - 40°C a 50°C.

### USO

- Leches, quesos, hortalizas, embutidos.

Fábrica Quito: San Juan de Turubamba, calle 5 #229. Guamani. Telf.: +593 2 - 306 - 8974. Casilla: 17 01 2485 / Email: info@plastexec.com  
Quito - Ecuador © 2020 PLASTEX S.A.



## Limpeza de cajas plásticas reutilizables

Como toda superficie que está en contacto con alimentos, las Cajas Plásticas Reutilizables (RPC, por las siglas en inglés de Reusable Plastic Containers) deben limpiarse y desinfectarse con la frecuencia necesaria para garantizar las condiciones sanitarias. La mejor forma de limpiar los RPC es mediante el uso de equipos de desinfección comerciales. Sin embargo, como alternativa, los distribuidores a pequeña escala que no cuenten con esos equipos pueden seguir los pasos detallados más abajo.

**NOTA:** Las mejores prácticas que se describen en esta guía pueden formar parte de, pero no reemplazan, un sistema de seguridad alimentaria que cumpla con las normas gubernamentales.



### Proceso de limpieza de 5 pasos

Durante el proceso de limpieza, utilice equipo de protección personal, tal como guantes y anteojos, para evitar el contacto de la piel con las soluciones de limpieza y los desinfectantes.

- 1 Prelavado**  
Utilice agua limpia para eliminar la suciedad y los desechos visibles que puedan causar contaminación.
- 2 Lavado**  
Friegue todas las superficies con agua y jabón.
- 3 Enjuague**  
Elimine completamente el jabón y los residuos que puedan albergar bacterias en el proceso de desinfección.
- 4 Desinfección**  
Consulte el cuadro de la derecha para conocer los desinfectantes utilizados habitualmente. Métodos: **Inmersión** de los RPC en un recipiente que contenga una solución desinfectante, **aplicación** de la solución mediante un atomizador o **limpieza** de las cajas con un paño limpio embebido en solución desinfectante.
- 5 Secado**  
Permita que los envases se sequen al aire por completo antes de volver a usarlos.

#### Desinfectantes utilizados habitualmente

Desinfectante químico*	Concentración/ Tiempo de contacto
Cloro	100-200 ppm en agua; tiempo de contacto: al menos 1 minuto
Yodo	Siga las instrucciones del fabricante; tiempo de contacto: al menos 1 minuto
Compuestos de amonio cuaternario	Siga las instrucciones del fabricante; tiempo de contacto: al menos 1 minuto
Ácido peracético (PAA)**	100-200 ppm en agua; tiempo de contacto: al menos 1 minuto

\* Operaciones con certificación orgánica: consulte con su certificador para obtener una lista de desinfectantes aprobados.

\*\* Opción que más respeta el medio ambiente.

20171205



## Limpieza de cajas plásticas reutilizables



Una creciente cantidad de pequeñas granjas está cambiando de las cajas de cartón a los RPC para la distribución de frutas y verduras. Es indispensable aplicar las mejores prácticas para manejo seguro de alimentos durante todo el proceso de producción y distribución.

**Fifth Crow Farm** Pescadero, California  
**Full Belly Farm** Guinda, California  
**Fiddlehead Farm** Corbett, Oregon

### Las mejores prácticas para manejo seguro de alimentos

La limpieza adecuada de las Cajas Plásticas Reutilizables (RPC, por sus siglas en inglés) constituye un paso importante hacia un sistema de manejo seguro de alimentos, pero existen otras potenciales fuentes de contaminación, tales como los equipos, las plagas, los galpones de empaque, los vehículos de reparto y el contacto humano. El usuario de los RPC tiene la responsabilidad de garantizar que se aplique un sistema de manejo seguro de alimentos que cumpla con las normas gubernamentales; ver la sección "Recursos" incluida más abajo.



*"Limpiar nuestros RPC no toma demasiado tiempo y forma parte de nuestra rutina. Lo preferimos a utilizar bolsas que son costosas y generan desperdicios".*

Judith Redmond, Full Belly Farm

**Recursos:** A continuación se incluyen recursos que ofrecen información adicional sobre las mejores prácticas para limpieza y desinfección. Si desea obtener una lista más completa, visite [www.UseReusables.org/best-practices](http://www.UseReusables.org/best-practices).

#### Información general sobre seguridad alimentaria

##### [University of California Small Farm Program](#)

(Programa de Pequeñas Granjas de la Universidad de California) – Recursos de seguridad alimentaria para pequeñas granjas

##### [Food Safety Modernization Act \(FSMA\)](#)

(Ley de Modernización de la Seguridad Alimentaria) – Ley vigente que establece normas de seguridad alimentaria

##### [Community Alliance with Family Farmers \(CAFF\)](#)

(Alianza Comunitaria con Granjas Familiares) – Programas y recursos para ayudar a los pequeños granjeros a cumplir con la ley FSMA

#### Información sobre desinfección

##### [Cleaning and Sanitization of Food-contact Surfaces in Retail/Foodservice Establishments](#)

(Limpieza y desinfección de superficies en contacto con alimentos en establecimientos minoristas y gastronómicos) – Artículo publicado en la revista Food Safety (2010)

##### [Effective Cleaning and Sanitizing Procedures](#)

(Procedimientos de Limpieza y Desinfección Eficaces) – Programa de buenas prácticas de acuicultura del JIFSAN (Instituto Conjunto para la Seguridad Alimentaria y la Nutrición Aplicada)

##### [Allowed Detergents and Sanitizers for Food Contact Surfaces and Equipment in Organic Operations](#)

(Detergentes y desinfectantes para superficies y equipos en contacto con alimentos que están permitidos en operaciones orgánicas) – USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)

**Use Reusables** es un programa de la agencia pública [StopWaste](#) del Condado de Alameda, que ayuda a las empresas y a las instituciones a usar materiales de embalaje para transportación que son duraderos y reutilizables en vez de embalaje de uso limitado como las cajas de cartón y la envoltura plástica extensible. El programa ofrece apoyo financiero, recomendaciones de proveedores y asistencia técnica individual. Para obtener más información, incluidos casos de estudio, visite [www.UseReusables.org](http://www.UseReusables.org).



### Anexo 3. Datasheet de PLC Siemens 1200

#### Product overview

##### 1.1 Introducing the S7-1200 PLC

Table 1- 1 Comparing the CPU models

Feature		CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Physical size (mm)		90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
User memory	Work	30 Kbytes	50 Kbytes	75 Kbytes	100 Kbytes
	Load	1 Mbyte	1 Mbyte	4 Mbytes	4 Mbytes
	Retentive	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes	10 Kbytes
Local on-board I/O	Digital	6 inputs/4 outputs	8 inputs/6 outputs	14 inputs/10 outputs	14 inputs/10 outputs
	Analog	2 inputs	2 inputs	2 inputs	2 inputs / 2 outputs
Process image size	Inputs (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
	Outputs (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Bit memory (M)		4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes
Signal module (SM) expansion		None	2	8	8
Signal board (SB), Battery board (BB), or communication board (CB)		1	1	1	1
Communication module (CM) (left-side expansion)		3	3	3	3
High-speed counters	Total	3 built-in I/O, 5 with SB	4 built-in I/O, 6 with SB	6	6
	Single phase	3 at 100 kHz SB: 2 at 30 kHz	3 at 100 kHz 1 at 30 kHz SB: 2 at 30 kHz	3 at 100 kHz 3 at 30 kHz	3 at 100 kHz 3 at 30 kHz
	Quadrature phase	3 at 80 kHz SB: 2 at 20 kHz	3 at 80 kHz 1 at 20 kHz SB: 2 at 20 kHz	3 at 80 kHz 3 at 20 kHz	3 at 80 kHz 3 at 20 kHz
Pulse outputs <sup>1</sup>		4	4	4	4
Memory card		SIMATIC Memory card (optional)			
Real time clock retention time		20 days, typ. / 12 day min. at 40 degrees C (maintenance-free Super Capacitor)			
PROFINET		1 Ethernet communication port			2 Ethernet communication ports
Real math execution speed		2.3 µs/instruction			
Boolean execution speed		0.08 µs/instruction			

<sup>1</sup> For CPU models with relay outputs, you must install a digital signal board (SB) to use the pulse outputs.

Each CPU provides dedicated HMI connections to support up to 3 HMI devices. The total number of HMI is affected by the types of HMI panels in your configuration. For example, you could have up to three SIMATIC Basic panels connected to your CPU, or you could have up to two SIMATIC Comfort panels with one additional Basic panel.

The different CPU models provide a diversity of features and capabilities that help you create effective solutions for your varied applications. For detailed information about a specific CPU, see the technical specifications (Page 699).



## 2 Features

### 2.1 Hardware

- Quad core 64-bit ARM-Cortex A72 running at 1.5GHz
- 1, 2 and 4 Gigabyte LPDDR4 RAM options
- H.265 (HEVC) hardware decode (up to 4Kp60)
- H.264 hardware decode (up to 1080p60)
- VideoCore VI 3D Graphics
- Supports dual HDMI display output up to 4Kp60

### 2.2 Interfaces

- 802.11 b/g/n/ac Wireless LAN
- Bluetooth 5.0 with BLE
- 1x SD Card
- 2x micro-HDMI ports supporting dual displays up to 4Kp60 resolution
- 2x USB2 ports
- 2x USB3 ports
- 1x Gigabit Ethernet port (supports PoE with add-on PoE HAT)
- 1x Raspberry Pi camera port (2-lane MIPI CSI)
- 1x Raspberry Pi display port (2-lane MIPI DSI)
- 28x user GPIO supporting various interface options:
  - Up to 6x UART
  - Up to 6x I2C
  - Up to 5x SPI
  - 1x SDIO interface
  - 1x DPI (Parallel RGB Display)
  - 1x PCM
  - Up to 2x PWM channels
  - Up to 3x GPCLK outputs



CÓDIGO: 10070 CLAVE: BOAP-1

### Bomba periférica 1 HP, Truper Expert

- Genera mayor presión y sube el agua a una mayor altura
- Altura máxima: **70 m**
- Flujo máximo: **50 L/min**
- Profundidad máxima de succión: **8 m**
- Se utiliza cuando se requiere subir el agua a lugares altos (arriba de 15 m aproximadamente). Puede ser usada con sistemas hidroneumáticos para incrementar la presión



Impulsor de latón

Capacitor para mayor potencia al arranque

Balero metálico

### Certificaciones y garantías

- Cumple con la norma NOM-003-SCFI



### Especificaciones

<b>Potencia</b>	1 HP
<b>Altura máxima</b>	70 m
<b>Flujo máximo</b>	50 L/min
<b>Profundidad máxima de succión</b>	8 m
<b>Diámetro de Entrada / Salida</b>	1" NPT
<b>Velocidad</b>	3,450 rpm
<b>Material del embobinado de motor</b>	Cobre
<b>Ciclo de trabajo</b>	50 minutos de trabajo por 20 minutos de descanso. Máximo diario 6 horas
<b>Tensión / Frecuencia</b>	127 V / 60 Hz
<b>Consumo</b>	10.4 A
<b>Dimensiones (Base x Altura x Fondo)</b>	14 x 18 x 31 cm
<b>Peso</b>	10 kg
<b>Empaque individual</b>	Caja
<b>Inner</b>	1

Lea el Manual de Información sobre Instalación y Mantenimiento del Motor de Engranajes 85706 incluido con este producto antes de instalar o realizar tareas de mantenimiento. Lea este documento atentamente antes de tratar de desmontar, volver a montar, operar o dar mantenimiento al producto aquí descrito. Protéjase usted mismo y a los demás observando toda la información de seguridad. ¡El incumplimiento de las instrucciones puede ocasionar daños, tanto personales como a la propiedad! Guarde estas instrucciones para referencia en el futuro.

## Motores de engranajes con capacitor permanentemente dividido Dayton®

Refiérase al formulario 85706 para obtener información sobre la seguridad e instalación, las instrucciones de operación y mantenimiento, y la información de garantía

### Descripción

Los motores de engranajes Dayton son potenciados por motores reversibles de 3 conductores con capacitor permanentemente dividido. La caja de engranajes está construida con cinc fundido de alta resistencia, con una cubierta de acero. Todos los engranajes son de acero. Los cojinetes son de camisa de bronce poroso, lubricados en la fábrica. Se permite la operación en servicio continuo cuando se instala el ventilador, si se suministra uno con la unidad. Los motores de engranajes sin freno pueden utilizarse en todas las posiciones de montaje.

Los motores de engranajes que están equipados con frenos de fricción de resorte proporcionan paro positivo y acción de retención. El sobredesplazamiento del eje de salida es aproximadamente de 1° (52JE38) a 100° (52JE45) cuando el motor está desenergizado. Las unidades con freno pueden utilizarse únicamente en posiciones de montaje horizontal.

Los motores de entrada tienen la aprobación UL (E37403) y certificación CSA (237528) para construcción y protección térmica.

### Información de seguridad general

**⚠ ADVERTENCIA** *Desconecte la alimentación eléctrica en su punto de suministro antes de dar mantenimiento o inspeccionar la unidad por cualquier razón. Si no lo hace, podría sufrir un choque eléctrico fatal. No instale este equipo en un entorno explosivo.*

1. Observe todos los códigos eléctricos y de seguridad locales, así como el Código Eléctrico Nacional (NEC) y la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) de EE.UU.
2. Si la unidad va a instalarse en equipos de retención o de alcance (por ejemplo, un elevador o una cinta transportadora), debe utilizarse un freno magnético separado u otro mecanismo de bloqueo. No se fíe de la fricción del engranaje para sostener la carga.

3. No se fíe de los dispositivos de control del motor (arrancadores de motor, etc.) para evitar que el motor arranque repentinamente. Siempre desconecte la alimentación eléctrica antes de trabajar en un motor o cerca del mismo, o de su carga conectada. Si no es visible el punto de desconexión, bloquéelo en la posición de apertura y coloque un aviso de advertencia para evitar que el dispositivo sea encendido inesperadamente.
4. Todas las partes móviles deben estar protegidas.
5. Tenga cuidado cuando toque el exterior de un motor en funcionamiento; podría estar lo suficientemente caliente como para ocasionarle dolor o lesiones. Los motores de diseño moderno normalmente se calientan cuando funcionan con la carga y el voltaje especificados.

6. Evite que el cable de alimentación entre en contacto con objetos filosos.
7. No pliegue el cable de alimentación y nunca permita que éste entre en contacto con aceite, grasa, superficies calientes o productos químicos.
8. Al limpiar equipos eléctricos o electrónicos, siempre utilice un agente limpiador aprobado, por ejemplo un disolvente en seco.

### Instalación

1. Utilícelo sólo en un lugar limpio y seco con un suministro adecuado de aire de enfriamiento. La temperatura ambiente no debe exceder de 40°C máximo. Para instalación en exteriores, el motor de engranajes debe protegerse con una cubierta que no bloquee el flujo de aire hacia y alrededor del motor.
2. Monte el motor de engranajes en una superficie plana y rígida, usando (4) tornillos autorroscantes 8-32.

**⚠ ADVERTENCIA** *No debe utilizarse en lugares peligrosos. Consulte con su agencia de inspección gubernamental local para que le guíen.*

3. Conexiones de cableado: Todos los cables y las conexiones eléctricas deben cumplir con el Código Eléctrico Nacional (NEC) de EE.UU. y los códigos eléctricos locales vigentes. En particular, consulte el Artículo 430 (Motor, Circuitos y Controladores del Motor) del NEC.



## Motores de engranajes con capacitor permanentemente dividido Dayton®

4. Conexión para rotación hacia la derecha (CW) mirando al eje de salida: Conecte la potencia de 115 V a los conductores negro y gris. Para invertir el sentido de rotación, conecte la potencia a los conductores negro y amarillo.

### Operación

1. Cuando utilice un acoplamiento directo, verifique cuidadosamente el alineamiento para asegurarse que todo esté

alineado directamente después de anclar la unidad con pernos. Coloque calzos si es necesario. No se fie de un acoplamiento flexible para compensar la falta de alineación.

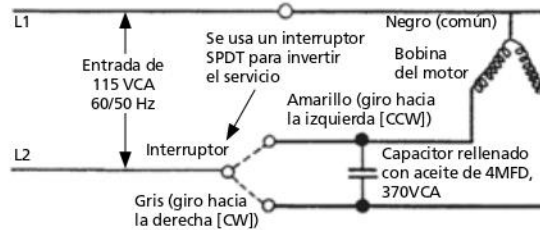
2. No exceda el par de torsión mostrado. Evite las descargas. Para 24 horas de servicio, reduzca el par de torsión en un 25%.
3. Cuando utilice la unidad con una correa o cadena, no aplique una carga lateral

superior a 1.6 kg (3.5 libras) en el cojinete del eje de salida ubicado a mitad del eje de salida.

4. La unidad no ha sido diseñada para cargas de empuje axial.
5. Se requiere un capacitor para motor de 4 MFD (2MDV3) para usar el motor.

**AVISO:** Cuando se suministra un ventilador, éste debe utilizarse para operar las unidades en servicio continuo.

### Diagrama de cableado



**Para obtener partes de reparación en México, llame al 001-800-527-2331 en EE.UU., llame al 1-800-Grainger**

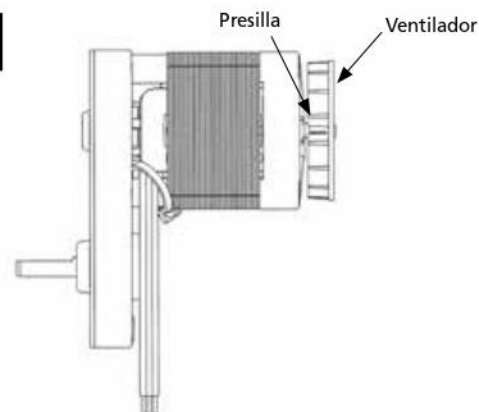
### Servicio permanente – 24 horas al día todo el año

Por favor proporciónenos la siguiente información:

- Número de modelo
- Número de serie (si lo tiene)
- Descripción de la parte y número que le corresponde en la lista de partes

### Lista de partes de reparación

Modelo	No. de parte del ventilador
52JE32	46-19
52JE33	46-19
52JE34	46-19
52JE35	46-19
52JE36	46-19
52JE37	46-19
52JE38	46-19
52JE39	46-19
52JE40	46-19
52JE41	N/D
52JE42	N/D
52JE43	N/D
52JE44	N/D
52JE45	N/D



Fabricado para Dayton Electric Mfg. Co.  
Lake Forest, Illinois 60045 EE.UU.

**Dayton®**



Piloteadas internamente  
**Válvulas Solenoides de Servicio General**  
 Cuerpo de latón o acero inoxidable  
 Conexión de 3/8" a 2 1/2" NPT

**2/2**  
**SERIE**  
**8210**

2 VIAS

**Características Principales**

- Amplia gama de presiones, tamaños y sellos de material resilente que proveen larga vida de servicio y bajo nivel de fugas internas.
- Válvulas de alto caudal para líquidos, fluidos corrosivos y servicio de aire-gas inerte.
- Sus aplicaciones incluyen:
  - Lavado de automóviles
  - Lavadoras industriales
  - Compresores de aire
  - Bombas
  - Control de aguas industriales

**Construcción**

Partes de la válvula en contacto con el fluido		
Cuerpo	Latón	Acero inoxidable 304*
Sellos y discos	NBR o PTFE	
Sujetador de disco	PA	
Tubo del núcleo	Acero inoxidable 305	
Núcleo móvil y núcleo fijo	Acero inoxidable 430F	
Resortes	Acero inoxidable 302	
Anillo de sombra	Cobre	Plata

\*Las válvulas 8210G127, 8210G129, 8210G132 y 8210G133 tienen cuerpo de acero inoxidable 316L.

**Características Eléctricas**

Clase de aislamiento, bobina estándar	Potencia nominal y consumo de energía				Número de parte de bobina de reemplazo			
	DC Watts	AC			Uso general		A prueba de explosión	
		Watts	Sostenido VA	Arranque VA	AC	DC	AC	DC
F	-	6.1	16	40	238210	-	238214	-
F	11.6	10.1	25	70	238610	238710	238614	238714
F	16.8	16.1	35	180	272610	97617	272614	97617
F	-	17.1	40	93	238610	-	238614	-
F	-	20	43	240	99257	-	99257	-
F	-	20.1	48	240	272610	-	272614	-
H	30.6	-	-	-	-	74073	-	74073
H	40.6	-	-	-	-	238910	-	238914

Voltajes estándar: 24, 120, 240, 480 volts de AC, 60 Hz (o 110, 220 volts de AC, 50 Hz); 6, 12, 24, 120, 240 volts de DC. Al ordenar la válvula, especifique el voltaje de operación. También se fabrican en otros voltajes especiales.

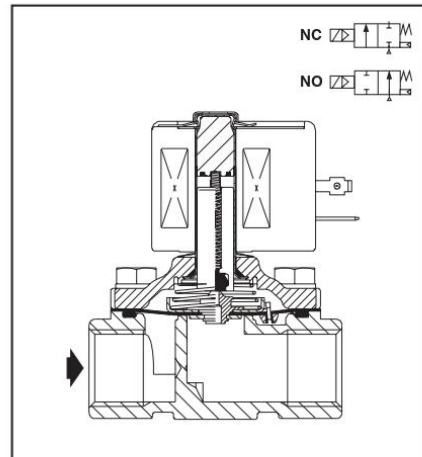
**Tipos de Encapsulado del Solenoide**

**Estándar:** RedHat II, a prueba de agua, Tipos 1, 2, 3, 3S, 4 y 4X; RedHat, Tipo 1.

**Opcional:** RedHat II, a prueba de agua y explosión, Tipos 3, 3S, 4, 4X, 6, 6P, 7 y 9; RedHat, a prueba de agua y explosión, Tipos 3, 4, 4X, 7 y 9.

Para ordenar, agregue el prefijo "EF" al número de catálogo, excepto las válvulas 8210B057, 8210B058 y 8210B059, las cuales no están disponibles con encapsulado a prueba de explosión.

Para conocer todas las opciones, consulte la *Sección Características Opcionales*.



**Rangos de Temp. Ambiente Nominal**

RedHat II/  
 RedHat AC: 32°F a 125°F (0°C a 52°C)

RedHat II DC: 32°F a 104°F (0°C a 40°C)  
 RedHat DC: 32°F a 77°F (0°C a 25°C)  
 (104°F/40°C en algunos casos)

8210G227 AC: 32°F a 130°F (0°C a 54°C)  
 DC: 32°F a 90°F (0°C a 32°C)

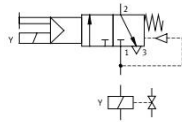
Para mayor información, consulte la *Sección de Ingeniería*.

**Certificaciones**

Listado UL, según se indique. Certificado CSA.  
 RedHat II cumple las directivas CE aplicables.  
 Para mayor información, consulte la *Sección de Ingeniería*.

**167073**

**3/2-way single solenoid valve, normally closed**



Design	This 3/2-way single solenoid valve with push-in fittings is attached to a function plate which is equipped with a P port and silencer. The two electrical connections are equipped with safety connectors. The unit is mounted on the profile plate using a quick release detent system with a blue lever (mounting alternative "A").
Function	The solenoid valve is reversed when voltage is applied to the solenoid coil (1 → 2) and brought back into its initial position (1 → 0) by a return spring when the signal is removed. The switching status is displayed via an LED in the terminal housing. The valve is equipped with a manual override.
Note	The solenoid coil is characterised by very low power consumption and low heat generation. The electrical connection incorporates protection against incorrect polarity for the LED and a protective circuit.



## 167073

### 3/2-way single solenoid valve, normally closed

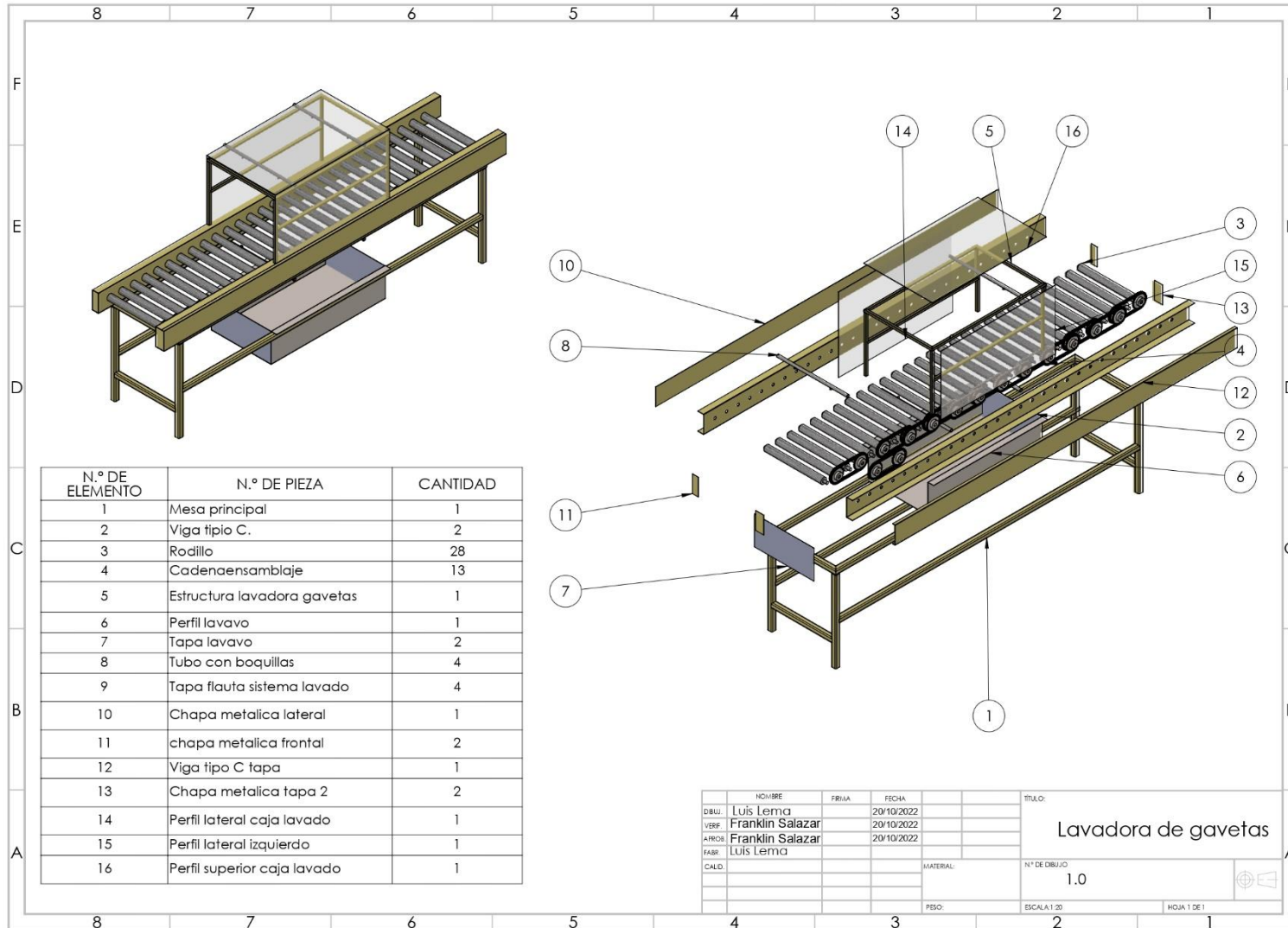
#### Technical data

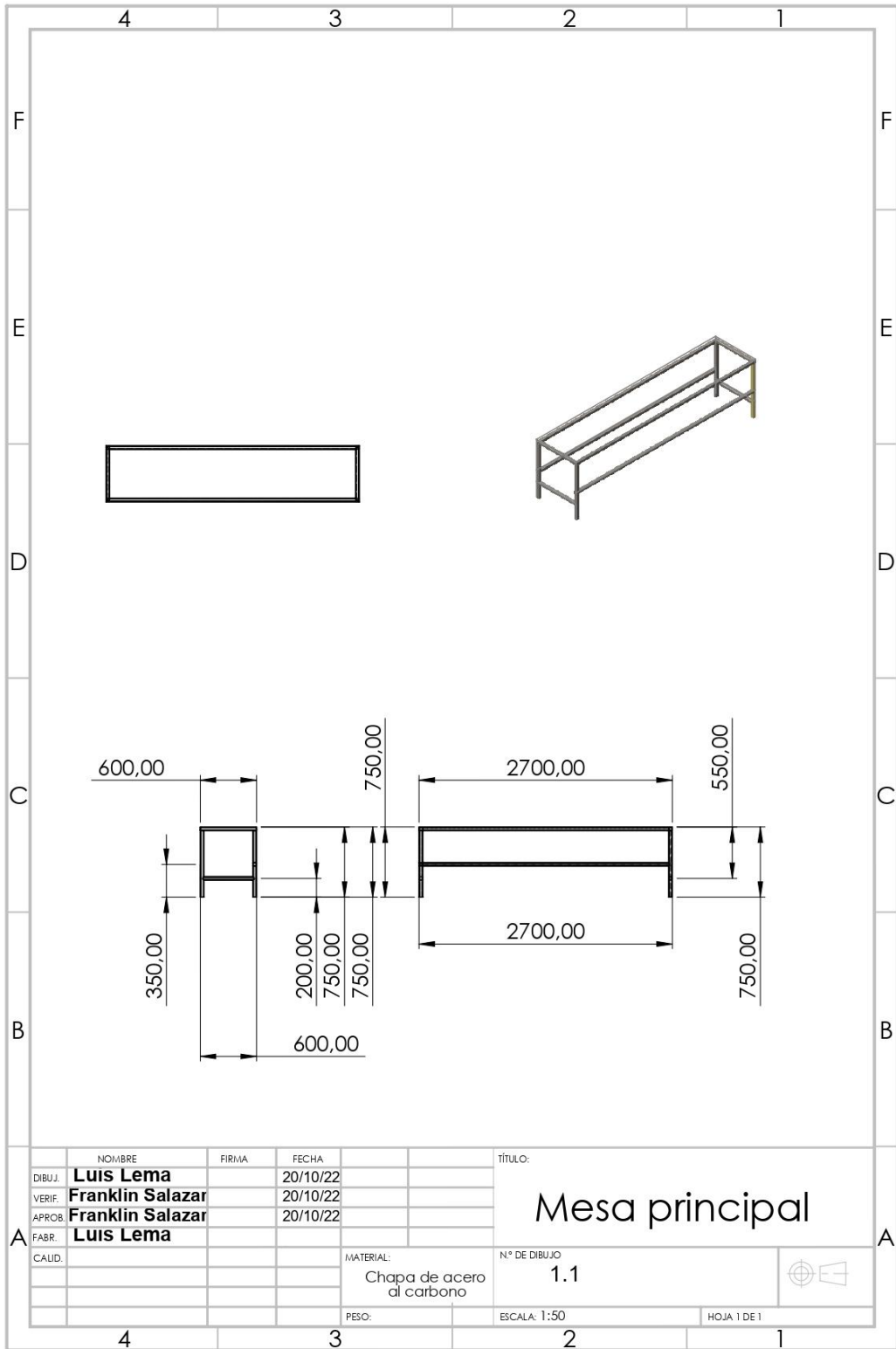
<b>Pneumatic</b>	
Medium	Compressed air, filtered (lubricated or unlubricated)
Design	Spool valve, pilot-actuated, with return spring
Pressure range	250 – 800 kPa (2.5 – 8 bar)
Switching time at 600 kPa (6 bar)	On: 20 ms, Off: 30 ms
Standard nominal flow rate	500 l/min
Connection	QS 3 for plastic tubing PUN 4 x 0.75

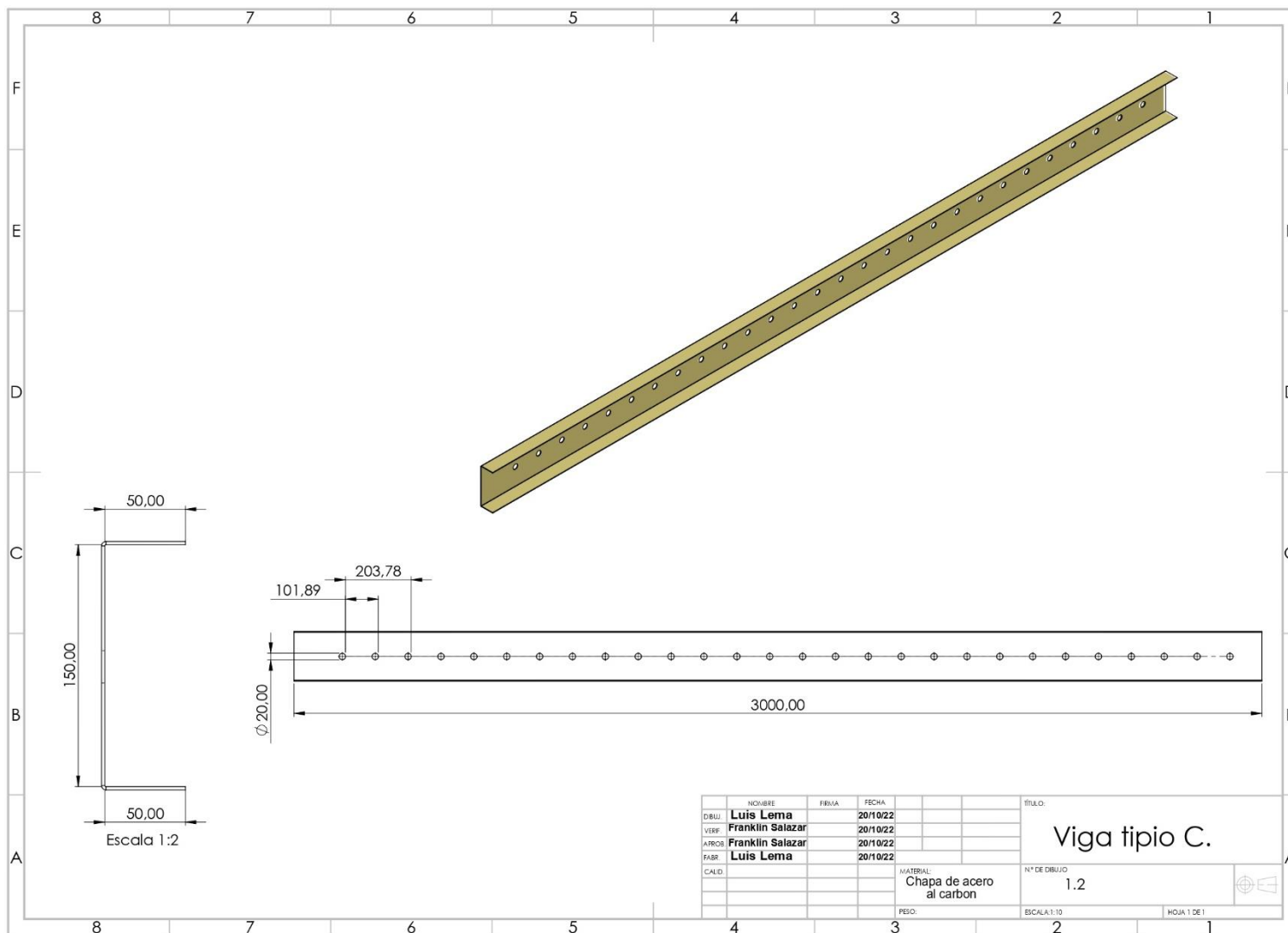
<b>Electrical</b>	
Voltage	24 V DC
Power consumption	1.5 W
Duty cycle	100 %
Connection	For 4 mm safety connector plug

Anexo 9. Planos de máquina lavadora de gavetas plásticas

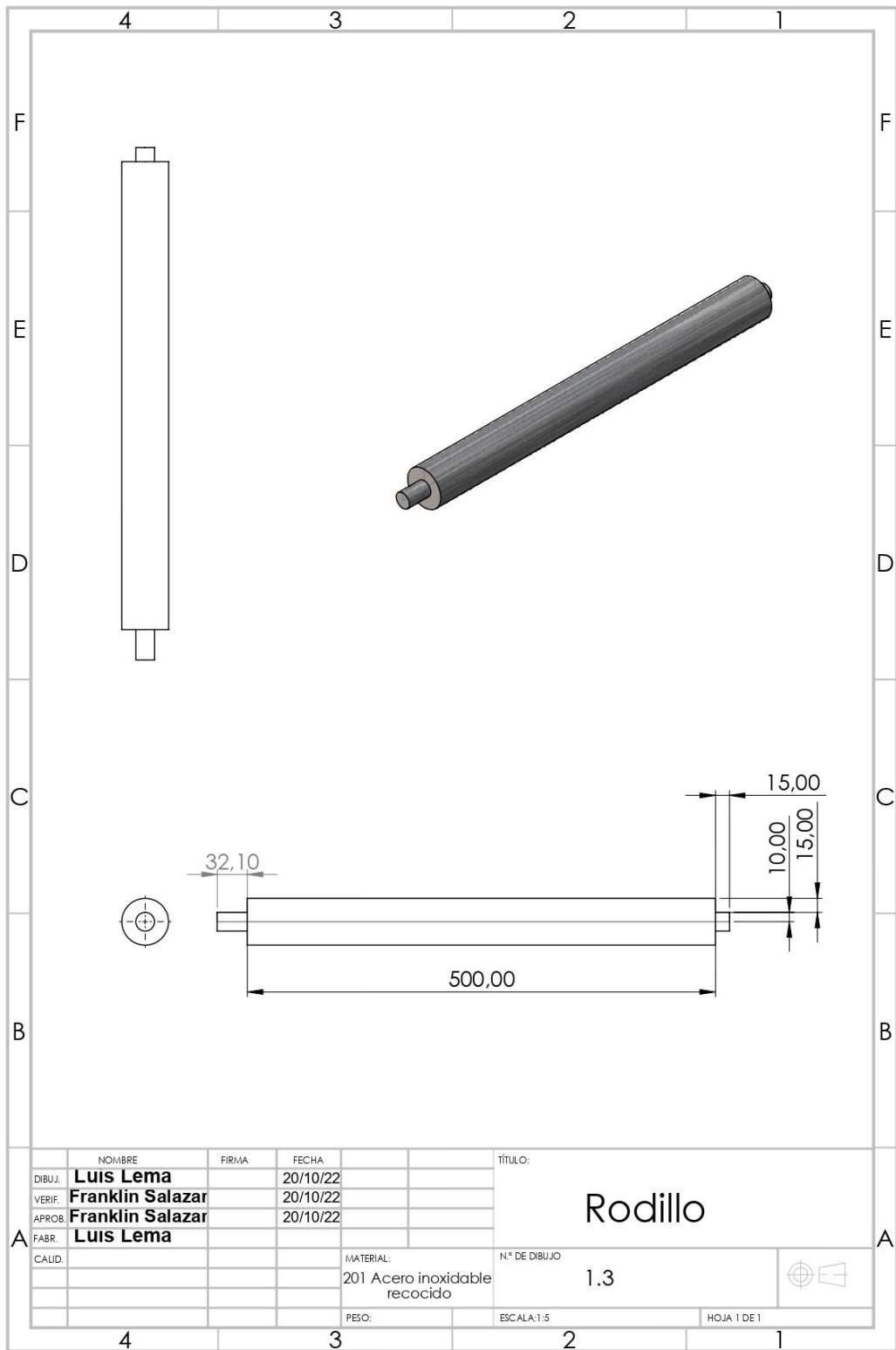




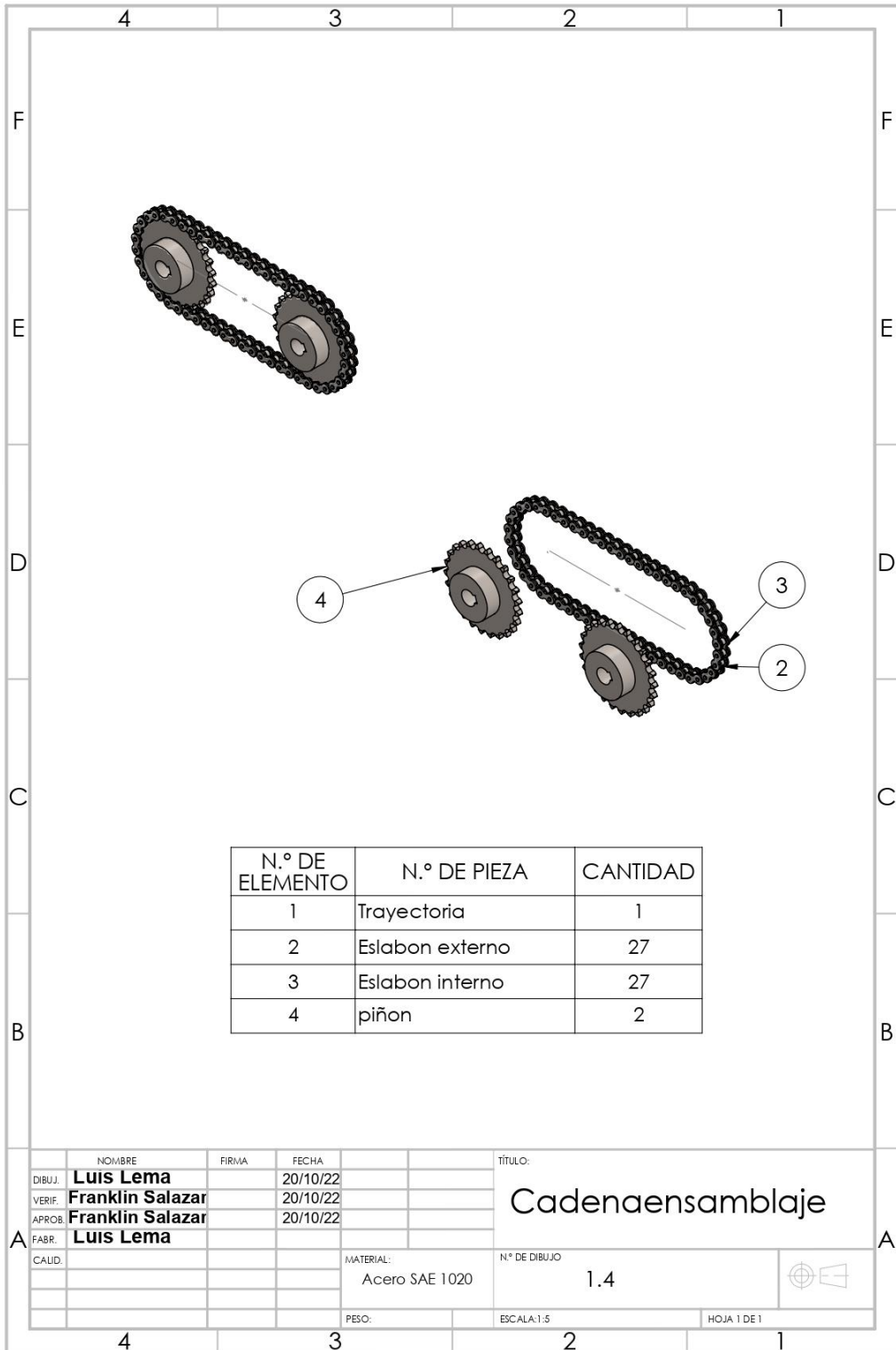
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22	<b>Mesa principal</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
FABR.	<b>Luis Lema</b>			
CALID.				N° DE DIBUJO <b>1.1</b>
			MATERIAL: Chapa de acero al carbono	
			PESO:	
				HOJA 1 DE 1



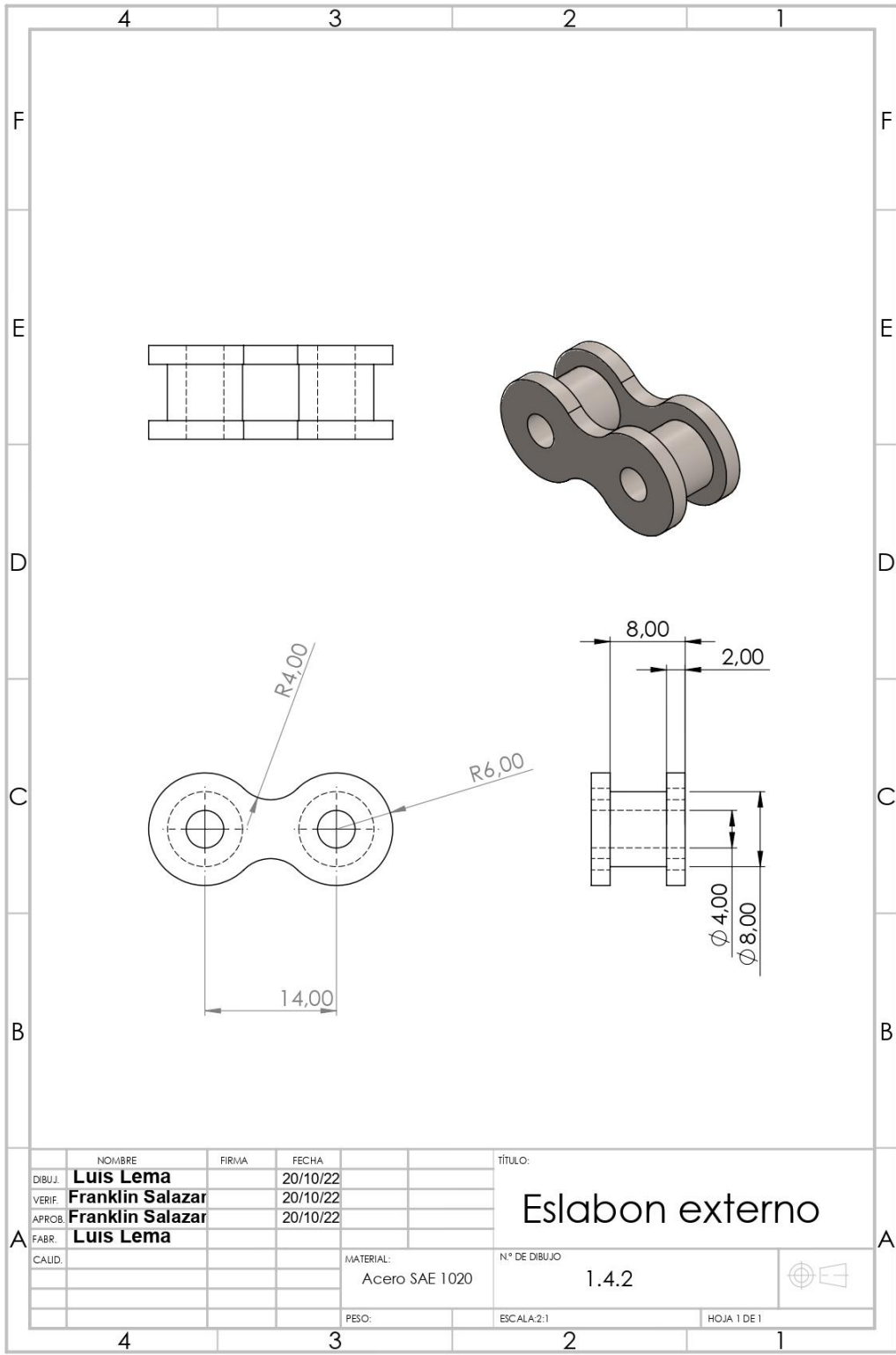
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO
DIBUJ	Luis Lema		20/10/22	Viga tipio C.
VERIF	Franklin Salazar		20/10/22	
PROYECT	Franklin Salazar		20/10/22	
FABR	Luis Lema		20/10/22	
CALID.				
			MATERIAL:	N° DE DIBUJO
			Chapa de acero al carbon	1.2
			PESO:	ESCALA: 1:10
				HOJA 1 DE 1



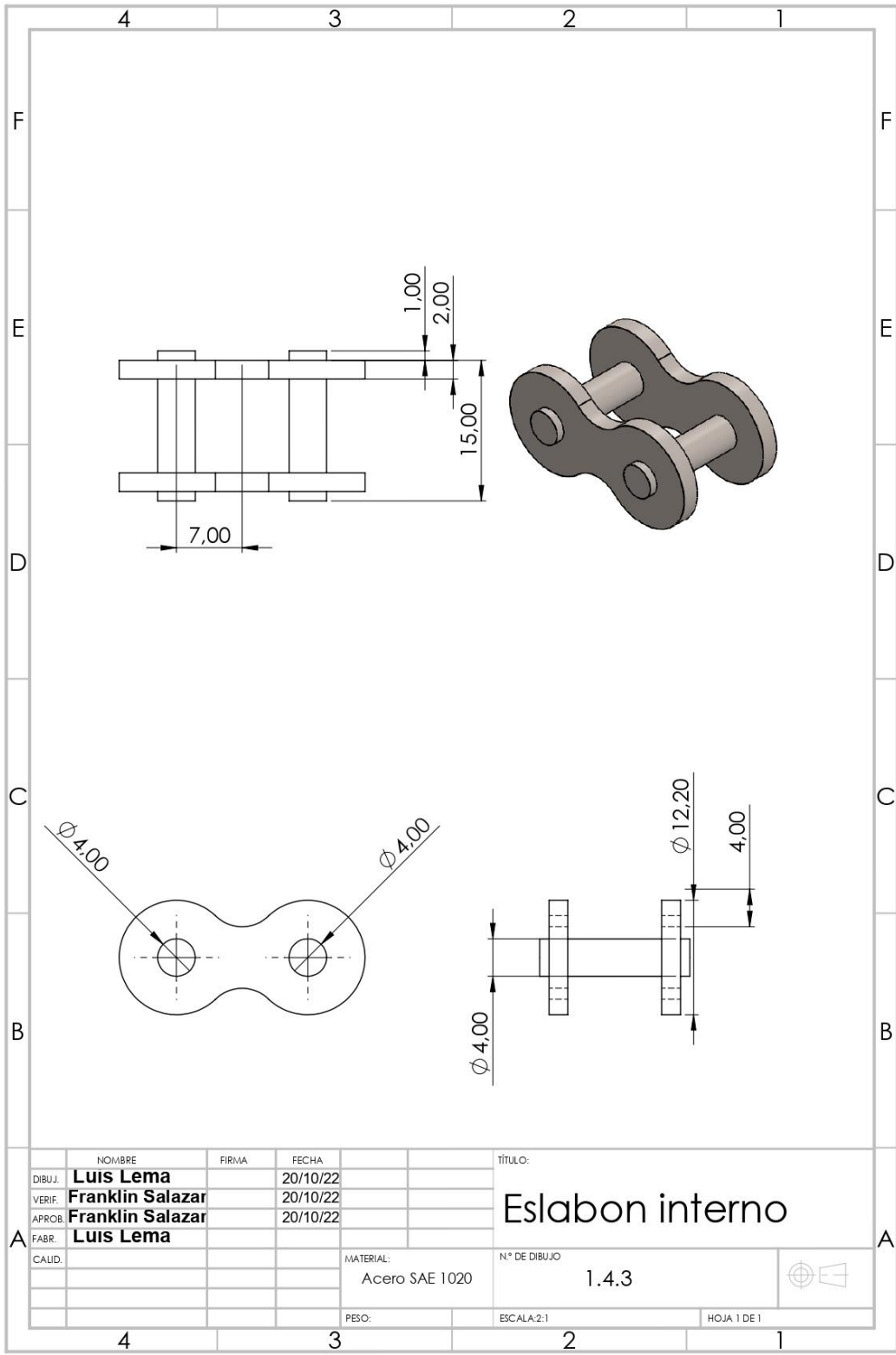
	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22	<b>Rodillo</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
FABR.	<b>Luis Lema</b>			
CALID.			MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
			201 Acero inoxidable recocido	1.3
			PESO:	ESCALA: 1:5
				HOJA 1 DE 1



	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22		<b>Cadenaensamblaje</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
FABR.	<b>Luis Lema</b>				
CAUID.				MATERIAL: Acero SAE 1020	N.º DE DIBUJO 1.4
				PESO:	ESCALA:1:5
					HOJA 1 DE 1

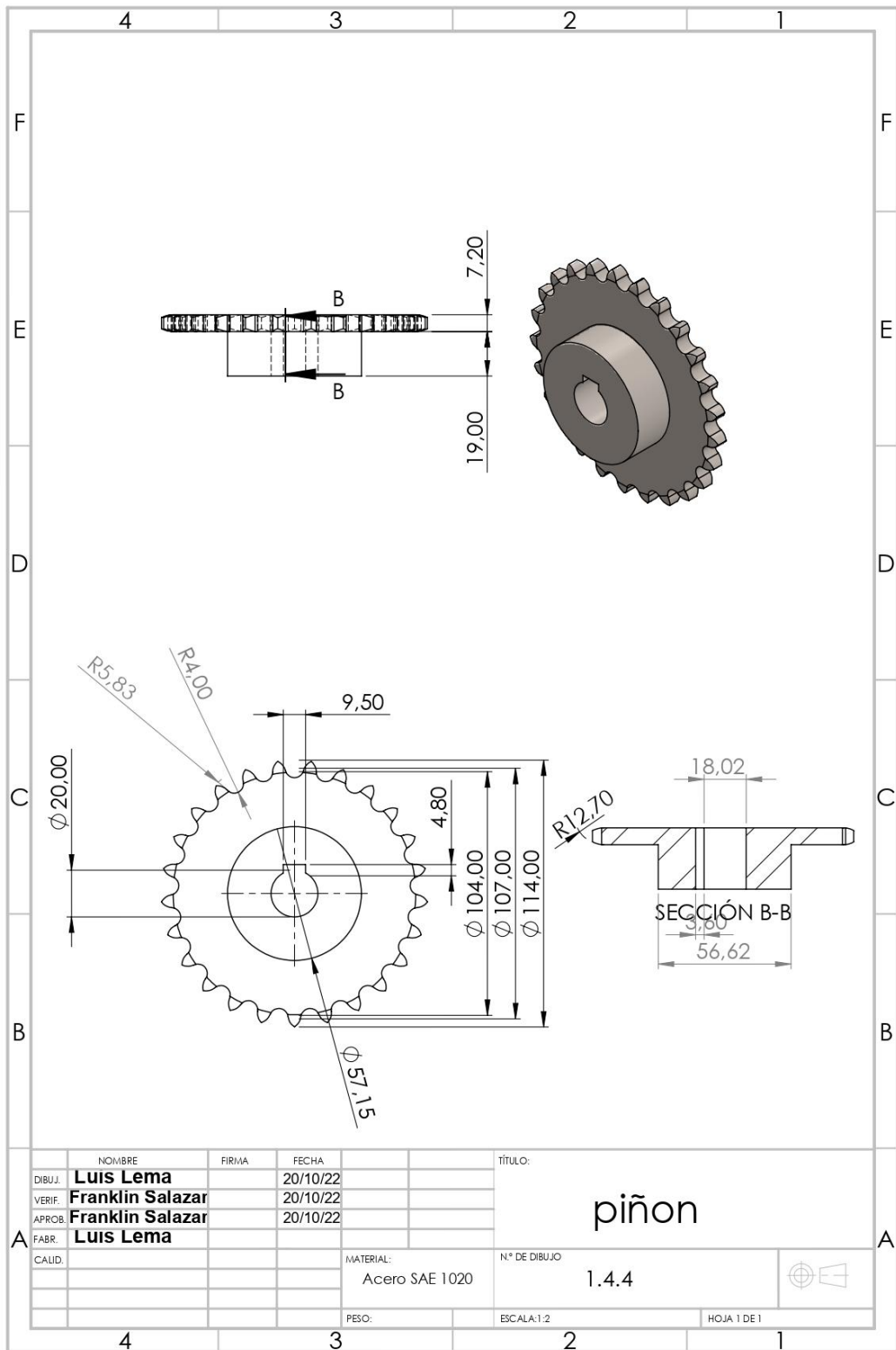


	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22	<b>Eslabon externo</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
FABR.	<b>Luis Lema</b>			
CALID.			MATERIAL:	N° DE DIBUJO
			Acero SAE 1020	1.4.2
			PESO:	ESCALA: 2:1
				HOJA 1 DE 1

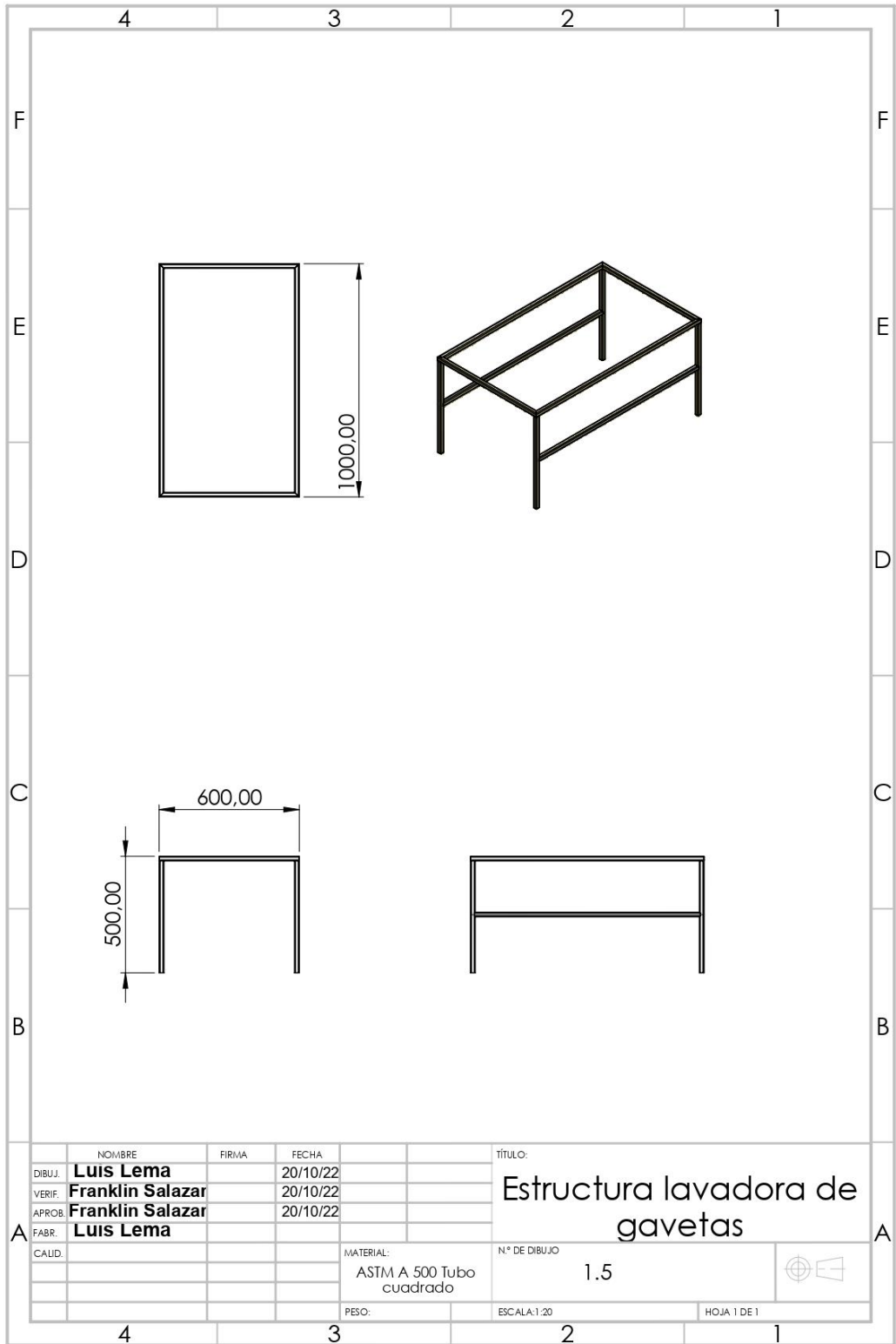


NOMBRE				FIRMA		FECHA		TÍTULO:		
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>					20/10/22		<b>Eslabon interno</b>		
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>					20/10/22				
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>					20/10/22				
FABR.	<b>Luis Lema</b>									
CALID.								MATERIAL:		
							Acero SAE 1020		N° DE DIBUJO	
									1.4.3	
							PESO:		ESCALA:2:1	
									HOJA 1 DE 1	





	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22	<b>piñon</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
FABR.	<b>Luis Lema</b>			
CAUID.				
			MATERIAL:	Nº DE DIBUJO
			Acero SAE 1020	1.4.4
			PESO:	ESCALA: 1:2
				HOJA 1 DE 1



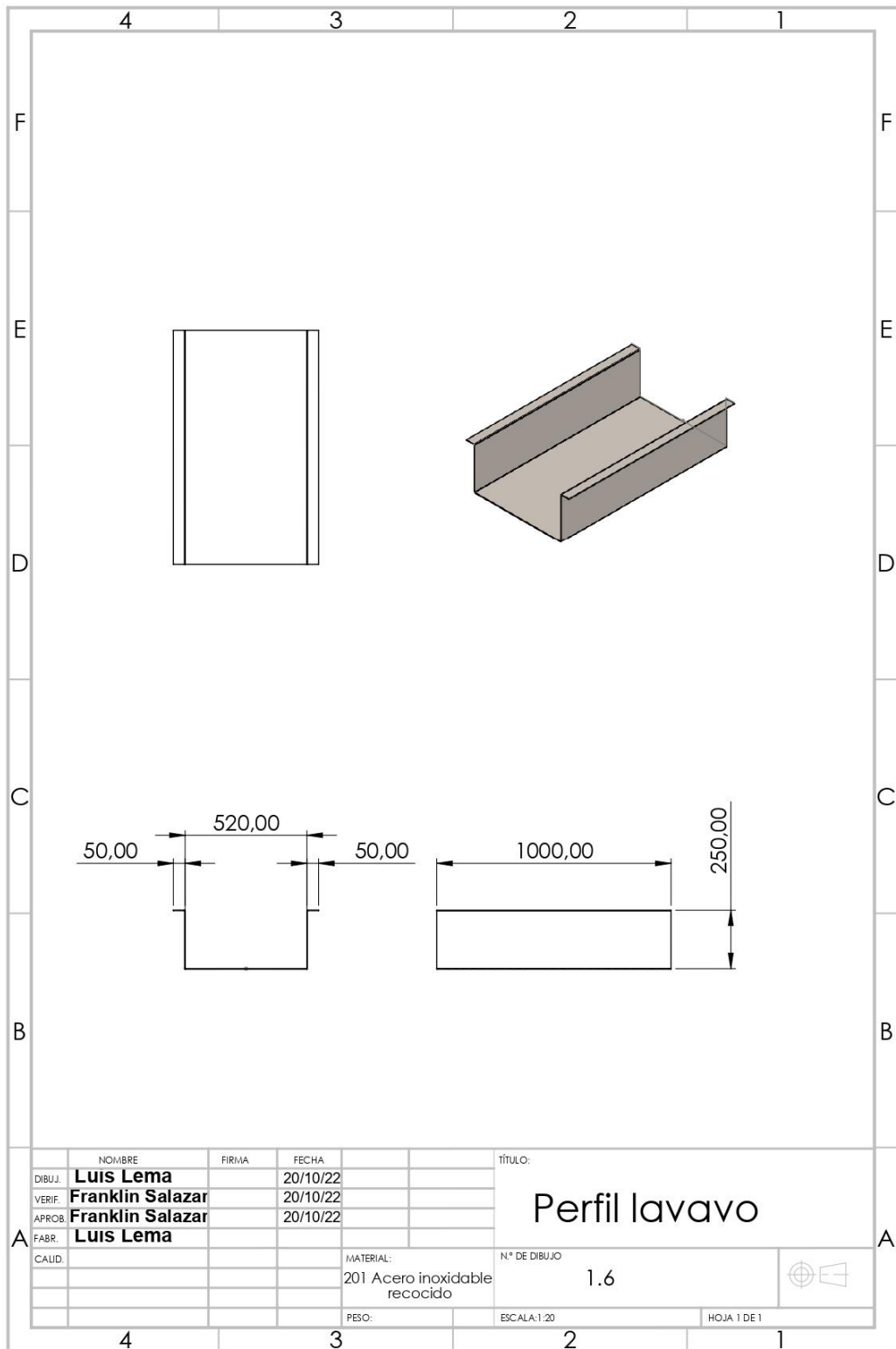
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
FABR.	<b>Luis Lema</b>		
CAID.			

TÍTULO:  
**Estructura lavadora de gavetas**

N° DE DIBUJO  
**1.5**

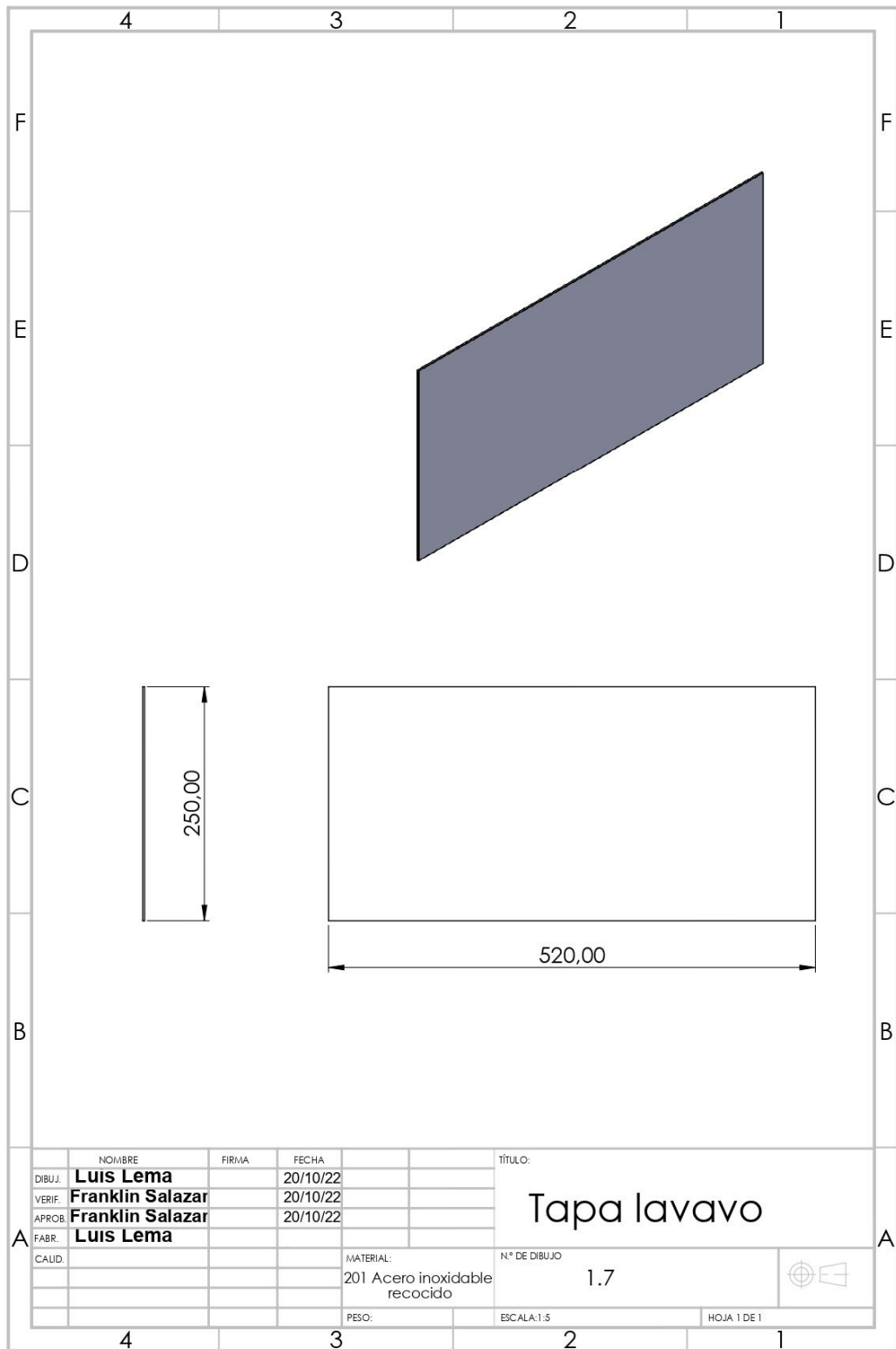
MATERIAL:  
 ASTM A 500 Tubo cuadrado

PESO: ESCALA:1:20 HOJA 1 DE 1

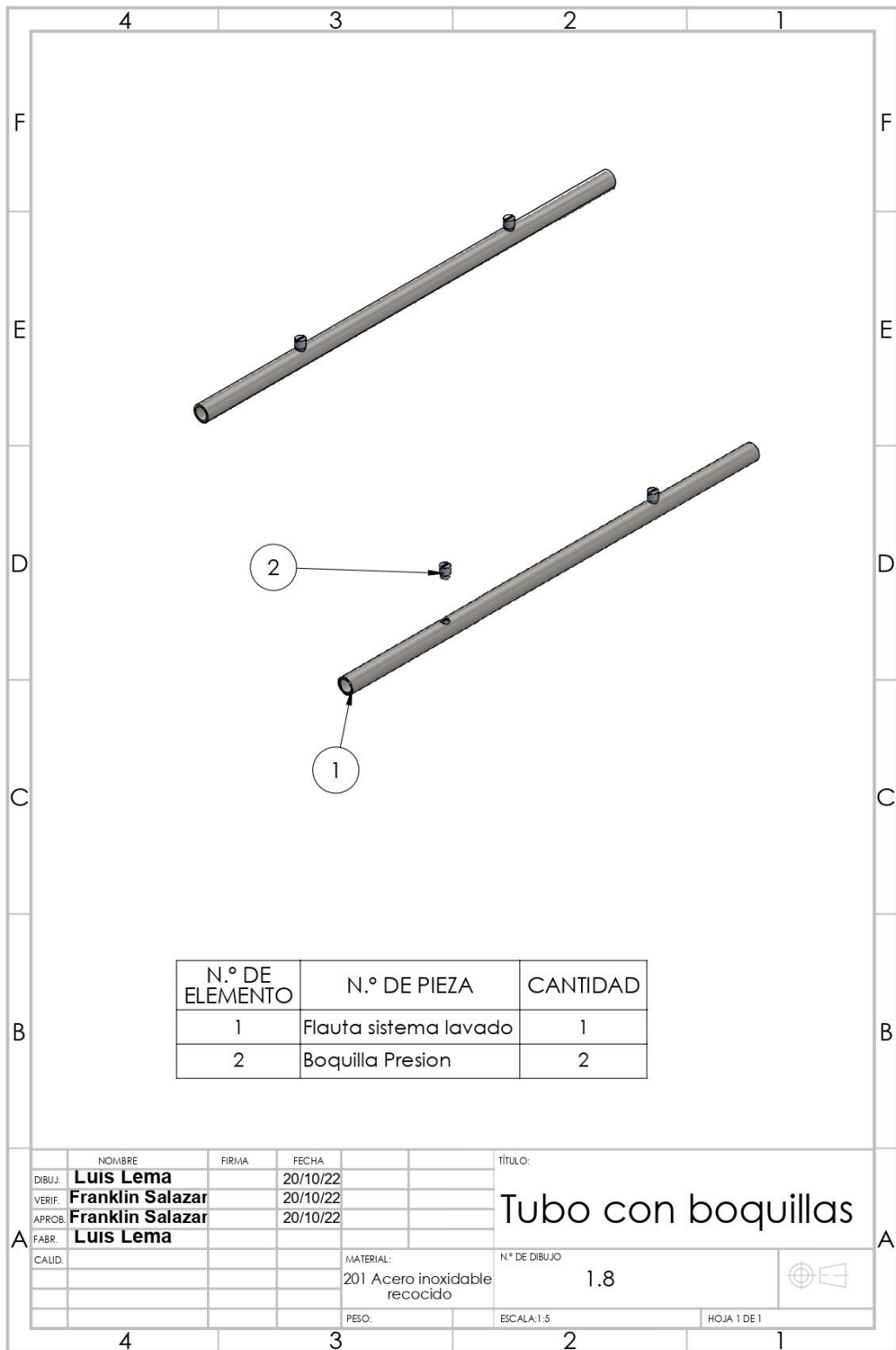


	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
FABR.	<b>Luis Lema</b>		
CAID.			

TÍTULO:	<b>Perfil lavavo</b>
N° DE DIBUJO	
MATERIAL:	201 Acero inoxidable recocido
PESO:	
ESCALA:1:20	HOJA 1 DE 1

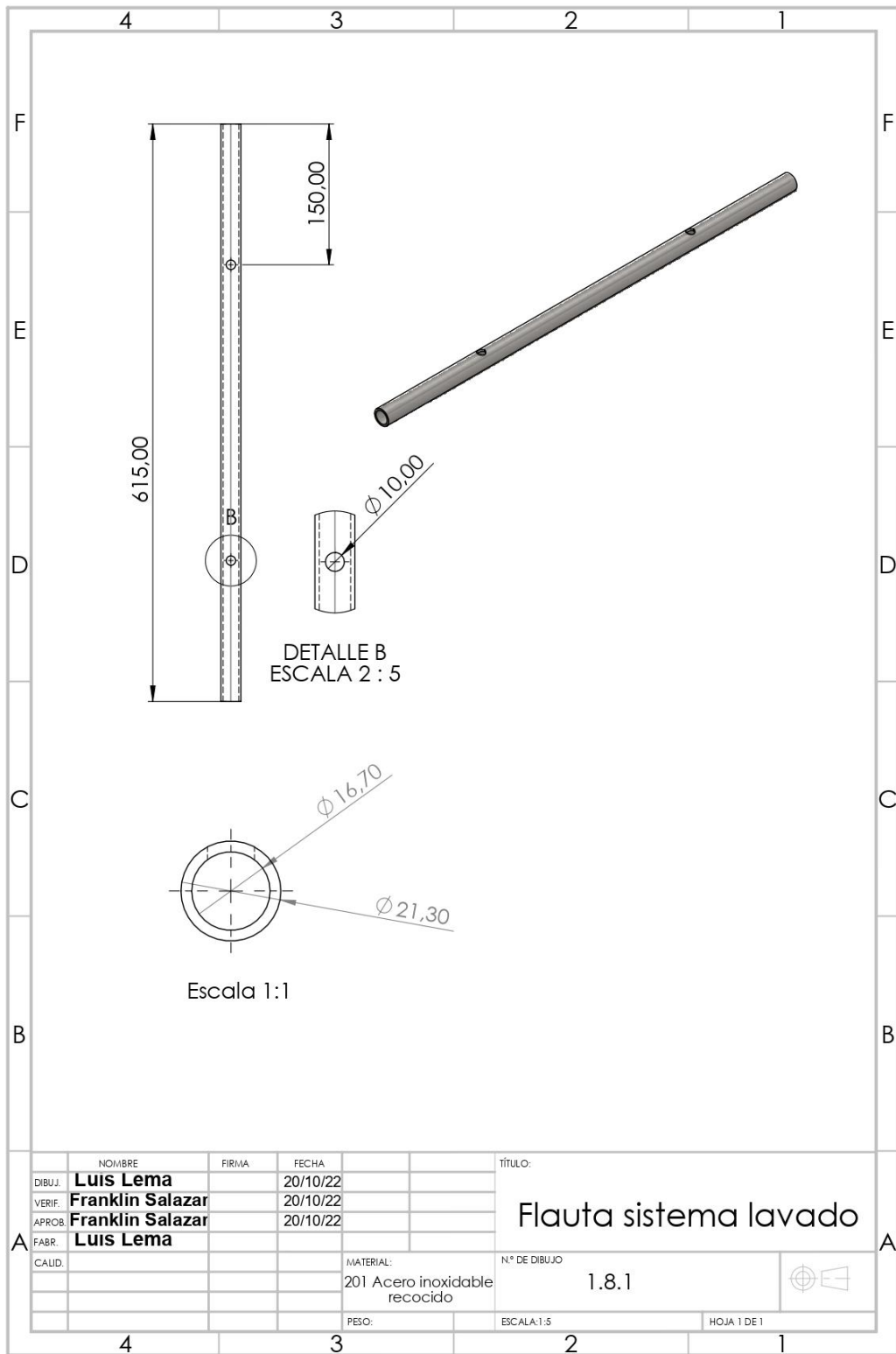


	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22		<b>Tapa lavavo</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
FABR.	<b>Luis Lema</b>				
CAUID.				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
				201 Acero inoxidable recocido	1.7
				PESO:	ESCALA:1.5
					HOJA 1 DE 1

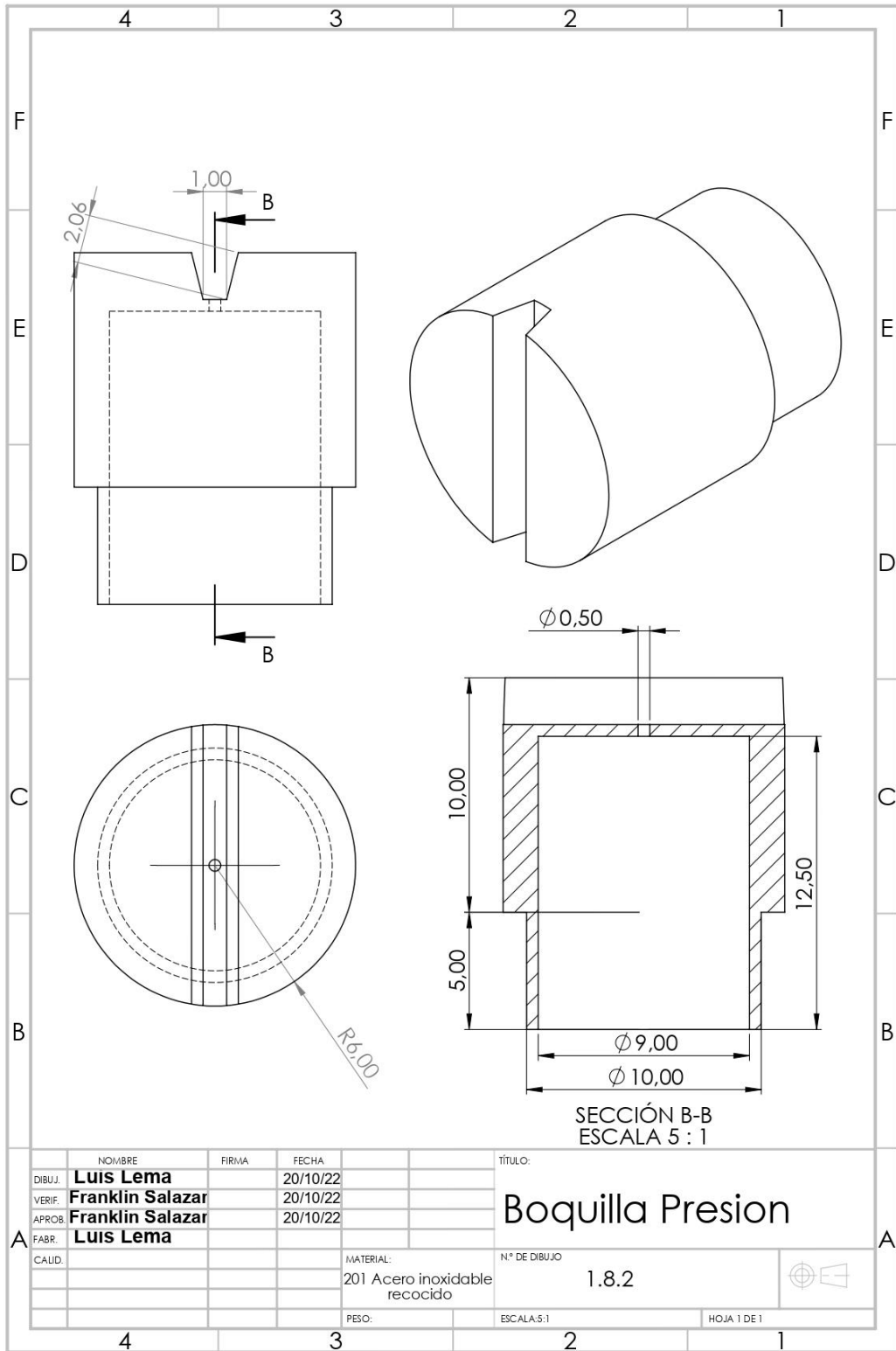


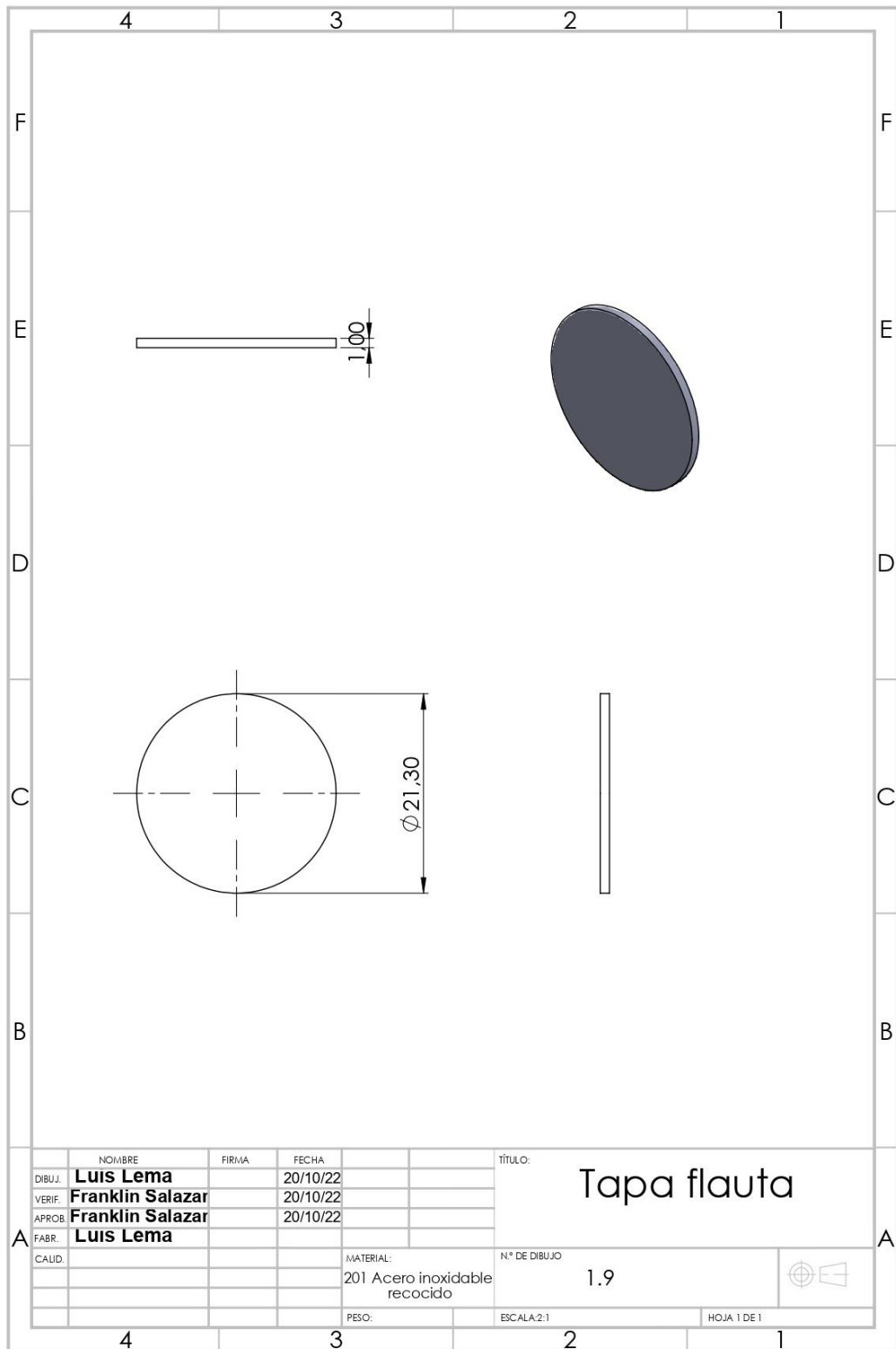
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Flauta sistema lavado	1
2	Boquilla Presion	2

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22	<b>Tubo con boquillas</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22	
FABR.	<b>Luis Lema</b>			
CAUID.				MATERIAL:
				201 Acero inoxidable recocido
				Nº DE DIBUJO
				1.8
				ESCALA:1:5
				HOJA 1 DE 1



NOMBRE		FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22	<b>Flauta sistema lavado</b>	
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
FABR.	<b>Luis Lema</b>			N° DE DIBUJO	
CALID.				201 Acero inoxidable recocido	1.8.1
				PESO:	ESCALA: 1:5
					HOJA 1 DE 1



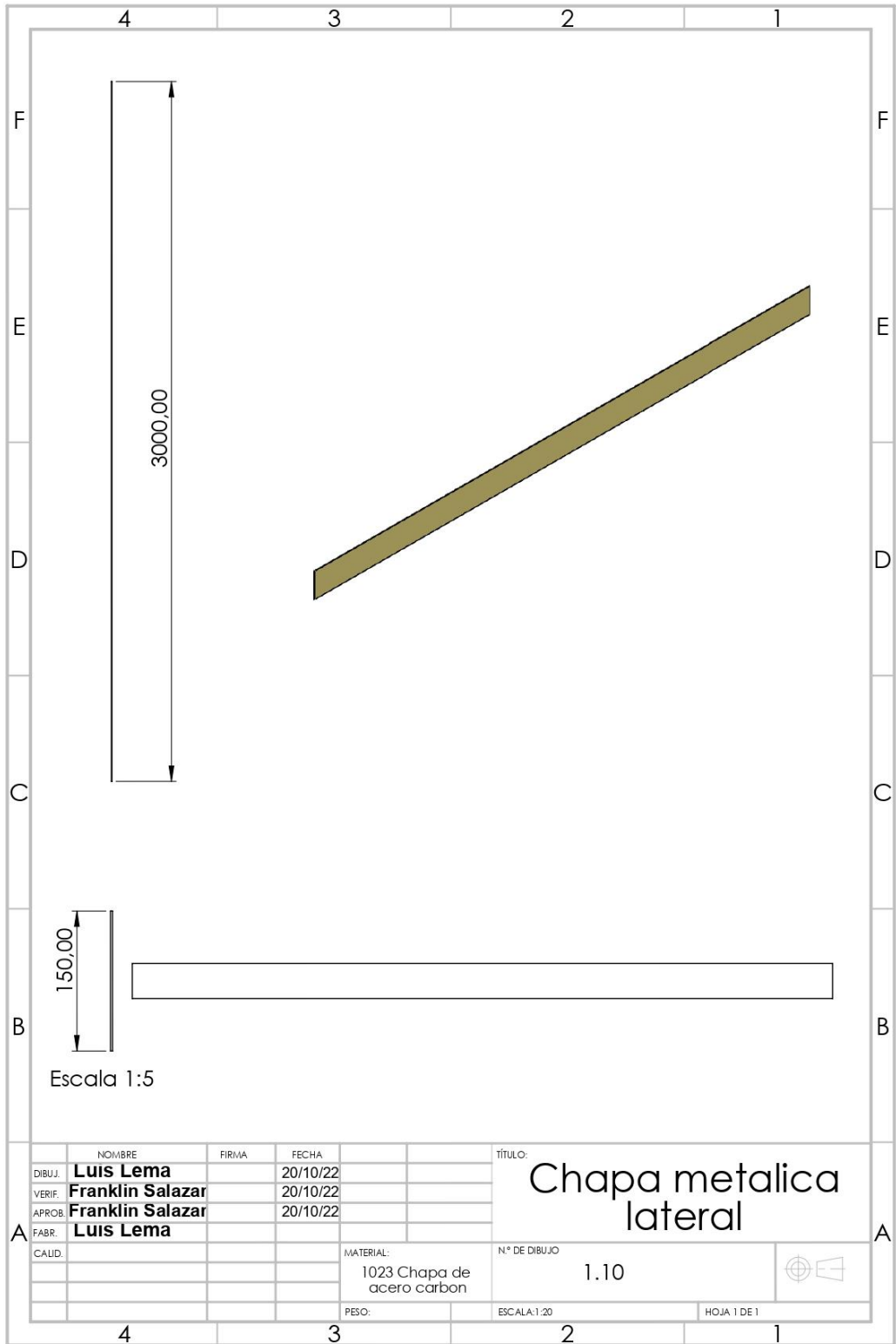


	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22		
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
FABR.	<b>Luis Lema</b>				
CAUID.					
				MATERIAL:	N.º DE DIBUJO
				201 Acero inoxidable recocido	1.9
				PESO:	ESCALA:2:1
					HOJA 1 DE 1

TÍTULO: **Tapa flauta**







	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
FABR.	<b>Luis Lema</b>		
CAUID.			

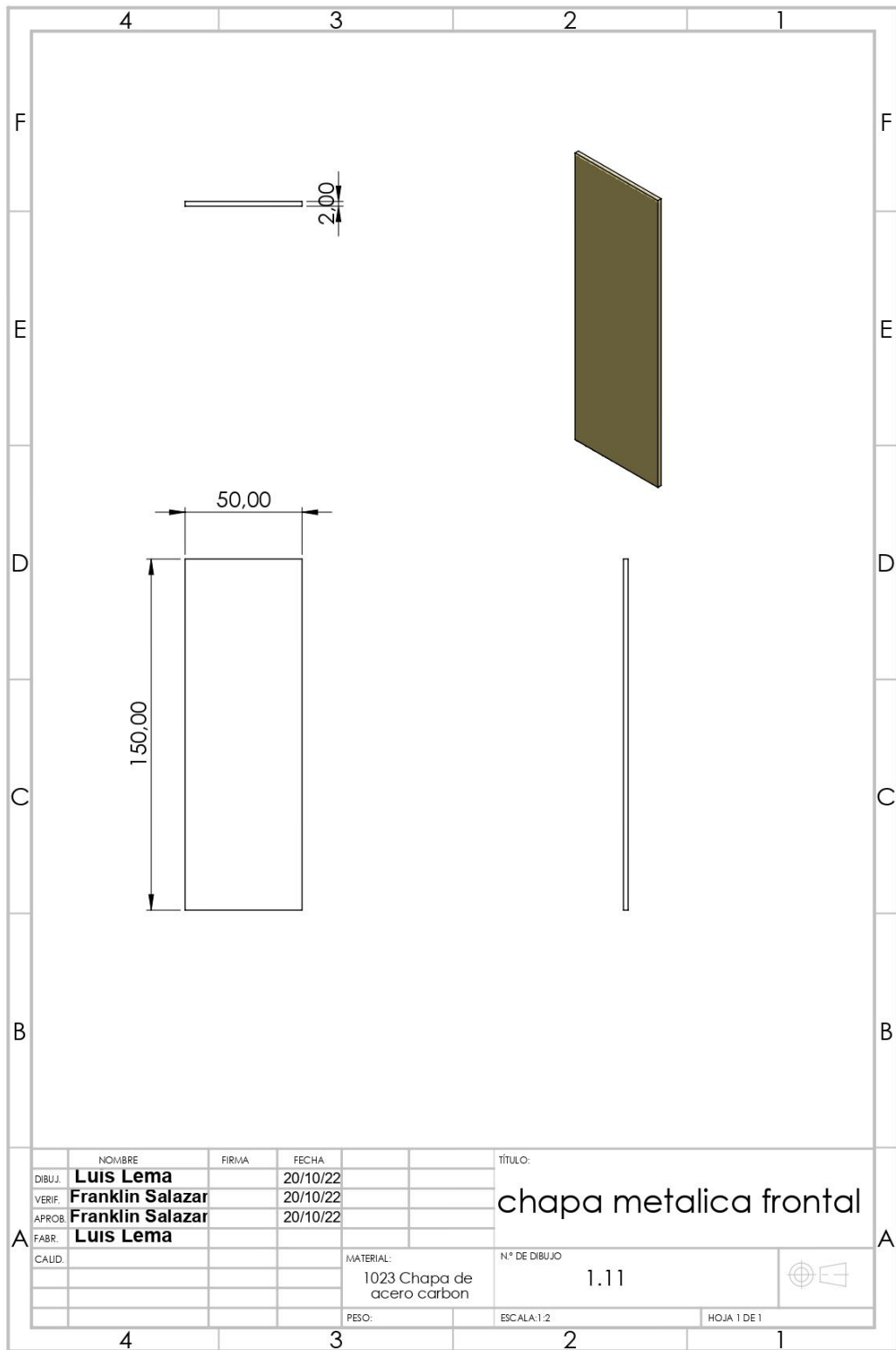
TÍTULO: **Chapa metalica lateral**

N° DE DIBUJO: **1.10**

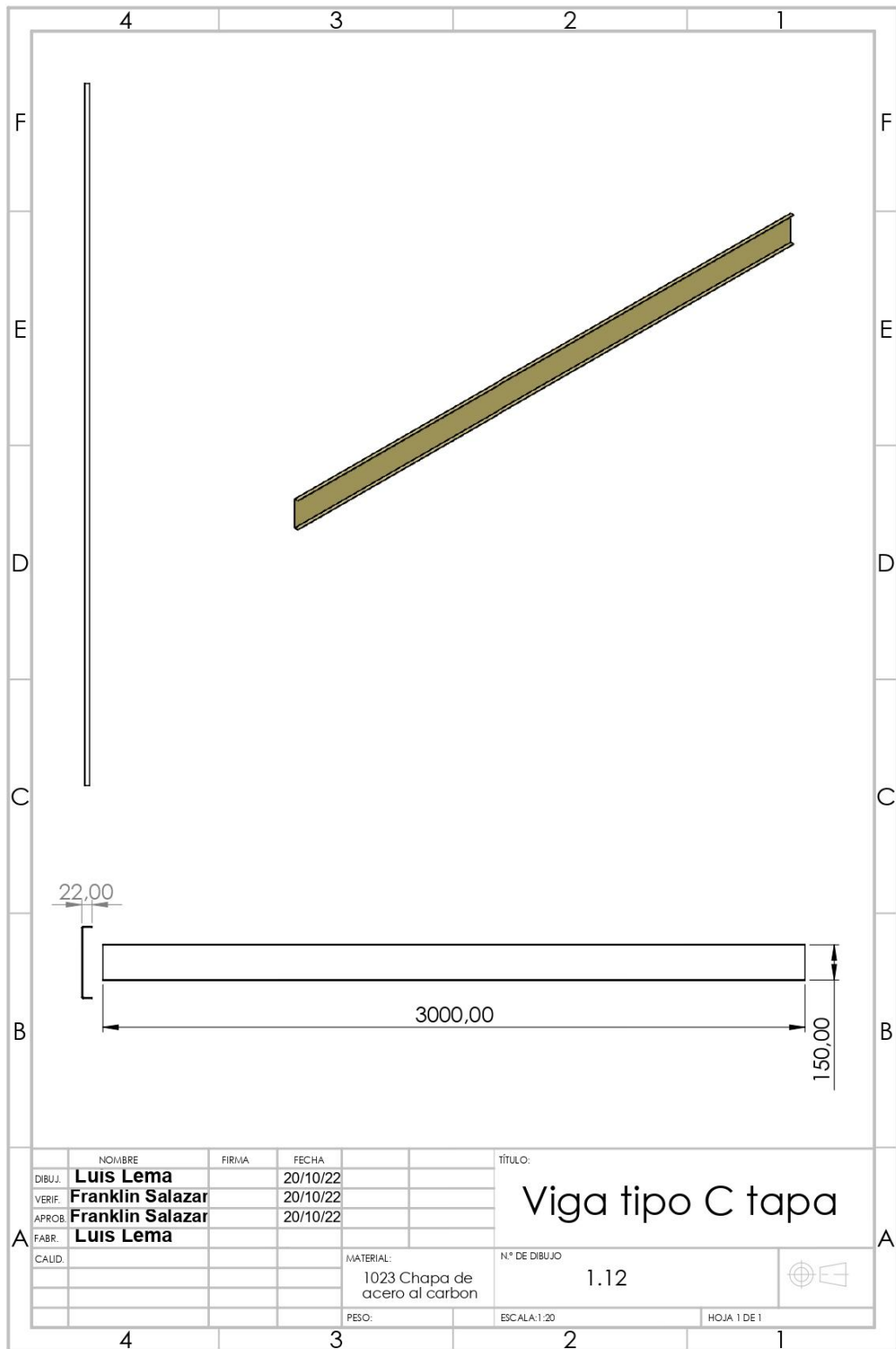
MATERIAL: **1023 Chapa de acero carbon**

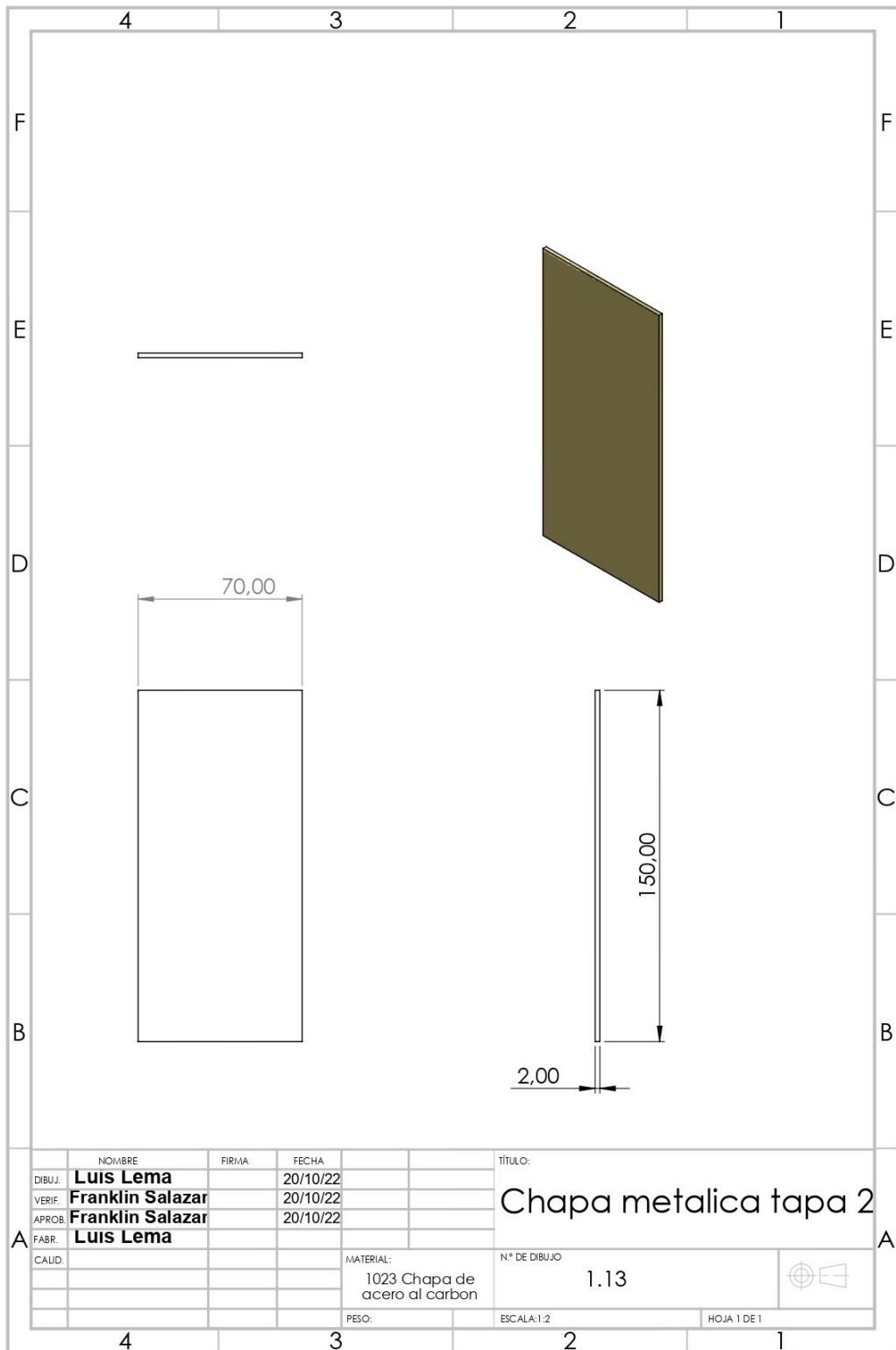
ESCALA: 1:20

HOJA 1 DE 1




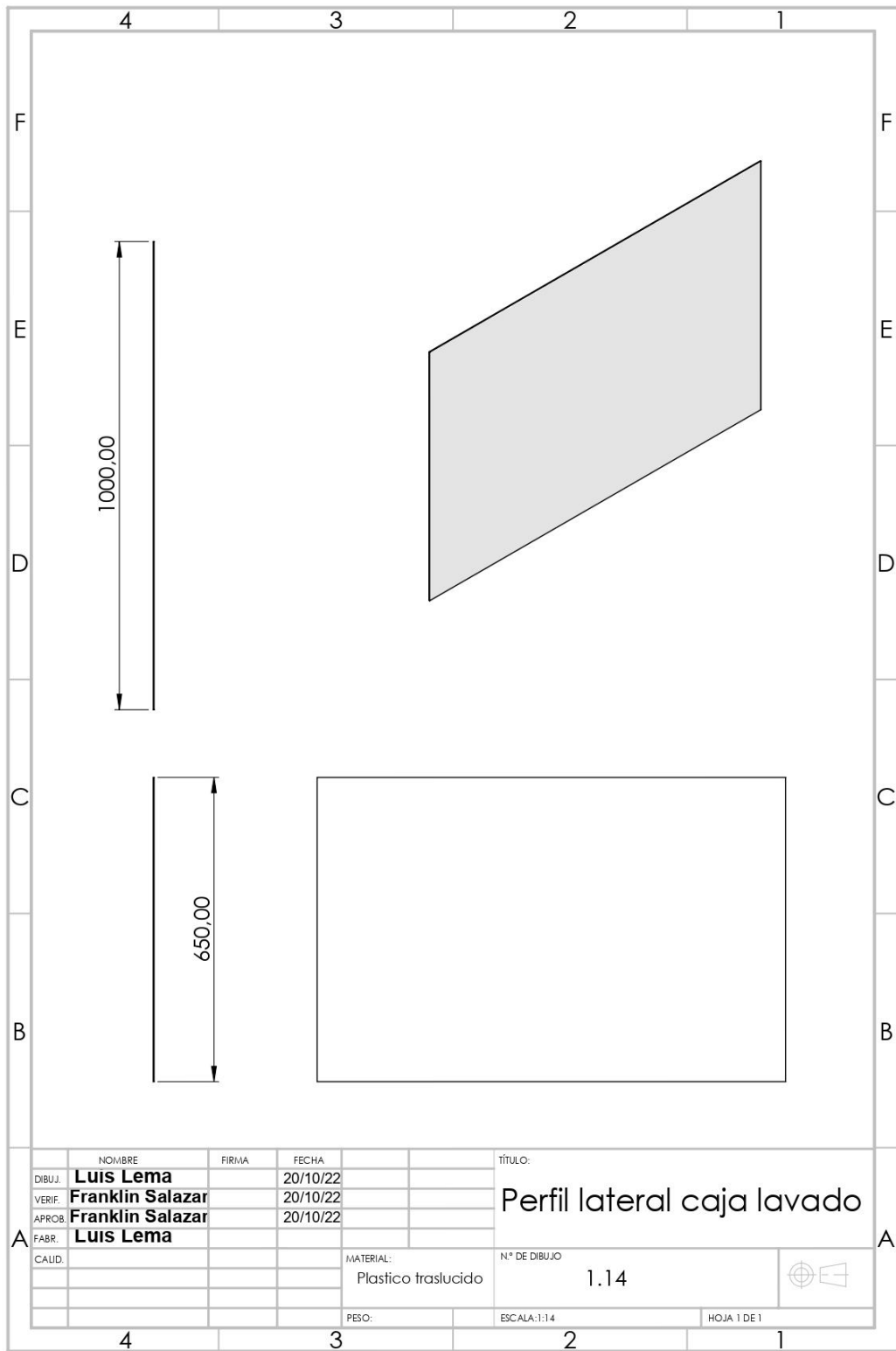
	NOMBRE	FIRMA	FECHA		TÍTULO:
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22		<b>chapa metalica frontal</b>
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
FABR.	<b>Luis Lema</b>				
CAUID.				MATERIAL:	N° DE DIBUJO
				1023 Chapa de acero carbon	1.11
				PESO:	ESCALA:1:2
					HOJA 1 DE 1

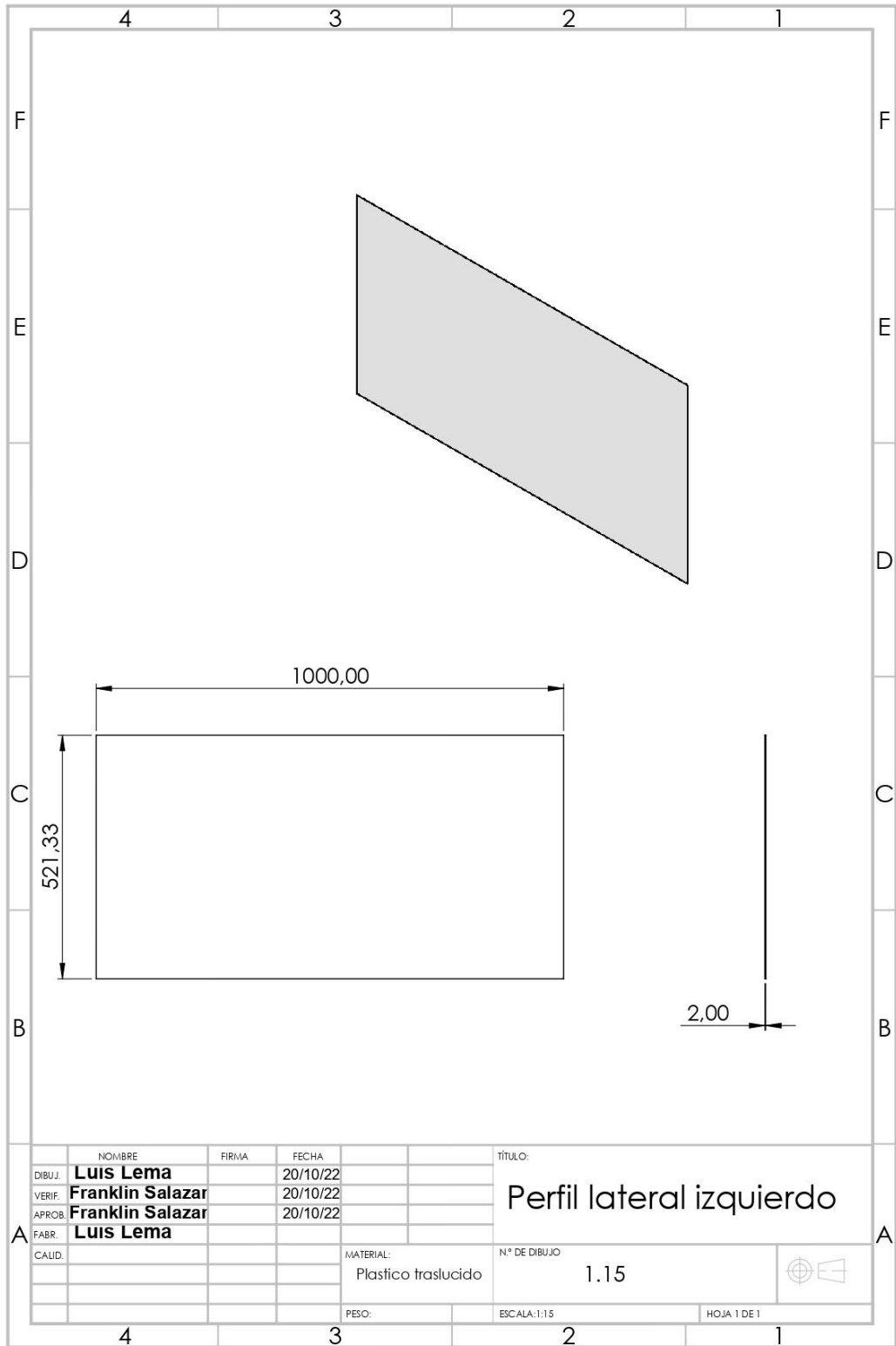


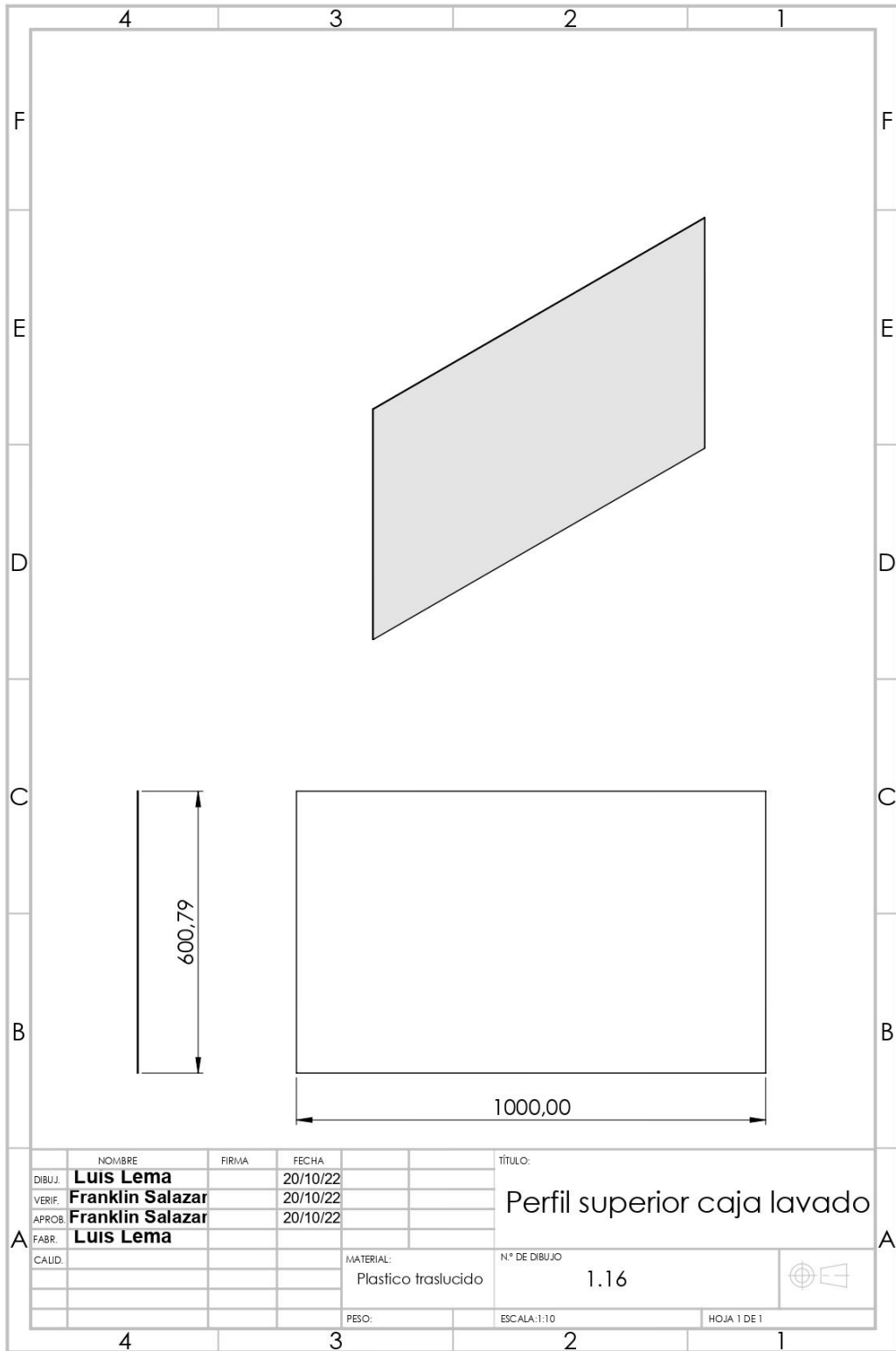


	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22		
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22		
FABR.	<b>Luis Lema</b>				
CALID.					
				MATERIAL:	
				1023 Chapa de	
				acero al carbon	
				PESO:	

TÍTULO:	<b>Chapa metalica tapa 2</b>	
N° DE DIBUJO	1.13	
ESCALA:	1:2	HOJA 1 DE 1







	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DIBUJ.	<b>Luis Lema</b>		20/10/22
VERIF.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
APROB.	<b>Franklin Salazar</b>		20/10/22
FABR.	<b>Luis Lema</b>		
CAID.			

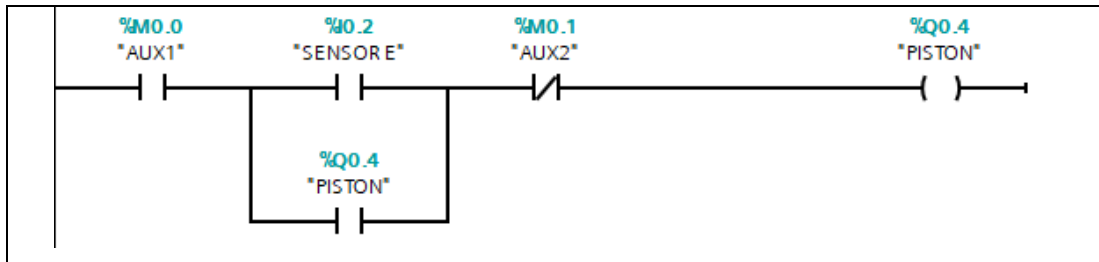
TÍTULO:  
**Perfil superior caja lavado**

MATERIAL: Plastico traslucido	N° DE DIBUJO <b>1.16</b>	
PESO:	ESCALA:1:10	

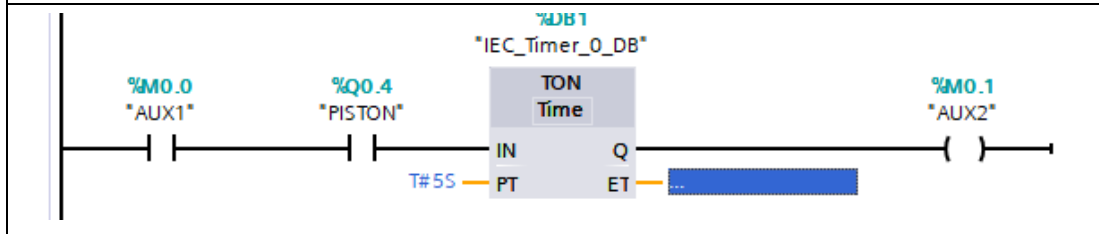
HOJA 1 DE 1

Elaboración del programa en software Tía Portal																																																																																																																																																								
Declaración de variables																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="9">Tabla de variables estándar</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Nombre</th> <th>Tipo de datos</th> <th>Dirección</th> <th>Rema...</th> <th>Acces...</th> <th>Escrib...</th> <th>Visibl...</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>STAR</td><td>Bool</td><td>%I0.0</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>2</td><td>STOP</td><td>Bool</td><td>%I0.1</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3</td><td>AUX1</td><td>Bool</td><td>%M0.0</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>4</td><td>BANDA RODILLOS</td><td>Bool</td><td>%Q0.0</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>5</td><td>PARO E</td><td>Bool</td><td>%I0.4</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>6</td><td>SENSOR E</td><td>Bool</td><td>%I0.2</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>7</td><td>BOMBA AGUA</td><td>Bool</td><td>%Q0.2</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>8</td><td>AUX2</td><td>Bool</td><td>%M0.1</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>9</td><td>PISTON</td><td>Bool</td><td>%Q0.4</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>10</td><td>SENSOR S</td><td>Bool</td><td>%I0.3</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>11</td><td>S CONTADOR</td><td>Int</td><td>%MW2</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>12</td><td>PILOTO BANDA</td><td>Bool</td><td>%Q0.1</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>13</td><td>PILOTO BOMBA</td><td>Bool</td><td>%Q0.3</td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>14</td><td>&lt;Agregar&gt;</td><td></td><td></td><td></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </tbody> </table>									Tabla de variables estándar										Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...		1	STAR	Bool	%I0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	STOP	Bool	%I0.1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3	AUX1	Bool	%M0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	BANDA RODILLOS	Bool	%Q0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5	PARO E	Bool	%I0.4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6	SENSOR E	Bool	%I0.2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7	BOMBA AGUA	Bool	%Q0.2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8	AUX2	Bool	%M0.1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	9	PISTON	Bool	%Q0.4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10	SENSOR S	Bool	%I0.3		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	11	S CONTADOR	Int	%MW2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12	PILOTO BANDA	Bool	%Q0.1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	13	PILOTO BOMBA	Bool	%Q0.3		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14	<Agregar>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Tabla de variables estándar																																																																																																																																																								
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...																																																																																																																																																	
1	STAR	Bool	%I0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
2	STOP	Bool	%I0.1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
3	AUX1	Bool	%M0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
4	BANDA RODILLOS	Bool	%Q0.0		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
5	PARO E	Bool	%I0.4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
6	SENSOR E	Bool	%I0.2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
7	BOMBA AGUA	Bool	%Q0.2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
8	AUX2	Bool	%M0.1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
9	PISTON	Bool	%Q0.4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
10	SENSOR S	Bool	%I0.3		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
11	S CONTADOR	Int	%MW2		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
12	PILOTO BANDA	Bool	%Q0.1		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
13	PILOTO BOMBA	Bool	%Q0.3		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
14	<Agregar>				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																																
<p>Segmento 1.1: Se coloca las condiciones iniciales del proceso, se introduce las variables de inicio del proceso, paro de fin de ciclo, paro de emergencia y variables de apoyo.</p>																																																																																																																																																								
<p>Segmento 1.2: Se coloca la programación del control sobre el sensor de salida de agua para iniciar el proceso de lavado.</p>																																																																																																																																																								
<p>Segmento 1.3: Se coloca la programación del control sobre el sensor de movimiento del pistón en el proceso.</p>																																																																																																																																																								

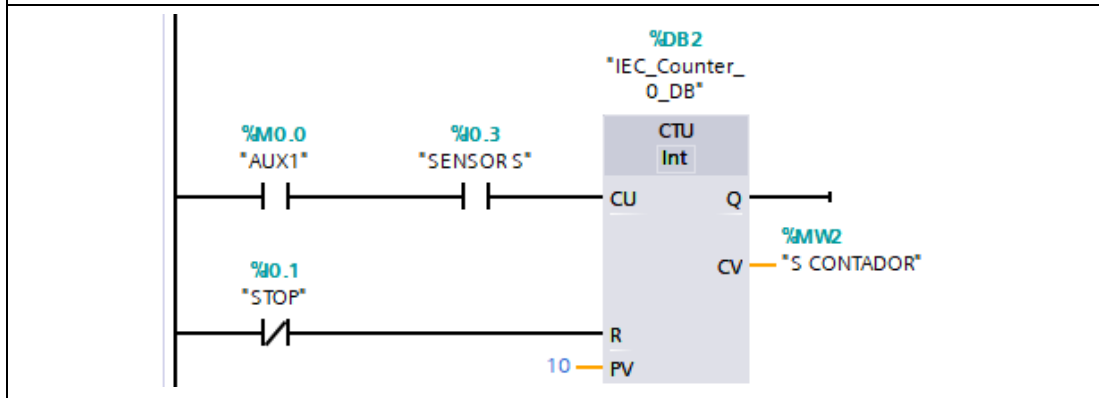




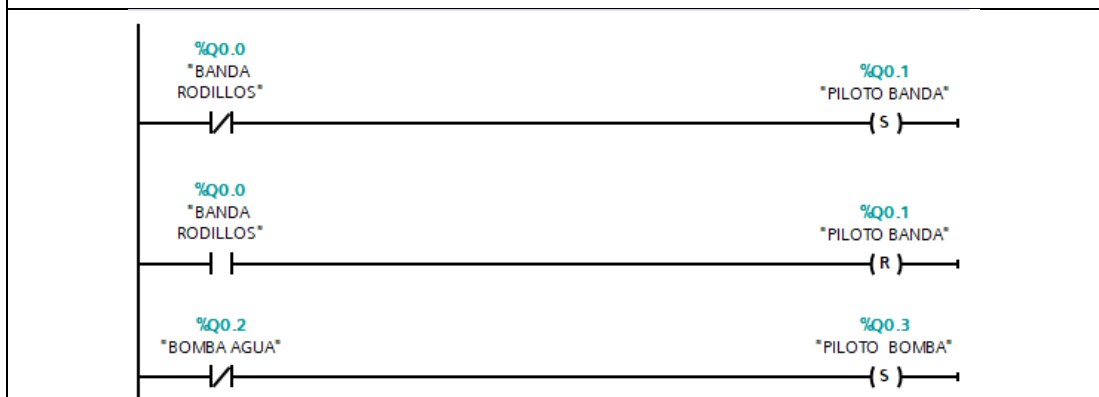
Segmento 1.4: Se programa el temporizador sobre el tiempo de movimiento del pistón.

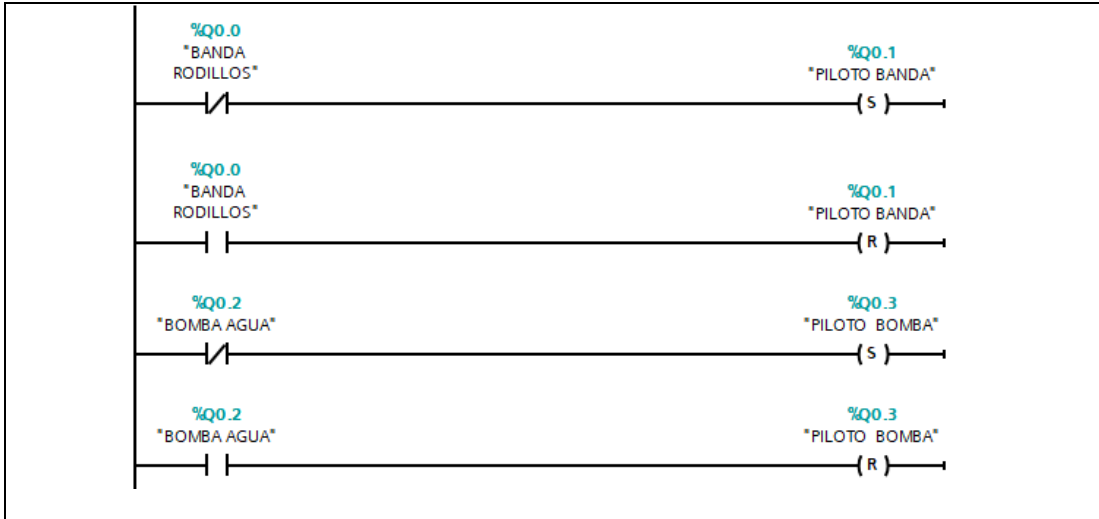


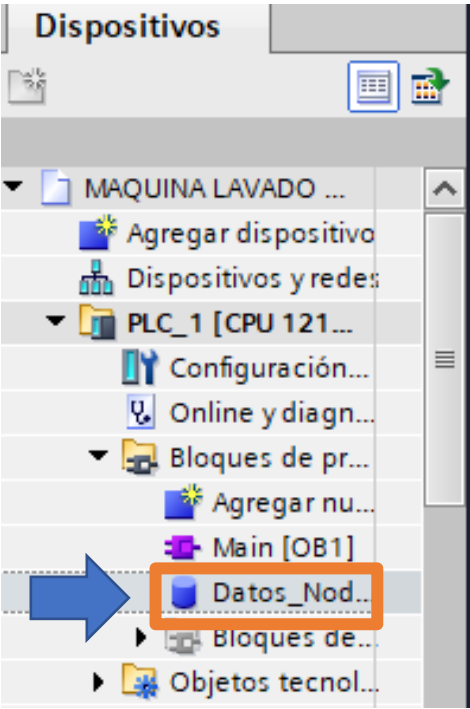

Segmento 1.5: Se programa el contador para determinar el número de salidas exitosas durante el proceso de lavado.

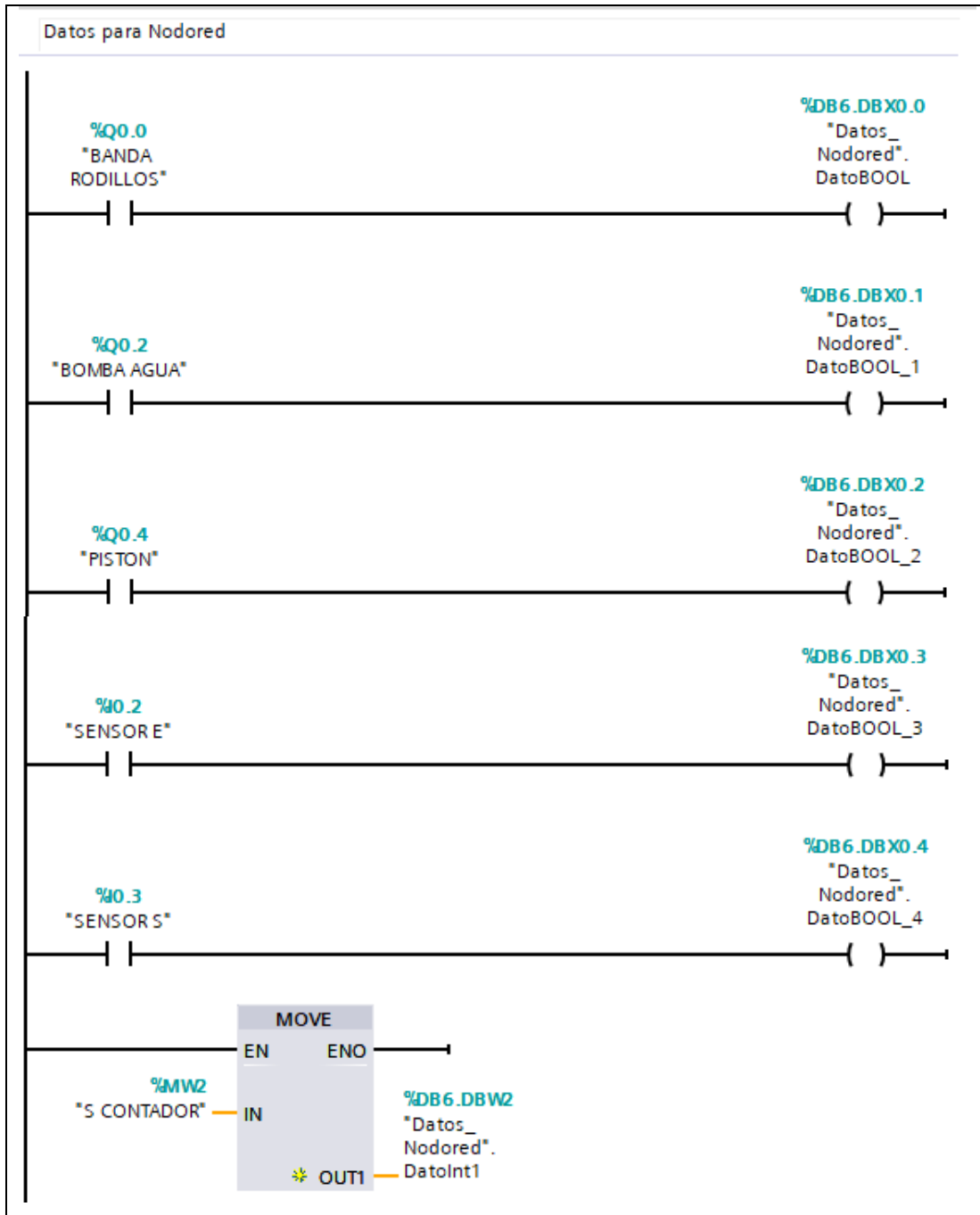


Segmento 1.6: Se programa los datos de tipo booleano, en función de si es set o reset.





<b>Programación de IoT</b>																																																	
<b>Programación en Tía Portal</b>																																																	
Se crea la base de datos en el software Tía Portal.																																																	
																																																	
Configuración de la base de datos con la lista de variables para el envío de datos a otra aplicación.																																																	
 <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Nombre</th> <th>Tipo de datos</th> <th>Offset</th> <th>Valor de arranq...</th> <th>Remanen...</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Static</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DatoBOOL</td> <td>Bool</td> <td>0.0</td> <td>false</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>DatoBOOL_1</td> <td>Bool</td> <td>0.1</td> <td>false</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>DatoBOOL_2</td> <td>Bool</td> <td>0.2</td> <td>false</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>DatoBOOL_3</td> <td>Bool</td> <td>0.3</td> <td>false</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>DatoBOOL_4</td> <td>Bool</td> <td>0.4</td> <td>false</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>DatoInt1</td> <td>Int</td> <td>2.0</td> <td>0</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	1	Static				<input type="checkbox"/>	2	DatoBOOL	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	3	DatoBOOL_1	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	4	DatoBOOL_2	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	5	DatoBOOL_3	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	6	DatoBOOL_4	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	7	DatoInt1	Int	2.0	0	<input type="checkbox"/>
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...																																												
1	Static				<input type="checkbox"/>																																												
2	DatoBOOL	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>																																												
3	DatoBOOL_1	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>																																												
4	DatoBOOL_2	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>																																												
5	DatoBOOL_3	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>																																												
6	DatoBOOL_4	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>																																												
7	DatoInt1	Int	2.0	0	<input type="checkbox"/>																																												
Programación en Tía Portal, para el envío de datos.																																																	



### Programación en raspberry

Se activa el Node – Red en la ventana de la raspberry.

```
pi@raspberrypi: Node-RED console
Archivo  Editar  Pestañas  Ayuda

Start Node-RED

Once Node-RED has started, point a browser at http://192.168.191.229:1880
On Pi Node-RED works better with the Firefox or Chrome browser

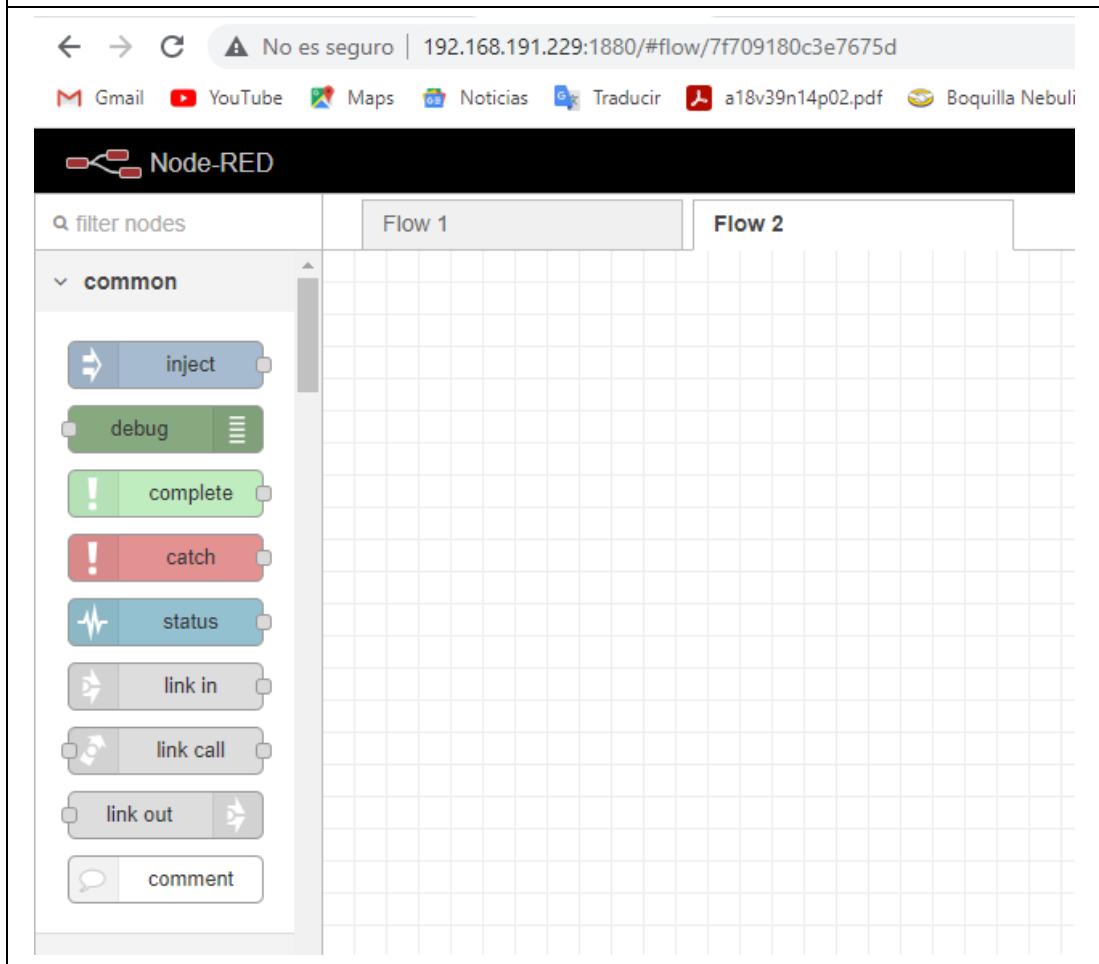
Use node-red-stop           to stop Node-RED
Use node-red-start          to start Node-RED again
Use node-red-log            to view the recent log output
Use sudo systemctl enable nodered.service to autostart Node-RED at every boot
Use sudo systemctl disable nodered.service to disable autostart on boot

To find more nodes and example flows - go to http://flows.nodered.org

Starting as a systemd service.
Publisher: Inside error function, msg: Error: Connection refused: Bad username
or password
    at MqttClient._handleConnack (/home/pi/.node-red/node_modules/mqtt/lib/client
t.js:735:9)
    at MqttClient._handlePacket (/home/pi/.node-red/node_modules/mqtt/lib/client
.js:296:12)
    at process (/home/pi/.node-red/node_modules/mqtt/lib/client.js:238:12)
    at Writable.writable._write (/home/pi/.node-red/node_modules/mqtt/lib/client
.js:248:5)
```

### Programacion de Node - Red

Se coloca la IP en algun navegador, para acceder al Node – Red.



Programación de los nodos del PLC en la página de Node – Red.

**Edit s7 in node**

Delete Cancel Done

**Properties**

⚡ PLC 192.168.191.15:102@0:1

⚙ Mode Single variable

🔗 Variable SeñalBool

DB6,X0.0

Emit only when value changes (diff)

📄 Name Motor1

Programación de las variables del PLC en la página de Node – Red.

**Edit s7 in node > Edit s7 endpoint node**

Delete Cancel Update

**Properties**

Connection Variables

☰ Variable list

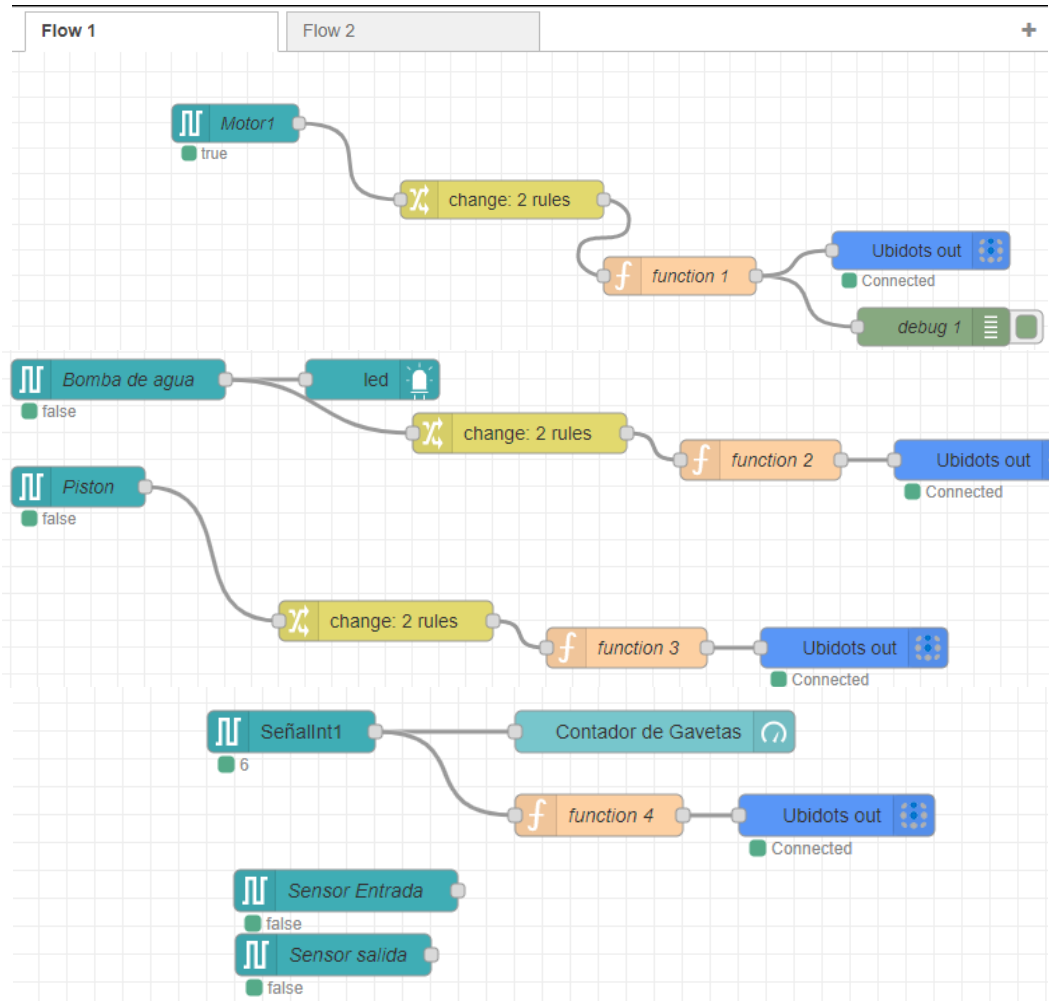
DB6,X0.4	SeñalBool_4	x
DB6,X0.1	SeñalBool_1	x
DB6,X0.2	SeñalBool_2	x
DB6,X0.3	SeñalBool_3	x
DB6,INT2	SeñalInt1	x
Address	Name	x

+ Add Remove all Import Export

Enabled 6 nodes use this config On all flows

**Nota:** Para que exista comunicación entre el plc la raspberry y la computadora se necesita crear una red local.

Programacion en el layout de Node – Red.



### Programación en Ubidots

Para observar las dashboard, se requiere de la página Ubidots, por lo que se crea una nueva cuenta.

**ubidots** Devices ▾ Data ▾ Users + ▾ Apps +

Devices

Search devices

Devices

<input type="checkbox"/>	NAME	LAST ACTIVITY	CREATED AT ↓
	Lavadora de gavetas	29 minutes ago	2023-01-07 10:06:59 -05:00

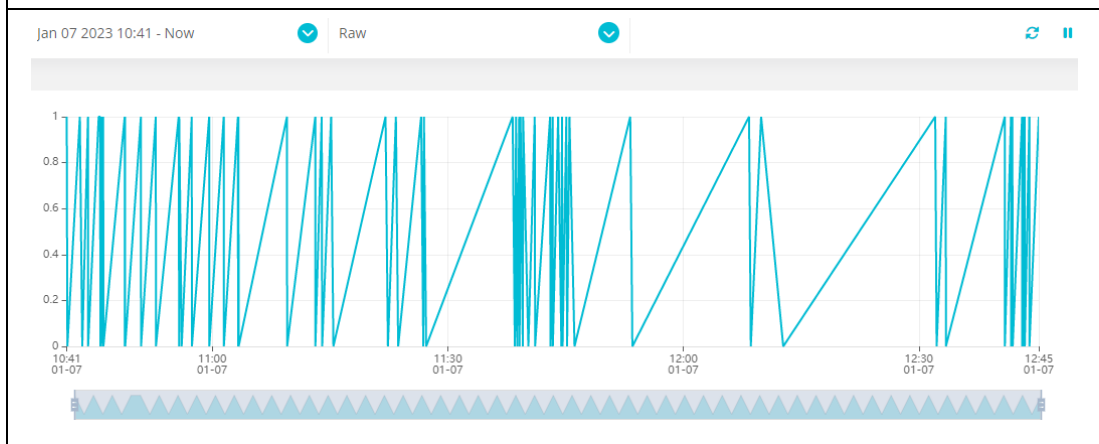
ROWS PER PAGE 50 ▾

**Nota:** En caso de los datos booleanos se debe hacer una conversión de booleano a numérico.

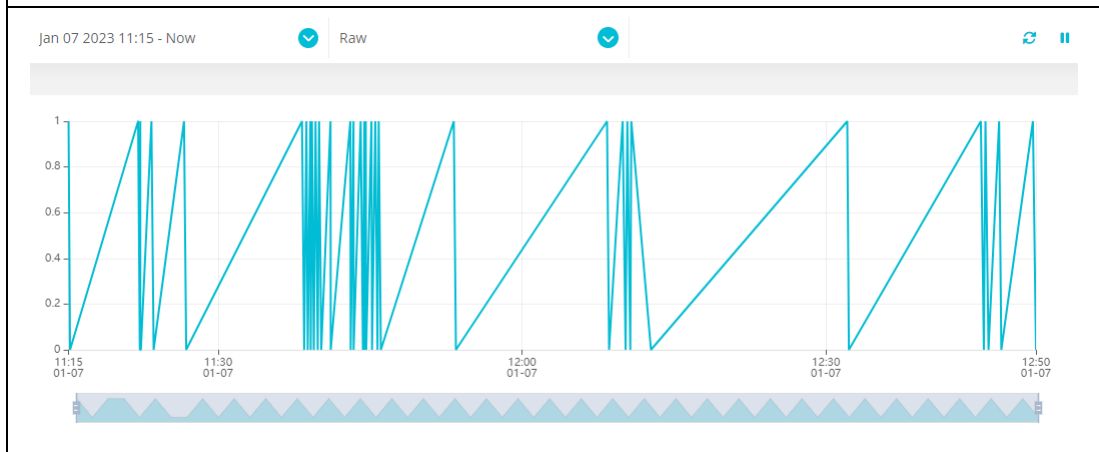
**Nota 2:** La función **Function**, se utiliza para cambiar los datos de tipo 'payload' a tipo 'json', para que los datos enviados desde Nodo-Red, se muestren en Ubidots.

### Datos históricos de salidas medidas en Ubidots

#### Históricos de rodillo

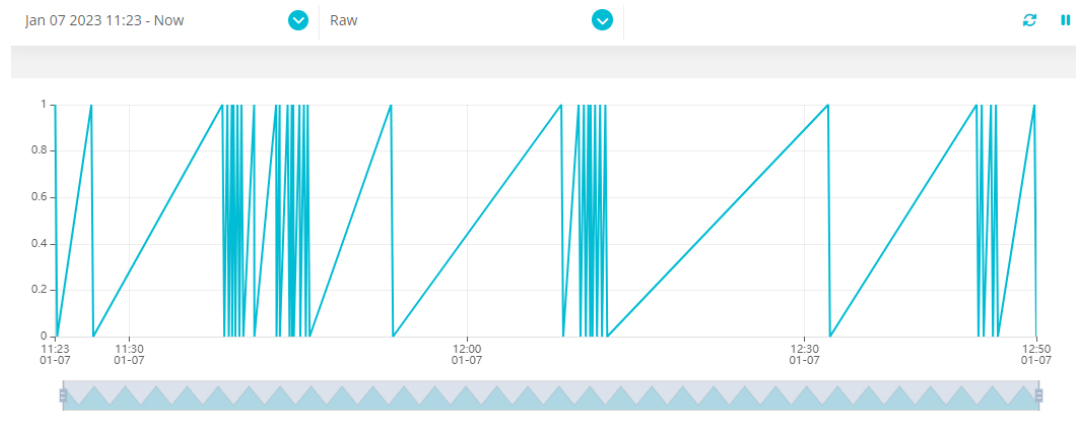


#### Históricos de bomba de agua

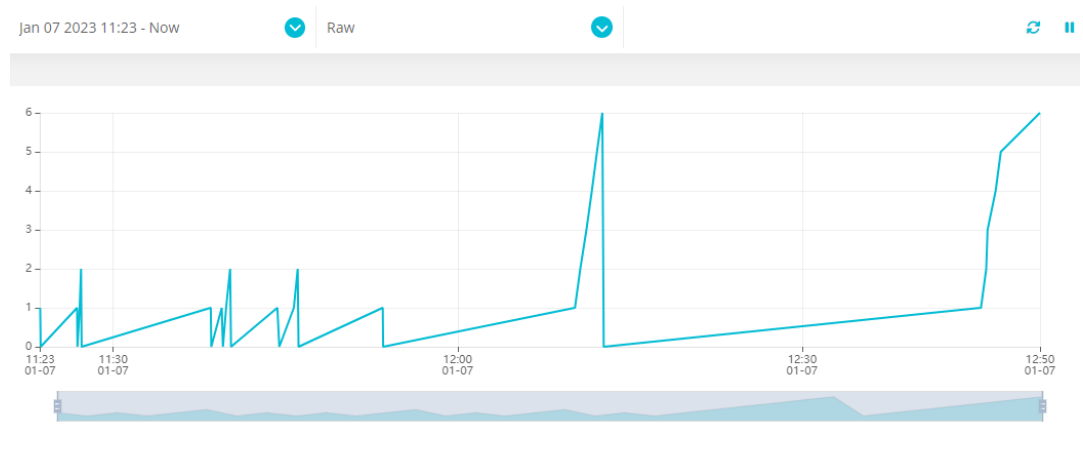




## Históricos de pistón



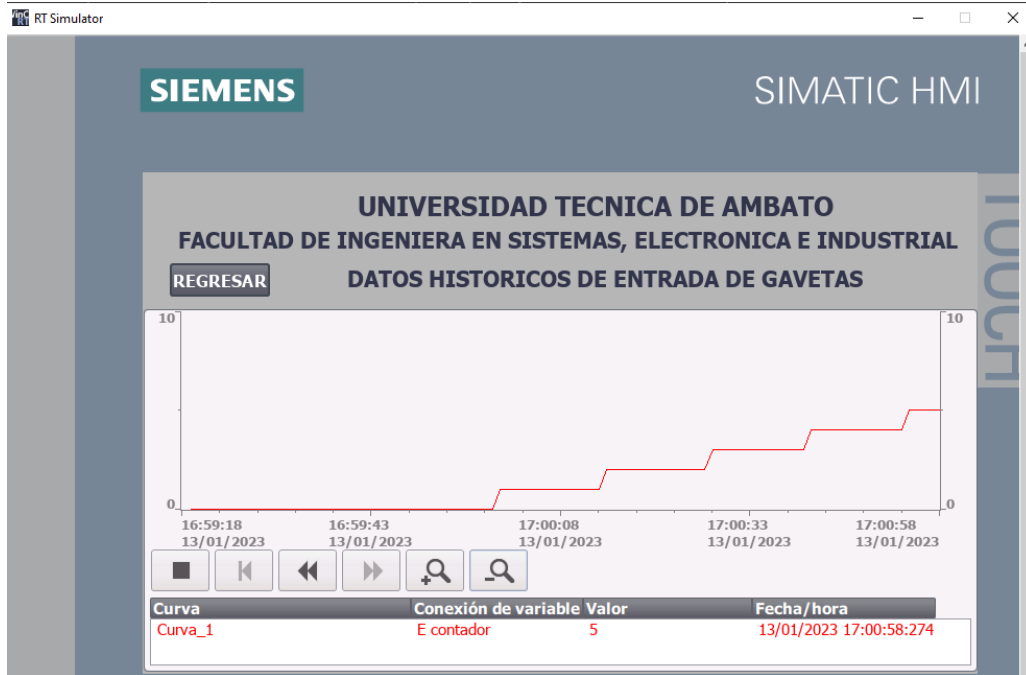
## Históricos de número de gavetas lavadas



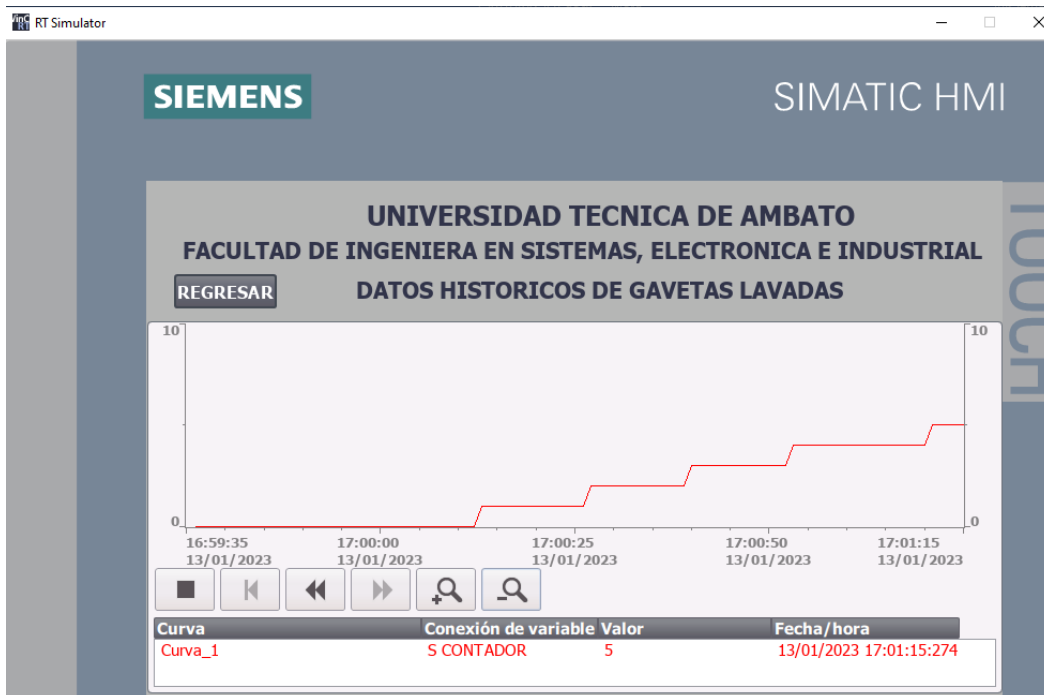
Anexo 12. Datos históricos, obtenido de pruebas de funcionamiento

### Datos históricos de entrada

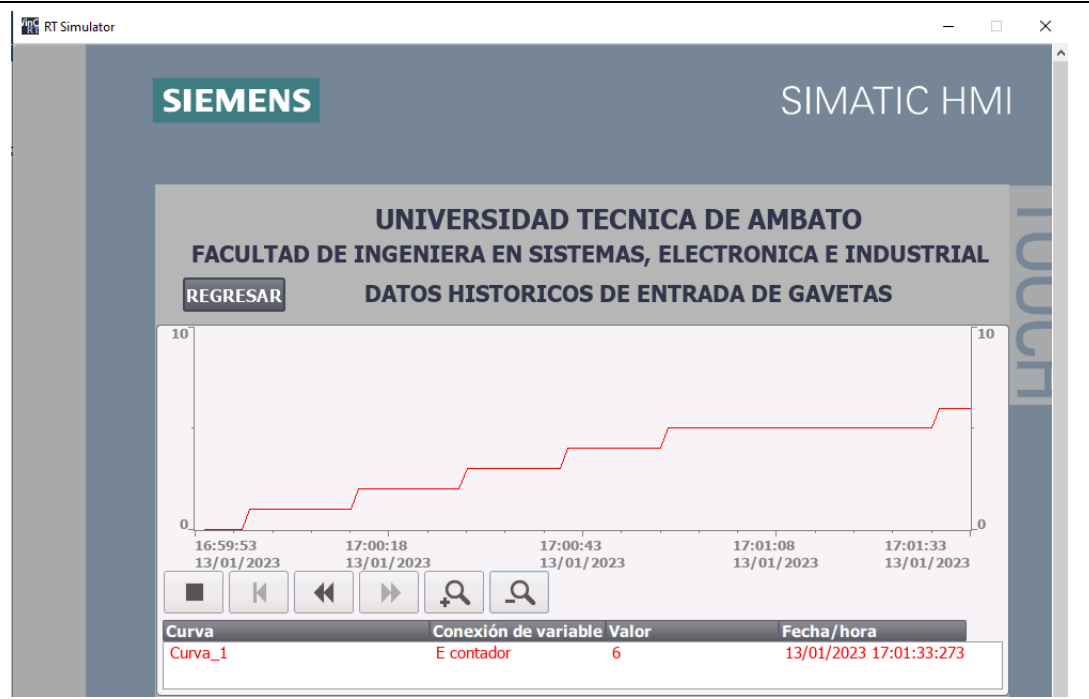
#### Medición de entrada de gavetas, medición 001



#### Medición de salida de gavetas, medición 001



## Medición de entrada de gavetas, medición 002



## Medición de salida de gavetas, medición 002

