

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

ELECTRÓNICA



TESIS

Automatización de un contenedor soterrado para optimizar la gestión de residuos

sólidos en el distrito de Chiclayo

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

INVESTIGADORES:

Bach. Chamaya Carhuatanta Roger Antonio

Bach. Guerrero Ortiz Héctor Danilo

ASESOR:

Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Ucchelly

LAMBAYEQUE, 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

ELECTRÓNICA



TESIS

Automatización de un contenedor soterrado para optimizar la gestión de residuos

sólidos en el distrito de Chiclayo

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

INVESTIGADORES:

Bach. Chamaya Carhuatanta Roger Antonio

Bach. Guerrero Ortiz Héctor Danilo

ASESOR:

Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Ucchelly

LAMBAYEQUE, 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS

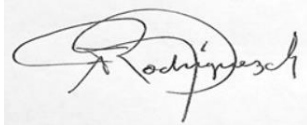
AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA OPTIMIZAR
LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO

JURADOS



Ing. Manuel Javier Ramirez Castro

Presidente



M. Sc. Ing. Frank Richar Rodríguez Chirinos

Secretario



Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio

Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TESIS

AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA OPTIMIZAR
LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO

INVESTIGADORES



Bach. Chamaya Carhuatanta Roger Antonio



Bach. Guerrero Ortiz Héctor Danilo

ASESOR



Mg. Ing. Oscar Ucchelly Romero Cortez



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N° 025-2022-D/FACFyM

Siendo las 11:00 am del día 12 de agosto del 2022, se reunieron vía plataforma virtual, <https://meet.google.com/uqy-kpim-nix> los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada: "AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO"

Designados por Resolución N° N°297-2021-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 21 de abril de 2021 y su modificatoria Resolución N°555-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 24 de junio de 2022.

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro	Presidente
M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos	Secretario
Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio	Vocal

La tesis fue asesorada por el **M.Sc. Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez**, nombrado por Resolución N° 251-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 14 de marzo de 2022.

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 676-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 8 de agosto de 2022.

La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: Chamaya Carhuatanta Roger Antonio y Guerrero Ortiz Héctor Danilo y tuvo una duración de 40 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de 16 (Dieciséis) en la escala vigesimal, mención Bueno.

Por lo que quedan aptos para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:55 am se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro
Presidente

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos
Secretario

Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio
Vocal

Mg. Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez
Asesor

Declaración jurada de Originalidad

Nosotros, Chamaya Carhuatanta Roger Antonio y Guerrero Ortiz Héctor Danilo, investigadores principales y Mg. Ing. Romero Cortez Oscar Uchelly, asesor del trabajo de investigación “Automatización de un contenedor soterrado para optimizar la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo”, declaramos bajo juramento que este trabajo no está plagado, ni contiene información falsa. En caso se demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que procediera. Que puede dar lugar a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, X de septiembre del 2022

Investigadores:



Bach. Chamaya Carhuatanta Roger Antonio



Bach. Guerrero Ortiz Héctor Danilo

Asesor:



Mg. Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez

DEDICATORIA

*Para nuestros amados padres, hermanos y familiares
cercaños, que nos apoyaron en todo momento con su
sacrificio.*

Sin ustedes no podríamos haber logrado este trabajo

Por su amor y enseñanzas.

¡Muchas gracias!

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios, por bendecirnos siempre en todo este proceso universitario tan bonito, por guiarnos y darnos la oportunidad de pertenecer a esta linda casa de estudio y a la hermosa escuela profesional de Ingeniería Electrónica. A nuestros docentes, por sus conocimientos y su trato en toda esta bonita carrera universitaria, a nuestro asesor, el ingeniero Oscar Romero Cortez, por confiar en nosotros y en este proyecto.

INDICE GENERAL

RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
4. HIPÓTESIS	5
5. OBEJTIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS	5
a. Objetivo General	5
CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO	6
1. Antecedentes	6
1.1. Antecedentes Internacionales	6
1.2. Antecedentes Nacionales	7
2. Contenedor Soterrado	8
2.1. Tipos de Isla	8
2.2. Partes	9
3. Sistema de Control y Automatización	10
4. Electroneumática	10
Dispositivos y elementos	11
5. Pistón Neumático	11
6. Controlador Lógico Programable	12
7. SolidWorks	12
8. LabVIEW	12
9. Protocolo TCP/IP	12
10. Zelio Soft 2	14
12. Impacto Ambiental	15

CAPÍTULO II: MÉTODOS Y MATERIALES	17
1. Diseño de Investigación	17
1.1. Tipo de estudio y diseño	17
1.2. Criterios de Selección	17
2. Operacionalización de las variables	18
3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales	19
3.1. Técnicas	19
3.2. Instrumentos	19
3.3. Equipos y materiales	19
CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	25
1. Planos de la estructura	25
2. Plano eléctrico	28
3. Diagrama unifilar	29
4. Diagrama de flujo del funcionamiento	30
5. Diagrama de lazo	30
6. Diagrama de Conexiones.....	31
7. Construcción de estructura	33
Estructura Base de Plataforma Elevadiza	33
Plataforma Elevadiza	34
Sistema Mecánico para la elevación de la plataforma	35
Tachos de basura plásticos	36
Contenedores de basura plásticos con ruedas.....	37
8. Armado de tablero.....	38
9. Implementación de sensores y actuadores.....	40
10. Programación en ZelioSoft2	42
11. Programación en LabVIEW	51

CAPÍTULO IV: ESTUDIO ECONÓMICO	60
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	68
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	75
Bibliografía.....	76
ANEXOS	78
ANEXO A: Encuesta	78
ANEXO B: Ficha técnica del módulo Zelio SR3B261BD	82
ANEXO C: Ficha técnica del módulo Ethernet SR3NET01.....	85
ANEXO D: Ficha técnica del relé RXM4AB1BD.....	88
ANEXO E: Planos del contenedor soterrado.....	91
ANEXO F: Planos eléctricos del tablero de control principal.....	93
ANEXO G: Planos eléctricos del tablero de control neumático.....	94
ANEXO H: Acta de sustentación	95
ANEXO 1.....	96
.....	97
.....	100

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Residuos sólidos domiciliarios para el año 2012	2
Figura 2 Residuos sólidos domiciliarios para el año 2018	3
Figura 3 Residuos sólidos no domiciliarios para el año 2012	3
Figura 4 Residuos sólidos no domiciliarios para el año 2018	3
Figura 5 Vista Lateral - Plano de contenedor soterrado escala real	16
Figura 6 Vista Frontal - Plano de contenedor soterrado escala real	16
Figura 7 Módulo PLC Zelio SR3B261BD	20
Figura 8 Relé RXM4AB1BD	21
Figura 9 Módulo Ethernet SR3NET01BD	22
Figura 10 Sensor fotoeléctrico NPN.....	22
FIGURA 11 Sensor final de carrera	23
FIGURA 12 Unidad de mantenimiento.....	23
FIGURA 13 Electroválvula 5/2.....	24
FIGURA 14 Compresora Pitbull 2HP	24
FIGURA 15 Vista explosionada de la estructura en plataforma SolidWorks	25
Figura 16 Vista frontal de la estructura en plataforma SolidWorks	26
Figura 17 Vista isométrica de la estructura en plataforma SolidWorks	27
Figura 18 Vista isométrica del pistón neumático en plataforma SolidWorks	27
Figura 19 Tablero de control neumático.....	28
FIGURA 20 Tablero de control Principal	28
Figura 21 Diagrama de lazo del sistema.....	30
Figura 22 Diagrama de lazo del funcionamiento del sistema.....	30
Figura 23 Diagrama de conexiones	31
Figura 24 Proceso de construcción de la estructura fija	33
Figura 25 Vista isométrica de la estructura	33
Figura 26 Plataforma elevadiza del contenedor soterrado.....	34
Figura 27 Regulador de nivel	34
Figura 28 Conexión de báscula con tijera de elevación	35
Figura 29 Tijera de elevación	36
Figura 30 Tachos de basura - Vista Frontal.....	36
Figura 31 Tachos de basura - Vista desde la base	37

Figura 32 Contenedor Soterrado - Vista isométrica	37
Figura 33 Accionamiento de Pistón Neumático	38
Figura 34 Vista Global de Tablero de control principal	39
Figura 35 Tablero de control principal del sistema	39
Figura 36 Tablero de control neumático.....	40
Figura 37 Programación en bloques FBD en ZELIOSOFT2	47
FIGURA 38 Lista de dirección módulo ethernet - Bits de entrada y salida.....	48
Figura 39 Bloques para conversión BIT-PALABRA/ PALABRA-BIT	48
Figura 40 Cable de programación SR2USB01	48
Figura 41 Primer paso para configurar comunicación PC-MÓDULO.....	49
Figura 42 Se verifica la comunicación PC-MÓDULO	49
Figura 43 Primer paso para establecer comunicación Ethernet.....	49
Figura 44 Establecimiento de IP estática para comunicación Ethernet.....	50
Figura 45 Transferencia de programación PC>Módulo	50
Figura 46 Panel de monitoreo y control	51
Figura 47 Panel menú principal en centro de monitoreo y control	51
Figura 48 Creación de nuevo proyecto en LabVIEW	52
Figura 49 Creación de Servidor Modbus.....	52
Figura 50 Configuración de protocolo Modbus TCP/IP	53
Figura 51 Establecimiento de IP de PLC - Maestro	53
Figura 52 Creación de variables de los bits de entrada y salida	54
Figura 53 Se agrega los bits desde el rango 400017 hasta 400024	54
Figura 54 Se agrega los bits de comunicación	54
Figura 55 Se agrega los bits que se tomarán por cada salida, desde el rango 400021 hasta 400024	55
Figura 56 Se toma el primer bit desde el rango 400021 hasta 400024.....	55
Figura 57 Bloques de bits para comunicación Ethernet	55
Figura 58 Lista de variables de entradas y salidas.....	55
Figura 59 Panel principal e indicadores	56
Figura 60 Panel de monitoreo e indicadores	56
Figura 61 Diagrama de bloques del panel de menú principal	58
Figura 62 Diagrama de bloques del sistema de monitoreo en LabVIEW	59
Figura 63 Diagrama de bloques del panel de monitoreo	59
Figura 64 Aplicación Ejecutable - extensión .EXE.....	59

Figura 65 Encendido del Sistema	68
Figura 66 Leds Encendidos - Contenedor lleno	68
Figura 67 Reconocimiento en el sistema de monitoreo de los contenedores llenos.....	69
Figura 68 UP de la plataforma desde botonería en plataforma	69
Figura 69 Sistema de monitoreo - Plataforma UP	70
Figura 70 Vaciado de Contenedores.....	70
Figura 71 Accionamiento de botonería DOWN para descenso de plataforma.....	71
Figura 72 Plataforma en posición inicial.....	71

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 Operacionalización de las variables	18
TABLA 2 Especificaciones de módulo Zelio.....	20
TABLA 3 Especificaciones del relé	21
TABLA 4 Especificaciones módulo Ethernet	22
TABLA 5 Especificaciones sensor fotoeléctrico.....	22
TABLA 6 Especificaciones del sensor final de carrera.....	23
TABLA 7 Especificaciones de la unidad de mantenimiento.....	23
TABLA 8 Especificaciones de electroválvula 5/2	24
TABLA 9 Especificaciones de la compresora de aire	24
Tabla 10: Leyenda del Diagrama de Conexión	32
TABLA 11 Entradas Físicas -software zeliosoft 2.....	42
TABLA 12 Salidas - software zeliosoft 2	43
TABLA 13 Bloques de funciones - software zeliosoft 2.....	43
TABLA 14 Función booleana para Bloque DOWN MAN	45
TABLA 15 Función booleana para Bloque UP MAN	45
TABLA 16 Función booleana para Bloque DOWN SCADA.....	46
TABLA 17 Función booleana para Bloque UP SCADA	46
TABLA 18 Función booleana para para ingreso a salida DOWN	46
TABLA 19 Función booleana para para ingreso a salida UP.....	46
TABLA 20 Tabla de Inversiones	60
TABLA 21 Resumen de Gasto Anual en Gestión de Residuos Sólidos	61
TABLA 22 Resumen de gastos - RECOJO DE RESIDUOS SOLIDOS	61
TABLA 23 Propuesta de mejor de gestión con contenedores soterrados	62
TABLA 24 Gastos de implementación	63
TABLA 25 Gastos para Implementación de centro de control	64
TABLA 26 Gastos de implementación de tableros de automatización.....	64
TABLA 27 Gastos en pagos a empleados	65
TABLA 28 Gastos de combustible para compactadoras nuevas.....	65
TABLA 29 Costos propuestos.....	66
TABLA 30 Resumen de gastos anuales	67

RESUMEN

La gran acumulación de residuos es una de las problemáticas medioambientales que más preocupa actualmente a la sociedad. El distrito de Chiclayo es un claro ejemplo de esta cuestión debido a sus botaderos informales que aumentan cada día ocasionando problemas de salud, aparición de plagas y otros males, dicha contaminación se podría evitar si se tuviera una cultura ambiental en sus ciudadanos o en todo caso más herramientas para contrarrestar esto por parte de las autoridades. Por ello, realizamos este proyecto de investigación novedoso para la propuesta de instalación e implementación de contenedores soterrados automatizados, este sistema está destinado a la recolección de Residuos Sólidos Urbanos, los cuales consisten en una plataforma levadiza con la cubierta en un foso de concreto y solo se puede ver el tacho de basura, los residuos quedan depositados en un contenedor ubicado en cada uno de los compartimientos. Este sistema es altamente higiénico, donde se esconden los residuos y se impide que las personas ajenas al servicio de limpieza y mantenimiento los manipulen. La parte de automatización consiste en un sistema de sensado y alertas a un centro de monitoreo, todo esto controlado por un Controlador Lógico Programable (PLC) Zelio Modular, con las entradas y salidas suficientes para el soporte del sistema. Con este proyecto se logró una simulación adecuada del cómo la automatización de un contenedor soterrado optimizará la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo, teniendo un ahorro en tres aspectos importantes: reducción del tiempo de recojo de residuos en 30 minutos, reducción de un 29.6% de costo general a partir del segundo año de la instalación de los contenedores y un ahorro del 50% en combustible tomando como base que se propone separar el servicio de recojo en los contenedores soterrados con el servicio de recojo de basura por las calles de la ciudad.

Palabras claves

Residuos sólidos, contaminación, contenedor soterrado, automatización, sensado, controlador lógico programable, ahorro, implementación, tiempo.

ABSTRACT

The large accumulation of waste is one of the environmental problems that currently worries society the most. The district of Chiclayo is a clear example of this issue due to its informal dumps that increase every day causing health problems, the appearance of pests and other evils, such contamination could be avoided if there was an environmental culture in its citizens or in any case more tools to counteract this by the authorities. For this reason, we carried out this novel research project for the proposal of installation and implementation of automated underground containers, this system is intended for the collection of Solid Urban Waste, which consists of a lifting platform with the cover in a concrete pit and only you can see the garbage can, the waste is deposited in a container located in each of the compartments. This system is highly hygienic, where waste is hidden and people outside the cleaning and maintenance service are prevented from handling it. The automation part consists of a sensing and alerts system to a monitoring center, all this controlled by a Zelio Modular Programmable Logic Controller (PLC), with enough inputs and outputs to support the system. With this project, an adequate simulation was achieved of how the automation of an underground container will optimize solid waste management in the Chiclayo district, saving in three important aspects: reduction of waste collection time in 30 minutes, reduction of a 29.6% of general cost from the second year of the installation of the containers and a saving of 50% in fuel based on the proposal to separate the collection service in the underground containers with the garbage collection service through the streets of the city.

Keywords

Solid waste, contamination, underground container, automation, sensing, programmable logic controller, savings, implementation, time.

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del presente proyecto es implementar un prototipo de contenedor soterrado automatizado, con el fin de optimizar la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo, para ello, se procederá a describir los pasos seguidos en cada capítulo:

Capítulo I: Diseño Teórico: Describe los antecedentes que se tomaron en cuenta, además de las bases teóricas estudiadas y fundamentales en la presente investigación.

Capítulo II: Métodos y Materiales: Describe el tipo de metodología de investigación, materiales y herramientas usados en este proyecto.

Capítulo III: Diseño del Prototipo: Describe ordenadamente la secuencia utilizada, selección de materiales, diseño en SolidWorks, desarrollo de planos, programación de PLC e implementación.

Capítulo IV: Estudio Económico: Describe el presupuesto tanto del prototipo e implementación de este proyecto.

Capítulo V: Resultados: Describe los frutos de la investigación, pruebas de hardware y software y su correcto funcionamiento.

Conclusiones y Recomendaciones: Describe las razones por la cual este proyecto de investigación e implementación logró los objetivos propuestos, demostrando que es viable y eficaz. Así como una serie de recomendaciones para hacer de este proyecto mucho más tecnológico.

Anexos: Contiene fichas técnicas, planos y la encuesta utilizada en este proyecto.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de Lambayeque es una de las principales fuentes de generación de residuos sólidos a nivel nacional, debido a la mala gestión y cultura ambiental que se tiene. Es por ello es difícil actualmente combatir este problema ambiental.

Según estudio realizado en el año 2012, arroja como resultado que la cantidad de residuos sólidos de origen domiciliarios generados en la provincia es de 388 toneladas al día, siendo el distrito de Chiclayo el mayor generador con 126.17 ton, José Leonardo Ortíz con 98ton y La Victoria con 51 ton, y la producción de residuos sólidos no domiciliarios es de Chiclayo con 76 ton, José Leonardo Ortiz con 32.28 ton y La Victoria 13.28 ton.

Teniendo una proyección en cada distrito de 83.26 ton/día, 37.65 ton/día y 15.55 ton/día respectivamente para el año 2018. El distrito cuenta con 207 tachos de basura (año 2012), todos del mismo tipo y volumen de almacenamiento de 0.073 m³, de los cuales 53 se encontraban en mal estado. (García Urrutia Neira, Oblitas Montalvo, Pizarro Pizarro, & Burga Maldonado, 2012)

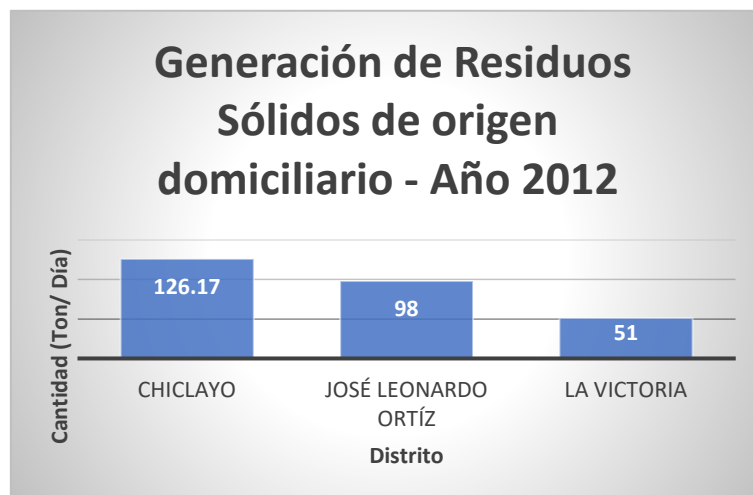


Figura 1 Residuos sólidos domiciliarios para el año 2012

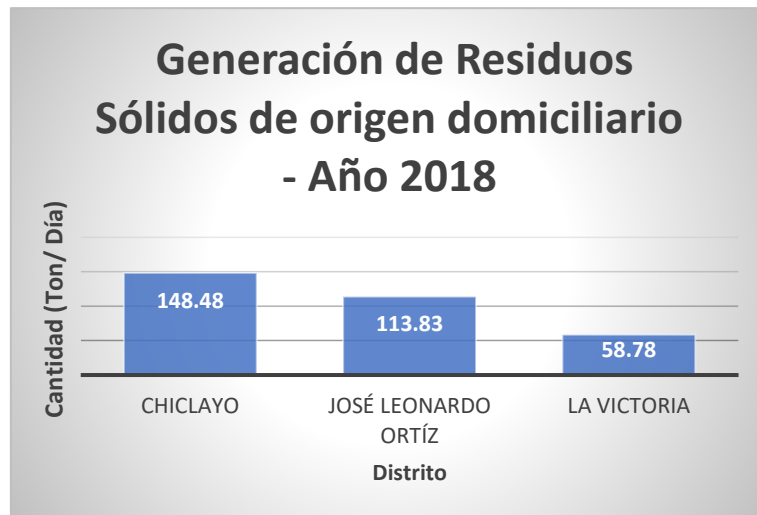


Figura 2 Residuos sólidos domiciliarios para el año 2018

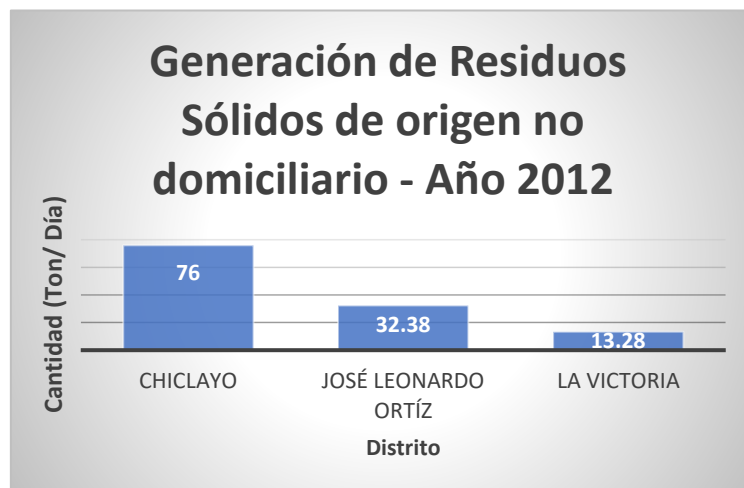


Figura 3 Residuos sólidos no domiciliarios para el año 2012

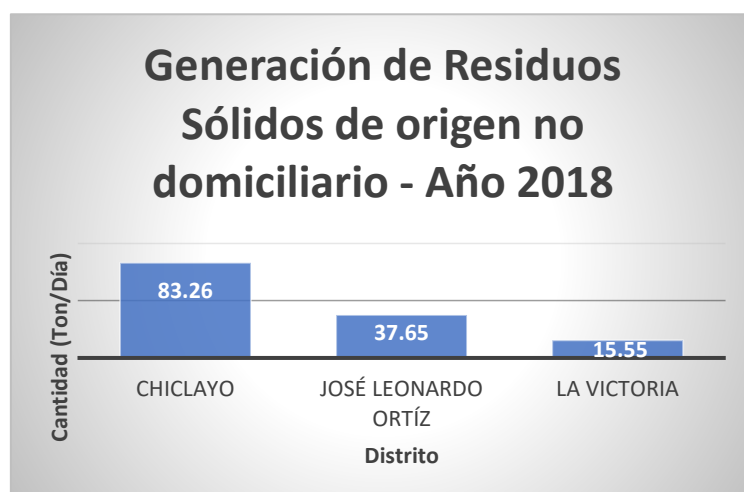


Figura 4 Residuos sólidos no domiciliarios para el año 2018

Para el año 2020, Según PLANEFA-Chiclayo, la falta de cultura ambiental en la gestión de residuos sólidos ha ocasionado que se establezcan puntos críticos de acumulación de residuos sólidos como lo son: av. Agricultura, Av. Mesones Muro, Av Augusto B. Leguía, Vía Evitamiento, Salida Sur, entre otros. Para combatir ello ha contado con un (01) cargador frontal, once (11) compactadoras y diez (10) volquetes de $15m^3$. (Chiclayo G. d., 2020)

El “Botadero de Chiclayo” se localiza en el Km 763 de la Panamericana Norte en la provincia de Zaña, y es ahí donde terminada la recolección, los vehículos proceden a dejar los residuos sólidos. Este botadero al ser de cielo abierto no tiene las condiciones finales, sanitarias o ambientales adecuadas y así como ningún tipo de control, por lo que no cumple con las condiciones mínimas para reducir el impacto en el medio ambiente originados por la descarga descontrolada de dichos desechos. Lo mismo se podría decir del botadero denominado “Botadero Reque”.

A todo esto, gracias a la investigación que se hizo, se pudo saber el monto total que invirtió la Municipalidad provincial de Chiclayo para el año 2017 para la gestión de residuos sólidos, siendo este de S/ 23 160 964.23 SOLES, que se divide en: Recojo de residuos sólidos (S/. 11 792 992.11 Soles), Barrido de calles (S/. 5 672 912.95 Soles) y Parques y jardines (S/. 5 695 059.17 Soles), monto que es elevado con respecto a cómo se puede apreciar realmente la provincia de Chiclayo. (García Urrutia Neira, Oblitas Montalvo, Pizarro Pizarro, & Burga Maldonado, 2012)

Por tal motivo se propone implementar un prototipo de contenedor soterrado automatizado con técnicas de automatización y control usando un controlador lógico programable (PLC) que permitirá ejecutar todas las tareas que se tiene planteado para mejorar la gestión eficiente y precisa de los residuos sólidos en el distrito de Chiclayo para así mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo automatizar un contenedor soterrado para optimizar la gestión de los residuos sólidos en el distrito de Chiclayo?

4. HIPÓTESIS

Si implementamos un contenedor soterrado automatizado el cual tenga un sistema flexible, escalable, robusto y sostenible en el tiempo, entonces lograremos optimizar la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo.

5. OBEJTIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS

a. Objetivo General

- Implementar y automatizar un prototipo de contenedor soterrado para optimizar la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo.

b. Objetivos Específicos

- Investigar el problema de gestión residuos sólidos en el distrito de Chiclayo.
- Diseñar el sistema mecánico y electroneumático del contenedor soterrado.
- Diseñar el sistema de control automático.
- Implementar el prototipo del contenedor a tamaño escala.
- Implementar un centro de control y monitoreo.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema con todas las etapas integradas.
- Realizar los cálculos de optimización de gestión de residuos sólidos.

CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO

1. Antecedentes

1.1. Antecedentes Internacionales

- En **SISTEMA DE MONITOREO DE LLENADO Y PESO DE CONTENEDORES DE RESIDUOS URBANOS** (Colombia, 2016) en la Facultad de Tecnología en Electrónica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Se elaboró el proyecto con la finalidad de dar una solución sobre el tema de residuos sólidos dándole un mejor manejo de la misma y así controlar con mayor facilidad el recojo de los residuos y no cause un impacto desfavorable al ambiente aprovechando la poca cantidad de proyectos e ideas que hay al respecto así dándole más viabilidad al proyecto. El sistema de sensado aportó mucho para aplicarlo en nuestra tesis ya que nos ayudó a mejorar las ideas que teníamos al respecto y poder dar un mejor proceso al proyecto. La recepción de los datos obtenidos en el microcontrolador y de este dirigirlos por medios de correo electrónico es muy bueno que nos amplió las ideas al momento de incorporarlas en nuestra tesis mejorando aún más.
- En **Diseño y cálculo de contenedores soterrados para residuos sólidos urbanos-matallana de torío** (León, 2016) en la Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas Universidad de León, se realizó este trabajo fin de master con la finalidad de plantear una solución ante el impacto que genera los desechos sólidos arrojados en los contenedores comunes ya que estos fácilmente se rebalsan y ocasiona un impacto perjudicial para el lugar y habitantes de la misma, siendo el planteamiento una solución inmediata. Tanto el diseño como el cálculo de contenedores nos ayudado mucho para poder construir nuestro

propio prototipo con el análisis que nos brinda una mejor idea para mejorar el prototipo propuesto por nosotros.

1.2. Antecedentes Nacionales

- En **propuesta de un programa de gestión para mejorar el manejo de los residuos sólidos en el distrito de san juan de Miraflores con respecto al ambiente, el servicio de recojo y el comportamiento de la población** (LIMA, 2016) en la facultad de ingeniería industrial unidad de posgrado, Universidad nacional mayor de San Marcos, se realizó esta tesis con la finalidad de tener un mejor manejo de residuos sólidos, primero levantaron información de la situación que se vivía respecto a dichos desechos. Identificaron y mejoraron las propuestas concretas para así concientizar a la población y llevar un control sostenible. Las 3 categorías que resumen los problemas principales, nos ayudaron a tener un mejor análisis y proyección del porque es necesario nuestro proyecto para la sociedad ya que estamos viviendo en tiempos donde los desechos sólidos van aumentando y no hay como llevar un control selectivo respecto a estos.
- En **propuesta de mejora del sistema de recolección de residuos sólidos urbanos en el distrito de Chiclayo para reducir los impactos ambientales tesis para optar el título de ingeniero industrial** (Perú, 2018) en la facultad de ingeniería, escuela de ingeniería industrial, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, se realizó esta investigación con la finalidad de proponer una mejora del sistema de recogida de residuos sólidos ya que en Chiclayo tiene 39 puntos críticos de los cuales solo se atienden el 72.49%, existiendo un aumento de puntos críticos respecto a los residuos. La estadística que se encontró en el proyecto de investigación sirvió de mucha ayuda para tener una

base del problema que se encuentra Chiclayo y plantear la problemática general para solucionarla terminando nuestro prototipo disminuyendo el impacto que generan dichos puntos críticos.

2. Contenedor Soterrado

El contenedor soterrado es un sistema de recogida de Residuos Sólidos Urbanos. Una de las ventajas es la reducción de los costes de recolección además de evitar el impacto visual que provocan los tachos de basura llenos en las calles. Los únicos elementos visibles desde los alrededores son el tacho de basura y la plataforma. (Arévalo Rodríguez - Peral, 2010)

2.1. Tipos de Isla

- **Carga Trasera**

Es una estructura con base que se eleva con toda la superficie de los tachos de basura por medio de dos cilindros a los que se les suministra un fluido hidráulico para accionar el mecanismo.

- **Carga Lateral**

Es una estructura hidráulica accionada por dos cilindros hidráulicos que elevan la plataforma y a la vez abren la tapa superior del contenedor para la salida de los contenedores.

- **Carga Superior de Doble Gancho (PG)**

Este tipo de contenedor lleva dos compuertas de vaciado en la parte inferior, siendo la estructura elevada a través de un gancho ubicado en el camión que acciona este mecanismo.

2.2. Partes

- **Buzón de llenado:**

Es el único elemento que es visible del contenedor soterrado. Permite al usuario un fácil acceso a sus residuos sólidos.

- **Prefabricado de hormigón:**

Es alojamiento del sistema de elevación en forma de tijera y la plataforma.

- **Contenedor:**

Es el elemento de almacenamiento de los residuos sólidos donde su capacidad dependerá del tipo de contenedor soterrado.

- **Mecanismo elevador:**

Elemento responsable de la subida y bajada de la estructura. Ubicado entre el hormigón y la plataforma de elevación, accionado por un pistón.

- **Estructura soporte portalón:**

Elemento que sirve de soporte para la plataforma peatonal.

- **Premarco:**

Elemento que sirve como apoyo de la plataforma peatonal, a la vez que permite la alineación de la estructura con la acera.

- **Plataforma peatonal:**

Soporta la carga exterior provocada por los peatones al usar el paso peatonal garantizando la seguridad de estos.

- **Arqueta:**

Elemento donde se ubica el cuadro de mando, pueden ser del tipo castillete

o sub-terránea.

- **Grupo Hidráulico:**

Elemento encargado de proporcionar la fuerza que necesita el pistón para la subida y bajada de la plataforma por medio de la entrada de aceite al cilindro.

- **Foso:**

Zona donde se instalará el prefabricado de hormigón y la estructura del contenedor soterrado.

- **Bomba de achique:**

Se encarga de la eliminación de los fluidos provenientes de lluvias u otros medios.

3. Sistema de Control y Automatización

El sistema de control puede definirse como un conjunto de partes o elementos que comparan el valor una variable con un valor deseado y toma una acción correctiva de acuerdo a la desviación existente sin que el operador interfiera. El sistema de control requerido debe incluir la unidad de medición, la unidad de control, el elemento de control final y el proceso en sí. Este grupo de unidades forma un bucle conocido como lazo de control el cual puede ser abierto o cerrado. (Creus Solé, 2011)

4. Electroneumática

La electroneumática es una disciplina del área tecnológica utilizada para el control, en la que intervienen la neumática, la electromecánica y la electrónica. Cuando la neumática pura convencional llega a sus límites de aplicación y se necesitan soluciones complejas y económicas, la automatización electroneumática nos proporciona otros caminos viables y mayores posibilidades. (Vásquez Cortéz, 2016)

Dispositivos y elementos

- **Elementos de retención:**

Mayormente son botones o pulsadores cuya principal función es la de generar la señal que iniciará el sistema electroneumático.

- **Interruptores de final de carrera:**

Son dispositivos mecánicos utilizados para detectar la ausencia o presencia de algún elemento.

- **Relevadores:**

Son dispositivos eléctricos, mayormente bobinas con contacto abierto o cerrado, según su posición en el sistema. Manejan la señal de encendido y apagado.

- **Válvula:**

Pieza central del sistema, realiza la conversión de energía eléctrica proveniente de los relevadores a energía neumática.

5. Pistón Neumático

Tenemos 2 tipos de pistones neumáticos o también llamados cilindros neumáticos:

- Pistones de simple efecto:

Son aquellos que trabajan con una sola carrera de ciclo, desplazando su vástago en una dirección. Para el regreso el aire comprimido se escapa por la parte de atrás, devolviendo la barra móvil a su posición de origen.

- Pistones de doble efecto:

Son aquellos que producen trabajo útil en dos sentidos, tanto de avance como de retroceso. Tienen dos tomas de aire comprimido que permite que el pistón realice una función predeterminada antes de volver a su posición original.

6. Controlador Lógico Programable

Según la Comisión Electrotécnica Internacional, un controlador lógico programable es un sistema electrónico programable diseñado entornos industriales que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones internamente, para implementar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, contadores y funciones mientras controla entradas y salidas, las cuales pueden ser digitales y analógicas, así como diversos tipos de máquinas o procesos. (Mateos, 2004)

7. SolidWorks

SOLIDWORKS es un programa de diseño CAD 3D asistido por computadora, para el modelado 3D de piezas y ensamblajes, y planos 2D. Este software nos brinda muchas opciones para desarrollar cualquier aplicación relacionada a diseño. (SOLIDWORKS, 2018)

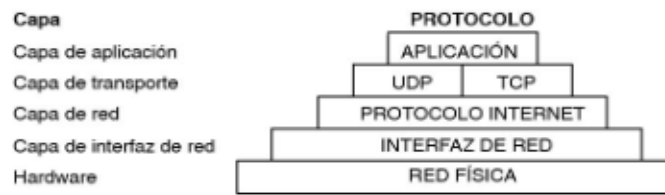
8. LabVIEW

El entorno de programación de LabVIEW integra hardware simplificado para aplicaciones de ingeniería, brindando una manera consistente de recopilar datos desde la plataforma de NI y dispositivos terceros. LabVIEW facilita la programación. Permite la visualización de resultados instantáneos mediante la creación de una interfaz de usuario de hacer clic y arrastrar, y visor de datos integrado. (LabVIEW, 2018)

9. Protocolo TCP/IP

El protocolo TCP/IP, Transmission Control Protocol/ Internet Protocol. Son reglas estandarizadas que permiten que dos o varios equipos se puedan comunicar a través de una red como internet.

El protocolo TCP/IP se puede describir en forma de capas.



Cada capa tiene su función independiente de la otra, donde los datos pasan por las 4 capas antes de ser recibidos en el otro lado de la conexión, luego, el protocolo TCP/IP pasará por estas capas en orden inverso, recopilando los datos para presentarlos al usuario.

Capa de enlace de datos:

También conocida como capa física, administra las partes físicas para enviar y recibir datos a través de un cable Ethernet u otro medio de transmisión.

Capa de Internet:

También conocida como capa de red, es responsable de controlar el flujo de los paquetes de datos a través de la red.

Capa de Transporte:

Permite una conexión segura y confiable entre dos equipos. Además, fracciona los datos en paquetes.

Capa de Aplicaciones

Nivel donde el usuario interactúa, ya sea por correo, mensajería, etc.

10. Zelio Soft 2

Software de programación disponible para equipos de programación de la gama Zelio.

Permite lo siguiente: (Soft, 2021)

- Su método de programación puede usar bloques funcionales FBD (Functional Block Diagram) o lenguaje de contactos (LADDER). Este primero se usa por defecto cuando se le agrega un módulo Ethernet, no pudiéndose programar en lenguaje Ladder.
- Detección de cualquier error de programación.
- Modos de simulación y monitorización en tiempo real.
- Ventanas de monitorización: permite ver los estados de las entradas y salidas del relé.
- Descarga y subida de programación.
- Emisión de ficheros predefinidos.
- Montaje automático de programas.

11. Residuos sólidos

Los residuos sólidos se definen como cualquier cosa, sustancia o ítem que surja del consumo o uso de bienes o servicios de los que el propietario se separe con intención de hacerlo u por obligación de separarse para darles prioridad o una disposición final.

(García López, Tipian Mori, & Vásquez Noblecilla, 2019)

12. Impacto Ambiental

El impacto de ambiental que está teniendo actualmente el arrojado de residuos sólidos es un problema que se ha tratado de controlar no solo en nuestro país, sino alrededor de todo el mundo. Como hemos detallado, Chiclayo es un distrito que ha sufrido mucho de esta problemática en los últimos años, autoridades, tanto locales como nacionales en su intento de minimizar el daño, han promovido tanto: programas y leyes como:

- Ley que modifica la Ley General de Residuos Sólidos, Decreto Legislativo No. 1065 (27.07.2008).
- Ley General del Ambiente – Ley No. 28611 (13.10.2005)
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos – Ley No. 27314, Decreto Supremo No. 057-2004-PCM (22.07.2004)
- Ley General de Salud – Ley No. 26842 (15.07.1997)
- Constitución Política del Perú (31.12.1993) - Art. N° 2, inciso 22
- Código Penal – D.L. N° 635 (08.04.1991) – Art 304 / Art 307

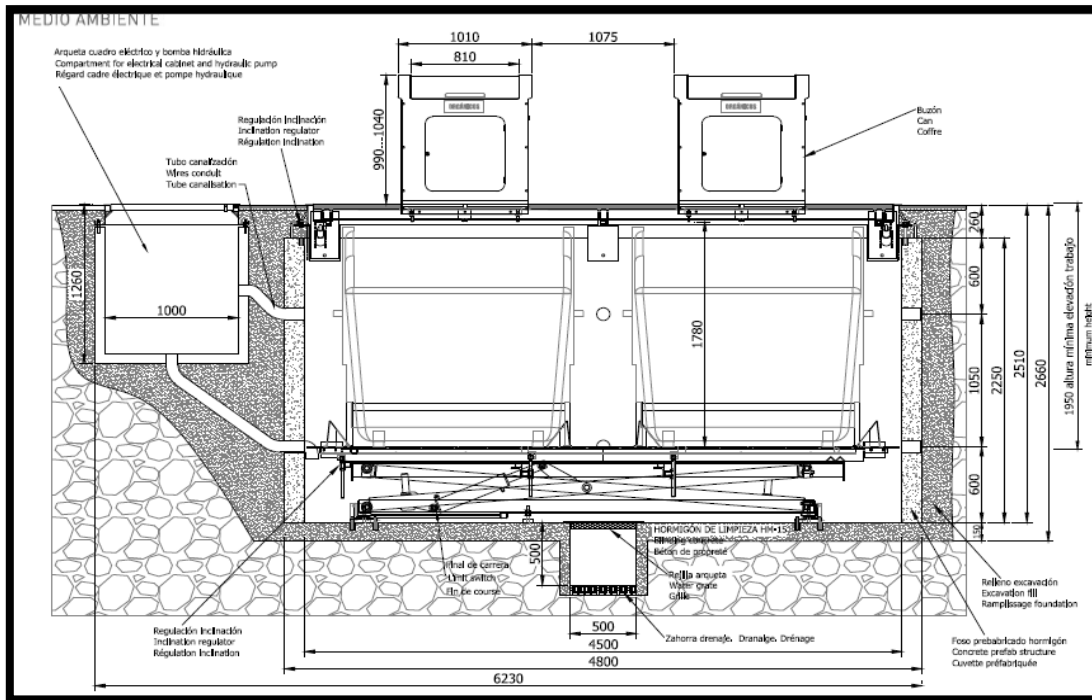


Figura 5 Vista Frontal - Plano de contenedor soterrado escala real

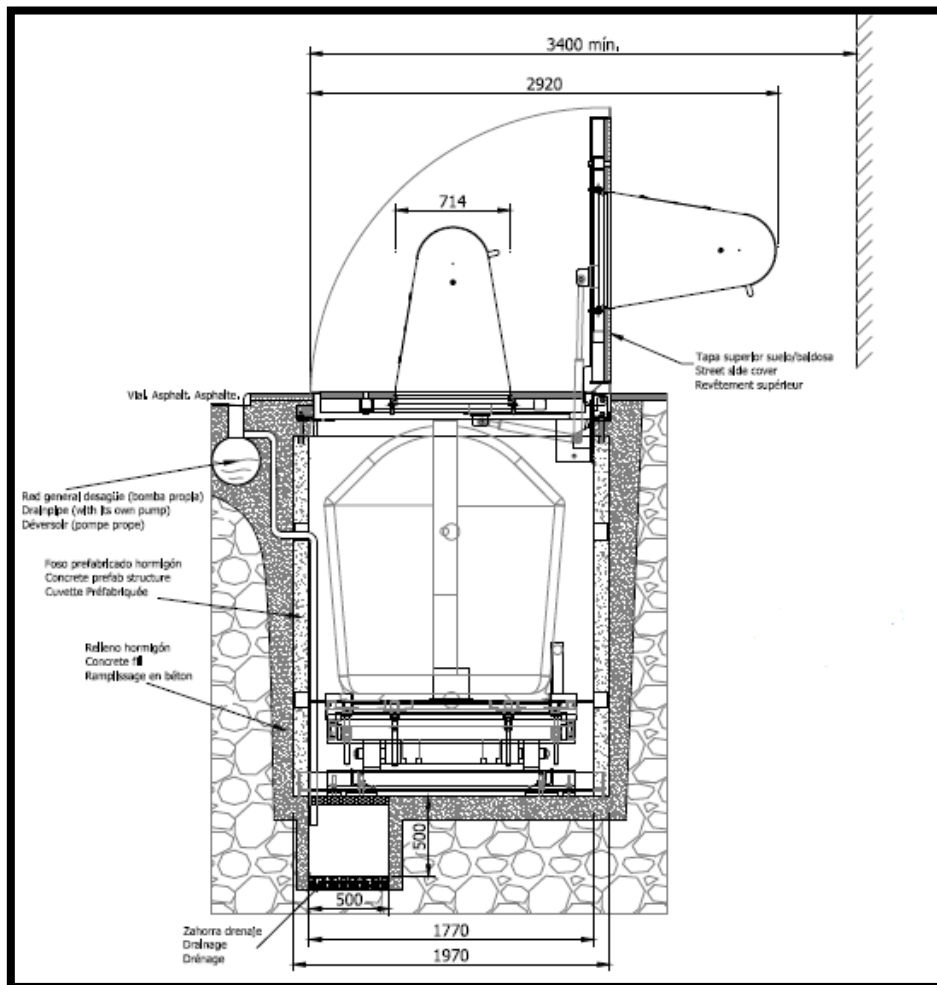


Figura 6 Vista Lateral - Plano de contenedor soterrado escala real

CAPÍTULO II: MÉTODOS Y MATERIALES

1. Diseño de Investigación

1.1. Tipo de estudio y diseño

El campo de estudio científico es del tipo Factual ya que ocupa propiedades y relaciones de los sistemas concretos, hechos y procesos. El tipo de investigación se puede ubicar de acuerdo a dos criterios diferentes en: por los criterios de creación y aplicación del conocimiento en Investigación científica aplicada o tecnológica, y por el modo de obtención de los datos en Investigación experimental. (Taboada Neira, 2015)

El método general aplicado para este proyecto es un método analítico-sintético ya que partiendo de una hipótesis se procede a la observación y experimentación para tener una conclusión. Y el método científico aplicado será el cuantitativo ya que para verificar la certeza de la hipótesis se registran observaciones para poder medir su validez. (Taboada Neira, 2015)

1.2. Criterios de Selección

Los puntos de vista usados para la elección de los materiales en este proyecto son lo económico y que cumpla con las necesidades básicas que se requiera, por ejemplo, en la elección del controlador lógico programable se optó por un Zelio Logic con 10 salidas ya que son los mínimos que se necesitan, y con las 16 entradas se trabajarán los sensores, de los cuales se han optado por sensores fotoeléctricos ya que para lo que se espera sensar se acordó que era lo más adecuado.

2. Operacionalización de las variables

TABLA 1 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE Implementar y automatizar un contenedor soterrado	Implementación de sistemas de control y automatización para el diseño mecánico y electroneumático del prototipo de contenedor soterrado	Contenedor Soterrado	Cantidad de partes
			Cantidad de tipos
			Funcionamiento
		Sistemas de control y automatización	Cantidad de dispositivos de entrada y salida del controlador
			Diseño de diagrama de flujo
			Programación en Zelio Soft 2
		Diseño sistema mecánico	Diseño de prototipo en Solidworks
			Medidas y cálculos físicos del prototipo
			Calidad de los materiales según especificaciones del diseño
		Diseño sistema electroneumático	Diseño de diagrama unifilar electroneumático
			Selección de electroválvulas y pistones
			Implementación sistema electroneumático
DEPENDIENTE Optimizar la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo	Uso de metodologías y herramientas que garantizan el cumplimiento de los objetivos planteados por la comuna del distrito del Chiclayo para la reducción y mejor manejo de los residuos sólidos.	Gestión de residuos sólidos	Herramientas para la gestión de residuos sólidos
			Disposiciones y reglamentos para el mejor manejo de residuos sólidos
			Tipos de residuos sólidos
		Distrito de Chiclayo	Puntos críticos con mayor concentración de residuos sólidos

3. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

3.1. Técnicas

Para recolectar la información se utilizó la ENCUESTA, la cual será del tipo impersonal, ya que no contará con el nombre del encuestado, al no ser de importancia, solo su edad y sexo.

3.2. Instrumentos

El instrumento de registro utilizado para la recolección de información es el CUESTIONARIO, al ser capaz dar soporte a los datos obtenidos por un largo periodo de tiempo. Cuenta con 20 ítems con preguntas cerradas.

Fue aplicado a diferentes personas del centro del distrito de Chiclayo.

3.3. Equipos y materiales

Los materiales y equipos utilizados para la recolección de datos fueron: Laptop, Celulares, Papel Bond, Lapiceros, Impresora y USB.

La automatización del contenedor soterrado se realizó con distintos dispositivos electrónicos de acuerdo al diseño realizado.

El sistema de control será operado por un PLC Zelio Modular SR3 de marca Schneider con 16 entradas y 10 salidas, a las cuales se le interconectará los relés Run de 8 pines de 24VDC conectadas a sus respectivas bases para relé. El controlador recibirá las señales de los sensores fotoeléctricos con reflector y los sensores finales de carrera los cuales estarán estratégicamente ubicados en el prototipo. Una vez procesada la información de entrada de acuerdo a la programación subida al controlador, se efectuarán las acciones de respuesta tales como el cerrado automático de los tachos de basura gracias a los electroimanes instalados y el encendido y apagado de los leds. Para la elevación de la plataforma, se suministrará aire por medio de una compresora marca PitBull modelo

ZBM25A, la cual pasará a través de la unidad de mantenimiento hacia una electroválvula 5/2 que será accionada por el centro de control y monitoreo o de manera manual por medio de una botonería, pero con el permiso de la central. El sistema de monitoreo será elaborado por medio del software LabVIEW, la cual se comunicará con el PLC Zelio por medio de protocolo Modbus TCP/IP del módulo Ethernet SR3NET01.

Controlador Lógico Programable Zelio Modular (ANEXO B)

PLC compacto, flexible y de fácil uso, el cual es perfecto para gestión de sistemas de automatización sencillos.

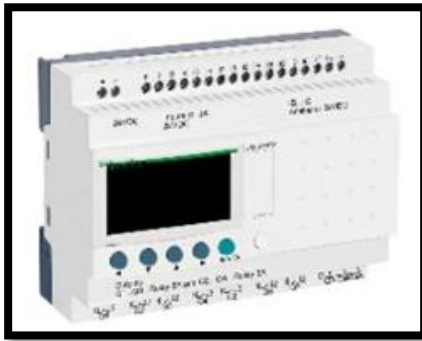


Figura 7 Módulo PLC Zelio SR3B261BD

TABLA 2 Especificaciones de módulo Zelio

MODELO	Relé inteligente modular Zelio Logic SR3B261BD
TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN NOMINAL	24V
CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN	190 mA– Sin extensión 300 mA en 240V – Con extensiones
VOLTAJE ENTRADA	24 V DC
NÚMERO DE SALIDAS	10 relay
NÚMERO DE ENTRADAS	16
LÍMITES DE TENSIÓN DE SALIDA	24...250 V AC (salida relay) 5...30 V DC (salida relay)

Relés RUN de 8 pines de 24 VDC – RXM4AB1BD (ANEXO D)



Figura 8 Relé RXM4AB1BD

TABLA 3 Especificaciones del relé

TIPOS DE CONTACTOS	4 C/O
TENSIÓN PARA CIRCUITO DE CONTROL	24 VDC
[UI] VOLTAJE NOMINAL - AISLAMIENTO	250 V (IEC) 300 V (CSA) 300 V (UL)
[UIMP] RESISTENCIA A TENSIÓN MÁXIMA	2,5 kV 1,2/50 us
[IE] INTENSIDAD NOMINAL DE FUNCIONAMIENTO	3A a28 V DC / NC (IEC) 3A a 250 V AC / NC (IEC) 6A a 28 V DC / (no IEC) 6A a 250 V AC / (no IEC) 6A a 277 V AC /(UL) 8A a 30 V DC / (UL)

Módulo Ethernet - SR3NET01BD (ANEXO C)



Figura 9 Módulo Ethernet SR3NET01BD

TABLA 4 Especificaciones módulo Ethernet

TIPO DE PRODUCTO	Módulo de comunicación Ethernet
COMPATIBILIDAD	Todos los módulos con alimentación 24V (SR3B...BD)
SOPORTE DE PUERTO DE COMUNICACIÓN	10/100 BASE-T
TIPO DE CONECTOR	RJ45

Sensor fotoeléctrico con reflector



Figura 10 Sensor fotoeléctrico NPN

TABLA 5 Especificaciones sensor fotoeléctrico

TIPO DE SALIDA	NPN (Salida en negativo)
DIÁMETRO	8 mm
LONGITUD	70 mm
VOLTAJE DE OPERATIVA	0-36 VDC (300mA)
COLOR DE HILOS	Negro, Azul, Marrón
TAMAÑO DE REFLECTOR	65x40 mm

Sensores finales de carrera



FIGURA 11 Sensor final de carrera

TABLA 6 Especificaciones del sensor final de carrera

CLASE	Botones e interruptores
TIPO	Controlador
COMPATIBILIDAD	Universal
VOLTAJE DE ENTRADA	30VDC
CORRIENTE DE ENTRADA MÁXIMA	250mA

Unidad de mantenimiento



FIGURA 12 Unidad de mantenimiento

Las funciones de la unidad de mantenimiento son limpiar el aire comprimido, ajustándolo a una presión de aire constante y añadir una pequeña cantidad de aceite al aire comprimido, para su lubricación. La electroválvula usada es de un modelo 5/2.

TABLA 7 Especificaciones de la unidad de mantenimiento

MODELO	AST – AL2000-02-NPT
PRESIÓN	0.05 – 0.85MPa
PRESIÓN MÁX.	1Mpa (150 PSI)
TEMPERATURA MÁX.	60°C (140°F)

Electroválvula



FIGURA 13 Electroválvula 5/2

TABLA 8 Especificaciones de electroválvula 5/2

Modelo	VF3230
Posición y forma	Dos posiciones, los 5 sentidos
Área de sección eficaz	16mm ² (CV=0.89)
Working -Pressure	0.15 – 0.8 MPa
Resistencia a la presión máxima	1.2 MPa
Consumo de energía	AC:4.5 VA DC: 3W

Compresora de aire



FIGURA 14 Compresora Pitbull 2HP

TABLA 9 Especificaciones de la compresora de aire

Potencia	2HP
Capacidad	24 litros
Caudal de operación	7cfm
Voltaje	220V/60Hz
Presión	8bar

CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

1. Planos de la estructura

El software escogido para el diseño de la estructura en formato CAD, fue el programa SolidWorks, el cual con sus librerías e interfaz amigable favoreció al desarrollo de lo que se busca hacer.

El diseño parte de un contenedor soterrado ya existente, pero pasándolo a un tamaño a escala 1:10 aproximadamente.

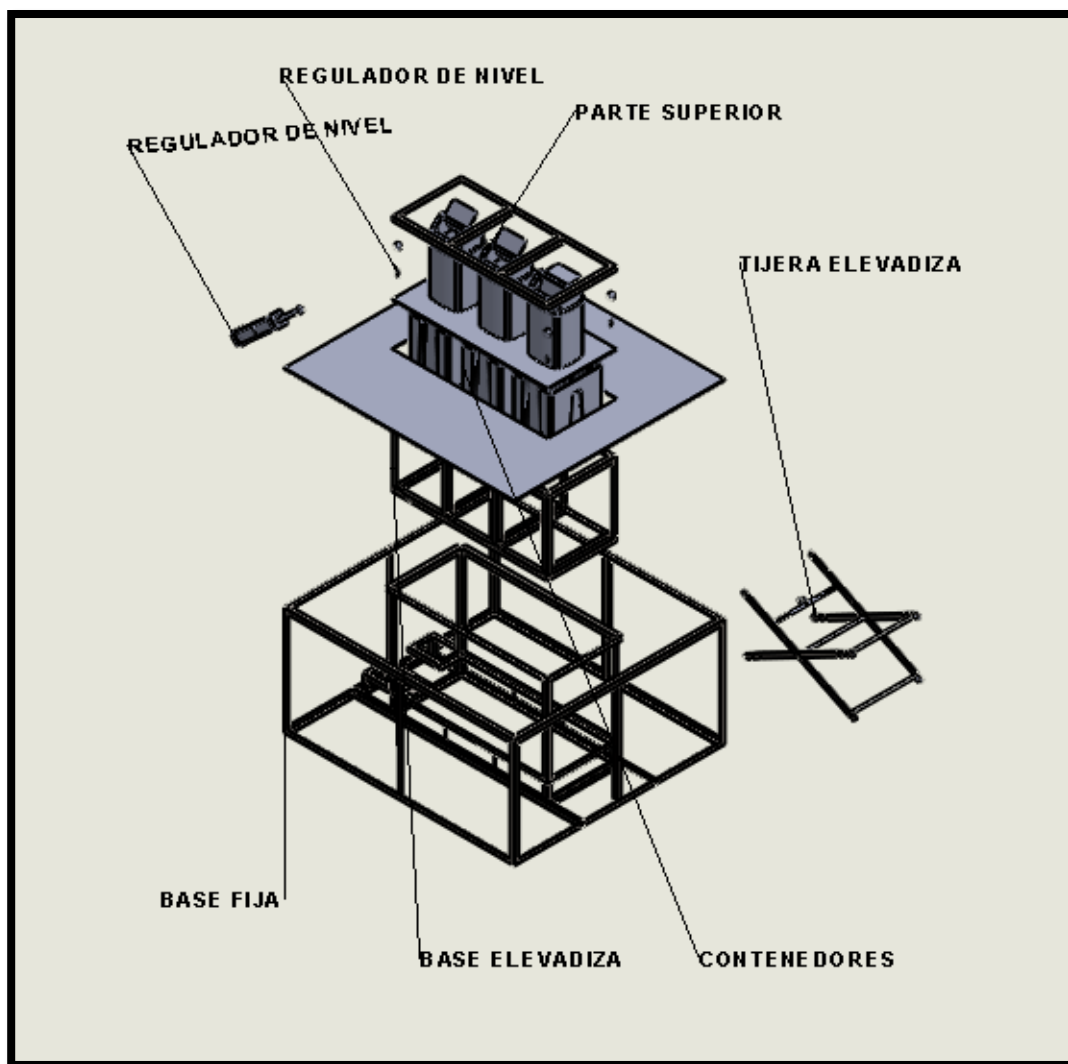


FIGURA 15 Vista explosionada de la estructura en plataforma SolidWorks

El diseño parte de una base fija la cual está diseñada para este prototipo y el peso que va a contener. En uno de los laterales se colocará un pistón neumático de doble vía para la elevación, donde el vástago se encontrará acoplado a una de las vigas de la tijera elevadiza, la cual dará soporte al momento de la elevación de la plataforma. Se implementó una plataforma superior para la simulación de la berma, agregando entre esta y la base elevadiza, unos reguladores de nivel para la correcta nivelación. Por último, se colocarán 3 tachos de basura para el depósito de los residuos sólidos.

A continuación, se muestra una vista frontal e isométrica de la estructura, con sus respectivas medidas, las cuales serán especificadas en su anexo correspondientes (ANEXO E)

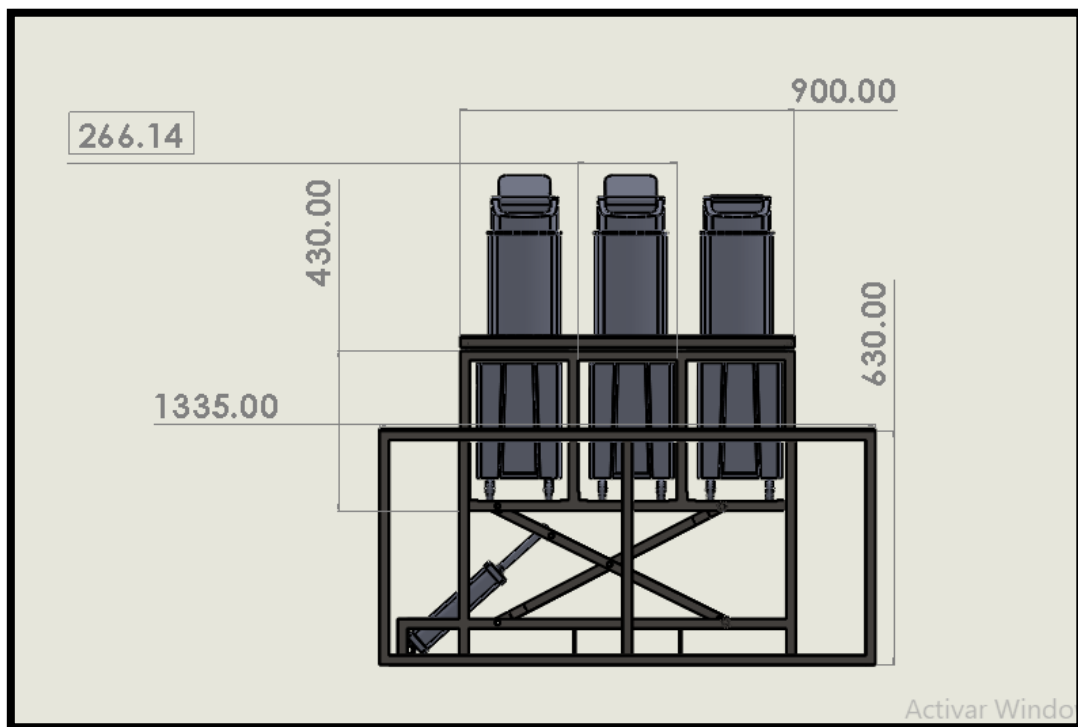


Figura 16 Vista frontal de la estructura en plataforma SolidWorks

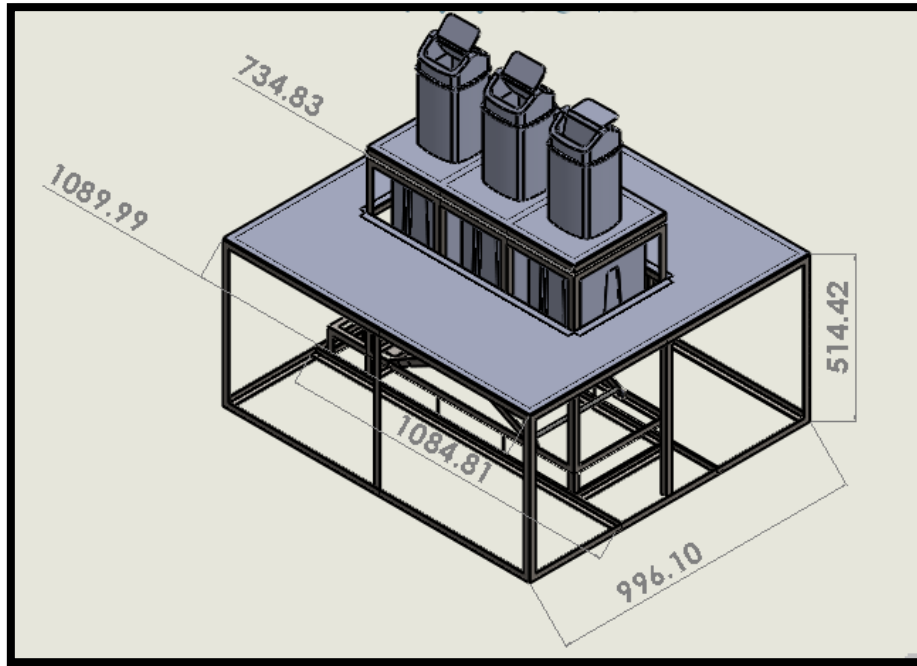


Figura 17 Vista isométrica de la estructura en plataforma SolidWorks

El pistón propuesto en este proyecto es uno bidireccional.

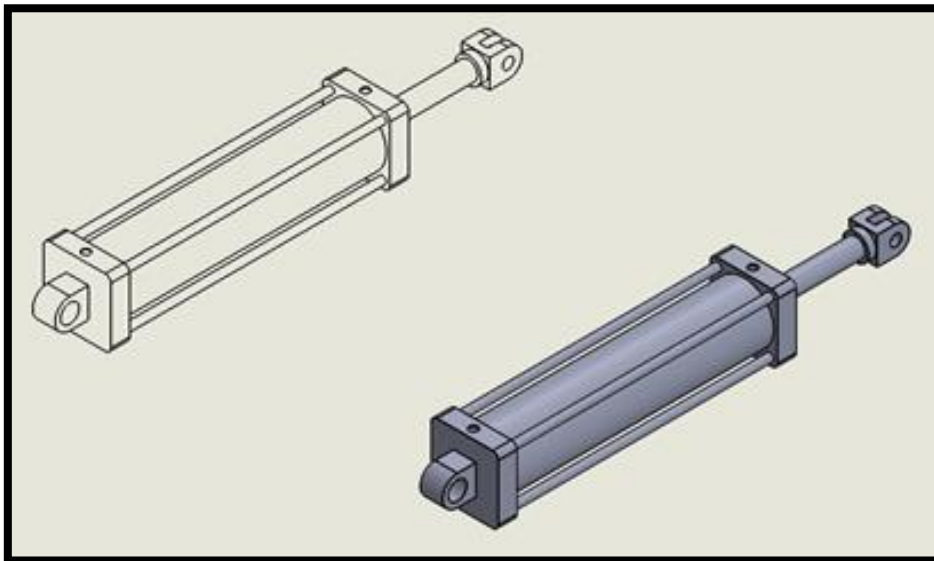


Figura 18 Vista isométrica del pistón neumático en plataforma SolidWorks

2. Plano eléctrico

Los siguientes planos CAD se aprecian a detalle en los ANEXOS F y G, respectivamente.

Tablero electrónico de control principal

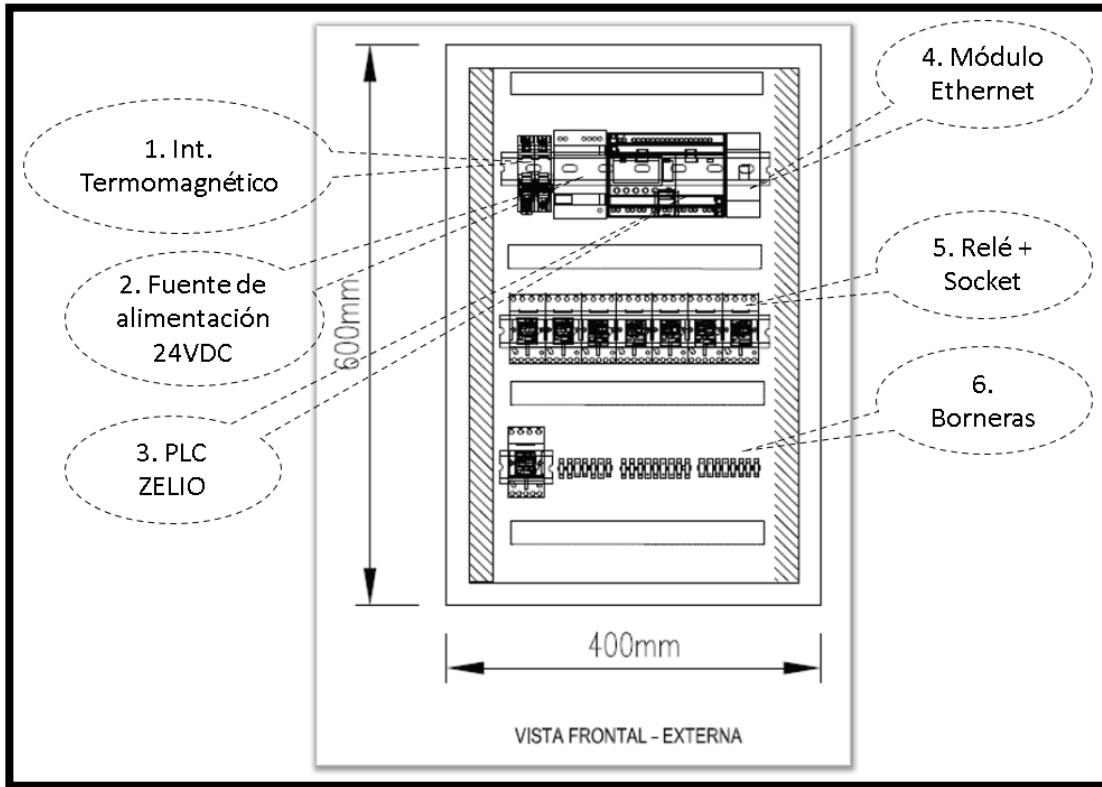


FIGURA 19 Tablero de control Principal

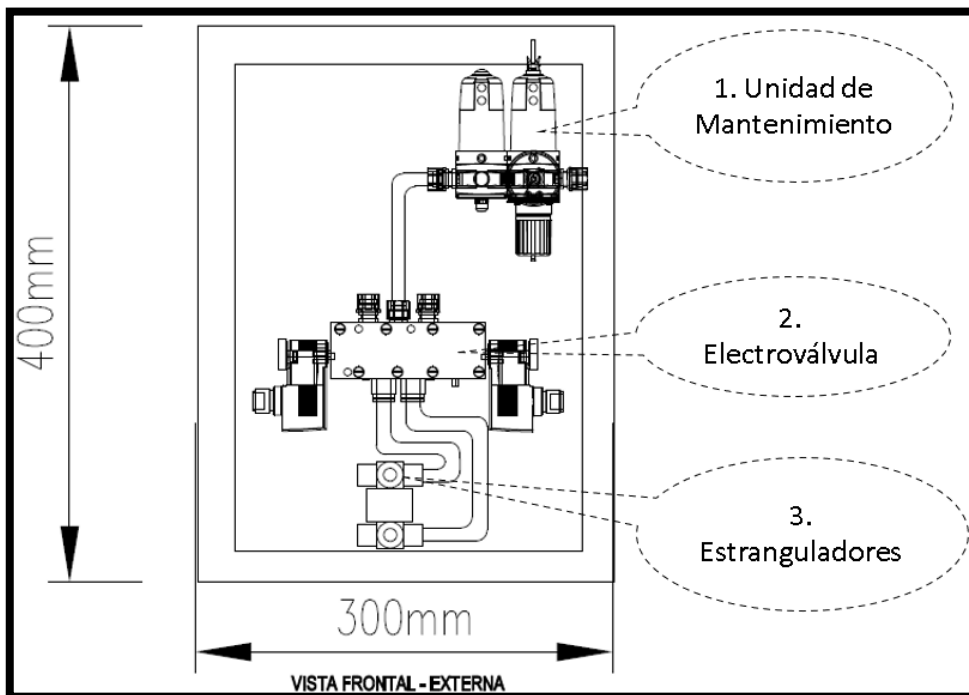
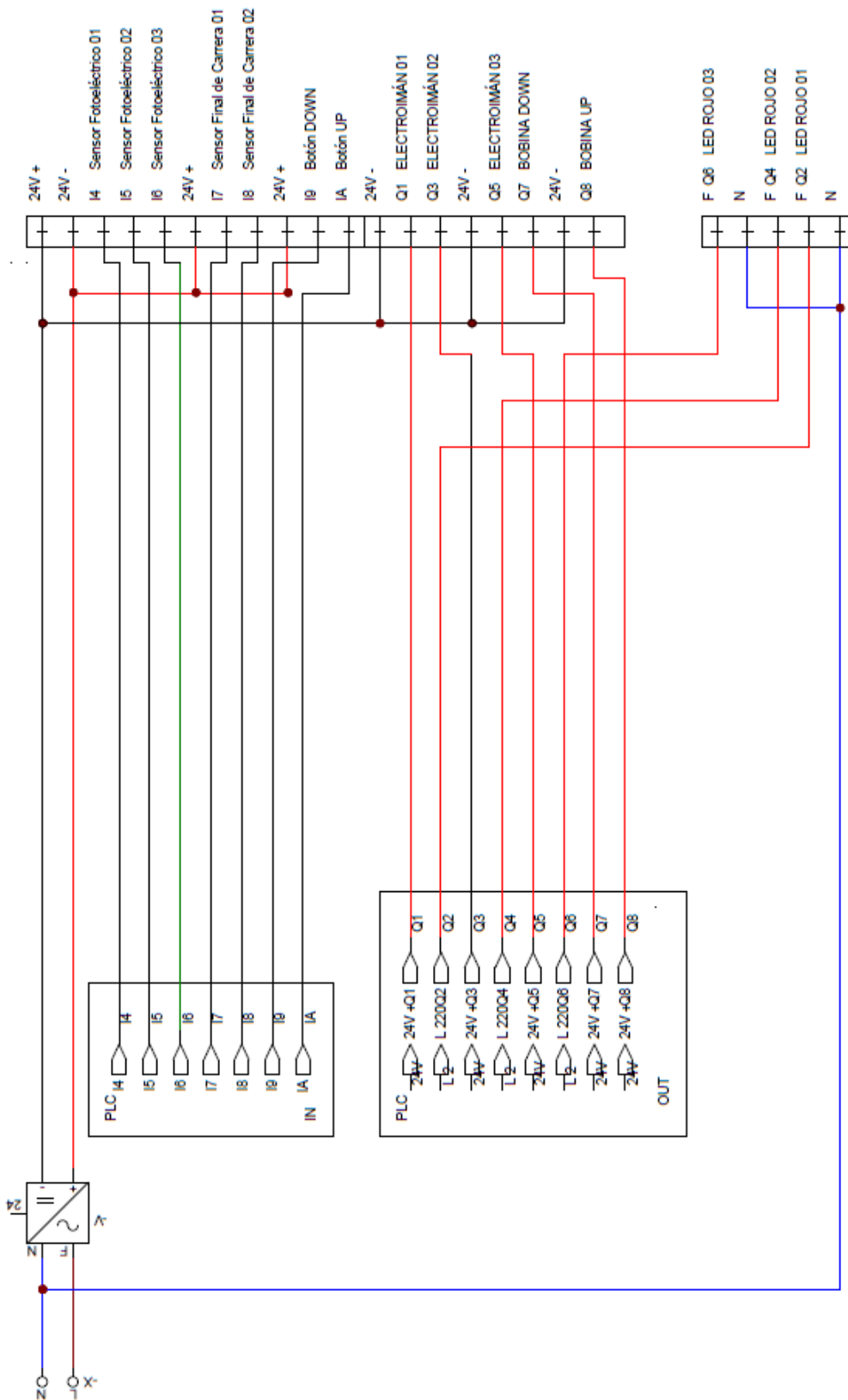


Figura 20 Tablero de control neumático

3. Diagrama unifilar



4. Diagrama de flujo del funcionamiento

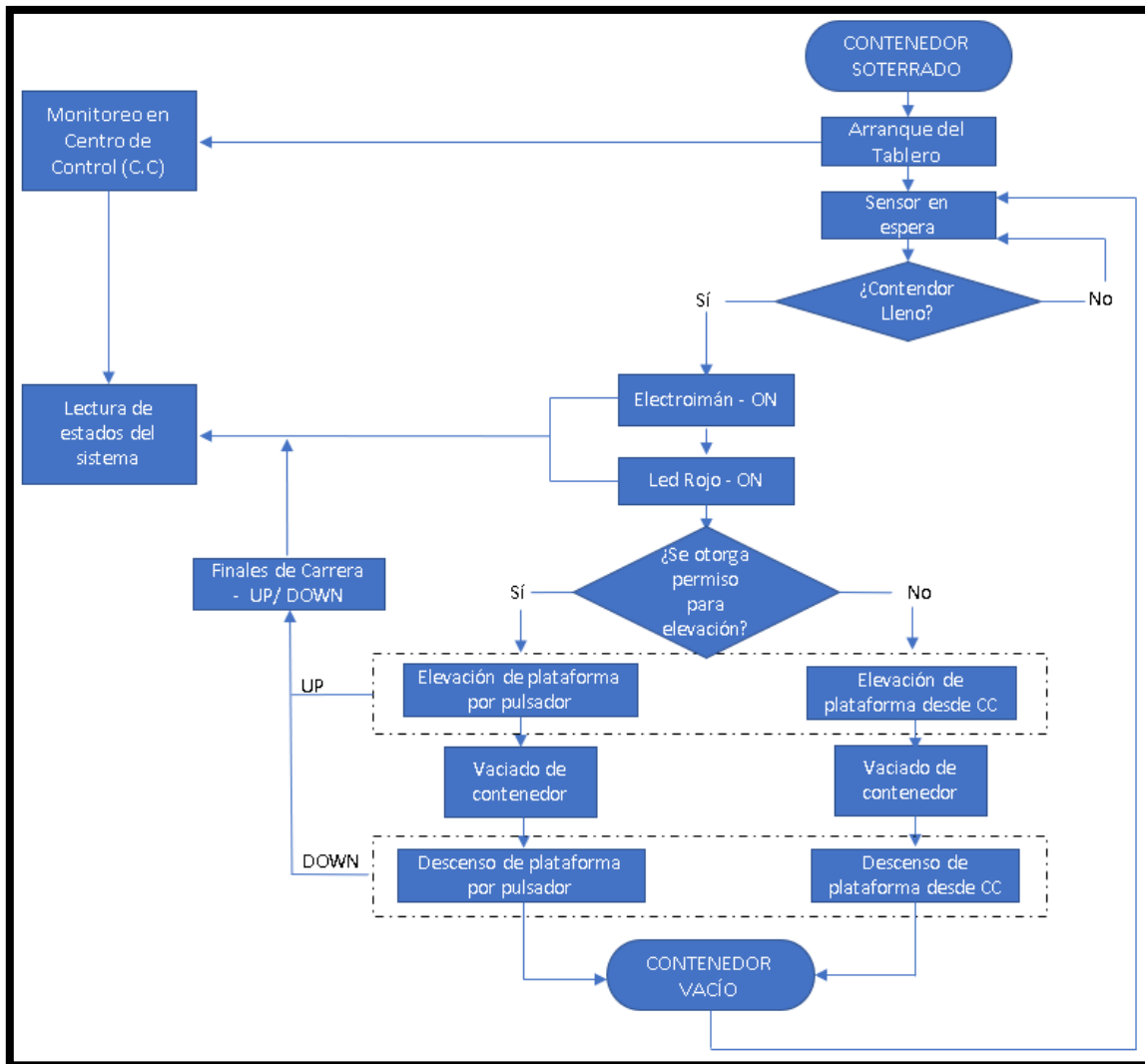


Figura 21 Diagrama de lazo del sistema

5. Diagrama de lazo

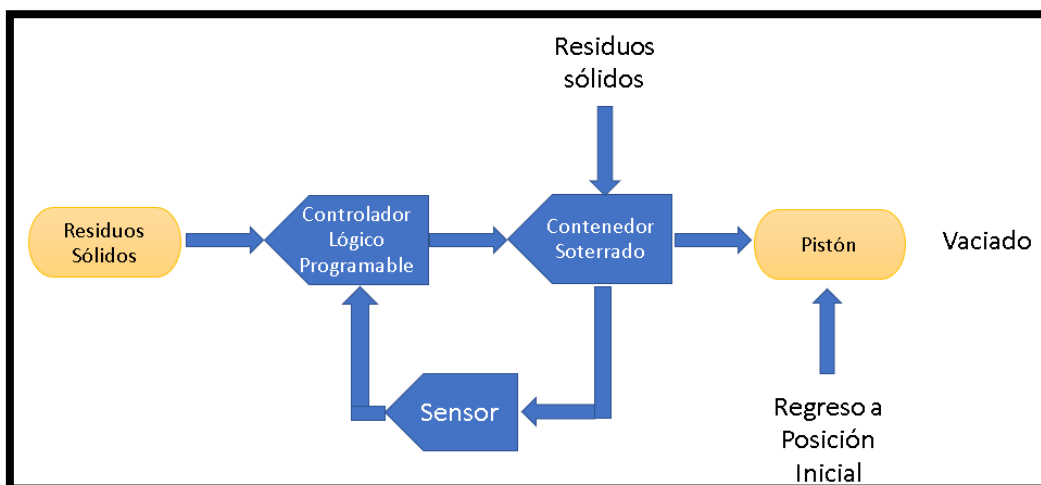


Figura 22 Diagrama de lazo del funcionamiento del sistema

6. Diagrama de Conexiones

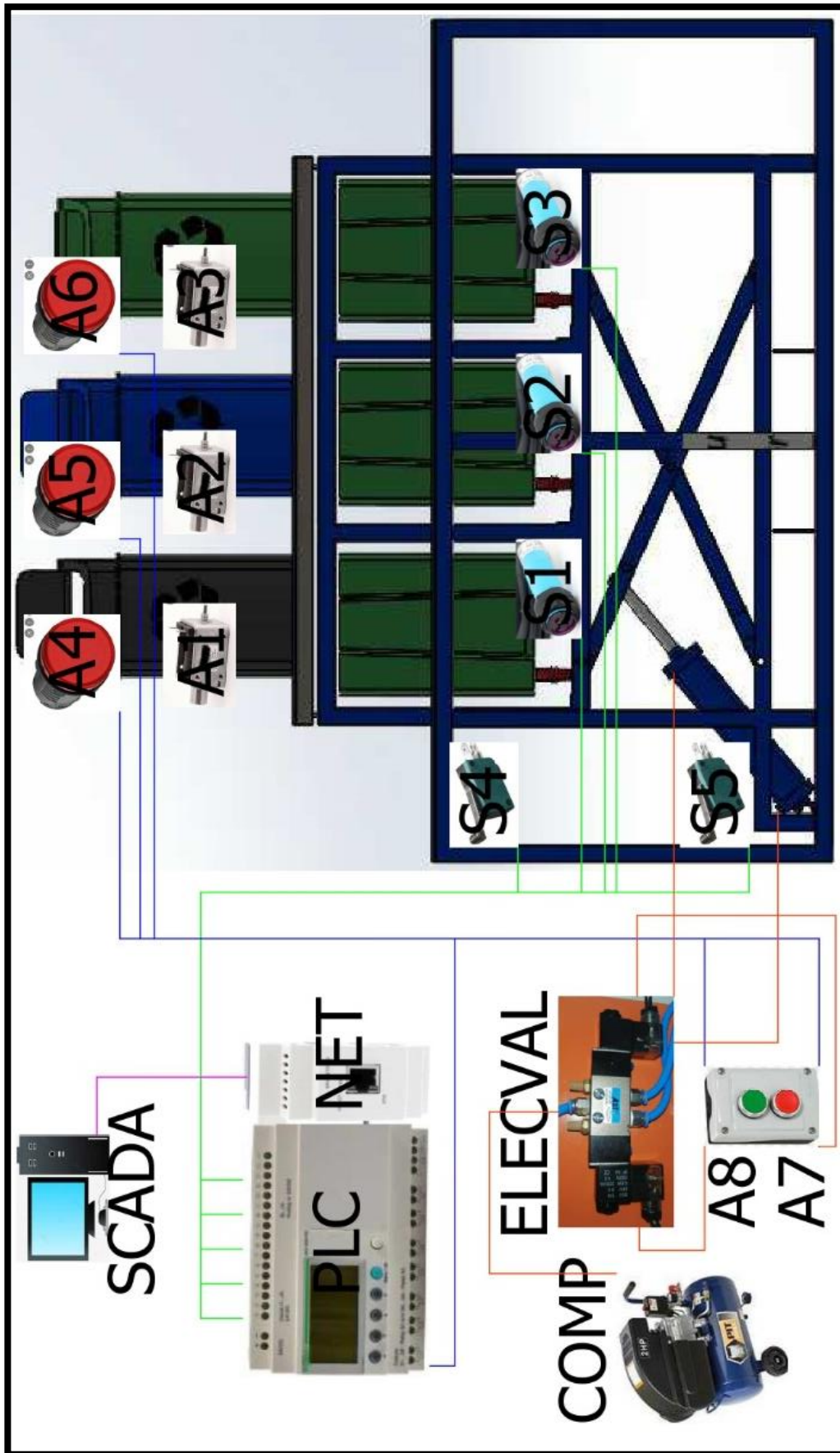


Figura 23 Diagrama de conexiones

Tabla 10: Leyenda del Diagrama de Conexión

LEYENDA - DIAGRAMA DE CONEXION		
ITEM	ANOTACION	DESCRIPCION
TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL		
1	PLC	CONTROLADOR ZELIO LOGIC
2	NET	MODULO ETHERNET
TABLERO ACCIONAMIENTO NEUMATICO		
3	ELECVAL	ELECTROVALVULA
4	COMP	COMPRESORA
5	A7	BOTÓN DOWN
6	A8	BOTÓN UP
CENTRO DE CONTROL Y MONITOREO		
7	SCADA	CENTRO DE CONTROL
ESTRUCTURA CONTENEDOR SOTERRADO		
8	A1	ELECTROIMÁN 01
9	A2	ELECTROIMÁN 02
10	A3	ELECTROIMÁN 03
11	A4	PILOTO ROJO 1
12	A5	PILOTO ROJO 2
13	A6	PILOTO ROJO 3
14	S1	SENSOR FOTOELECTRICO 1
15	S2	SENSOR FOTOELECTRICO 2
16	S3	SENSOR FOTOELECTRICO 3
17	S4	SENSOR FINAL DE CARRERA 1
18	S5	SENSOR FINAL DE CARRERA 2
CABLEADO		
19	Color Verde	CABLEADO – ENTRADAS A PLC
20	Color Azul	CABLEADO – SALIDAS A PLC
21	Color Naranja	CABLEADO – ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO
22	Color Rosa	CABLEADO - ETHERNET

7. Construcción de estructura

Estructura Base de Plataforma Elevadiza

Esta estructura está construida con perfil angular de 1" x 1/8" en acero estructural A36 en su mayor parte, de forma geométrica rectangular de 1220 x 1355 x 630 mm unidos con soldadura de arco y con electrodos 6011, especial para estructuras, la parte superior está cubierta con placas de DRYWALL y con acabado que asemejan a la acera de la calle donde será instalado.



Figura 24 Proceso de construcción de la estructura fija



Figura 25 Vista isométrica de la estructura

Plataforma Elevadiza

Esta plataforma está construida también en perfil angular de 1"x 1" x 1/8" en acero estructural A36, de forma geométrica rectangular de 900 x 400 x 430 mm unidos con soldadura de arco y con electrodos 6011, especial para estructuras, con compartimientos para 3 contenedores de diferentes tipos de residuos, la parte superior es una estructura independiente con 4 reguladores de nivel, está cubierta con placa de DRYWALL donde se alojarán los tachos que quedarán visibles y con acabado que se asemejen a la acera.



Figura 26 Plataforma elevadiza del contenedor soterrado



Figura 27 Regulador de nivel

Sistema Mecánico para la elevación de la plataforma

Este sistema consiste en piezas mecánicas construidas en perfil platina de 1" x 3/16 en acero estructural A36 y 700 mm de longitud (cuatro piezas), unidas por pernos de 5/16 " UNC desde la parte central y reforzadas con tubo negro estructural de 1/2" x 365 mm de longitud (cuatro piezas) y con rodamientos de bolas 6201 (cuatro rodamientos) en las puntas, que permitirán el desplazamiento de las tijeras con facilidad. Los mismos que permitirán la elevación de los contenedores, además lleva una base soporte en un extremo para la sujeción del cilindro neumático sujeta en ambos extremos con pernos de 3/6 " UNC.



Figura 28 Conexión de báscula con tijera de elevación



Figura 29 Tijera de elevación

Tachos de basura plásticos

Los tachos de basura a utilizar en este equipo son recipientes en material plástico de polietileno, a los cuales se les ha eliminado el fondo para que permita la caída de la basura al contenedor donde se alojarán finalmente los residuos hasta llegar a su capacidad máxima.



Figura 30 Tachos de basura - Vista Frontal



Figura 31 Tachos de basura - Vista desde la base

Contenedores de basura plásticos con ruedas

Los contenedores de basura a utilizar en este equipo son recipientes en material plástico de polietileno a los cuales se les ha instalado ruedas de 40 mm de diámetro x 20 mm de ancho, para mayor facilidad de desplazamiento desde el contenedor hasta el lugar final para el transporte de los residuos.



Figura 32 Contenedor Soterrado - Vista isométrica

Cilindro neumático

Se implementó un cilindro neumático de dos vías que con la presión de aire necesaria tendrá la fuerza suficiente para elevar la plataforma.



Figura 33 Accionamiento de Pistón Neumático

8. Armado de tablero

Para el control de este sistema se implementó dos tableros electrónicos: El primero de ellos es tablero de control principal, que contiene el controlador lógico programable, los relés y botonería principal, donde todas las señales de los sensores entrarán y dichas señales se enviarán a los actuadores. El segundo tablero, es uno de control neumático, conteniendo la unidad de mantenimiento y la electroválvula, cuyas señales irán al tablero de control principal.

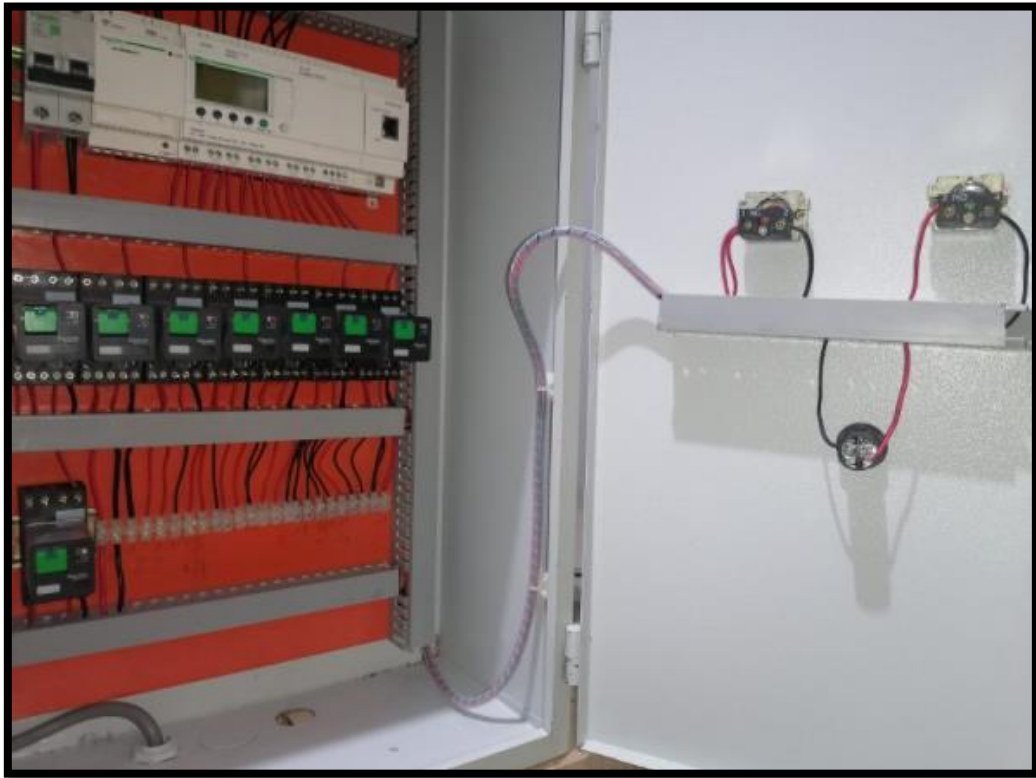


Figura 34 Vista Global de Tablero de control principal



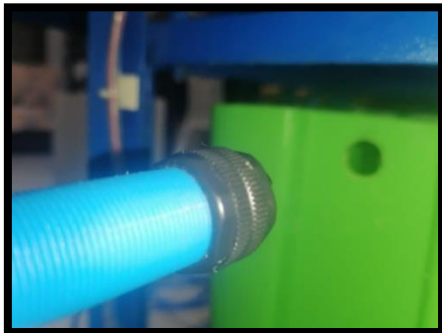
Figura 35 Tablero de control principal del sistema



Figura 36 Tablero de control neumático

9. Implementación de sensores y actuadores

Los dispositivos se encuentran ubicados estratégicamente de acuerdo las necesidades del sistema.



Sensores Fotoeléctricos: Ubicados para que a través de un orificio tengan llegada al panel reflectivo para su respectivo accionamiento



Sensores Final de Carrera: Ubicados para que sean accionados al momento que la plataforma sube o baja



Led Rojo: Ubicados en la superficie de la tapa de los tachos de basura, los cuales se accionarán cuando el contenedor se encuentre lleno.



Electroimán: Creados a partir de una bobina de cobre, se accionarán cuando los sensores detecten el estado lleno de los contenedores.



Pulsadores UP/DOWN: Luego del permiso por parte del centro de monitoreo y control, la plataforma se podrá subir accionando estos pulsadores para la subida y bajada respectiva.










10. Programación en ZelioSoft2

El controlador lógico programable está programado en el software ZelioSoft2, para ellos se utilizó el lenguaje FBD (Diagrama de Bloques Funcionales), ya que debido al módulo ethernet, este tiene la condición de no poder programarse en lenguaje ladder.

El primer paso es configurar las señales de entrada y señales de salida.









Entradas Físicas

TABLA 11 Entradas Físicas -software zeliisoft 2

Entrada	N.º	Símbolo	Función	Candado	Parámetros	Comentario
I1	B000		Botón pulsador luminoso	---	Nohay parámetros	INICIO
I2	B001		Botón pulsador	---	Nohay parámetros	STOP
I4	B004		Detector de proximidad	---	Nohay parámetros	S. FOT01
I5	B005		Detector de proximidad	---	Nohay parámetros	S. FOT02
I6	B006		Detector de proximidad	---	Nohay parámetros	S. FOT03
I7	B010		Detector de presencia	---	Nohay parámetros	S. CARR01
I8	B011		Detector de presencia	---	Nohay parámetros	S. CARR02
I9	B023		Botón pulsador luminoso	---	Nohay parámetros	DOWN
IA	B024		Botón pulsador luminoso	---	Nohay parámetros	UP






Salidas Físicas











TABLA 12 Salidas - software zeliosoft 2

Salida	N.º	Símbolo	Función	Comentario
Q1	B015		Cilindro	BOB01
Q2	B016		Indicador rojo	LED01
Q3	B017		Cilindro	BOB02
Q4	B018		Indicador rojo	LED02
Q5	B019		Cilindro	BOB03
Q6	B020		Indicador rojo	LED03
Q7	B021		Resistencia	DOWN
Q8	B022		Resistencia	UP

Funciones configurables.

TABLA 13 Bloques de funciones - software zeliosoft 2

N.º	Símbolo	Función	Candado	Remanencia	Parámetros	Comentario
B003		Báscula RS	---	---	Prioridad: RESET prioritario	
B007		Temporizador A/C	No	No	Retardo MARCHA: 80 x 0,1 s Retardo PARO: 0 x 0,1 s	
B008		Temporizador A/C	No	No	Retardo MARCHA: 80 x 0,1 s Retardo PARO: 0 x 0,1 s	
B009		Temporizador A/C	No	No	Retardo MARCHA: 80 x 0,1 s Retardo PARO: 0 x 0,1 s	
B025		Entrada de un entero	---	---	No hay parámetros	DOWN

B026		Entrada de un entero	---	---	No hay parámetros	UP
B027		Entrada de un entero	---	---	No hay parámetros	PERMISO
B039		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	DOWN MAN
B041		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	UP MAN
B042		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	DOWN SCADA
B043		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	UP SCADA
B044		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	DOWN
B045		Función Booleana	---	---	Ver detalles a más distancia	UP
B047		Texto	---	---	Ver detalles a más distancia	
B048		Texto	---	---	Ver detalles a más distancia	

Procedemos a realizar la programación, se comienza con un bloque de “SET y RESET” para el arranque del sistema. Los sensores irán a unos bloques “TIMER” tipo A/C, configurados para activarse al sensar los residuos sólidos por 8 segundos, esta señal va a un bloque “BOOLEAN”. Para el accionamiento del pistón se puede activar desde unos pulsadores ubicados en la plataforma o desde el centro de monitoreo y control. Para el accionamiento manual, se tomó 4 bloques “BOOLEAN” los cuales solo se activarán con las condiciones de un permiso desde el centro de monitoreo y control, y si es que está sensando residuos sólidos.

Configuración de los bloques de función booleana

A continuación, se detalla el cómo están configurados los bloques de la parte de activación del pistón, separando un grupo de bloques para la botonería física y otro para el centro de monitoreo y control.


B039	 Función BOOLEAN Booleana	DOWN MAN	
Salida MARCHA si resultado VERDADERO			
ENTREE 1	ENTREE 2	ENTREE 3	SORTIE
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

TABLA 14 Función booleana para Bloque DOWN MAN


B041	 Función BOOLEAN Booleana	UP MAN	
Salida MARCHA si resultado VERDADERO			
ENTREE 1	ENTREE 2	ENTREE 3	SORTIE
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
1	1	0	0
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

TABLA 15 Función booleana para Bloque UP MAN


B042	 Función BOOLEAN Booleana	DOWN SCADA
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

TABLA 16 Función booleana para Bloque DOWN SCADA


B043	 Función BOOLEAN Booleana	UP SCADA
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

TABLA 17 Función booleana para Bloque UP SCADA


B044	 Función BOOLEAN Booleana	DOWN
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

TABLA 18 Función booleana para para ingreso a salida DOWN


B045	 Función BOOLEAN Booleana	UP
Salida MARCHA si resultado VERDADERO		
ENTREE 1	ENTREE 2	SORTIE
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

TABLA 19 Función booleana para para ingreso a salida UP

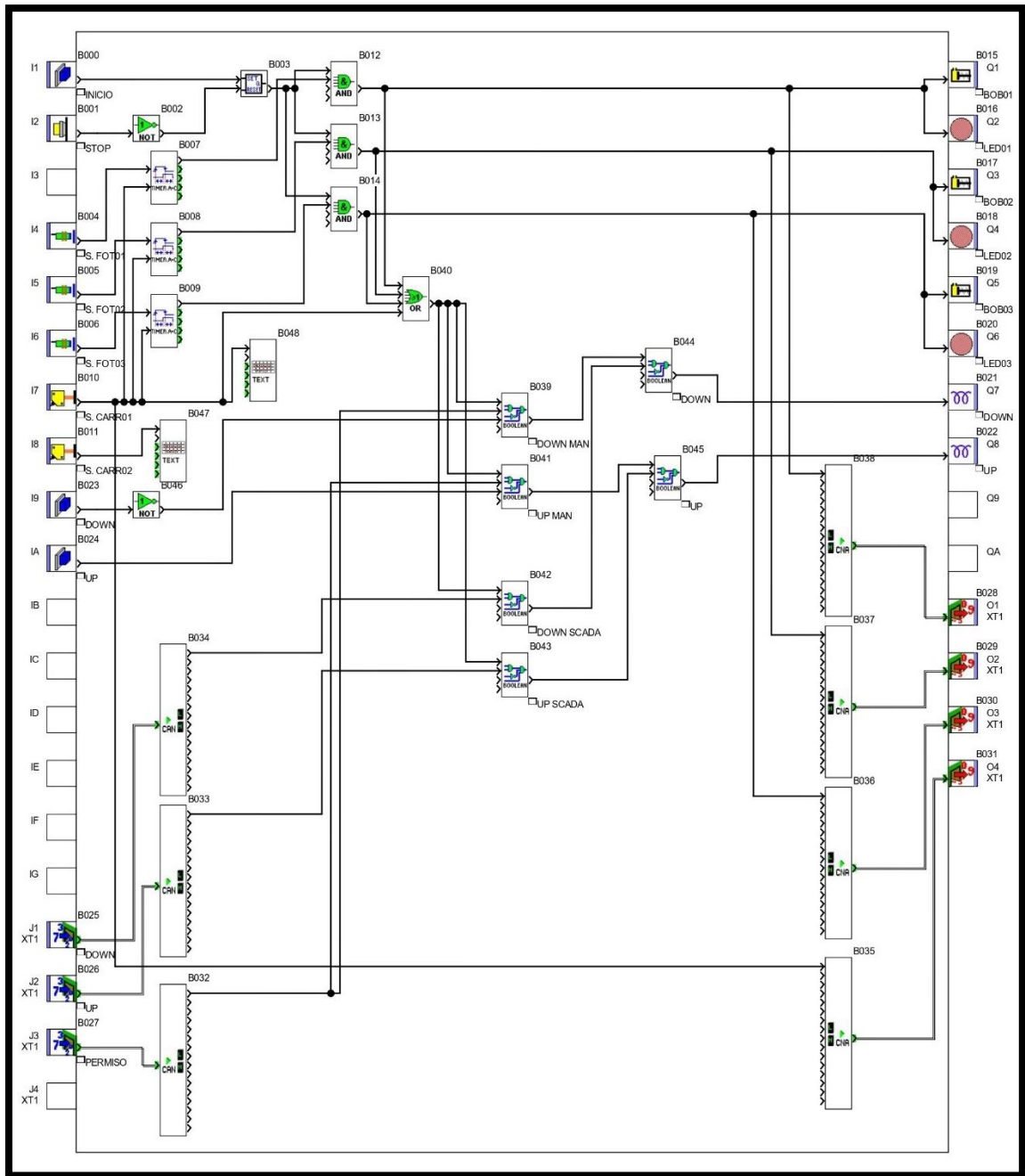


Figura 37 Programación en bloques FBD en ZELIOSOFT2

Para la comunicación Ethernet se utilizó el módulo SR3NET01, este módulo permitirá el enlace con el sistema de monitoreo y control mediante el protocolo Modbus TCP/IP.

Maitre/Master		ZELIO FBD						
Modbus address								
IEC	Standard			Word				
% MW 16	4001 + 16	Entrées Inputs	J1XT1		L/E R/W			
% MW 17	4001 + 17		J2XT1					
% MW 18	4001 + 18		J3XT1					
% MW 19	4001 + 19		J4XT1					
% MW 20	4001 + 20	Sorties Outputs	O1XT1		Lecture Read			
% MW 21	4001 + 21		O2XT1					
% MW 22	4001 + 22		O3XT1					
% MW 23	4001 + 23		O4XT1					
% MW 32	4001 + 32	Horloge Clock	Seconds	Week day	L/E R/W			
% MW 33	4001 + 33		Hours	Minutes				
% MW 34	4001 + 34		Month	Day/month				
% MW 35	4001 + 35		Century	year				
% MW 48	4001 + 48	Status			L/R			
		Alarm code	7	3	2	1	0	

1=Time out Default → bit 7
 1=Run / 0=Stop → bit 3
 1=Monitoring → bit 2
 1=Alarm → bit 1
 1=Error → bit 0

FIGURA 38 Lista de dirección módulo ethernet - Bits de entrada y salida

En la Figura 32 se muestra las direcciones que se tomarán para la lectura y escritura desde el centro de monitoreo y control, para esta acción se usan dos bloques, uno para la conversión de bit a palabra y otro de palabra a bit.

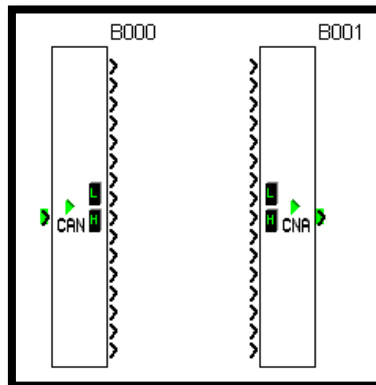


Figura 39 Bloques para conversión BIT-PALABRA/ PALABRA-BIT

Para subir el programa al controlador se usa el cable de programación SR2USB01.



Figura 40 Cable de programación SR2USB01

Se tiene que verificar la comunicación con el puerto COM correspondiente.

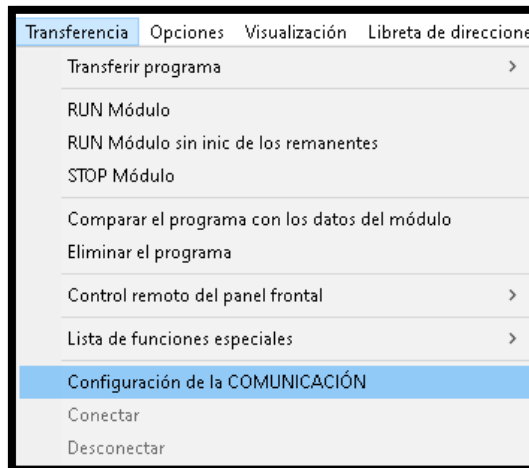


Figura 41 Primer paso para configurar comunicación PC-MÓDULO

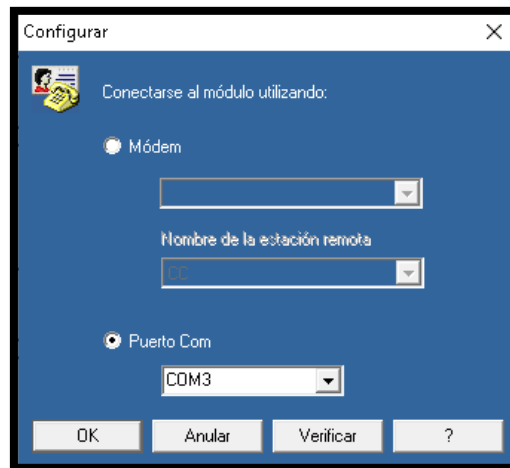


Figura 42 Se verifica la comunicación PC-MÓDULO

Para la comunicación Ethernet se tiene que configurar la IP estática de la siguiente manera:

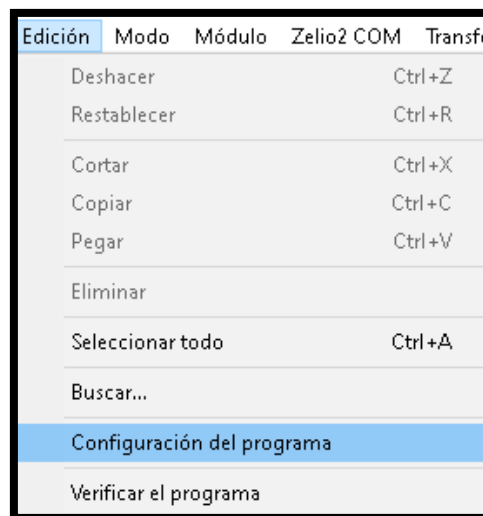


Figura 43 Primer paso para establecer comunicación Ethernet

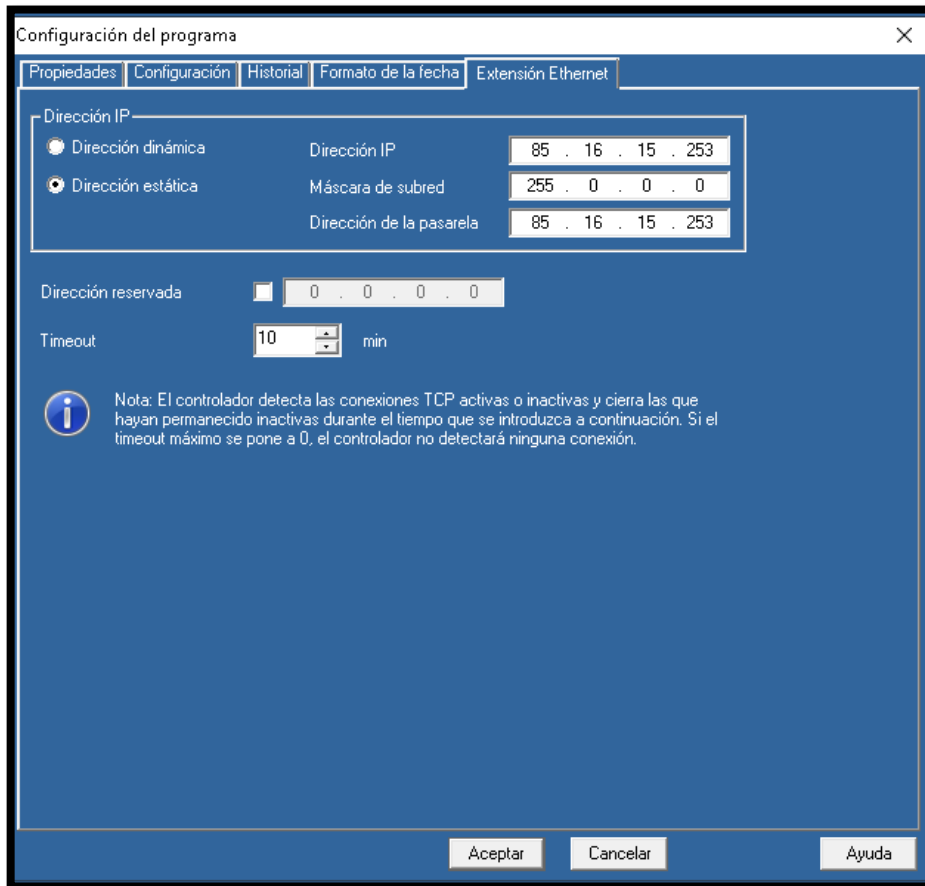


Figura 44 Establecimiento de IP estática para comunicación Ethernet

Una vez verificada la comunicación, se procede a transferir la programación PC>>Módulo.

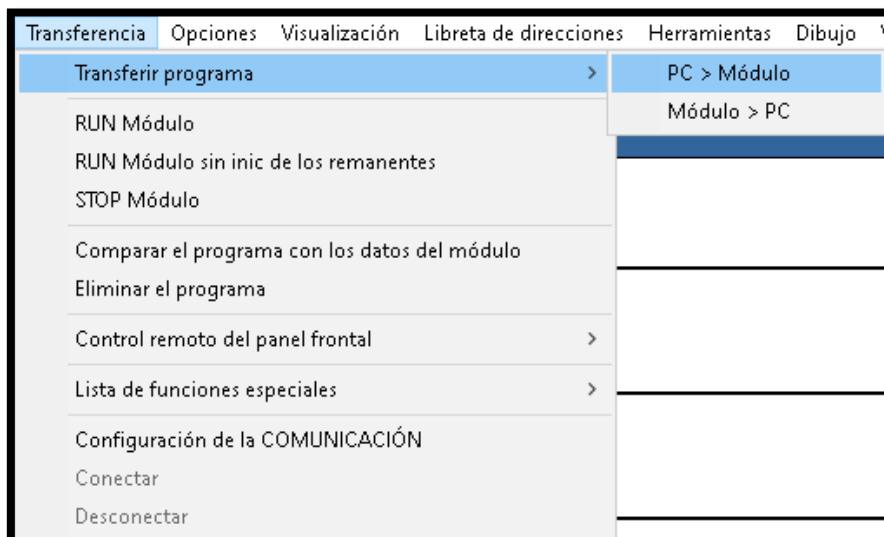


Figura 45 Transferencia de programación PC>Módulo

11. Programación en LabVIEW

Se realizó un SCADA en el software LabVIEW, con la finalidad de tener el control y monitoreo en tiempo real del sistema.

A continuación, se muestra la pantalla SCADA:



Figura 47 Panel menú principal en centro de monitoreo y control



Figura 46 Panel de monitoreo y control

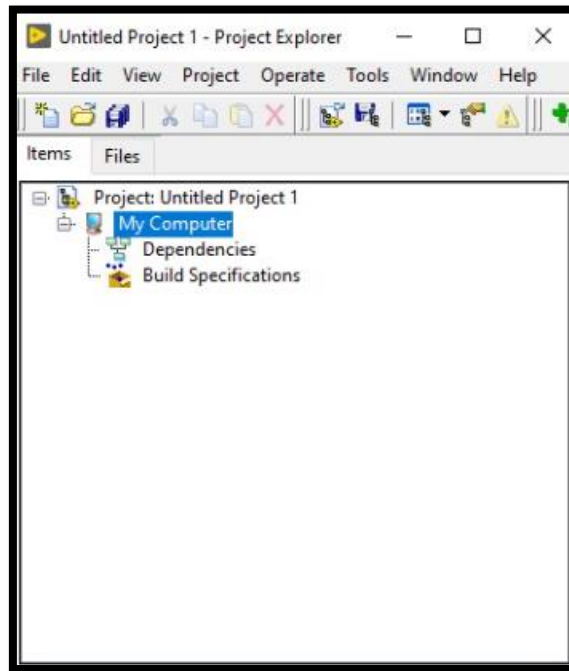


Figura 48 Creación de nuevo proyecto en LabVIEW

Configuración Zelio-LabVIEW:

Para establecer una comunicación entre el módulo Zelio y la plataforma LabVIEW, se toma como base las direcciones establecidas que maneja el software Zelio, tal como se muestra en la Figura 32.

El primer paso es crear un nuevo proyecto, para luego establecer un servidor Modbus.

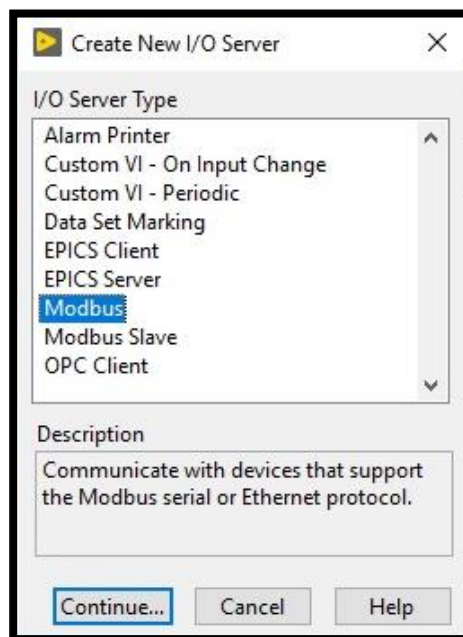


Figura 49 Creación de Servidor Modbus

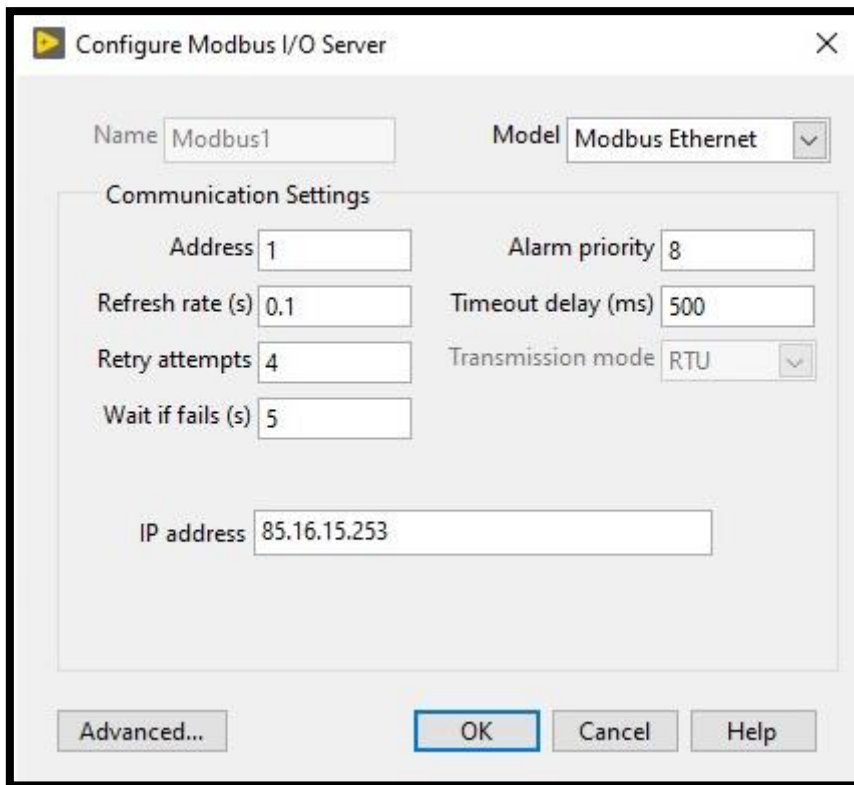


Figura 50 Configuración de protocolo Modbus TCP/IP

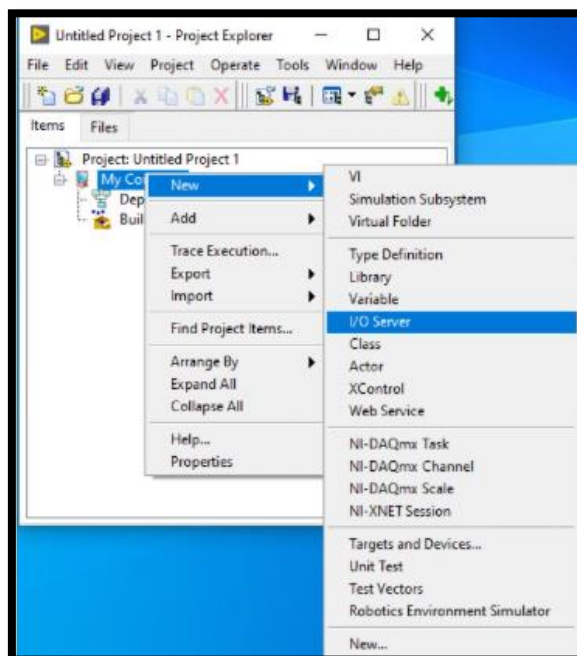


Figura 51 Establecimiento de IP de PLC - Maestro

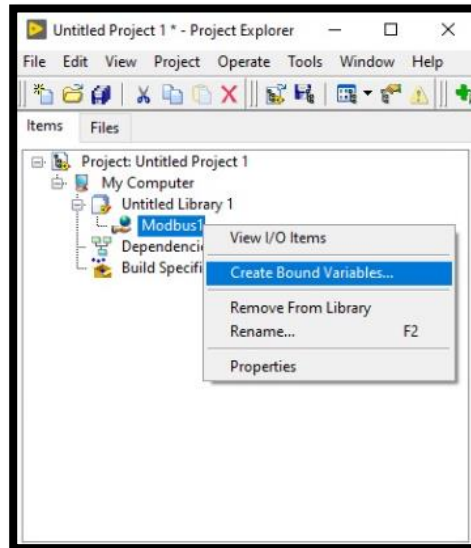


Figura 52 Creación de variables de los bits de entrada y salida

Una vez creado el servidor, se procede a llamar los bits tanto de entrada y salida que se usarán.

Bits de entrada

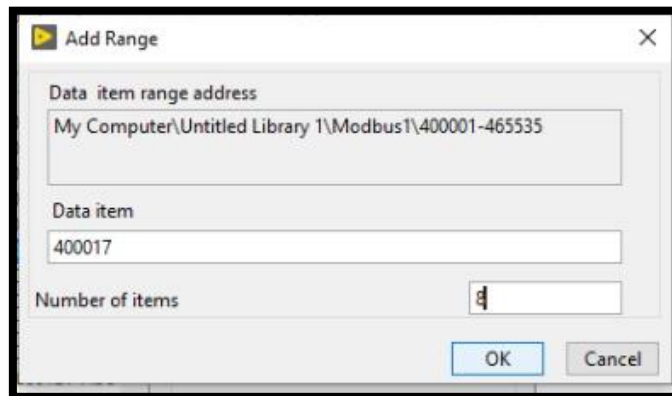


Figura 53 Se agrega los bits desde el rango 400017 hasta 400024

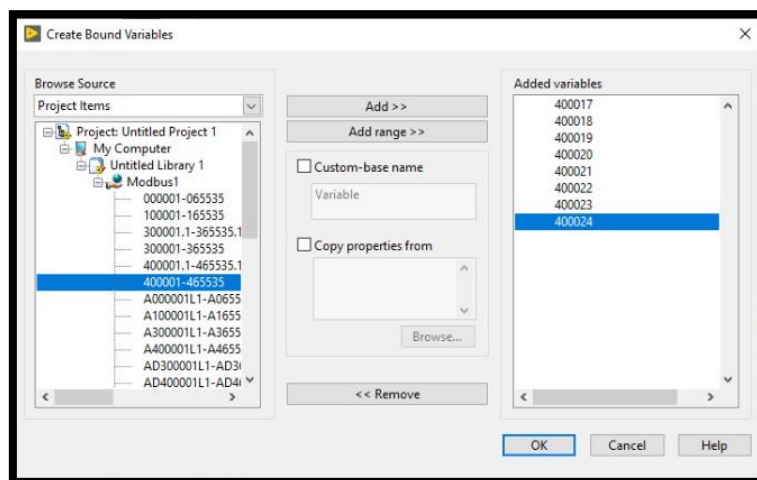


Figura 54 Se agrega los bits de comunicación

Bits de salida

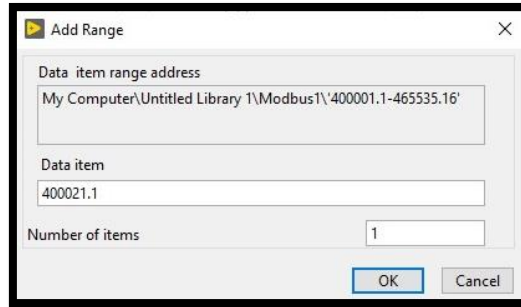


Figura 55 Se agrega los bits que se tomarán por cada salida, desde el rango 400021 hasta 400024

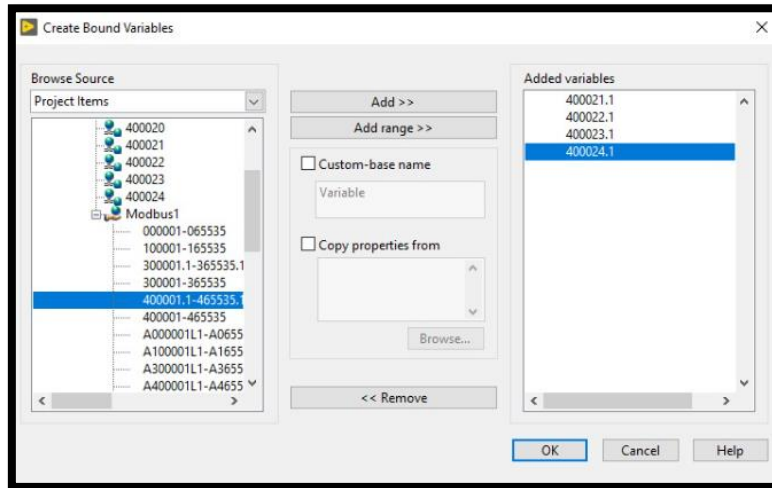


Figura 56 Se toma el primer bit desde el rango 400021 hasta 400024

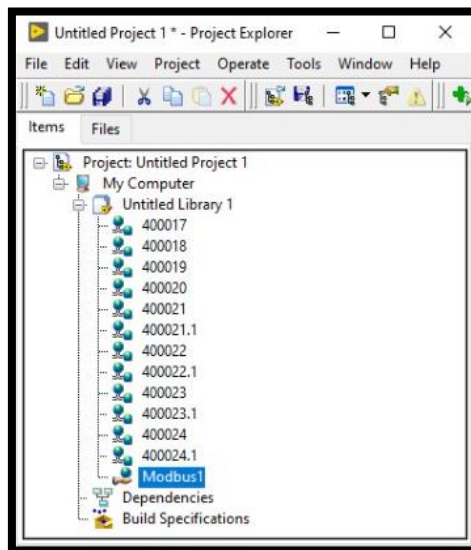


Figura 57 Bloques de bits para comunicación Ethernet

	Path	Name	Var Type	Data Type	Network-Published: Buffering	Network-Published: Buffer Size	Network-Published: Bind to Source	Network-Published: Access Type	Network-Published: Binding Type	Network-Published: Project Path	Network-Published: Writers
400017	.../My Computer/Untitled Library 1/	400017	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400017	Multiple Writers
400018	.../My Computer/Untitled Library 1/	400018	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400018	Multiple Writers
400019	.../My Computer/Untitled Library 1/	400019	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400019	Multiple Writers
400020	.../My Computer/Untitled Library 1/	400020	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400020	Multiple Writers
400021	.../My Computer/Untitled Library 1/	400021	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400021	Multiple Writers
400021.1	.../My Computer/Untitled Library 1/	400021.1	Network-Publis...	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	.../odbus1\400021.1	Multiple Writers
400022	.../My Computer/Untitled Library 1/	400022	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400022	Multiple Writers
400022.1	.../My Computer/Untitled Library 1/	400022.1	Network-Publis...	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	.../odbus1\400022.1	Multiple Writers
400023	.../My Computer/Untitled Library 1/	400023	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400023	Multiple Writers
400023.1	.../My Computer/Untitled Library 1/	400023.1	Network-Publis...	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	.../odbus1\400023.1	Multiple Writers
400024	.../My Computer/Untitled Library 1/	400024	Network-Publis...	Uint16	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read/write	Project	.../Modbus1\400024	Multiple Writers
400024.1	.../My Computer/Untitled Library 1/	400024.1	Network-Publis...	Boolean	<input checked="" type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>	read only	Project	.../odbus1\400024.1	Multiple Writers

Figura 58 Lista de variables de entradas y salidas

Panel frontal: Una vez establecida la comunicación, se procedió a crear la interfaz, ubicando los indicadores adecuados para el monitoreo y control de las islas de contenedores.

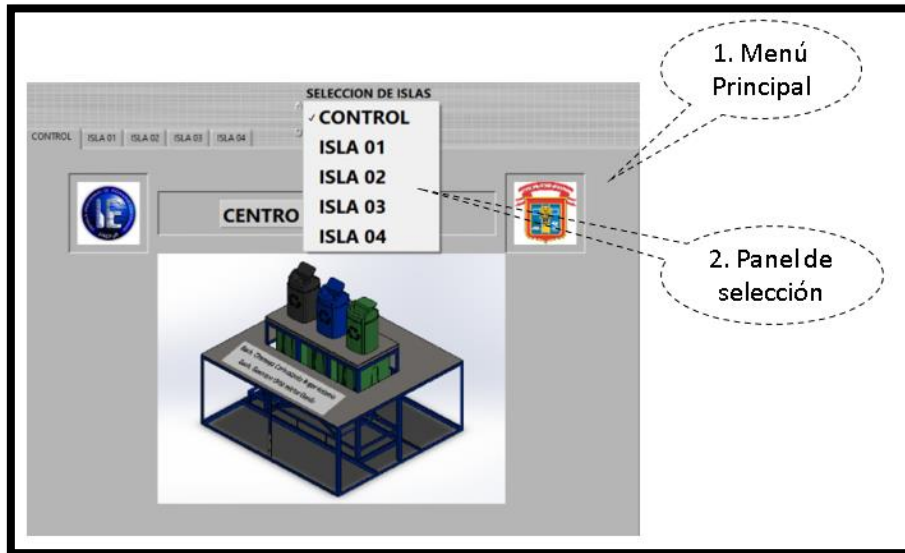


Figura 59 Panel principal e indicadores

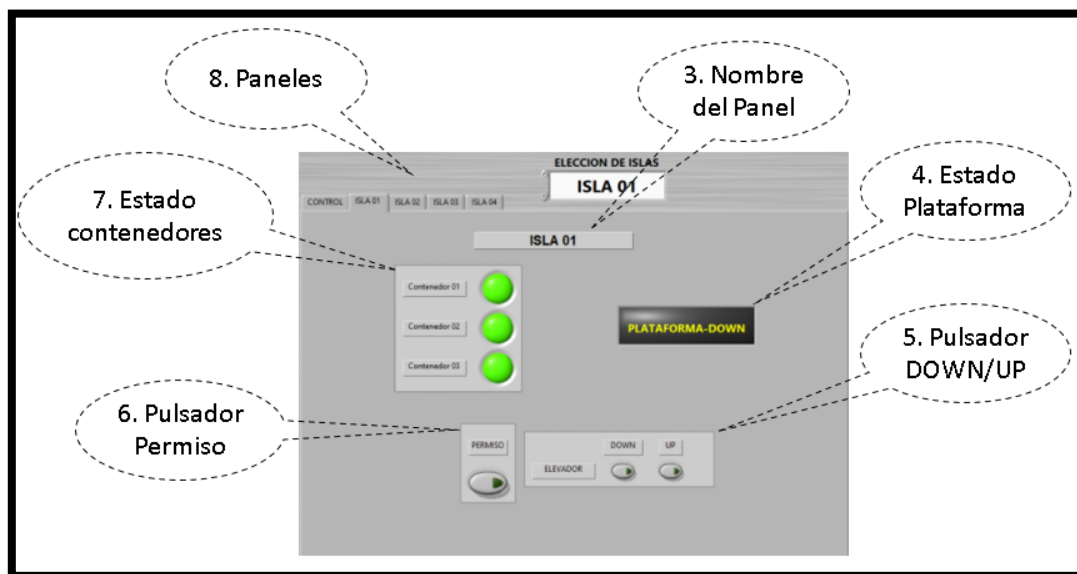


Figura 60 Panel de monitoreo e indicadores

1. Menú Principal:

Panel principal del centro de monitoreo y control

2. Panel de Selección:

Panel desplegable donde se puede elegir la isla a la que se desea realizar su monitoreo o control.

3. Nombre del Panel:

Indica la isla a la que se está realizando el monitoreo o control.

4. Estado de Plataforma:



Indica que la plataforma está en estado de reposo.



Indica que la plataforma ha ascendido para el retiro de los contenedores de basura.

5. Pulsador DOWN/UP:



Pulsador que permite el descenso de la plataforma a su estado de reposo.



Pulsador que permite el ascenso de la plataforma para el vaciado de contenedores.

6. Pulsador Permiso:

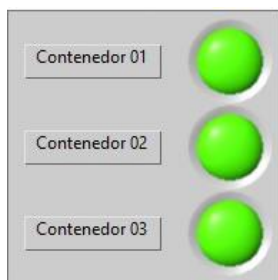


En este estado, no se puede accionar los pulsadores ubicados en la estructura.

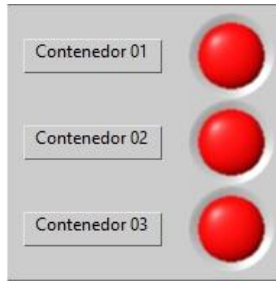


En este estado, se puede accionar los pulsadores ubicados en la estructura.

7. Estado Contenedores:



Indica que los contenedores no se encuentran llenos.



Indica que los contenedores se encuentran llenos.

8. Paneles:

Se aprecia los diferentes paneles por los cuales se puede navegar.

Diagrama de Bloques:

Para la programación se utilizó diagramas de bloques propios del software LabVIEW, donde se utilizó los bloques de los bits que se crearon al principio.

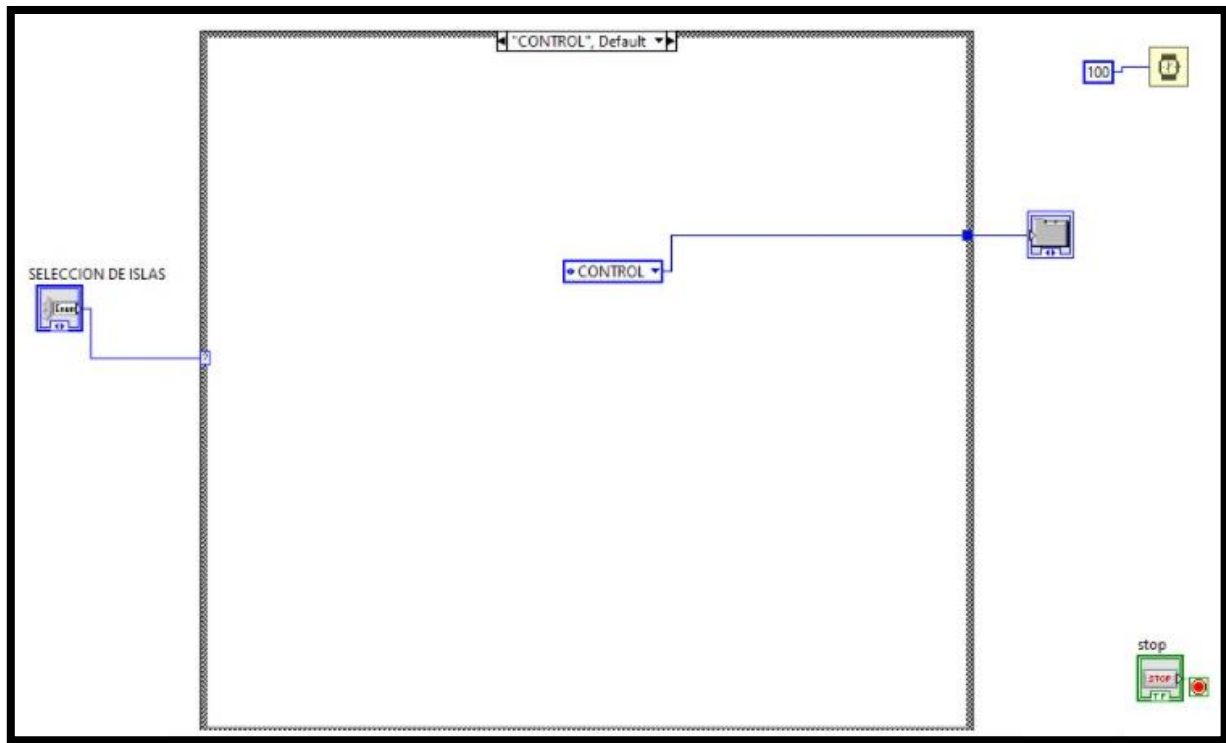


Figura 61 Diagrama de bloques del panel de menú principal

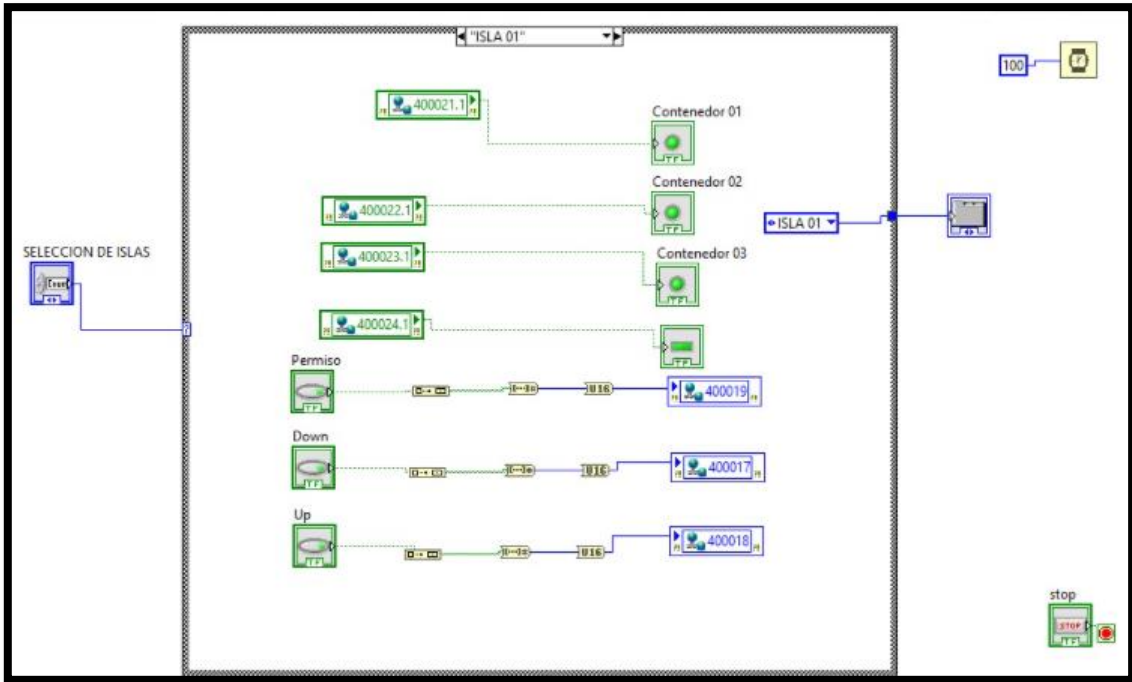


Figura 62 Diagrama de bloques del sistema de monitoreo en LabVIEW

Creación de Ejecutable (.exe):

Se optó por la creación de un Ejecutable, el cual se crea un instalador que permite correr el centro de monitoreo y control en cualquier equipo aún si no se tuviera la plataforma LabVIEW.

data	13/11/2021 11:52	Carpeta de archivos	
CONTENEDOR SOTERRADO.aliases	11/11/2021 02:25	Archivo ALIASES	1 KB
CONTENEDOR SOTERRADO	11/11/2021 02:25	Aplicación	1,553 KB
CONTENEDOR SOTERRADO	11/11/2021 02:25	Opciones de confi...	1 KB

Figura 64 Aplicación Ejecutable - extensión .EXE

CAPÍTULO IV: ESTUDIO ECONÓMICO

TABLA 20 Tabla de Inversiones

TABLA DE INVERSIONES				
ITEM	CANTIDAD	CONCEPTO	MONTO UNIT (S/.)	MONTO TOTAL (S/.)
Estructuras				
1	1	Estructura metálica	3300	3300
2	1	Gabinete 40x30x15	55	55
3	1	Gabinete 60x50x15	120	120
Equipos de control				
4	1	PLC Zelio Modular SR3, 24VDC	630	630
5	1	Cable de Conexión PC-USB	300	300
6	1	Fuente de alimentación, 1.2A, 100A	212	212
7	9	Relé Run 8 pines 24 VDC 2(NA+NC)	28	252
8	9	Base Para Relé 8 pines	15	135
Instrumentación				
9	1	Compresora Pitbull ZBM25A	268	268
10	2	Reguladores M8	15	30
11	3	Conectores M8	5	15
12	2	Silenciadores 1/8	7	14
13	10	M8	5	50
14	1	Unidad de Mantenimiento	100	100
15	2	Unión M6xM8	7	14
16	2	Conectores M8x1/4	5	10
17	1	Electroválvula 5/2	100	100
18	1	Aceite de Mantenimiento	40	40
19	1	Conector para compresora M8	10	10
20	1	Adaptador Compresor	12	12
21	2	Adaptadores de pistón	10	20
22	2	Conectores M8 - Pistón	5	10
23	1	Jumper - Uniones	2.5	2.5
24	1	Jumper - Cable M+H	6	6
25	16	Cable 2x18	2	32
26	10	Cable 3x18	2.5	25
28	1	Fuente de alimentación 12V - 5A	40	40
29	1	Pines	2	2
30	3	Pestillo Bobinas	45	135
32	3	Sensores Fotoeléctricos	50	150
33	2	Sensores Finales de Carrera	5	10
34	5	NLT 3x14	5.5	27.5
35	1	100 cintillos	6	6
36	2	Riel DIN	5	10
37	4	Canaleta 40x40	8	32

38	2	Piloto Verde	5	10
39	2	Piloto Rojo	5	10
40	2	Borneras Baquelita	8	16
41	1	Enchufe Tierra	15	15
42	12	Prensa Estopa PG16	1.5	18
44	1	Conectores para Zelio	18	18
45	25	Cable GPT 16AWG, 300 VAC	0.8	20
46	25	Cable GPT 16 AWG, 300 VAC	0.8	20
Otros				
47	1	Fotocopias	60	60
48	1	Pasajes-Movilidad	170	170
48	1	Misceláneos	200	200
TOTAL				6732

Según se detalló en el apartado Planteamiento del Problema, el resumen de gasto anual en gestión de los residuos sólidos es el siguiente:

TABLA 21 Resumen de Gasto Anual en Gestión de Residuos Sólidos

Recojo de residuos sólidos	S/. 11,792,992.11
Barrido de calles	S/. 5,672,912.95
Parques y jardines	S/. 5,695,059.17
COSTO TOTAL (ANUAL)	S/. 23,160,964.23

Fuente: (Chiclayo M. d., 2012)

TABLA 22 Resumen de gastos - RECOJO DE RESIDUOS SOLIDOS

Costos total Mano de obra	S/. 5,935,952.66
Costo total combustible (22 und.)	S/. 3,366,494.23
Gasto equipos – recolección de residuos	S/. 3,268.00
Gasto equipos – vehículos de recolección	S/. 8,950.00
Costo EPPs	S/.99,302.00

Costo Mantenimiento	S/.300,000.00
Misceláneos	S/. 2,079,025.22
TOTAL	S/. 11,792,992.11

Fuente: (Chiclayo M. d., 2012)

La información recolectada mostró los siguientes datos:

Una compactadora lleva consigo 4 ayudantes para la recolección. Si se toma en cuenta un punto crítico como el mercado modelo, el cual tiene una densidad de residuos de 377 Kg/m³ y dos contenedores de 5m³ de capacidad, los cuales son descargados de manera manual con palas por un lapso de 40 min por contenedor. Es decir que en un punto crítico se demoran alrededor de 1h 20 min en el cual la compactadora no está operando. En resumen, en 10 puntos críticos más, en un día se recogen 1000 Kg aprox., con una densidad de 365 Kg/m³ tomándose de 45 min a 1h con 4 ayudantes debido a la falta de control en estos lugares y la basura esparcida por las calles. (Consultora de Implementación Chiclayo Limpio, 2016)

La solución propuesta de contenedores soterrado automatizados, mostraría los siguientes resultados:

TABLA 23 Propuesta de mejor de gestión con contenedores soterrados

Gestión de recolección - Actual	Gestión de recolección- Con Contenedores
Mercado Modelo + 10 puntos críticos	Mercado Modelo + 10 puntos críticos
- Tiempo de recojo de basura De 40 min a 1h	- Tiempo de recojo de basura 10 a 15 min por isla
- Capacidad de contenedores de basura 2 contenedores 5 m ³ (Mercado Modelo)	- Capacidad de contenedores de basura

El resto de puntos críticos no cuenta con un control de la cantidad de contenedores que se tiene	3 contenedores por isla de $5m^3$ cada contenedor.
- Días de recojo de basura Lunes a Domingo, en el mejor de los casos	- Días de recojo de basura Lunes a Domingo, 1 Viajes/Día (Tarde o Noche) De acuerdo a lo monitoreado en el centro de control
- Recolección por día 3770 kg/día (Modelo) 1000 kg en cada contendor (10 puntos críticos) = 10000 Kg En total= 13770 Kg Aprox.	- Recolección por día Si se toma en cuenta 11 puntos críticos y una isla de 3 contenedores cada uno: $11 \times 3 \times 1000 \text{Kg} = 33000 \text{Kg}$ Aprox.
- Número de trabajadores 1 chofer + 4 ayudantes	- Número de trabajadores 1 chofer + 1 ayudante

Fuente: Propia

El costo de inversión de contenedores soterrados, las compactadoras y gastos administrativos, sería el siguiente:

TABLA 24 Gastos de implementación

Ítem	Descripción	Cantidad	C. Unitario (S/.)	C. Total (S/.)
1	Compra de compactadora de capacidad $21m^3$	3	1,120,000.00	3,360,000.00
2	Compra e implementación de contenedores soterrados	11	30,800.00	338,800.00
3	Compra de Arquetas prefabricas + Capacitaciones	11	16,360.00	179,960.00

4	Implementación del centro de control + software LabView	1	187,200.00	187,200.00
5	Implementación de Tableros de Automatización	11	16,849.00	185,339.00
6	Pagos a empleados	1	27,200.00	27,200.00
Costo Total				4,278,499.00

Fuente: Propia

TABLA 25 Gastos para Implementación de centro de control

Implementación del centro de control + software LabVIEW					
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo U	Costo Total	Tipo de Pago
1	CPUs y accesorios	1	15000	15000	pago único
2	LabView (Licencia) Aplicativo de	1	17200	17200	pago único
3	Monitoreo	1	5000	5000	pago único
4	Red de comunicación	1	150000	150000	pago único
Costo Total				187200	

Fuente: Propia

TABLA 26 Gastos de implementación de tableros de automatización

Implementación de Tableros de Automatización					
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo U	Costo Total	Tipo de Pago
1	Gabinetes	11	150	1650	pago único
2	PLC ZELIO + Accesorios Programación y	11	1699	18689	pago único
3	Armado de TC Implementación de tableros y dispositivos	11	5000	55000	pago único
4	por contenedor	11	10000	110000	pago único
Costo Total				185339	

Fuente: Propia

TABLA 27 Gastos en pagos a empleados

Pagos a empleados						
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo U	Costo Total	Costo Total	Tipo de Pago
1	Chofer	3	2250	6750		anual
2	Ayudante	3	1350	4050		anual
3	Supervisor	3	3000	9000		anual
4	Administrativo	1	2500	2500		anual
5	EPPs	3	800	2400		anual
	Mantenimiento					
6	Mecánico	1	2500	2500		anual
					27200	
					Costo Total	

Fuente: Propia

En la tabla 23 se puede apreciar que por contenedor se gastaba mucho personal y se hacían recorridos innecesarios en algunas ocasiones para el recojo de la basura. Debido a que actualmente hay alrededor de 22 camiones de recolección, hace que el gasto de gasolina sea un valor de importancia si lo que se busca es un ahorro a largo plazo.

En la propuesta se busca individualizar el recojo de los residuos sólidos a las 3 compactadoras que se adquirirán, dejando libre los otros 22 camiones y personal para su respectiva disposición por parte de la gerencia.

Dicho esto, el gasto correspondiente a combustible por parte de las compactadoras es la siguiente:

TABLA 28 Gastos de combustible para compactadoras nuevas

Gastos Combustible	
Unidades	3
Km Recorridos	80
N° de viajes	1
Gasto de Gasolina (Km/gal)	10
Costo de Gasolina (S/.)	19
Gasto Diario (S/.)	456
Gasto Anual (S/.)	166,440.00

Fuente: Propia

Ahorro propuesto: Con este proyecto se busca independizar el recojo de los contenedores a solo las 3 unidades de compactadoras nuevas y adicionalmente solo trabajar con 8 camiones para el recojo en de basura en puntos no críticos. Con respecto a la mano de obra, se reduciría el personal en un 30% al no trabajar con todas las unidades a la vez y al no ser necesario tantos ayudantes por unidad.

TABLA 29 Costos propuestos

Costos total Mano de obra (70%)	S/. 4,155,166.86
Costo total combustible (11 und)	S/. 1,683,247.115
Gasto equipos – recolección de residuos	S/. 3,268.00
Gasto equipos – vehículos de recolección	S/. 8,950.00
Costo EPPs (70%)	S/.69,511.40
Costo Mantenimiento	S/.300,000.00
Misceláneos	S/. 2,079,025.22
TOTAL	S/. 8,299,168.595

Fuente: Propia

El gasto que supondrá esta inversión, incluido el pago a empleados y la suma de un trabajador administrativo en el centro de control y monitoreo, se encuentra resumido en la siguiente tabla:

TABLA 30 Resumen de gastos anuales

Descripción	Años		
	Año 1	Año 2	Año 3
Inversión de Contenedores Soterrados Automatizados	4,251,299.00		
Costos propuestos	8299168.595	8299168.595	8299168.595
	S/12,550,467.60	S/8,299,168.60	S/8,299,168.60
Diferencia	-S/757,475.48	S/3,493,823.52	S/3,493,823.52

Fuente: Propia

En la tabla 22, se puede apreciar que solo para el RECOJO DE RESIUDOS SÓLIDOS, anualmente se gasta un promedio de casi 12 millones de soles entre personal que recoge los residuos en los actuales contenedores, choferes, mantenimiento de camiones, etc. Tomando esto como base y lo que se observa en la tabla 30, con solo un gasto de menos de 4.5 millones de soles en el primer año, individualizando el recojo de los residuos a lo que se está proponiendo en este proyecto, en el segundo año ya se estaría recuperando la inversión.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Encendido del sistema



Figura 65 Encendido del Sistema

Sensado del primer y segundo contenedor de basura



Figura 66 Leds Encendidos - Contenedor lleno

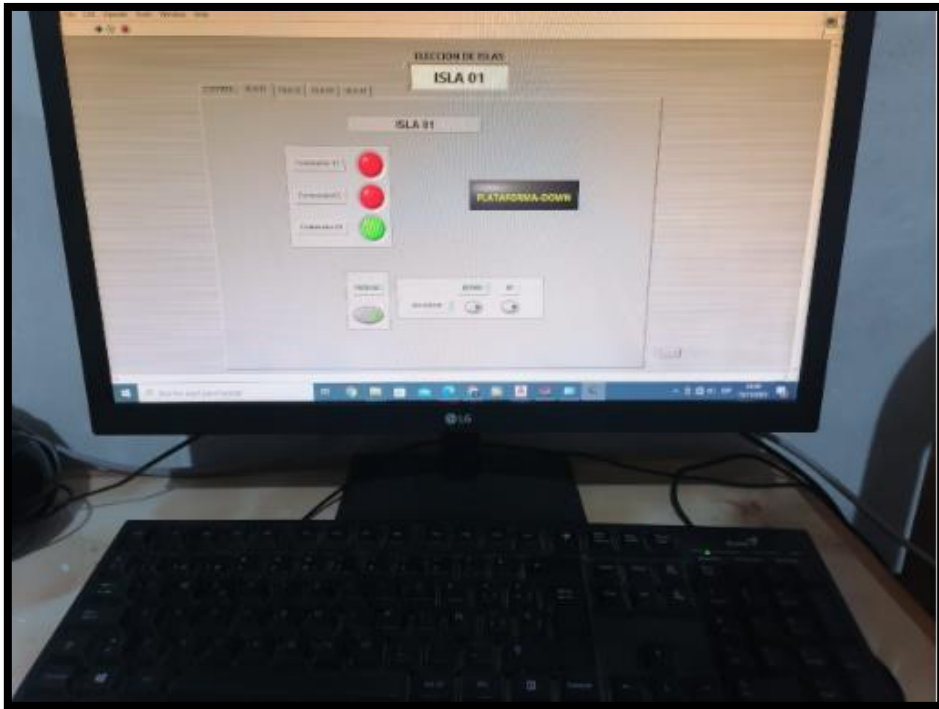


Figura 67 Reconocimiento en el sistema de monitoreo de los contenedores llenos

Accionamiento de botón UP para subida de plataforma



Figura 68 UP de la plataforma desde botonería en plataforma

Reconocimiento en sistema de monitoreo que la plataforma se encuentra elevada

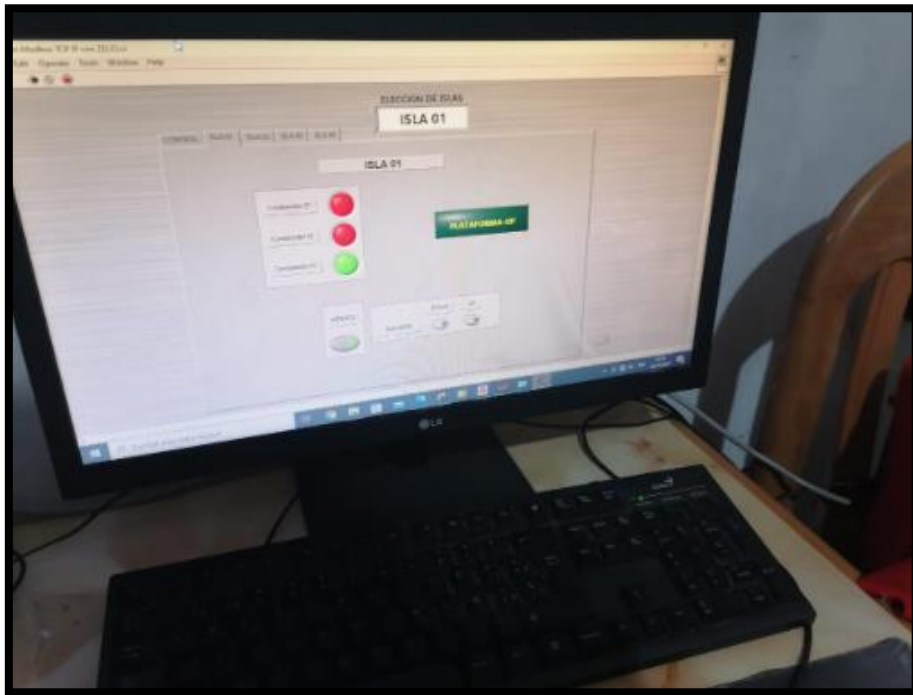


Figura 69 Sistema de monitoreo - Plataforma UP

Vaciado de Contenedores



Figura 70 Vaciado de Contenedores

Regreso de Plataforma a posición inicial - soterrado



Figura 71 Accionamiento de botonería DOWN para descenso de plataforma



Figura 72 Plataforma en posición inicial

CONCLUSIONES

Se optimizó el tiempo de recojo de los residuos sólidos por contenedor, disminuyéndolo en un aproximado de 30min, debido a que solo se necesita un ayudante que accione la plataforma de la isla y retire los contenedores para ponerlos en el mecanismo de las compresoras, tomándole esta acción solo unos 10 minutos a comparación de los 45 minutos a 1 hora que demoraban 4 ayudantes con sus palas recogiendo los residuos regados por la poca capacidad de los antiguos tachos de basura.

Se ahorró un 29.6% de costo general a partir del segundo año de la instalación de los contenedores, gracias a que, en nuestra propuesta, el primer año solo se invertirá en la instalación de las islas automatizadas, así, a partir del segundo año, se tendrá una reducción de personal, vehículos en tránsito y sobre todo tiempo, según se muestra la tabla 29 de resumen de gastos anuales.

Se ahorró un 50% en gastos de combustible, debido a que según lo que se propone, solo trabajarían la mitad de vehículos de recolección: 03 compactadoras nuevas para el recojo exclusivo de los residuos en las islas de los puntos críticos de la ciudad, y 08 camiones de recojo para el tránsito constante diario por el distrito de Chiclayo.

Se investigó la problemática de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Chiclayo, encontrando que existe un abandono casi total con respecto a este problema, lo cual no debería ser de este modo debido al excesivo gasto anual que se hace para atender y realizar una buena gestión: Carencia de tachos y contenedores de basura, camiones de recolección que no circulan por la ciudad, vertederos de basura informal a vista de la población, son solo algunos de los casos más frecuentes que se observan diariamente.

Se diseñó el sistema mecánico y electropneumático del contenedor soterrado en la plataforma SolidWorks a escala 10:1 como prototipo de este proyecto, la cual está

dimensionada de tal forma que el pistón neumático soporte un peso de 294.3N ($g=9.81m/s^2$). Una plataforma de una isla de contenedores soterrados a escala real está capacitada para accionar su sistema hidráulico con un peso promedio 29430N ($g=9.81m/s^2$), que es el promedio de residuos sólidos que se tendría diariamente.

Se ha implementado un sistema de control basado en un controlador lógico programable, capaz de leer señales de los sensores y responder mediante los actuadores correspondientes, además de ser capaz de establecer una comunicación entre el centro de control y monitoreo ubicado en Av. Balta y Calle San José hacia cada isla de contenedores de cada punto crítico del distrito de Chiclayo:

- Av. Agricultura – Salida a Ferreñafe
- Av. Jorge Chávez y Amazonas
- Vía de evitamiento, Cruce de San José
- Vía de evitamiento altura de Cerropón
- Laterales terrenos de Electronorte – Urb. Las Brisas
- Urb. F. Villarreal cruce Av. Libertad con Av. Chinchaysuyo
- P.J. 9 de octubre – Av. Ejército
- Av. Pedro Cieza de León – Urb. Las Brisas
- Av. Los Helechos Colinda
- P.J. La Ciudad del Chofer I
- Mercado Modelo

Se realizó alrededor de 25 pruebas del funcionamiento completo del prototipo, teniendo resultados eficientes en cada una de ellas tanto en lo que sería en campo (La isla de contenedores) y remotamente (Centro de control y monitorización): Respuesta inmediata con los sensores fotoeléctricos, encendido correcto de los leds correspondientes, respuesta

de telemetría precisa en el software de monitoreo, accionamiento eficaz de sistema neumático. Se podría rescatar el hecho que el controlador lógico programable usado cuenta con una fuente de voltaje de 24V, pero de todas maneras se tuvo que dimensionar y diseñar un pequeño sistema de suministro alterno con otra fuente de voltaje que evitó el ruido eléctrico originado por el accionamiento de los relés.

Se comprobó que, con un sistema automático junto a un sistema de monitoreo, se puede mejorar la gestión de residuos sólidos, al tener una perspectiva más amplia de lo que sucede en las islas de contenedores. Se puede ahorrar costos enviando personal solo a las islas que se encuentran llenas, y distribuir personal restante para el recojo en otros puntos críticos del distrito de Chiclayo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda capacitar al personal técnico y administrativo para la correcta manipulación tanto en campo como en el centro de control.

Se recomienda dar mantenimiento preventivo cada 6 meses al sistema de control de cada isla de contenedores, debido a la humedad o polvo que tendría en su entorno de instalación.

Se recomienda dar mantenimiento preventivo al sistema de elevación, mecánica e hidráulica, para evitar futuras fallas de accionamiento durante su manipulación.

Se recomienda dar charlas de concientización a la población en el uso de esta nueva herramienta que permite combatir la problemática ambiental, indicándoles la importancia de la misma y el cómo su correcto uso fomenta el reúso, la reutilización y el reciclaje.

Bibliografía

- Arévalo Rodríguez - Peral, C. (2010). *Proyecto de Contenedores Soterrados av. de América, av. de Europa y otras calles*. Ciudad Real.
- Autonics. (s.f.). *Autonis: Sensors & Controllers*. Obtenido de Autonics: Sensors & Controllers: <https://dominion.com.mx>
- Cardona Guio, J. P., & Vásquez Cortés, J. C. (2017). *Automatización Electroneumática Métodos Sistemáticos: Álgebra de Boole, Cascada, Paso a Paso*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Chiclayo, G. d. (2020). *Plan anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. Chiclayo.
- Chiclayo, M. d. (1 de Enero de 2012). <https://www.munichiclayo.gob.pe/portalcix/Documento-Municipal/>. Obtenido de <https://www.munichiclayo.gob.pe/portalcix/Documento-Municipal/>
- Consultora de Implementación Chiclayo Limpio. (2016). *Campaña de medición de indicadores para el servicio de recolección en la ciudad de Chiclayo*. Chiclayo: Desarrollo Ambiental.
- Creus Solé, A. (2011). *Instrumentación Industrial*. Barcelona: Marcombo.
- García López, T. I., Tipian Mori, P., & Vásquez Noblecilla, L. (2019). *Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales*. Lima: Tarea Asociación Gráfica Educativa.
- García Urrutia Neira, L., Oblitas Montalvo, L., Pizarro Pizarro, T., & Burga Maldonado, J. (2012). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo*. Chiclayo: Organuzacuión para el desarrollo sostenible ONS-ODS.
- Gonzales, J. G. (2016). *Diseño y cálculo de Contenedores Soterrados para Residuos Sólidos*. León: Escuela Superior y Técnica de Ingenieros de Minas, Universidad de León.
- Kuo, B. C. (1996). *Sistemas de Control Automático*. México: Pearson Education.
- LabVIEW. (19 de Noviembre de 2018). *Www.ni.com*. Obtenido de <https://www.ni.com/es-cr/support/downloads/software-products/download.labview.html>

- Mateos, F. (2004). *Autómatas programables*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Ogata, K. (2003). *Ingeniería de Control Moderna*. Madrid: Pearson Educación.
- Sanchez, J. A. (2013). *Instrumentación y Control Básico de Procesos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Soft, Z. (11 de 11 de 2021). *Www.se.com*. Obtenido de <https://www.se.com/pe/es/product-range/542-zelio-soft/>
- SOLIDWORKS. (26 de Enero de 2018). *Qué es y para qué sirve*. Obtenido de Solid-bi.es. : <https://solid-bi.es/solidworks/>
- Taboada Neira, M. (2015). *Metodología de la Investigación Científica*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Teja, S. M. (1996). *Automatización Neumática y Electroneumática*. Barcelona: Marcombo.
- Vásquez Cortéz, J. C. (2016). *Automatización Electroneumática*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Vélez-Málaga, S. d. (2014). *Instrucciones Técnicas para los Trabajos en Contenedores Soterrados*. Vélez.

ANEXOS

ANEXO A: Encuesta

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE CONTENEDORES

SOTERRADOS AUTOMÁTICOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO

Objetivo de la encuesta:

- Realizar un sondeo para el estudio de mercado sobre la implementación de contenedores soterrados automáticos en el distrito de Chiclayo.

Buenos días, nos encontramos realizando una encuesta en el distrito de Chiclayo para poder determinar la factibilidad de implementar contenedores soterrados automáticos para el mejor manejo de residuos sólidos, solo le pedimos un poco de su tiempo:



INFORMACIÓN GENERAL

Edad:

- a) Entre 15 a 17 años
- b) Entre 18 a 25 años
- b) Entre 26 a 30 años
- c) Entre 31 a 35 años

d) Entre 36 a 40 años

e) Entre 41 a 45 años

f) Más de

45 años

Sexo:

Masculino

Femenino

ESTUDIO DE MERCADO

1. ¿Usted sabe o qué entiende por reciclaje?

Reutilización () Separar () Convertir () No sabe ()

2. ¿Usted tiene conocimiento de los beneficios de reciclar los residuos sólidos?

Poco () Mucho () Nada ()

3. ¿Usted sabe a dónde van los residuos sólidos de la ciudad?

Botadero () Relleno Sanitario () Ríos () Incineración () Otros ()

4. ¿Sabe Ud. de la existencia de contenedores o tachos de basura en el distrito de Chiclayo?

Sí () No ()

5. ¿Si en la ciudad de Chiclayo hubiera más contenedores o depósitos de basura, Ud. practicaría el reciclaje de residuos sólidos?

Sí () No ()

6. ¿Usted practica el reciclaje de los residuos sólidos?

Sí () No () A veces ()

7. Si Ud. alguna vez ha reciclado, ¿Qué material ha reciclado Ud.?
- Cartón () Vidrio () Papel () Metal () Plásticos () Ninguno ()
8. ¿Por cuál de los siguientes aspectos usted dejaría de utilizar los depósitos de basurapara depositar los residuos sólidos?
- Poca capacidad () Malos olores () Propagación de Plagas ()
- Otros () del contenedor.
9. ¿Cómo calificaría usted el servicio de recojo de residuos sólidos que se brinda enChiclayo?
- Muy bueno () Bueno () Regular () Deficiente () Muy deficiente ()
10. ¿Cuál es el residuo que más se arroja de su vivienda?
- Residuos orgánicos () Residuos inorgánicos ()
11. ¿Con qué frecuencia arroja los residuos?
- Diario () Interdiario () Semanal ()
12. ¿Cuánta cantidad de residuo bota cada vez que lo hace?
- 0-1Kg () 1-2Kg () 2-3Kg () 4-másKg ()
13. En el distrito, comunidad o zona dónde que vive, ¿Es común el arrojode residuos sólidos en las calles?
- Sí () No ()
14. ¿Con qué frecuencia pasa el camión recolector de basura por la zona dónde vive?
- Diario () Interdiario () 2 veces a la semana () Semanal ()
15. ¿Cuándo está fuera de la casa, dónde arroja las botellas, bolsas, comidas, etc.?
- En la calle () En los tachos de basura que hay en la vía pública ()
- Acequias () Ríos ()

16. ¿Qué aspectos cree que dificultan la clasificación de residuos sólidos?

Falta de espacio para tantas bolsas () Pérdida de

tiempo () Desconocimiento de la forma de hacerlo ()

17. ¿Cerca de su domicilio hay contenedores específicos (con colores) para reciclar cristal, papel y cartón, plástico, pilas?

Sí () No ()

18. ¿Ha visto y utilizado contenedores soterrados (subterráneos) para el depósito de residuos sólidos?

Sí () No () Donde _____

19. Cuáles cree Ud. que son las ventajas de los contenedores soterrados a diferencia de los depósitos normales de basura. Puede seleccionar varias opciones.

() Mayor capacidad.

() Agradable a la vista, debido a que los contenedores se encuentran

bajo tierra. () Evita la aparición de plagas.

() Evita los malos olores gracias a su diseño hermético (perfectamente

cerrado). () Evita la acumulación de bolsas de basura fuera de los tachos.

20. ¿Estaría de acuerdo que haya contenedores soterrados automáticos para el mejor manejo de los residuos sólidos en la ciudad de Chiclayo?

Sí () No ()

ANEXO B: Ficha técnica del módulo Zelio SR3B261BD

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Relé inteligente modular Zelio Logic
- 26 E S - 24 V CC – 16 entradas -
10 salidas - con reloj - visor

SR3B261BD

Principal

Gama de producto	Zelio Logic
Tipo de producto o componente	Reles inteligente modular

Complementario

Visualización local	Donde
Número de líneas de esquema de control	0...500 con capacidad de sujeción: FBD programac 0...240 con capacidad de sujeción: Ladder programac
Tiempo de ciclo	6...90 ms
Tiempo de backup	10 años en 25 °C
Deriv. reloj	12 min/año en 0...55 °C 6 s/mes en 25 °C
Comprobaciones	Memoria de programa en cada inicialización
[Us] tensión de alimentación nominal	24 V
Límites tensión alimentación	19.2...30 V
Corriente de alimentación	190 mA - tipo de cable: sin extensión) 300 mA - tipo de cable: con extensiones)
Potencia disipada en W	10 W con extensiones 6 W sin extensión
Protección contra inversión de polaridad	Con
De pie conducto	16 acorde a EN/IEC 61131-2 tipo 1
Tipo de entrada digital	Resistivo
Voltaje entrada	24 V CC
Corriente de entrada discreta	4 mA
Frecuencia de contaje	1 kHz para entrada digital
Estado de tensión 1 garantizado	>= 15 V para circuito de entrada digital I1...IA y IH...IR >= 15 V para IB...IG usado como circuito de entrada digital
Estado de tensión 0 garantizado	<= 5 V para circuito de entrada digital I1...IA y IH...IR <= 5 V para IB...IG usado como circuito de entrada digital
Corriente estado 1 garantizada	>= 1.2 mA - tipo de cable: IB...IG usado como circuito de entrada digital) >= 2.2 mA - tipo de cable: circuito de entrada digital I1...IA y IH...IR)
Corriente estado 0 granatizada	<= 0.5 mA - tipo de cable: IB...IG usado como circuito de entrada digital) <= 0.75 mA - tipo de cable: circuito de entrada digital I1...IA y IH...IR)
Fase marcador	PNP de sensores de proximidad de 3 hilos para entrada digital

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la contabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios

Número de entrada analógica	6
Tipo de entrada analógica	Modo comum
Rango de entrada analógica	0...10 V 0..0,24 V
Tensión máxima admisible	30 V para circuito entrada analógica
Resolución de entrada analógica	8 bits
Clip-en las cubiertas	39 mV para circuito entrada analógica
Tiempo conversión	Tempo de ciclo de relés inteligente para circuito entrada analógica
Error de conversión	+/- 5 % en 25 °C para circuito entrada analógica +/- 6.2 % en 55 °C para circuito entrada analógica
Precisión de repetición	+/- 2 % en 55 °C para circuito entrada analógica
Distancia de funcionamiento	10 m entre estaciones, con cable blindado (sensores no aislado) para circuito entrada analógica
Tapa de conexiones trasero	12 kOhm para IB...JG usado como circuito de entrada analógica 12 kOhm para IB...JG usado como circuito de entrada digital 7.4 kOhm para circuito de entrada digital I1...IA y IH...IR
Número de salidas	10 relé
Límites de tensión de salida	24..0,250 V AC - tipo de cable: salida del relé) 5..0,30 V CC - tipo de cable: salida del relé)
Tipo de contactos y composición	NA para salida del relé
Corriente térmica de salida	5 A para 2 salidas para salida del relé 8 A para 8 salidas para salida del relé
Durabilidad eléctrica	AC-12, estado 1 500000 ciclos en 230 V, 1,5 A para salida del relé acorde a EN/IEC 60947-5-1 AC-15, estado 1 500000 ciclos en 230 V, 0,9 A para salida del relé acorde a EN/IEC 60947-5-1 DC-12, estado 1 500000 ciclos en 24 V, 1,5 A para salida del relé acorde a EN/IEC 60947-5-1 DC-13, estado 1 500000 ciclos en 24 V, 0,6 A para salida del relé acorde a EN/IEC 60947-5-1
Capacidad de conmutación en mA	>= 10 mA en 12 V - tipo de cable: salida del relé)
Rango de operación en hz	0.1 Hz - tipo de cable: a le) para salida del relé 10 Hz - tipo de cable: sin carga) para salida del relé
Durabilidad mecánica	10000000 ciclos para salida del relé
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV acorde a EN/IEC 60947-1 y EN/IEC 60664-1
Reloj	Donde
Tiempo respuesta	10 ms - tipo de cable: de estado 0 a estado 1) para salida del relé 5 ms - tipo de cable: de estado 1 a estado 0) para salida del relé
Conexiones - terminales	Terminales de tornillo, 1 x 0,2...1 x 2,5 mm ² - tipo de cable: AWG 25...AWG 14) semi-sólido Terminales de tornillo, 1 x 0,2...1 x 2,5 mm ² - tipo de cable: AWG 25...AWG 14) sólido Terminales de tornillo, 1 x 0,25...1 x 2,5 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 14) Flexible con terminal Terminales de tornillo, 2 x 0,2...2 x 1,5 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 16) sólido Terminales de tornillo, 2 x 0,25...2 x 0,75 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 19) Flexible con terminal
Par de apriete	0.5 N.m
Categoría de sobretensión	III acorde a EN/IEC 60664-1
Peso del producto	0.4 kg
Entorno	
Inmunizado a microcortes	1 ms
Certificaciones de producto	GL C-Tick CSA UL GOST
Normas	EN/IEC 61000-4-2 nivel 3 EN/IEC 61000-4-5 EN/IEC 61000-4-6 nivel 3 EN/IEC 61000-4-11 EN/IEC 61000-4-3

EN/IEC 60068-2-27 Ea
 EN/IEC 61000-4-12
 EN/IEC 60068-2-6 Fc
 EN/IEC 61000-4-4 nivel 3

Grado de protección IP	IP20 acorde a Activar / desactivar (g - tipo de cable: bloque de terminales) IP40 acorde a Activar / desactivar (g - tipo de cable: panel frontal)
Características ambientales	Directiva EMC acorde a EN/IEC 61000-6-2 Directiva EMC acorde a EN/IEC 61000-6-3 Directiva EMC acorde a EN/IEC 61000-6-4 Directiva EMC acorde a EN/IEC 61131-2 zona B Directiva bajo voltaje acorde a EN/IEC 61131-2
6 mm inserto cuadrado hembra	Clase B acorde a EN 55022-11 grupo 1
Grado de contaminación	2 acorde a EN/IEC 61131-2
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20...40 °C en invólucro no ventilado acorde a IEC 60068-2-1 y IEC 60068-2-2 -20...55 °C acorde a IEC 60068-2-1 y IEC 60068-2-2
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Maximum altitud transport	3048 m
Humedad relativa	95 % sin condensación o goteo de agua

Unidades de embalaje

Tipo de Unidad de Paquete 1	PCE
Número de Unidades en el Paquete 1	1
Paquete 1 Peso	381 g
Paquete 1 Altura	6.8 cm
Paquete 1 ancho	10 cm
Paquete 1 Largo	13.5 cm
Tipo de Unidad de Paquete 2	S03
Número de Unidades en el Paquete 2	20
Paquete 2 Peso	8.146 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Paquete 2 Ancho	30 cm
Paquete 2 Largo	40 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Sin PVC	Sí

ANEXO C: Ficha técnica del módulo Ethernet SR3NET01

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interfaz de comunicación ethernet - para el módulo lógico sr3 24v cc

SR3NET01BD

Principal

Gama de producto	Zelio Logic
Tipo de producto o componente	Módulo de comunicación Ethernet

Complementario

Compatibilidad del producto	Todos os módulos con alimentación de 24 V SR3 B...BD
Protocolo del puerto de comunicación	Ethernet
Soporte de puerto de comunicación	10/100BASE-T
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	1 conector RJ45
Lenguaje de programación	FBD
Conexiones - terminales	Terminales de tornillo, 1 x 0,25...1 x 2,5 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 14) semi-sólido Terminales de tornillo, 1 x 0,25...1 x 2,5 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 14) sólido Terminales de tornillo, 2 x 0,25...2 x 1,5 mm ² - tipo de cable: AWG 23...AWG 16) sólido Terminales de tornillo, 1 x 0,25...1 x 2,5 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 14) flexible con terminal Terminales de tornillo, 2 x 0,25...2 x 0,75 mm ² - tipo de cable: AWG 24...AWG 19) flexible con terminal
Par de apriete	0,5 N.m
Señalizaciones en local	Comunicación (LK/ACT 10/100), estado 1 1 LED Status (STS), estado 1 1 LED
Peso del producto	0,11 kg

Entorno

Certificaciones de producto	CSA C-Tick GOST UL
Normas	EN/IEC 61000-4-4 nivel 3 EN/IEC 61000-4-5 EN/IEC 61000-4-2 nivel 3 EN/IEC 61000-4-3 EN/IEC 60068-2-6 Fc EN/IEC 60068-2-27 Ea
Grado de protección IP	IP20 acorde a Activar / desactivar Ig - tipo de cable: bloque de terminales) IP40 acorde a Activar / desactivar Ig - tipo de cable: panel frontal)
Características ambientales	Directiva EMC acorde a EN/IEC 61000-6-2 Directiva EMC acorde a EN/IEC 61000-6-3 Directiva EMC acorde a EN/IEC 61000-6-4 Directiva EMC acorde a EN/IEC 61131-2 zona B Directiva bajo voltaje acorde a EN/IEC 61131-2
Perturbación radiada/conducida	Clase B acorde a EN 55022-11 grupo 1

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios

Grado de contaminación	2 acorde a EN/IEC 61131-2
Temperatura ambiente de funcionamiento	-20...40 °C acorde a IEC 60068-2-1 y IEC 60068-2-2 -20...55 °C acorde a IEC 60068-2-1 y IEC 60068-2-2
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...70 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Maximum altitud transport	3048 m
Humedad relativa	95 % sin condensación o goteo de agua

Unidades de embalaje

Tipo de unidad del paquete 1	PCE
Número de unidades en empaque	1
Peso del empaque (Lbs)	109 g
Paquete 1 Altura	6 cm
Paquete 1 ancho	6,5 cm
Paquete 1 Longitud	11 cm
Tipo de unidad del paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	48
Peso del paquete 2	5,78 kg
Paquete 2 Altura	30 cm
Ancho del paquete 2	30 cm
Longitud del paquete 2	40 cm

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Sin PVC	Sí

Información Logística

País de Origen	ES
-----------------------	----

Garantía contractual

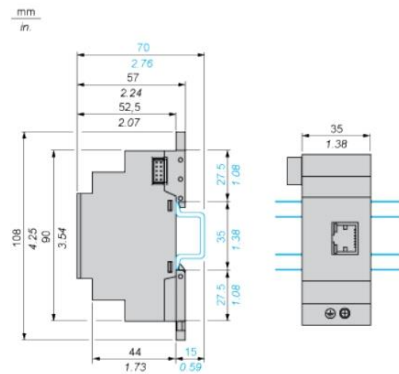
Periodo de garantía	18 months
----------------------------	-----------

Hoja de características **SR3NET01BD** del producto

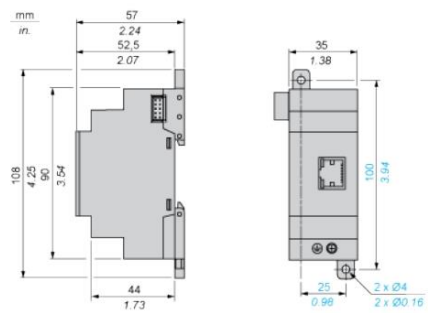
Esquemas de dimensiones

Módulos de comunicación

Montaje en riel



Montaje con tornillos (orejetas replegables)



ANEXO D: Ficha técnica del relé RXM4AB1BD

Ficha técnica del producto

Especificaciones



Relé miniatura con LED 6 A, 4 CO, 24 V DC

RXM4AB1BD

Principal

Gama de producto	Relés electromecánicos Harmony
Nombre de serie	Miniatura
Tipo de producto o componente	Reles de conexión
Nombre corto del dispositivo	RXM
Tipo y composición de contactos	4 C/O
[Uc] tensión del circuito de control	24 V DC
Corriente térmica nominal	6 A en -40...55 °C
LED de estado	Sin
Tipo de control	Lockable test button (**)
Coefficiente de utilización	20 %

Complementario

Forma del pin	Plano
[Ui] tensión asignada de aislamiento	250 V conforming to IEC 300 V acorde a CSA 300 V acorde a UL
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	2.5 kV durabilidad eléctrica 1,2/50 µs
Material de contactos	AgNi
[Ie] corriente asignada de empleo	3 A en 28 V - tipo de cable: DC-1) NC acorde a IEC 3 A en 250 V - tipo de cable: AC-1) NC acorde a IEC 6 A en 28 V - tipo de cable: DC-1) NA acorde a IEC 6 A en 250 V - tipo de cable: AC-1) NA acorde a IEC 6 A en 277 V - tipo de cable: AC-1) acorde a UL 8 A en 30 V - tipo de cable: DC-1) acorde a UL
Tensión máxima de conmutación	250 V acorde a IEC
Resistive rated load	6 A en 250 V CA 6 A en 28 V DC
Capacidad de conmutación máxima	1500 VA/168 W
Capacidad mínima de conmutación	170 mW en 10 mA, 17 V
Tasa de funcionamiento	<= 1200 cycles/hour en carga <= 18000 cycles/hour no-load

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la contabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

Endurancia mecánica	10000000 ciclos
Durabilidad eléctrica	100000 ciclos para resistivo carg
Average coil consumption in W	0.9 W
9 mm triángulo inserto macho	>= 0,1 Uc
Operate time	20 ms
Release time	20 ms
Average coil resistance	650 Ohm en 20 °C +/- 10 %
Límites tensión de funcionamiento nominal	19.2...26.4 V DC
Datos de fiabilidad de seguridad	B10d = 100000
Categoría de protección	RT I
Niveles de ensayo	Nivel A
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Altura global CAD	79 mm
Fondo global CAD	78.45 mm
Peso del producto	0.037 kg
Presentación del dispositivo	Producto completo

Entorno

Fuerza dieléctrica	1300 V CA entre contactos con capacidad de sujeción: desconexión micro aislamiento 2000 V CA entre bobina y contacto 2000 V CA entre polos
Certificaciones de producto	UL CE GOST CSA Lloyd's
Normas	UL 508 EN/IEC 61810-1 CSA C22.2 No 14
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...55 °C
Resistencia a las vibraciones	3 gn, amplitud = +/- 1 mm (estado 1) 10...150 Hz)5 ciclos en operación 5 gn, amplitud = +/- 1 mm (estado 1) 10...150 Hz)5 ciclos no operativos
Grado de protección IP	IP40 acorde a EN/IEC 60529
Resistencia a los choques	10 gn para en funcionamiento 30 gn for not operating
Grado de contaminación	2

Unidades de embalaje

Tipo de Unidad de Paquete 1	PCE
Número de Unidades en el Paquete 1	1
Paquete 1 Peso	40 g
Paquete 1 Altura	2.11 cm
Paquete 1 ancho	2.73 cm
Paquete 1 Largo	4.8 cm
Tipo de Unidad de Paquete 2	BB1

Número de Unidades en el Paquete 2	10
Paquete 2 Peso	400 g
Paquete 2 Altura	3.15 cm
Paquete 2 Ancho	10.268 cm
Paquete 2 Largo	12.402 cm
Tipo de Unidad de Paquete 3	S02
Número de Unidades en el Paquete 3	240
Paquete 3 Peso	10 kg
Paquete 3 Altura	15 cm
Paquete 3 Ancho	30 cm
Paquete 3 Largo	40 cm

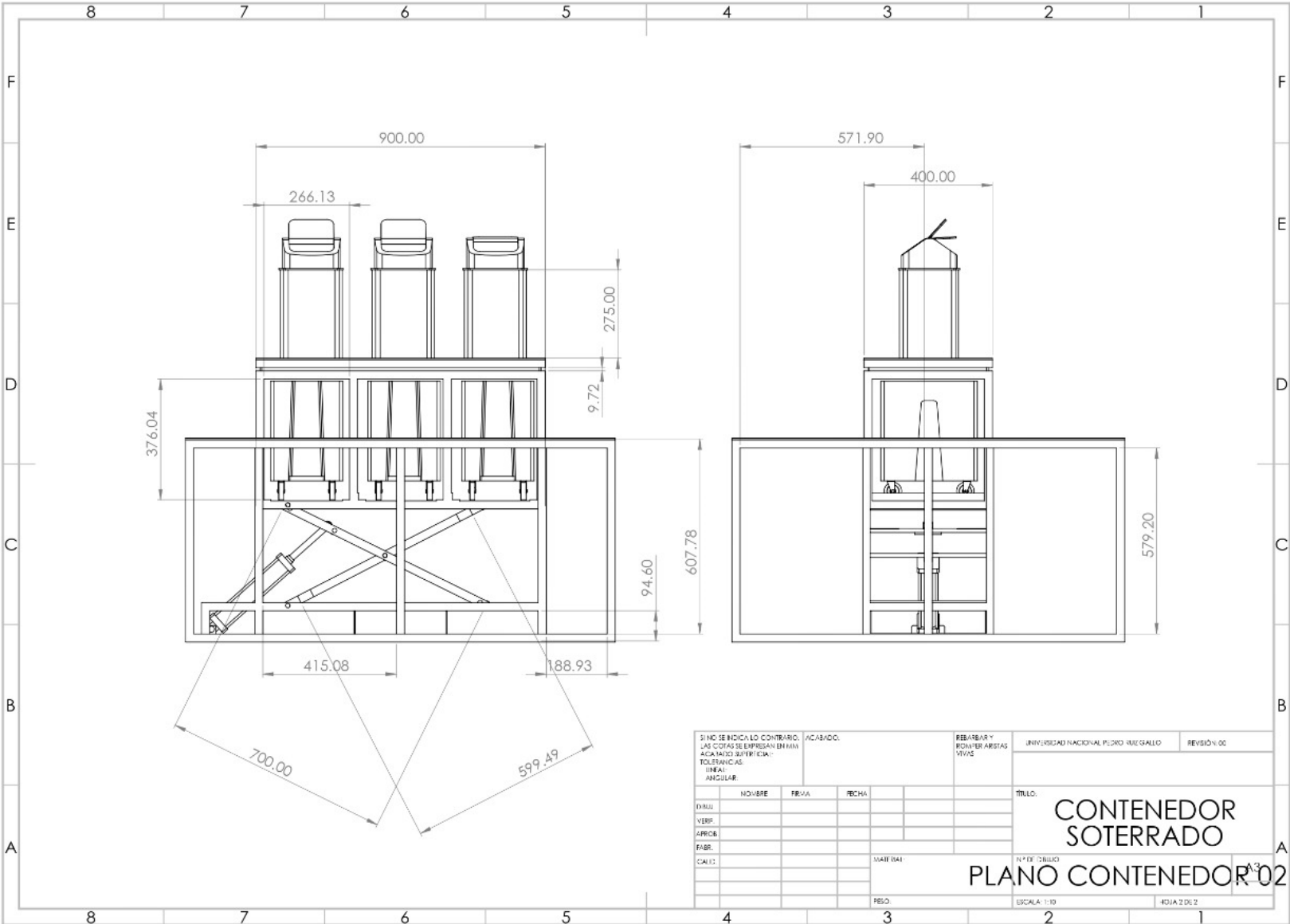
Sostenibilidad de la oferta

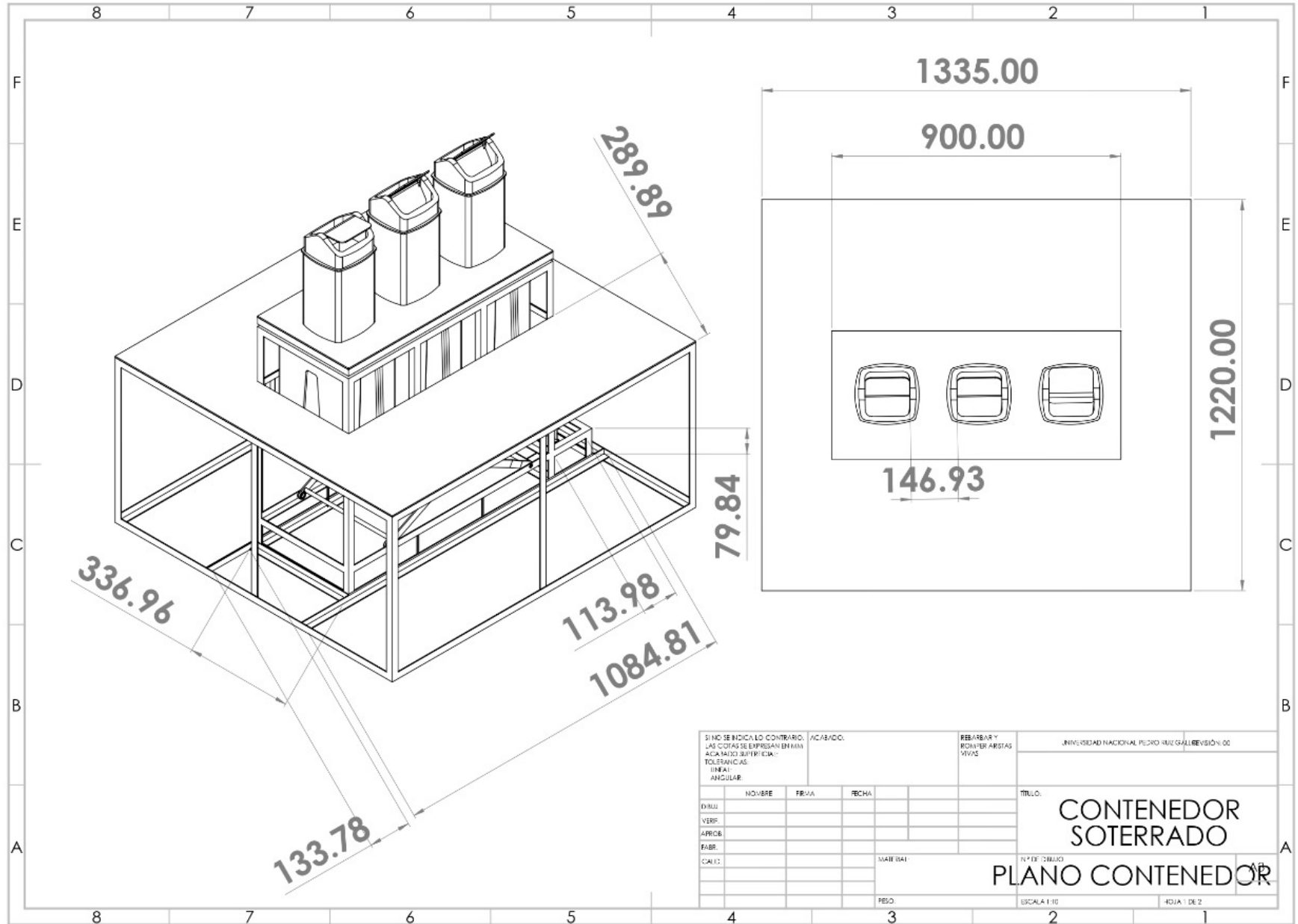
Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

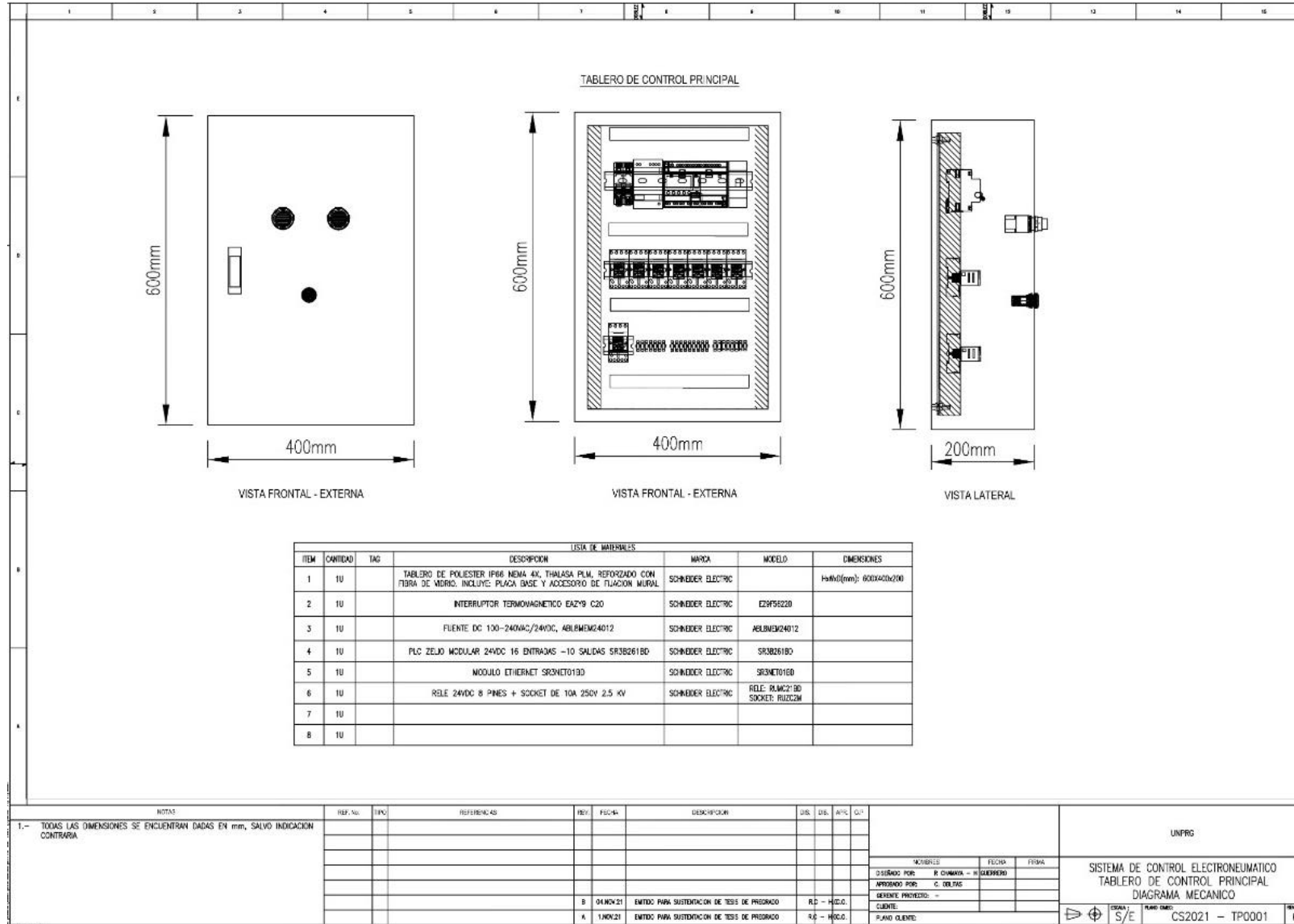
ANEXO E: Planos del contenedor soterrado



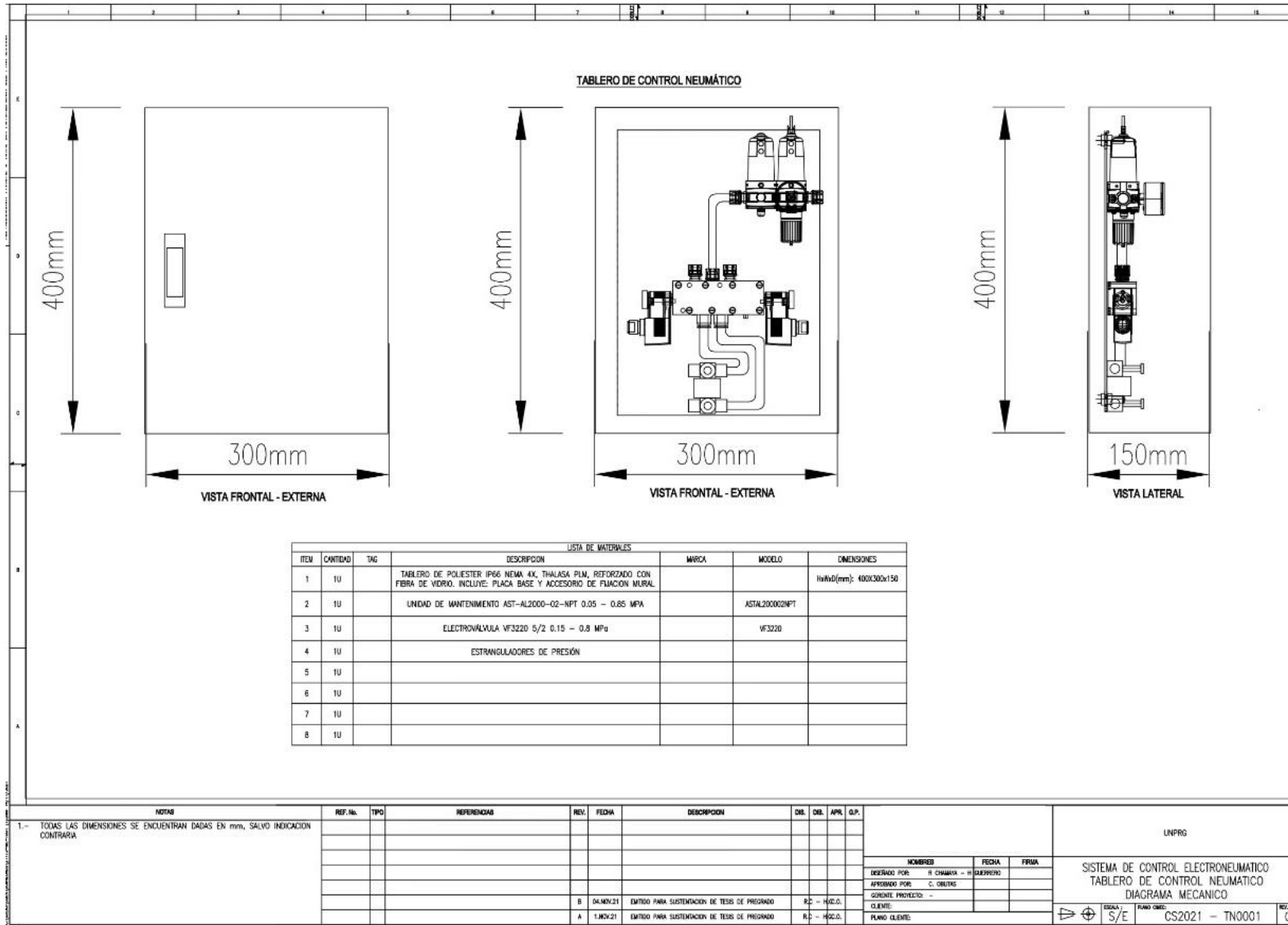


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO, LAS COTAS SE ENTENDEN EN MM			ACABADO:		REBARBAR Y		UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLEGUEVISIÓN: 00	
TOLERANCIAS					REBARBAR ARISTAS			
LINEAL					VIVAS			
ANGULAR							TITULO:	
							CONTENEDOR	
							SOTERRADO	
							PLANO CONTENEDOR	
							ESCALA 1:10	
							HOJA 1 DE 2	

ANEXO F: Planos eléctricos del tablero de control principal



ANEXO G: Planos eléctricos del tablero de control neumático



ANEXO H: Acta de sustentación



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS
DECANATO
Ciudad Universitaria - Lambayeque



ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N° 025-2022-D/FACFyM

Siendo las 11:00 am del día 12 de agosto del 2022, se reunieron vía plataforma virtual, <https://meet.google.com/uqy-kpim-nix> los miembros del jurado evaluador de la Tesis titulada:

“AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO”

Designados por Resolución N° N°297-2021-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 21 de abril de 2021 y su modificatoria Resolución N°555-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 24 de junio de 2022.

Con la finalidad de evaluar y calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformada por los siguientes docentes:

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro	Presidente
M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos	Secretario
Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio	Vocal

La tesis fue asesorada por el **M.Sc. Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez**, nombrado por Resolución N° 251-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 14 de marzo de 2022.

El Acto de Sustentación fue autorizado por Resolución N° 676-2022-VIRTUAL-D/FACFyM de fecha 8 de agosto de 2022.

La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: Chamaya Carhuatanta Roger Antonio y Guerrero Ortiz Héctor Danilo y tuvo una duración de 40 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el Calificativo de 16 (Dieciséis) en la escala vigesimal, mención Bueno.

Por lo que quedan aptos para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:55 am se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto con la firma de los miembros del jurado.

Ing. Manuel Javier Ramírez Castro
Presidente

M.Sc. Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos
Secretario

Mg. Ing. Martín Augusto Nombera Lossio
Vocal

Mg. Ing. Oscar Uchelly Romero Cortez
Asesor

ANEXO 1

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

(Aprobado con Res N° 626-2021-CU)

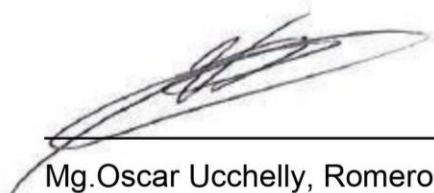
Yo, OSCAR UCHELLY ROMERO CORTEZ, usuario revisor del documento titulado: **AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO**

Cuyos autores son: Bach. Chamaya Carhuatanta Roger Antonio identificado con DNI: 71662266 y Bach. Guerrero Ortiz Héctor Danilo identificado con DNI: 71879727 declaro que la evaluación realizada por el programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de 9% verificable en el resumen de reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de trazabilidad respectiva del proceso

Lambayeque, 07 de mayo de 2022.



Mg. Oscar Ucchelly, Romero Cortez

DNI 41812294

ASESOR

Adj.

1. Recibo Digital Turnitin firmado.
2. Vista actual con Informe de Originalidad Turnitin firmados.

AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

www.kikologic.fr

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

1%

5

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

media.distributordatasolutions.com

Fuente de Internet

<1%

7

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

9	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
10	dokumen.site Fuente de Internet	<1 %
11	buleria.unileon.es Fuente de Internet	<1 %
12	myslide.es Fuente de Internet	<1 %
13	manualzz.com Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Autónoma de Ica Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Trabajo del estudiante	<1 %
19	Submitted to Universidad Tecnológica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

20	electroniqueamateur.blogspot.ca Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
22	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
23	www.ni.com Fuente de Internet	<1 %
24	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to ipn Trabajo del estudiante	<1 %
27	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Héctor Danilo Guerrero Ortiz
Título del ejercicio: AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA ...
Título de la entrega: AUTOMATIZACIÓN DE UN CONTENEDOR SOTERRADO PARA ...
Nombre del archivo: do_-_Roger_Chamaya_-_Hector_Guerrero_-_Informe_Final_-_2...
Tamaño del archivo: 14.33M
Total páginas: 110
Total de palabras: 11,677
Total de caracteres: 60,054
Fecha de entrega: 15-mar.-2022 09:00a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 1784871993

