



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**“SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN PARA CISTERNAS EN EL
PROCESO DE ANODIZADO EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE
ALUMINIO S.A.”**

Trabajo de Titulación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

ÁREA: Física y Electrónica
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de Control
AUTOR: Galo Fabián Quintana Tenorio
TUTOR: Ing. Paulina Elizabeth Ayala Baño Mg.

AMBATO – ECUADOR

Junio - 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: “SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANODIZADO EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A.”, desarrollado bajo la modalidad presencial por el señor Galo Fabián Quintana Tenorio, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, junio 2021.

Ing. Paulina Elizabeth Ayala Baño Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANODIZADO EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A”, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, junio 2021.



Galo Fabián Quintana Tenorio

C.C. 0503387094

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Galo Fabián Quintana Tenorio, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad presencial, titulado “SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANODIZADO EN LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A”, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora presidenta del Tribunal.

Ambato, junio 2021.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Edgar Patricio Córdova Córdova
PROFESOR CALIFICADOR


Dr. Marcelo Vladimir García Sánchez
PROFESOR CALIFICADOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, junio 2021.



Galo Fabián Quintana Tenorio

C.C. 0503387094

AUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico principalmente a Dios por darme sabiduría, paciencia, fortaleza y fuerza en los momentos más difíciles, a mis padres Leopoldo Q. y Lilia T. por su apoyo incondicional que gracias a sus enseñanzas y ejemplos logre alcanzar un objetivo grande en mi vida. A mis hermas y hermano por nunca dejarme solo en momentos duros y que, gracias a sus consejos, apoyo absoluto pude salir adelante y cumplir mi sueño anhelado.

Galo Fabián Quintana Tenorio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por la paciencia, apoyo, que gracias a sus ejemplos de humildad y perseverancia logre ser un profesional.

A mis hermanas, hermanos, sobrinas y cuñado por darme todo el apoyo moral en los momentos más difíciles de mi vida y por la confianza que depositaron en mí.

A mi tutora Ing. Paulina Ayala por su apoyo y sabiduría en guiarme con el desarrollo de mi proyecto de investigación.

A la empresa CEDAL, por abrirme las puertas, en especial al ING. Miguel Lucio quien fue la persona que me guío y ayudó en el desarrollo de la propuesta implementada en dicha empresa y también al personal de mantenimiento.

Por último, me quedo agradecido con mi querida Universidad Técnica de Ambato en especial a mi prestigiosa Facultad “FISEI”, que gracias a las enseñanzas de sus docentes logre aprender muchas cosas que me sirvieron en el campo laboral.

Galo Fabián Quintana Tenorio.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Antecedentes Investigativos	1
1.3 Contextualización del Problema.....	3
1.4 Fundamentación Teórica	5
1.4.1 Corporación Ecuatoriana de Aluminio Cedal S.A	5
1.4.2 Automatización Industrial.....	5
1.4.3 Control de procesos.....	6
1.4.4 Controlador Lógico Programable (PLC).....	8
1.4.5 Comunicaciones Industriales.	9
1.4.6 Sistemas SCADA	10
1.4.7 Interfaz Hombre Máquina (HMI).....	11
1.4.8 Normativa de Instrumentación.....	12

1.5	Objetivos.....	18
1.5.1	Objetivo General	18
1.5.2	Objetivos Específicos.....	18
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA		19
2.1	Materiales	19
2.2	Métodos	19
2.2.1	Modalidad de Investigación.....	19
2.2.2	Recolección de información.....	19
2.2.3	Procesamiento y análisis de datos	20
2.2.4	Desarrollo del proyecto	20
CAPÍTULO III.....		22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		22
3.1	Desarrollo de la Propuesta.....	22
3.1.1	Análisis del funcionamiento de las bombas y cisternas.....	26
3.1.2	Levantamiento del tablero de control antiguo y desarrollo de planos .	29
3.1.3	Análisis y estudio de los efectos que conllevan el control de llenado y vaciado de las cisternas	30
3.1.4	Análisis operacional del sistema de monitoreo actual en la empresa. .	32
3.1.5	Requerimientos del Sistema.....	32
3.1.6	Diagramas de Bloques.....	33
3.1.7	Selección de los componentes para la implementación del sistema de monitoreo y automatización.....	34
3.1.8	Diseño de los planos.....	42
3.1.9	Arquitectura general de sistema de control.....	43
3.1.10	Desarrollo del sistema HMI-SCADA	55
3.1.11	Implementación del Sistema	58
3.2	Pruebas de funcionamiento.....	62

3.2.1	Sensor ultrasónico	62
3.2.2	Comprobación de la hipótesis del sistema de monitorización.	63
3.2.3	Funcionalidad del HMI-SCADA.	64
3.2.4	Latencia de la red	67
3.3	Presupuesto.....	70
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		73
4.1	Conclusiones.....	73
4.2	Recomendaciones.....	74
ANEXOS.....		79
ANEXO 1: Programación del sistema de monitoreo y automatización.....		80
ANEXO 1.1 Descripción del Software utilizado para la programación del PLC manual de usuario		80
ANEXO 1.2 Comunicación entre el PLC y RSLogix5000.....		81
ANEXO 1.3 Descripción del software para el sistema de monitoreo y control.		98
ANEXO 1.4 Diseño de la interfaz HMI-SCADA.....		99
ANEXO 2: Implementación del sistema de monitoreo y automatización		105
ANEXO 3: Características de los equipos utilizados.....		109
ANEXO 4: Cotizaciones de equipos.....		115
ANEXO 5: Diseño de Planos.....		120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costo de producción de agua ablandada y osmotizada por metro cubico ...	30
Tabla 2: Pérdida por desborde en las Cisternas	30
Tabla 3: Costo por hora de para y tonelada.....	31
Tabla 4: Pérdidas por vaciado de Cisternas	31
Tabla 5: Características de los sensores de nivel	35
Tabla 6: Equipos de control industrial.	37
Tabla 7: Módulos de Entradas y salidas del PLC.	38
Tabla 8: Características elementos de control.....	39
Tabla 9: Tipos de Indicadores de estado	40
Tabla 10: Interfaces de visualización.....	41
Tabla 11: Características de equipos y software utilizados.	42
Tabla 12: Características direcciones IP de equipos.	43
Tabla 13: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de entrada....	47
Tabla 14:Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna1	48
Tabla 15: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna2	49
Tabla 16:Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna3.	50
Tabla 17:Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna3.	51
Tabla 18:Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna3.	52
Tabla 19:Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna6.	53
Tabla 20:Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna7.	54
Tabla 21: Niveles de jerarquía pantallas.	57
Tabla 22: Características de la norma ISA 101.....	59
Tabla 23: Pruebas de medición del sensor ultrasónico.	62
Tabla 24: Resultados obtenidos del funcionamiento del sistema.....	63
Tabla 25: Pruebas de medición de niveles cisternas de proceso.....	66

Tabla 26: Presupuesto ruteo de tubería y cable.....	70
Tabla 27: Presupuesto del tablero de control.	71
Tabla 28: Presupuesto de equipos utilizados.	71
Tabla 29: Presupuesto final del sistema de monitoreo y automatización.	72
Tabla 30: Altura de cisternas.....	85
Tabla 31: Variables de entrada cisternas de proceso	86
Tabla 32: Variables de entrada para temperatura.....	88
Tabla 33: Variables de salida 3 primeras cisternas de proceso.....	89
Tabla 34: Variables de salida 4 cisternas de proceso.....	90
Tabla 35: Variables de entrada y salida interfaz HMI-SCADA.	103
Tabla 36: Variables de entrada y salida interfaz HMI-SCADA	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de la Empresa CEDAL S.A. [7].	5
Figura 2: Automatización Industrial [9].	6
Figura 3: Automatización Industrial [11].	7
Figura 4: Arquitectura de un PLC [13].	8
Figura 5: Comunicaciones Industriales [15].	9
Figura 6: Topología protocolo ETHERNET/IP.	9
Figura 7: Sistema SCADA Prensa LOEWY CEDAL Latacunga.	10
Figura 8: Representación Terminales HMI Allen-Bradley [18].	11
Figura 9: Simbología de Dispositivos de Instrumentación [20].	13
Figura 10: Símbolos de las Señales, en base a [19].	14
Figura 11: Ciclo de vida del gerenciamiento de Alarmas [22].	15
Figura 12: Áreas de proceso de fabricación de los perfiles de aluminio.	23
Figura 13: Representación de área de tesis.	24
Figura 14: Cisternas en el proceso de Anodizado.	25
Figura 15: Cisternas de Agua Ablandada 1 y Agua Ablandada 2.	26
Figura 16: Cisterna de Agua de Pozo.	27
Figura 17: Cisterna de Agua Decantada.	27
Figura 18: Cisterna de Extrusión y Fundición	28
Figura 19: Cisterna de Chiller	28
Figura 20: Cisterna de Agua Osmotizada.	29
Figura 21: Tablero Control de Bombas.	29
Figura 22: Flotadores mecánicos.	32
Figura 23: Diagrama de Bloques del Sistema.	33
Figura 24: Controlador y módulos de entradas y salidas.	37
Figura 25: Esquema del sistema de monitoreo y automatización.	43
Figura 26: Diagrama de componentes físico del sistema de control.	44
Figura 27: Conexión entre PLC, HMI y servidor.	45
Figura 28: Creación de un nuevo proyecto y reconocimiento de módulos.	46
Figura 29: Diagrama de clases lectura de señales.	46
Figura 30: Diagrama de clases señales de control cisterna 1.	48
Figura 31: Diagrama de clases señales de control cisterna 2.	49
Figura 32: Diagrama de clases señales de control cisterna 3.	50

Figura 33: Diagrama de clases señales de control cisterna 4.	51
Figura 34: Diagrama de clases señales de control cisterna 4.	52
Figura 35: Diagrama de clases señales de control cisterna 6.	53
Figura 36: Diagrama de clases señales de control cisterna 7.	54
Figura 37: Diagrama del diseño del sistema HMI-SCADA.	55
Figura 38: Diagrama de proceso de diseño de pantallas HMI-SCADA.	55
Figura 39: Niveles de jerarquía del sistema HMI-SCADA.	56
Figura 40: Bases para los transmisores de nivel.	58
Figura 41: Instalación de tubería para el ruteo de cables.	58
Figura 42: Ruteo de Cables de todas las cisternas de proceso.	59
Figura 43: Pantalla principal HMI-SCADA.	60
Figura 44: Montaje del tablero de control.	61
Figura 45: Montaje de la pantalla DELTA-DOP en el tablero de control.	61
Figura 46: Distribución de chi-cuadrado.	64
Figura 47: Prueba de funcionamiento de pantalla cisterna 1 agua ablandada.	65
Figura 48: Prueba de Funcionamiento de Pantalla Gráfica Nivel vs Tiempo Cisterna 1.	65
Figura 49: Historial de Eventos y Alarmas de nivel.	67
Figura 50: Protocolo CIP sobre ETHERNET/IP.	67
Figura 51: Latencia de la red ETHERNET/IP.	68
Figura 52: Gráfica de consumo del ancho de banda.	69
Figura 53: Software RSLogix 5000.	80
Figura 54: Entorno de programación RsLogix 5000.	80
Figura 55: Selección del nombre para el driver de comunicación.	81
Figura 56: Configuración y ejecución del driver con una dirección IP.	82
Figura 57: Comprobación de la comunicación entre el PLC y PC.	82
Figura 58: Verificación de los módulos conectados a la CPU.	82
Figura 59: Rango de operación del Sensor UC500-30GM70-IE2R2-K-V15.	84
Figura 60: Entorno de desarrollo de interfaz DOPSOFT.	98
Figura 61: Interfaz principal HMI-SCADA.	99
Figura 62: Estado de Cisterna.	100
Figura 63: Bloque de botones de control.	100
Figura 64: Bloque de control Manual-Automático.	101

Figura 65: Datos de nivel y volumen de la cisterna.	101
Figura 66: Pantalla principal de graficas niveles.	102
Figura 67: Grafica de nivel cisterna.	102
Figura 68: Elaboración de bases para sensores.	105
Figura 69: Instalación de tubería en las cisternas.....	105
Figura 70: Ruteo de Cables.	106
Figura 71: Conexión sensores de nivel.	106
Figura 72: Conexión y Montaje de Balizas.....	107
Figura 73: Montaje y conexión tablero de control.	107
Figura 74: Diseño HMI-SCADA.	108
Figura 75: Montaje de pantalla y pruebas de funcionamiento.	108

RESUMEN

El trabajo de investigación presenta el diseño de un sistema de monitorización y automatización para cisternas en el proceso de anodizado en la corporación ecuatoriana de aluminio S.A. La empresa en la actualidad carece de un sistema de monitorización y control de cisternas, debido a esto existen pérdidas económicas, afectación ambiental y humana por un constante desbordamiento. Por tales motivos el presente proyecto tiene como finalidad diseñar un sistema que permita monitorizar y controlar el nivel de los líquidos que contienen las mismas.

Se optó por monitorear el nivel de las cisternas, mediante sensores que emiten las señales al controlador el cual procesa dichas señales, y mediante el protocolo de comunicación Ethernet/IP las muestra en una Interfaz HMI, esta se utiliza para la monitorización en tiempo real de las variables, información de estados de equipos, control de encendido de bombas, electroválvulas y gráficas de nivel versus tiempo, además se utilizan balizas que ayudan al operario a conocer de manera visual la capacidad actual de las cisternas. Por último, la programación del controlador lógico programable se realizó en el lenguaje Ladder mediante el software RsLogix 5000 y con el Software DopSoft se diseñó las interfaces gráficas de cada cisterna. Para la validación del sistema de control se realizaron varias pruebas de funcionamiento, dando como resultado la eliminación total de desbordamiento de cisternas estableciendo una producción continua de la perfilería y a la vez monitorear a distancia todas las variables del proceso desde cualquier sitio de la planta.

Palabras Clave: HMI, Monitorización, Control, Etnernet/IP, RsLogix5000, DopSoft.

ABSTRACT

The research work presents the design of a monitoring and automation system for tanks in the anodizing process in the Ecuadorian Aluminum Corporation S.A. The company currently lacks a monitoring and control system for tanks, due to this there are economic losses, environmental and human effects due to a constant overflow. For these reasons, the present project aims to design a system that allows monitoring and controlling the level of the liquids they contain.

It was decided to monitor the level of the tanks, by means of sensors that emit the signal to the controller, which processes said signals and, through the Ethernet / IP communication protocol, shows them in an HMI interface, this is used for real-time monitoring of the variables, equipment status information, pump ignition control, solenoid valves and level versus time graphs, also beacons are used that help the operator to visually know the current capacity of the tanks. The programming of the programmable logic controller was carried out in Ladder language using the RsLogix 5000 software and with the DopSoft Software the graphical interfaces of each tank were designed. For the validation of the control system, several functional tests were carried out, resulting in the total elimination of tank overflows, establishing a continuous production of the profiles and at the same time remote monitoring of all the process variables from any point of the plant.

Keywords: HMI, Monitoring, Control, Ethernet / IP, RsLogix5000, DopSoft.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la empresa CEDAL se caracteriza por ser la primera en la elaboración de perfiles de aluminio, estos perfiles pasan por diversos procesos en los cuales la utilización del agua es muy importante, esta agua es almacenada en cisternas que mediante equipos de bombeo se envía a los procesos de Anodizado, Pintura, Extrusión y Fundición.

Las cisternas del proceso de anodizado no tienen un sistema eficiente de visualización y control de niveles, lo cual ocasionan constantes desbordamientos generando pérdidas económicas, afectando de manera directa a la elaboración de la perfilería, además de producir daños en el medio ambiente y al personal de operaciones, debido a que estos líquidos contienen químicos perjudiciales para la salud. Por lo tanto, se requiere desarrollar un sistema de monitorización y control que permita tener una lectura en tiempo real de los niveles de los líquidos que contiene cada cisterna y a la vez un control autónomo de bombas que suministran líquido a los procesos mencionados anteriormente.

Con la implementación del sistema de automatización la empresa CEDAL, podrá optimizar recursos económicos y materiales, ya que se evita el desbordamiento continuo de cisternas en su totalidad, visualizando el comportamiento del proceso a través de una interfaz gráfica de monitorización y control amigable con el operador.

Para el desarrollo del proyecto se dividió en 4 capítulos como se describen a continuación:

Capítulo I: Engloba a todas las investigaciones de proyectos, papers, tesis similares y la búsqueda de información teórica de las partes que conforman un sistema de monitorización y automatización, obteniendo un objetivo principal y tres específicos para la implementación del sistema.

Capítulo II: Aborda los materiales utilizados para el desarrollo de la propuesta y también el marco metodológico.

Capítulo III: Una vez recolectada toda la información necesaria para llevar a cabo la propuesta de solución, en este capítulo se realiza la elección de los equipos, Hardware, Software adecuados para la implementación del sistema de monitoreo y

automatización en tiempo real, obtener un presupuesto para el desarrollo e implementación del proyecto.

Capítulo IV: Finalmente en este capítulo se realizan las conclusiones en base a los objetivos y recomendaciones sugeridas para la implementación del proyecto que servirán de ayuda para elaboración de futuras investigaciones similares.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de Investigación

Sistema de monitoreo y automatización para cisternas en el proceso de anodizado en la corporación ecuatoriana de aluminio S.A.

1.2 Antecedentes Investigativos

Para el desarrollo del proyecto se realizó una investigación bibliográfica en repositorios digitales donde se logró encontrar proyectos similares al tema, con los cuales se pudo generar una fundamentación para la realización del trabajo de investigación.

En la investigación desarrollada por Darío Murillo, en donde se realiza un sistema SCADA para el abastecimiento de agua en la estación de bombeo Yuyucocha. El sistema SCADA de la estación de bombeo permite el monitoreo continuo y control de los equipos que son usados para la administración del agua potable en la ciudad de Ibarra. Además, mediante el HMI permite observar los parámetros de funcionamiento y alarmas que se pueden dar en el proceso del sistema de bombeo de agua para así poder ejecutar acciones de control ante anomalías que puedan suscitarse. Se realizó un monitoreo de las variables de nivel, caudal, presión, mediciones de energía, velocidad del variador y el control de encendido de bombas, utilizando el PLC Máster M340 marca Schneider se adquiere la información de todas las variables a controlar de los diferentes pozos conectados y también está programado para generar alarmas de fallo de comunicación, niveles de agua, estados de encendido y apagado de las bombas de agua. Lo cual ayudara a la presente investigación como aporte con el método utilizado para el monitoreo de variables de proceso a través de una interfaz HMI [1].

Viviana López explicó que para realizar un monitoreo de nivel de las cisternas de agua en la estación de Miraflores se requiere del sensor ultrasónico, así como también para el control de bombas se requieren de la utilización de variadores Allen Bradley F700s y Mitsubishi Power Flex 700 los mismos que serán controlados por el PLC S7-1200, el mismo que es programado a través de una computadora con la ayuda del software TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal), de esta manera se logró controlar y monitorear los equipos de bombeo a distancia evitando pérdidas y daños

de recursos como equipos de bombeo, tableros de control y también mantener la comunicación continua mediante Modbus. Esta investigación da las pautas de cómo realizar la medición de niveles de líquidos con la utilización de sensores ultrasónicos de nivel, [2].

El estudio realizado por los investigadores Mohammad Moin Iqbal, Shivam Gupta y C. Gurudas Nayak se basa en desarrollar un sistema de protección contra desbordamiento de tanques de nivel mediante controlador lógico programable, es un sistema constituido por un PLC Allen Bradley que está conectado a los interruptores de nivel que monitorean el nivel del tanque, Este sistema evita que el tanque se desborde, lo que aumenta la seguridad y la eficiencia. Los tanques de nivel y las bombas se automatizaron completamente mediante el controlador lógico programable, reemplazando la operación manual de la bomba que causa errores y accidentes. La programación en escalera se realizó en el software RSLogix 5000. La presente investigación aporta con el tipo de PLC y software utilizado ya que en la empresa en donde se realizará el proyecto todos los procesos son automatizados con la marca Allen Bradley. [3].

En base a la investigación, sistema de control y monitoreo para bombas de drenaje y vaciado, realizada por José Bermeo describe el método de implementación de un HMI para el control y monitoreo de un subsistema de la Central Hidroeléctrica San Francisco. Este subsistema, es controlado por 4 motobombas que están conectadas a un PLC GE FANUC VERSAMAX IC200UAA007, que tienen por objetivo la extracción de agua proveniente de infiltraciones contenida en un pozo llamado de drenaje. La interfaz realizada en DELTA DOP-W157B permite monitorizar: el nivel de agua en el tanque de drenaje, información detallada de las bombas y sus variadores de frecuencia, conexiones de fuerza, gráfica del nivel del tanque versus tiempo y un historial de eventos. El control puede comandar señales para que las bombas operen de forma remota automática o local con accionamiento manual. En esta investigación explica la forma de realizar interfaces HMI con la ayuda de una pantalla Delta lo cual aporta con la información necesaria para el diseño del HMI-SCADA en el proyecto a desarrollarse [4].

1.3 Contextualización del Problema

En la industria Ecuatoriana el uso de diversos sistemas automatizados para controlar procesos industriales y/o maquinarias cada vez va reemplazando a los operadores que realizaban una determinada supervisión, el inconveniente se generaba cuando existía un fallo y tenían que trasladarse hasta el sector de la empresa donde se informaba del daño de un proceso o del mismo equipo, para después retornar al puesto de trabajo a realizar avisos a sus supervisores y proceder a parar la producción, precisamente perdiendo tiempo y dinero [5].

En la ciudad de Latacunga la planta CEDAL, hoy en día productora y comercializadora de perfiles de aluminio en el Ecuador posee procesos productivos, los cuales utilizan agua para cumplir la función específica, esta agua es proveniente de un pozo de profundidad de 45m que es almacenada en una zona de tratamiento que consta de siete cisternas, misma que es utilizada por los procesos de Fundición, Extrusión, Anodizado y Pintura en ocasiones se ve afectada por desbordes de agua y también por vaciado de las mismas. Eventos que conlleva a una pérdida de dinero, horas de producción (Paras) y una reorganización de turnos y logística, planificación de producción y llamados de atención, por esta situación es necesario contar con un sistema que permita el control y la monitorización de dicha zona de tratamiento.

La falta de una interfaz para la monitorización de niveles de las cisternas y control del accionamiento de bombas, genera dificultad en la operación hombre – máquina, ocasionando una respuesta lenta ante posibles fallos en el funcionamiento del sistema de control. De forma similar, la inexistencia de un sistema HMI-SCADA desemboca daños de actuadores (bombas de drenaje y vaciado) al trabajar en vacío por el desabastecimiento de agua en las cisternas, así como también la pérdida de energía por el funcionamiento de bombas sin un control, ocasionando ruptura en las tuberías por mucha presión y calentamiento excesivo.

La corporación ecuatoriana de aluminio S.A Latacunga, en la planta de producción no cuenta con un sistema que permita controlar el desbordamiento y desperdicio de líquido que se produce ocasionalmente por el agua que llega de un pozo a las cisternas, en la actualidad en el proceso de anodizado influyen siete cisternas con sus respectivos nombres, divididas en etapas cada una con capacidad de agua, ablandada $144m^3$ litros, agua de pozo $69,7m^3$, decantada $73,844m^3$, fundición y extrusión $42,5m^3$, chiller

37,2m³, ablandada 2 38,5m³ y osmotizada 46,1m³, el agua de estas cisternas es trasladada mediante bombas distribuidas acorde a la función que cumple cada cisterna en el proceso, los arranques de todas las bombas que trabajan a un voltaje de 440 [V] se encuentra distribuido en un tablero de control que está ubicado en el cuarto de los equipos de osmosis, algunos de estos arranques se controlan de forma automática ya que existen flotadores mecánicos en pocas cisternas y otros de forma manual, de esta manera se puede palpar que no se tiene un control autónomo y adecuado por lo que es importante de inmediato implementar un sistema de control eficiente con todos los requerimientos necesarios.

Por tanto se debe realizar la implementación de un sistema de monitorización y automatización en el proceso de anodizado, utilizando un Controlador Lógico Programable (PLC), sensores industriales para medición de nivel, controlar las bombas, electroválvulas y de esta manera eliminar el desbordamiento y vaciado de agua en las cisternas, así como también el diseño de un sistema HMI-SCADA que permite monitorear el proceso a distancia, controlar variables, registrar datos, avisos mediante alarmas, indicadores, ayudando a minimizar los riesgos y la intervención en los ajustes de los parámetros del proceso por factor humano, agilizando y controlando los procesos asignados.

Los principales beneficiados con la implementación del presente proyecto es el departamento de mantenimiento, personal de operaciones, supervisión y en general la planta de Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A., debido a la optimización de tiempo y recursos utilizados

El trabajo de investigación resulta de gran importancia para la empresa ya que aporta con la solución a la problemática mediante los conocimientos en programación de interfaces, sistemas de control, protocolos de comunicación, buses de datos, electrónica de potencia y máquinas eléctricas. Su factibilidad radica en que la empresa CEDAL, cuenta con los materiales, equipos y apoyo tecnológico necesario que permite desarrollar el proyecto, además se cuenta con el aval de la empresa para acceder a las instalaciones, así como también a la información requerida [2].

1.4 Fundamentación Teórica

1.4.1 Corporación Ecuatoriana de Aluminio Cedal S.A

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A., CEDAL; es una compañía ecuatoriana constituida en el año 1974 en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, con el fin de producir y comercializar perfiles de aluminio estructurales y arquitectónicos. CEDAL forma parte de Corporación Empresarial S.A., CORPESA [6].

CEDAL es ampliamente reconocida en el mercado nacional y extranjero por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción en el Ecuador. CEDAL ofrece soluciones en los sectores industriales y empresariales ofertando productos desarrollados con los más altos estándares de calidad [6].

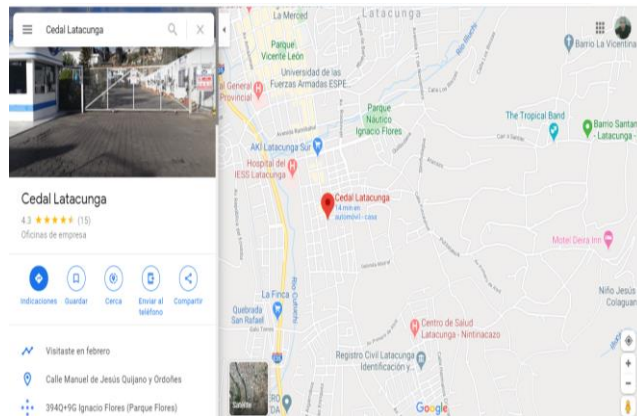


Figura 1: Ubicación de la Empresa CEDAL S.A. [7].

1.4.2 Automatización Industrial

Es una disciplina de la ingeniería que se basa en el uso de sistemas embebidos y electromecánicos para controlar máquinas o procesos industriales de forma óptima, mejorando la productividad. Además, reduce la exigencia humana, estandarizando y dando trazabilidad en la línea de producción. Abarca varios componentes como, sistemas digitales, supervisión, gestión de datos, accionamientos, instrumentación y comunicaciones [8].

La automatización industrial se encarga principalmente de automatizar los procesos de fabricación, control de calidad y manipulación de materiales. Mejora el rendimiento de procesos repetitivos, control de producción, mayor velocidad de producción [8].

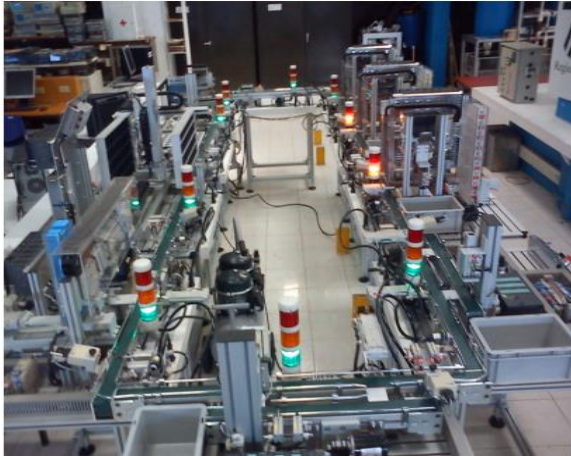


Figura 2: Automatización Industrial [9].

1.4.3 Control de procesos

El control de procesos consiste en dos funciones claramente diferenciadas: la adquisición de datos y el control. Si tratamos de establecer el nexo con el mantenimiento concluiremos rápidamente que la adquisición de datos contribuye con la información para el mantenimiento y las acciones de control con la implantación de las acciones con fines tanto operativos como de mantenimiento [10].

El control automático de procesos es parte del progreso industrial, se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además, hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado. La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del control automático [10].

Los sistemas de control y automatización están divididos en distintos niveles, la unión de todos forma la pirámide de la automatización. En la figura 3 se puede observar los niveles que componen dicha pirámide.

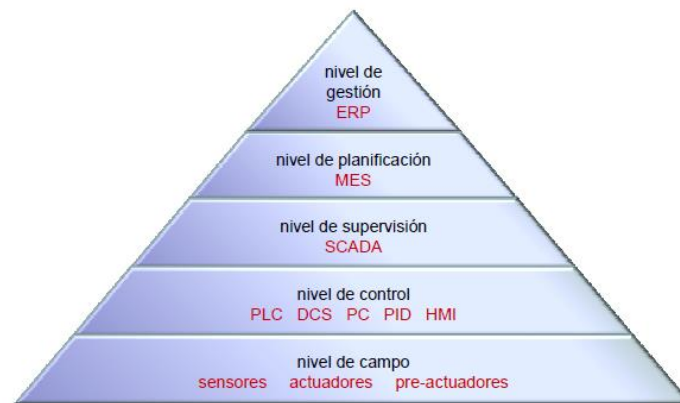


Figura 3: Automatización Industrial [11].

Nivel de Campo: Es el nivel elemental, como base de la automatización piramidal; físicamente donde podemos encontrar un sinnúmero de variables del entorno exterior a controlar, básicamente formado por elementos de mando (actuadores) y de medida (sensores) [5].

Nivel de control: En este nivel de instrumentación, se disponen de dispositivos de control y monitoreo capaces de gestionar la información transmitida por sensores y la información emitida hacia los actuadores, tales como PLC's (Autómatas Programables), elementos de aplicación específica basados en microprocesadores como maquinas eléctricas, variadores de frecuencia, así como también los HMI para monitoreo de datos [5].

Nivel de supervisión: Es el encargado de recoger toda la información generada en el nivel inferior siguiente o de proceso, gestionada por los sensores y actuadores asociados en lazos de control, como estados de proceso de enclavamiento y otros, todos ellos al mismo tiempo [5].

Nivel de Planificación: (MES: Manufacturing Execution System; Sistema de ejecución de fábrica). Nivel donde se encarga de la administración de producción se realizan diferentes tareas tales como: gestión de compras, gestión de calidad, planificación de la producción, control de inventarios, facilita la ingeniería de proceso y del mantenimiento [5].

Nivel de Gestión: (ERP: Enterprise Resource Planning; Planificación de Recursos Empresariales). Este nivel es el más alto donde permite el manejo corporativo, cuyas

funciones principales es la planificación estratégica, planificación corporativa, administración de los recursos y optimización de las finanzas de la planta [5].

1.4.4 Controlador Lógico Programable (PLC).

Un autómata programable industrial (PLC), es un dispositivo electrónico programable utilizado en la ingeniería de automatización industrial, con el objetivo de controlar procesos secuenciales en tiempo real en un ambiente industrial, sus principales características se muestran a continuación [12].

Características.

- ✓ Flexibilidad, Fiabilidad, Robustez
- ✓ Facilidad de Programación
- ✓ Espacio Reducido, Movilidad
- ✓ Realiza funciones complejas.

Un autómata programable es un computador especial, tanto en el Software como en el Hardware. En el Software se programa un lenguaje especial diseñado especialmente para generar de forma sencilla el programa que implementa el algoritmo de control de procesos secuenciales en tiempo real. [13].

Arquitectura

En la Figura 4. Se puede observar la representación esquemática de la arquitectura interna de un autómata programable industrial típico.

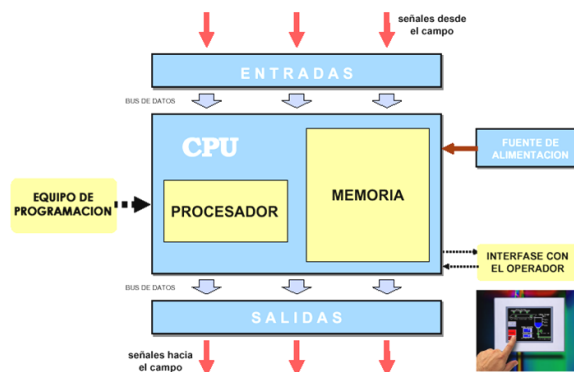


Figura 4: Arquitectura de un PLC [13].

1.4.5 Comunicaciones Industriales.

En la industria moderna, las comunicaciones de datos entre diferentes sistemas, procesos e instalaciones suponen uno de los pilares fundamentales para que esta se encuentre en un nivel de competitividad exigida en los procesos productivos actuales [14].

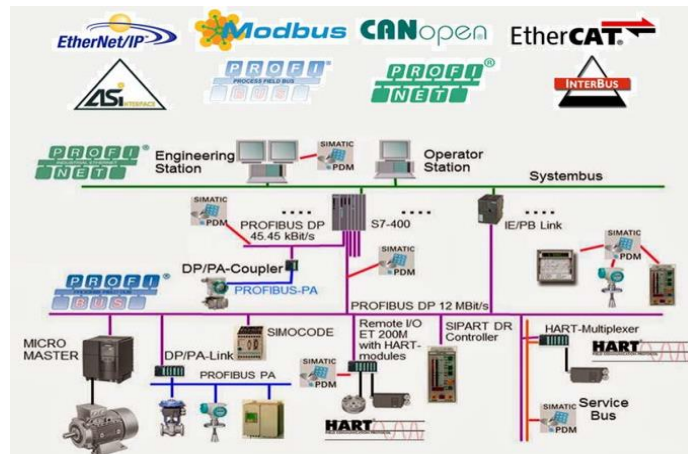


Figura 5: Comunicaciones Industriales [15].

Ethernet industrial

Es una potente red de área y célula de acuerdo con los estándares IEEE 802.3 (Ethernet) con la que se pueden crear redes de comunicación eficaces de gran extensión. Es un sistema que ofrece todo el potencial que ofrece Ethernet, pero utiliza medidas de seguridad, incluidas las de control de acceso y autenticación, seguridad en la conectividad y administración, a fin de asegurar y garantizar la confidencialidad e integridad de la red y ofrecer datos libres de interferencias [15].

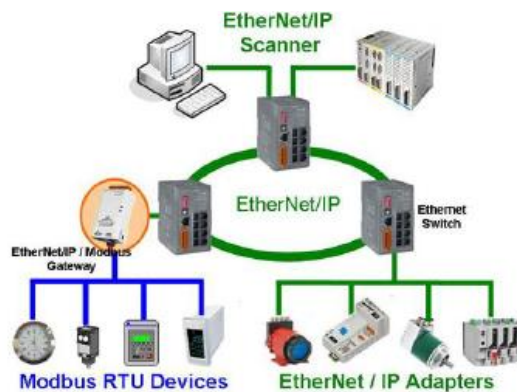


Figura 6: Topología protocolo ETHERNET/IP.

Elaborado por: El Investigador

La red EtherNet/IP ofrece un conjunto completo de servicios de control, configuración y recolección de datos colocando el protocolo industrial común (CIP) sobre los protocolos de Internet estándar IEEE 802.3, tales como TCP/IP y UDP. Este tipo de red permite transportar grandes cantidades de información. Las principales características se indican a continuación [16].

- ✓ Encapsulan mensajes dentro del protocolo TCP/UDP/IP estándar
- ✓ Interactúan a través de un cable de par trenzado RJ45 de categoría 5.
- ✓ Admiten operación half-duplex/full-duplex de 10 Mbps o 100 Mbps.

1.4.6 Sistemas SCADA

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition ó Control con Supervisión y Adquisición de Datos), es una aplicación o conjunto de aplicaciones de software especialmente diseñadas para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación con instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel para el operador (pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc.) [17].

Un sistema SCADA permite la gestión y control de cualquier sistema local o remoto gracias a una interfaz gráfica que comunica al usuario con el sistema. Para controlar el proceso en forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. La interconexión de los sistemas SCADA también es propia, y se realiza mediante una interfaz del PC a la planta centralizada, cerrando el lazo sobre el ordenador principal de supervisión [17].

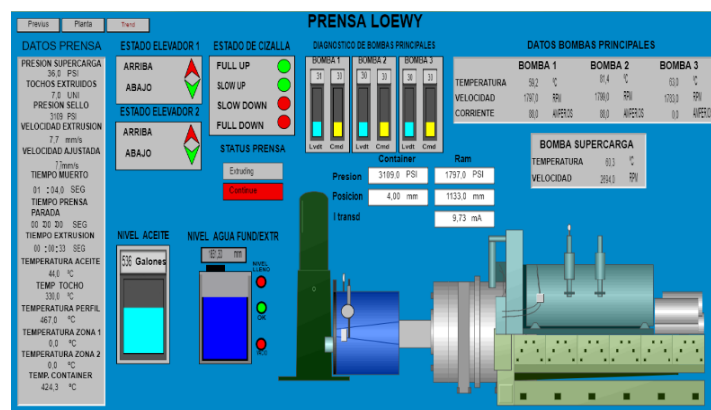


Figura 7: Sistema SCADA Prensa LOEWY CEDAL Latacunga.

Elaborado por: El Investigador

Componentes de Hardware

Los componentes de Hardware para poder gestionar y tratar la información captada son los siguientes:

- ✓ Ordenador Central o MTU (Master Terminal Unit)
- ✓ Ordenadores Remotos o RTU (Remote Terminal Unit)
- ✓ Red de comunicación, instrumentos de campo.

Componentes de Software

- ✓ Configuración
- ✓ Interfaz gráfica del operador
- ✓ Módulo de proceso
- ✓ Gestión y archivo de datos

1.4.7 Interfaz Hombre Máquina (HMI)

El Interfaz Hombre-Máquina (HMI), es el interfaz entre el proceso y los operarios; se trata básicamente de un panel de instrumentos del operario. Es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar procesos industriales y de fabricación. El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable [17], [10].



Figura 8: Representación Terminales HMI Allen-Bradley [18].

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real. Proporcionan gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto al estado del motor y de la válvula, niveles de depósitos y otros parámetros del proceso. Suministran información operativa al proceso, permiten el control y la optimización al

regular los objetivos de producción y de proceso, la interfaz gráfica tipo HMI básicos ofrecen una gestión de alarmas básica, mediante las cuales la única opción que le queda al operario es realizar una parada de emergencia, reparar o compensar la anomalía y hacer un reset [17], [10].

1.4.8 Normativa de Instrumentación

En instrumentación y control, se emplea un sistema especial de símbolos con el fin de transmitir muy fácil y exacta la información. Los símbolos en conjunto forman lo que se conoce con el nombre de diagramas de instrumentación y tuberías (Piping and Instrumentation Diagrams, P&IDs). Entender estos diagramas es indispensable en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas industriales [19].

En el proyecto se tratarán las siguientes normas:

- ✓ Norma ANSI/ISA 5.1
- ✓ Norma ANSI/ISA 18.2
- ✓ Norma ANSI/ISA 101

NORMA ANSI/ISA 5.1

Un grupo de símbolos ha sido estandarizado por la ISA (Sociedad de Instrumentistas de América) conformada en el año de 1992, con el objetivo de representar los distintos instrumentos y equipos. Las necesidades de varios usuarios para sus procesos son diferentes; por lo tanto, la norma reconoce estas necesidades proporcionando métodos de simbolismo alternativos. Según esto se puede agregar información o simplificar el simbolismo, según se desee [19].

Simbología

La normativa ISA 5.1 define cuatro elementos gráficos que son los siguientes:

- ✓ Instrumentos discretos
- ✓ Controles/ Indicadores compartidos
- ✓ Funciones de Computadora
- ✓ Controladores Lógicos Programables

Estos a su vez se agrupan en tres categorías de localización o ubicación:

- ✓ Localización primaria
- ✓ Localización auxiliar
- ✓ Montaje de campo.

En la Figura 9, se indican las representaciones y la localización del instrumento con sus respectivas variaciones.

	Montaje en campo	Localización panel principal	Localización panel auxiliar	Localización detrás del panel
INSTRUMENTOS DISCRETOS				
INSTRUMENTO CONTROL DISTRIBUIDOS				
FUNCION COMPUTADOR				
FUNCION PLC				

Figura 9: Simbología de Dispositivos de Instrumentación [20].

- ✓ Los instrumentos discretos se indican por medio de elementos circulares (Burbuja o Balón).
- ✓ Los dispositivos de control e indicadores se representan con círculos rodeados por un cuadrado.
- ✓ Las funciones provistas por un computador se representan por medio de un hexágono.
- ✓ Finalmente, las funciones proporcionadas por un controlador lógico programable (PLC) se representan por un rombo o triángulo dentro de un cuadrado.
- ✓ La adición de una sola barra horizontal en cualquiera de los cuatro elementos gráficos básicos indica que el instrumento o función está en una posición primaria accesible al operador.
- ✓ Una línea doble indica que está en una posición auxiliar, pero sigue accesible al operador, y ninguna línea indica que el instrumento o función está en el campo.

Símbolos de Líneas

La simbología de las líneas es información crítica de los diagramas de instrumentación y tuberías puesto que indican como se interconectan los diferentes instrumentos, así como las tuberías. Las líneas indican si el enlace o la señal de comunicación es: neumática, eléctrica, óptica, señal digital, ondas de radio, etc. [19].

Conexión de proceso o suministro	
Señal Neumática	
Señal Eléctrica	
Tubo Capilar	
Señal Indefinida	
Línea de Software	
Línea Mecánica	
Señal electromagnética o de sonido	
Señal Hidráulica	
El símbolo de señal neumática es usado de esta forma cuando se trata de aire.	AS aire suministrado ES Suministro eléctrico GS Suministro de Gas HS Suministro Hidráulico NS Suministro de Nitrógeno SS Suministro de vapor WS Suministro de agua

Figura 10: Símbolos de las Señales, en base a [19].

NORMA ANSI/ISA 18.2

En el año 2009 en los Estados Unidos se da a conocer la norma ANSI/ISA 18.2, esta norma busca orientar los esfuerzos del personal a cargo del manejo de los sistemas de control, operaciones y supervisores para un correcto análisis de eventos y prevenir el suceso de situaciones críticas en las plantas industriales [21].

En esta normativa se define a una alarma como: es un medio audible y/o visible para indicar al operador de un mal funcionamiento de un equipo, la desviación de un proceso o una condición anormal que requiere una respuesta [22].

La gestión del sistema de alarmas es un proceso que requiere una continua atención y para esto la ISA-18.2 propone la metodología de los ciclos de vida de la alarma, que están divididos en 10 pasos como se muestra en la Figura 11, [22].

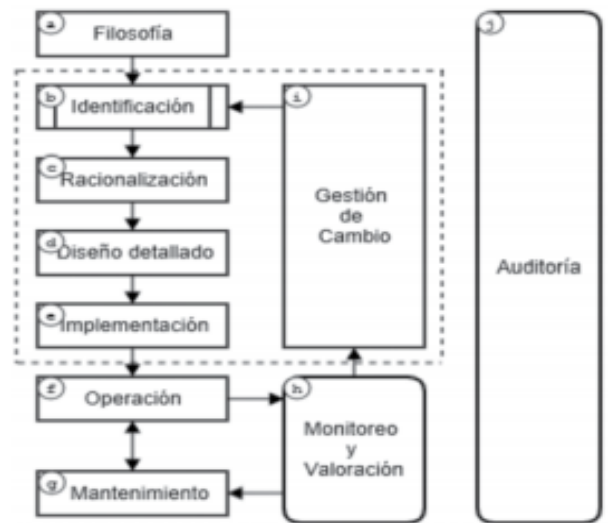


Figura 11: Ciclo de vida del gerenciamento de Alarmas [22].

Filosofía de Alarmas: Es el documento que especifica los objetivos y los requerimientos y reglas para la desarrollar la gestión del sistema de alarmas [22].

Identificación: Esta etapa trata de los diferentes métodos existentes que ayuden a identificar la necesidad de una alarma para cierto proceso [22].

Racionalización: La racionalización es un conjunto de evaluaciones aplicadas a las alarmas existentes y las potenciales alarmas para determinar si cumple con su función [22].

Diseño detallado: Este ciclo está dedicado al entendimiento de las capacidades y limitaciones del sistema de control de los procesos. Se puede dividir en el diseño básico de alarmas, el diseño de la interfaz Hombre – Máquina HMI, SCADA y el diseño avanzado de alarmas [22].

Implementación: En esta sección se trata acerca de las actividades a realizarse por la implementación de un nuevo sistema de alarmas o la implementación de los cambios determinados en las etapas anteriores. Las actividades a desarrollarse son, las pruebas y verificación de los cambios realizados en el sistema de alarmas [22].

Operación: La norma indica las herramientas recomendadas para el manejo de las alarmas durante la operación. Una de esta es el archivo de alarmas que permite al operador ocultar momentáneamente alarmas de menor categoría para quedarse con las importantes y luego de un tiempo establecido estas alarmas archivadas vuelven a aparecer para la gestión del operador [22].

Mantenimiento: Es el estado cuando una alarma sale fuera de servicio para repararla, reemplazarla o por pruebas. La norma indica los procedimientos y la documentación necesaria para sacar de servicio una alarma y las pruebas previas para su vuelta en servicio [22].

Seguimiento y evaluación: En esta parte se describe como analizar el desempeño del sistema de alarmas en comparación con los indicadores.

Gestión de cambio: Determina el uso de herramientas y procedimientos para garantizar que las modificaciones al sistema de alarmas queden revisadas y aprobadas antes de su implementación. El HMI debe permitir visualizar un registro histórico de los cambios realizados a los parámetros de las alarmas donde se informe la fecha, el número de cambios, los valores de configuración y el usuario que realizó esta actualización [22].

Auditoría: Es la última parte del ciclo de vida de las alarmas, aquí se realizan periódicamente una revisión global del sistema de alarmas, de todos los documentos, procedimientos formulados a lo largo del ciclo de vida y la manera en que estos están siendo aplicados se ciñen a las condiciones cambiantes de la planta [22].

NORMA ANSI/ISA 101

El estándar aborda la designación, implementación y mantenimiento de Interfaces hombre-máquina (HMI) para la automatización de procesos, proporciona orientación para diseñar, construir, operar y mantener una eficacia en la HMI que resultan en un control más seguro, más efectivo y eficiente del proceso, tanto en situaciones normales como anormales [23].

El estándar habla de acudir a varios documentos desarrollados y estudiados por los colaboradores de ISA 101 que deben ser seguidos ya que entablan un ciclo de desarrollo a tener en cuenta para la implementación de estándar en una HMI para mejorar su rendimiento, esto se resume en 4 fases del ciclo de vida [23].

Diseño del sistema: Para iniciar el proceso de implementación del estándar, la filosofía de diseño nos lleva a considerar varios aspectos conceptuales para el desarrollo de un proyecto en integración de una interfaz en un proceso; es importante tener claro a los usuarios que va dirigido, la parte psicológica que implica respaldar su

desarrollo, los requerimientos que serán soportados por la interfaz, las buenas prácticas de trabajo, y los modos de operación a manejar [23].

Diseño de la Interfaz: Se analiza la información del diseño de sistema de la HMI, con esos soportes se puede iniciar el desarrollo de la interfaz en el software, teniendo claro todos los datos como requerimientos para la construcción, modos de operación, el plano tiene un papel importante puesto que puede ser tomado como un borrador o una base para iniciar [23].

Implementación: En este punto ya se entra en materia en el software, con la intención de ver cómo el usuario verá la información que se muestra en pantalla, se evalúa si es precisa y requerida la información y si cumple con los requerimientos previamente estudiados. En este punto es importante contemplar todas las pruebas realizadas tanto en la simulación y sus resultados como en los procesos físicos corriendo en tiempo real [23].

Operación: Esta última fase del proceso incluye todas las actividades de monitoreo, actualizaciones y mantenimiento de la HMI puesta en servicio, donde el operario entra en contacto con la misma y puede dar observaciones directas del funcionamiento, con la intención de que todas las modificaciones estén llevadas a cabo por el plan de mejoras de la compañía y así el equipo de mantenimiento genere una copia de respaldo de cualquier configuración, e información que se tenga antes de ser intervenida [23].

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

El objetivo principal de la presente investigación se enfoca en implementar un sistema de monitoreo y automatización para cisternas en el proceso de anodizado en la corporación ecuatoriana de aluminio S.A., con lo cual la empresa podrá reducir pérdidas económicas, afectaciones ambientales y humanas. Además de tener un sistema de control y monitorización de todo el proceso.

Para lograr dicho objetivo será necesario realizar las actividades detalladas en cada objetivo específico.

1.5.2 Objetivos Específicos

Analizar el sistema de control actual y estado de las cisternas para el proceso de anodizado.

- ✓ Análisis del funcionamiento de las bombas y cisternas.
- ✓ Identificación de los procesos para la elaboración del aluminio.
- ✓ Levantamiento del tablero de control antiguo y desarrollo de planos

Determinar los elementos y/o dispositivos necesarios para el Monitoreo y Automatización del proceso.

- ✓ Selección de los componentes para la implementación del sistema de monitoreo y automatización
- ✓ Análisis operacional del sistema de monitoreo actual en la empresa.

Diseñar un sistema HMI-SCADA para el monitoreo y control de las cisternas para el proceso de anodizado.

- ✓ Montaje del tablero de control con el PLC.
- ✓ Instalación de Sensores de nivel de las siete cisternas.
- ✓ Diseño del algoritmo base de control utilizando el lenguaje ladder RsLogix 5000
- ✓ Programación y diseño del sistema HMI-SCADA en DOPSoft para el control del proceso.
- ✓ Ejecución de pruebas de funcionamiento, detección y corrección de errores.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se necesita materiales muy importantes como son: Tesis, libros, revistas y todos los documentos relacionados con el tema. Además, de poder contar con el aval de la empresa para conocer el estado actual de las cisternas que influyen en el proceso de anodizado.

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de Investigación

El determinado proyecto fue de desarrollo investigativo y práctico que permitió solucionar el problema grande que tenía la empresa, con la ayuda de los conocimientos adquiridos para cumplir los objetivos planteados, también se usó diferentes modalidades de investigación las cuales se mencionan a continuación:

Investigación aplicada

El presente proyecto se realizó una investigación aplicada, debido a que se logró una implementación funcional de un sistema automatización y monitoreo en la empresa de Aluminio CEDAL.

Investigación bibliográfica

Se realizó una investigación bibliográfica, mediante consultas a internet, textos, artículos científicos, planos, proyectos de tesis similares referentes a temas automatización, monitoreo y los equipos utilizados, así como también a fuentes informáticas importantes para el propósito.

Investigación de campo

Se llevó a cabo una investigación de campo en la empresa de Aluminio CEDAL Latacunga, la cual permitió obtener información relevante sobre los principales problemas e inconvenientes suscitados actualmente en la estación de Cisternas.

2.2.2 Recolección de información

La obtención de información para el presente proyecto se realizó mediante libros, artículos científicos, proyectos desarrollados, tesis, y además con la ayuda de repositorios virtuales de Universidades mediante el acceso a internet.

2.2.3 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se realizó las siguientes actividades:

- ✓ Organización de la información recolectada.
- ✓ Estudio de la propuesta de solución planteada para la automatización y monitoreo del proceso de anodizado.
- ✓ Elaboración de la mejor alternativa de solución que permita una obtener una estrategia para dar la solución al problema
- ✓ Planteamiento de la propuesta de solución

2.2.4 Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se procedió a realizar las siguientes actividades:

- ✓ Análisis del funcionamiento de las bombas y cisternas.
- ✓ Identificación de los procesos para la elaboración del aluminio.
- ✓ Levantamiento del tablero de control antiguo y desarrollo de planos
- ✓ Análisis y estudio de los efectos que conllevan el control de llenado de las cisternas.
- ✓ Selección de los componentes para la implementación del sistema de monitoreo y automatización
- ✓ Análisis operacional del sistema de monitoreo actual en la empresa.
- ✓ Diseño de los planos eléctricos y del tablero de control.
- ✓ Montaje del tablero de control con el PLC.
- ✓ Instalación de Sensores de nivel de las siete cisternas.
- ✓ Montaje y conexión de indicadores de estado, señales de control a arrancadores de bombas.
- ✓ Diseño del algoritmo base de control utilizando el lenguaje ladder RsLogix 5000
- ✓ Programación y diseño del sistema HMI-SCADA en DOPSoft para el control del proceso.
- ✓ Ejecución de pruebas de funcionamiento, detección y corrección de errores.

- ✓ Análisis de resultados y obtención de conclusiones del sistema en funcionamiento.
- ✓ Elaboración del informe final.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Desarrollo de la Propuesta

CEDAL S.A. es una empresa muy reconocida en nivel nacional y extranjero, por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa y su valiosa contribución al desarrollo de la industria del aluminio y la construcción en el Ecuador. En la actualidad la empresa consta con 2 plantas ubicadas en Latacunga y Duran [6].

El proceso de producción de CEDAL para la elaboración de la perfilería de aluminio se realiza bajo estrictas normas internacionales de operación, calidad y seguridad, tales como: ISO 9001:2000, ASTM B-221, normas de la AEC (American Extrusión Council), INEN 2250:2000, INEN 1001, entre otras. CEDAL cumple con los siguientes procesos [24].

Materia prima: La materia prima para la fabricación de perfiles de aluminio parte de los lingotes (cilindros de 177,8 mm de diámetro y 508 mm hasta 2794 mm de longitud) de aleación de aluminio 6063, 6061, 6005 que se importan desde los productores en Venezuela, Brasil y Argentina [6].

Fundición: El aluminio recuperado del proceso de extrusión y la perfilería rechazada durante el proceso de producción son nuevamente fundidos, manteniendo las características de su aleación para ser re-utilizados en el proceso de producción [6].

Matricería: La matriz es el molde que da la forma a los perfiles de aluminio durante el proceso de extrusión. Esta va colocada en la prensa de extrusión [6].

Extrusión: La extrusión es una deformación plástica en donde un bloque de metal es forzado por compresión a pasar a través de la abertura de un molde (matriz) que tiene un área seccional menor a la del bloque de metal [6].

Anodizado: Proceso electroquímico por el cual se forma sobre la superficie del perfil un recubrimiento de óxido de aluminio, al mismo que se le puede impartir varias tonalidades cromáticas empleando distintos parámetros de corriente, pH1 de las soluciones químicas, tiempo y sales minerales [6].

Pintura electrostática: Es un proceso de acabado superficial que protege a los perfiles de aluminio con una capa de pintura en polvo depositada electro-estáticamente y que luego es fundida y curada en un horno [6].

Empaque: Cedal empaqueta todos sus productos (perfiles de aluminio) en fundas de polietileno, con el fin de evitar que las piezas tengan defectos (marcas de tráfico o marcas de fricción) y para que se mantengan secas durante el transporte [6].

En la figura 12 se indica el Flujograma de procesos de la fabricación de perfiles de aluminio de la planta CEDAL.

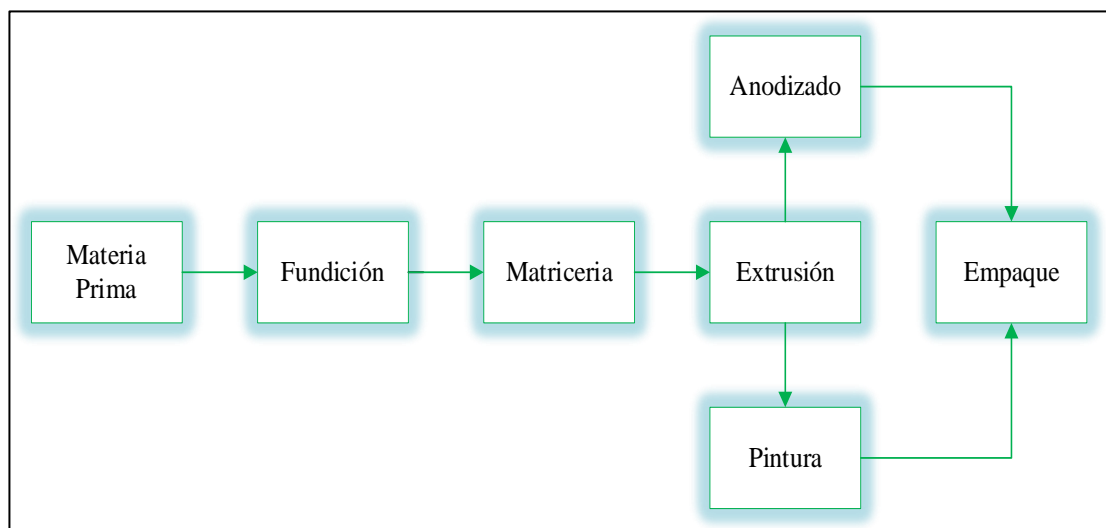


Figura 12: Áreas de proceso de fabricación de los perfiles de aluminio.

En la actualidad la empresa CEDAL S.A., consta con diferentes áreas de producción mismas que utilizan agua para la elaboración de los perfiles, este líquido procedente se almacena en unas cisternas que trasladan el agua a los procesos de Anodizado, Extrusión, Fundición y Pintura, el principal inconveniente que tiene la planta es detener la producción por falta de agua o por muchos desbordes, para solucionar este problema se buscó implementar un sistema de automatización y monitorización en el proceso de anodizado teniendo en cuenta las siguientes etapas que cumple cada cisterna denotadas en el área de tesis en la figura 13:

Área de Trabajo

En este esquema se puede visualizar el plano general de la planta CEDAL en donde se marcó el área para realizar el proyecto de tesis.

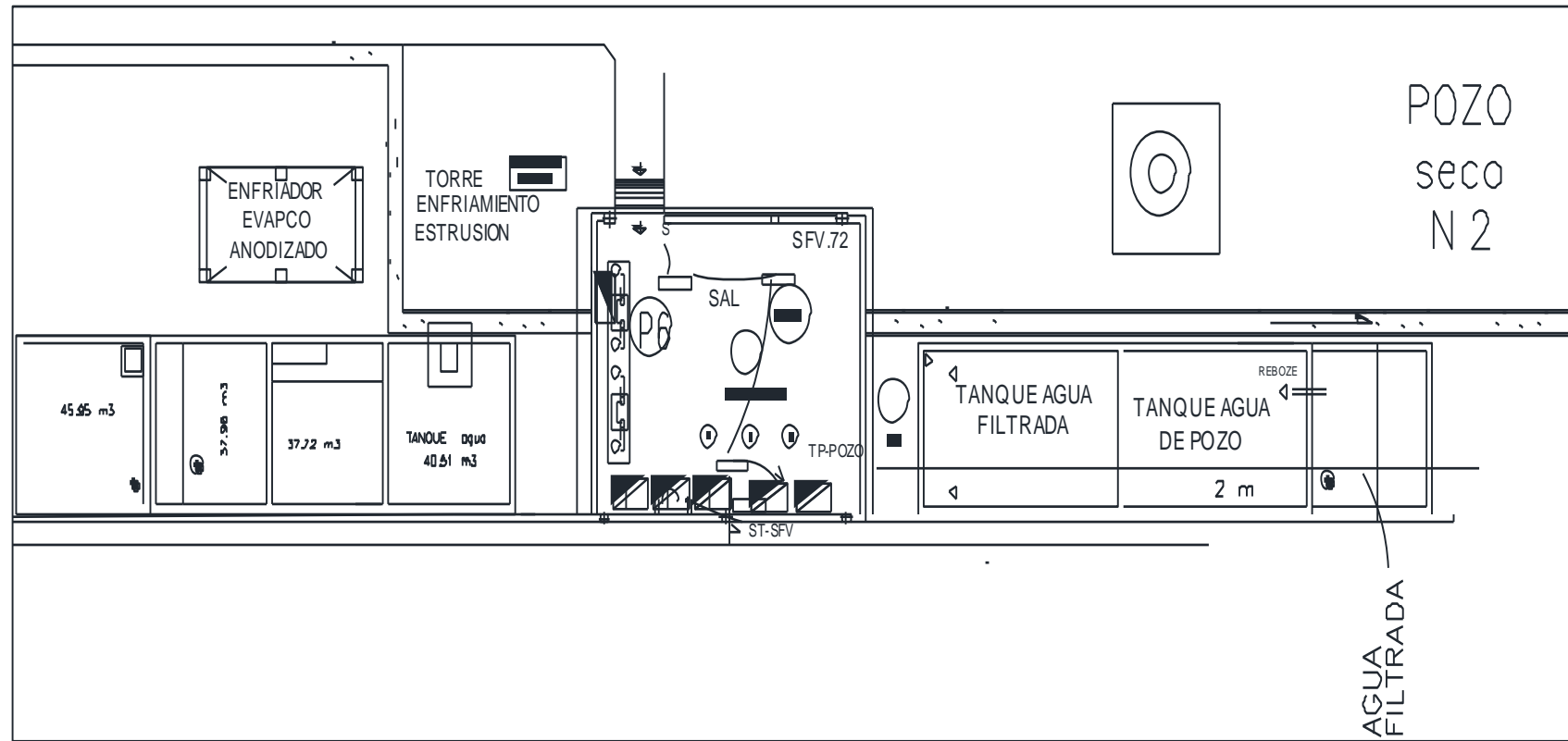


Figura 13: Representación de área de tesis.

Elaborado por: El investigador.

El diagrama de la figura 14, muestra el área específica de trabajo en donde se desarrollará la implementación de monitorización y automatización de cisternas en el proceso de anodizado.

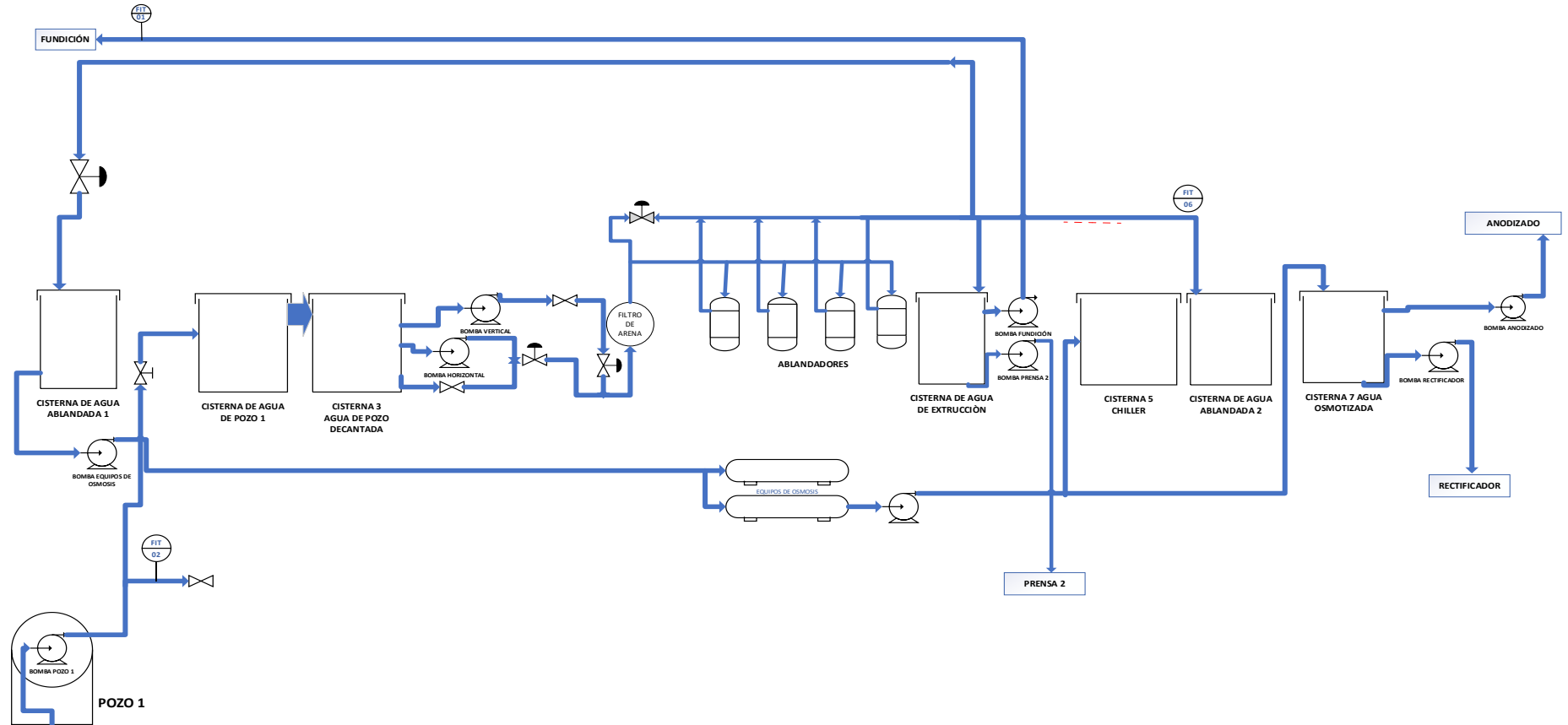


Figura 14: Cisternas en el proceso de Anodizado.

Elaborado por: El investigador.

3.1.1 Análisis del funcionamiento de las bombas y cisternas.

El anodizado es un proceso de oxidación basado en la electrólisis que se desarrolla en el material de aluminio. La capa de aluminio se desarrolla mediante la inmersión del aluminio en un baño de ácido sulfúrico. El anodizado ha sido usado en la edificación durante más de 60 años. El aluminio anodizado es fácil de limpiar y requiere poco mantenimiento [6]. La planta de anodizado consta de 7 cisternas las cuales se describen a continuación:

- ✓ Agua ablandada No. 1
- ✓ Agua de Pozo
- ✓ Agua de pozo decantada
- ✓ Agua fundición/Extrusión
- ✓ Agua Chiller
- ✓ Agua ablandada No. 2
- ✓ Agua Osmotizada

Agua Ablandada No. 1, Agua ablandada No. 2

Cisterna agua ablandada No. 1 de capacidad de 44m^3 , se encarga de almacenar el agua ablandada proveniente de los equipos ablandadores, para poder abastecer mediante una bomba (20 HP, 16A, 440V) a los equipos de osmosis donde el agua tiene un tratamiento especial para ser enviada a la cisterna de agua osmotizada. y la cisterna agua ablandada 2 de $38,5\text{m}^3$, abastece al proceso de Anodizado con la finalidad de poder recuperar los niveles y cambiar el agua de los tanques.



Figura 15: Cisternas de Agua Ablandada 1 y Agua Ablandada 2

Elaborado por: El investigado.

Cisterna Agua de Pozo

Cisterna de capacidad de $69,7\text{m}^3$, se encarga de almacenar el agua proveniente del pozo de una profundidad de aproximadamente 40m con la ayuda de una bomba (440V,

22A, 10HP), agua que es utilizada en todos los procesos para le elaboración de los perfiles de aluminio.



Figura 16: Cisterna de Agua de Pozo.

Elaborado por: El investigador

Agua de pozo decantada

Posee una capacidad de $73,8\text{m}^3$, almacena el agua proveniente de la cisterna de agua de pozo mediante un proceso de decantamiento, este proceso de decantado es un método físico que se encarga de separar los sólidos de los líquidos en este caso, las piedras u otros materiales son separadas del agua. De esta cisterna el agua es enviada por medio de una bomba vertical (20HP,440V, 24A, 3525RPMS) a los ablandadores, equipos en donde se cumple una función principal como eliminar la dureza y los minerales de agua mediante el proceso de intercambio iónico y agregando algún tipo de sodio o potasio.



Figura 17: Cisterna de Agua Decantada

Elaborado por: El investigador.

Cisterna Fundición/Extrusión

Capacidad de 42,5m³, almacena el agua que proviene de los equipos ablandadores, su función principal es abastecer con agua para el enfriamiento de perfiles en el proceso de fundición mediante una bomba (10HP,440V,24, 3500rpms) y enfriamiento de la prensa 2 con la ayuda de una bomba (20HP, 440V,24.3525rpms).



Figura 18: Cisterna de Extrusión y Fundición

Elaborado por: El investigador

Cisterna Agua Chiller

Capacidad de 37,2m³, el agua de esta cisterna circula en circuito cerrado, es decir, ingresa al Chiller y la enfría a una temperatura de 10°C para posteriormente ser enviada al proceso de extrusión en el cual se realiza el enfriamiento de aceite y Anodizado para la solución de los naturales.



Figura 19: Cisterna de Chiller

Elaborado por: El investigador.

Agua Osmotizada

Capacidad de 44,18m³, almacena el agua que proviene de los equipos de osmosis, esta agua es utilizada en los procesos de Anodizado para la compensación de niveles de los tanques con la ayuda de una bomba (2HP,460V, IP55,3400RPMS), también para el caldero y finalmente al proceso de pintura por medio de una bomba (10HP,440V,24A) para recuperar niveles de los tanques.



Figura 20: Cisterna de Agua Osmotizada.

Elaborado por: El investigador

3.1.2 Levantamiento del tablero de control antiguo y desarrollo de planos

El control de las 7 bombas distribuidas en todas las cisternas se realiza desde un tablero azul como se muestra en la figura 21, en donde están instalados todos los arranques para lo cual se realizó la identificación de cada arranque, se etiqueto el cable y finalmente se obtuvieron los planos eléctricos de mando y potencia que se requieren para la implementación del proyecto.



Figura 21: Tablero Control de Bombas

Elaborado por: El investigado

3.1.3 Análisis y estudio de los efectos que conllevan el control de llenado y vaciado de las cisternas

Esta es una zona de tratamiento de agua, misma que es utilizada por los procesos de Fundición, Extrusión, Anodizado y Pintura, en ocasiones se ve afectada por desbordes de agua y también por vaciado de las mismas. Eventos que conlleva a una pérdida de dinero, horas de producción (Paras) y una reorganización de turnos y logística, planificación de producción y llamados de atención.

Dentro de una cuantificación en cuanto a pérdidas se tiene un aproximado en dólares:

Pérdida por Desborde

El desbordamiento de agua afecta principalmente a la parte económica de la empresa, en la tabla 1 indica el costo que tiene el agua Ablandada y Osmotizada por metro cubico.

Tabla 1: Costo de producción de agua ablandada y osmotizada por metro cubico

Descripción	Costo(\$/m3)
Ablandada	0,399
Osmotizada	0,882

Elaborado por: El investigador

En la tabla 2 se puede visualizar el costo de pérdidas que tiene la empresa por desbordamiento de las cisternas que intervienen en todos los procesos de elaboración de la perfilería.

Tabla 2: Pérdida por desborde en las Cisternas

Pérdida por desborde de cada cisterna

Cisterna	Volumen Perdido (m3)	Número de Veces	Costo por Evento (\$/m3)	Costo Total por Cisterna (\$/m3)
Ablandada 1	5	60	1,995	119,7
Fund/Extru	5	60	1,995	119,7
Chiller	4	4	3,528	14,112
Ablandada 2	4	50	1,596	79,8
Osmotizada	5	20	4,41	88,2
			Total	421,512

Elaborado por: El investigador

En muchas ocasiones los desbordes de las cisternas ocasionan pérdidas económicas como se resume en la tabla 2, cada cisterna tiene un número de veces que se desborda

durante el periodo de un año, el costo de producción de agua ablandada y osmotizada es representativo esto genera un gasto económico de 421,51\$ americanos.

Nota esta información se recopiló del personal de mantenimiento con la ayuda de un historial de errores almacenados en el departamento.

Pérdida por Vaciado

Otro problema que se tiene en la empresa es el vaciado de las cisternas, esto representa un inconveniente que conlleva a detener la producción por falta de agua, en la tabla 3 se indica el costo que se tiene por dejar de producir una hora en los procesos de anodizado y pintura.

Tabla 3: Costo por hora de para y tonelada

Proceso	Costo x hora x Ton de para
Anodizado	760
Pintura	285

Elaborado por: El investigador.

Así como hay desbordamiento también existe otro problema que es el vaciado de las cisternas, esto afecta a la producción de los perfiles de manera severa.

Tabla 4: Pérdidas por vaciado de Cisternas

Pérdida por vaciado de Cisternas

Cisterna	Tiempo en llenar las cisternas (horas)	Número de veces	Costo x oportunidad (\$/Ton)
Ablandada 1	3	1	2280
Agua Pozo	4	1	3040
Pozo decantada	4	1	3040
Fund / Extru	3	1	2280
Chiller	3	1	2280
Ablandada 2	3	1	2280
Osmotizada	3	1	2280
		Total	17,480

Elaborado por: El investigador

El tiempo que se demoran en recuperar los niveles de las cisternas están mostrados en la tabla 4, donde se resume los gastos que se generan en los procesos de Anodizado y

Pintura, cada uno de estos procesos por cada hora están produciendo una tonelada de productos, en anodizado se pierda por cada hora 760\$ y en pintura 285\$, finalmente en la tabla 10 se resume el total de perdida de dinero teniendo en cuenta que solamente una vez existe vaciado, llegando al resultado que entre los dos procesos se pierde 17480 \$, este gasto afecta de manera directa a la elaboración de la perfilería.

3.1.4 Análisis operacional del sistema de monitoreo actual en la empresa.

Actualmente la corporación ecuatoriana de aluminio S.A. cuenta con un sistema SCADA general en donde se monitorean todos los procesos, sin embargo en las cisternas de proceso de anodizado no existe un monitoreo y control adecuado de los niveles, por tales motivos se genera pérdidas económicas para la empresa por desbordamiento de las cisternas ya que algunas cisternas del proceso contienen químicos de un costo elevado y a la vez los trabajadores al tener contacto con el agua su salud se ve afectada.

Las bombas para el llenado y transferencia del líquido de las cisternas de este proceso son controladas por medio flotadores mecánicos, los cuales no tienen una precisión exacta y generan el desbordamiento de las mismas.

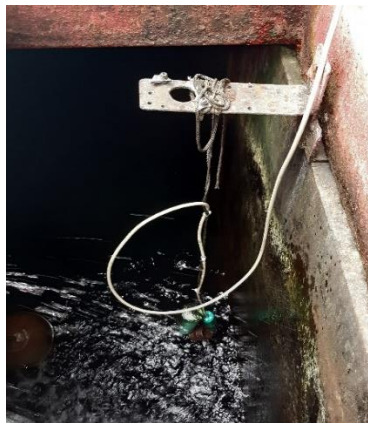


Figura 22: Flotadores mecánicos.

Elaborado por: El investigador

3.1.5 Requerimientos del Sistema

Para el desarrollo del sistema de monitoreo y automatización para cisternas en el proceso de anodizado en la corporación ecuatoriana de aluminio S.A, se plantearon algunos requerimientos por parte del Ingeniero Miguel Lucio asistente electrónico de

la empresa y de acuerdo al análisis previo del sistema se determinó que los requerimientos del sistema son los mencionados.

- ✓ Monitorear los niveles de todas las cisternas en tiempo real
- ✓ Controlar bombas, electroválvulas que interactúan en cada cisterna en dependencia de los niveles
- ✓ Visualizar los niveles y estados de las cisternas en una interfaz HMI-SACDA
- ✓ Crear un Sistema de alarmas por nivel en estado de desborde o vacío

3.1.6 Diagramas de Bloques

Tomando en cuenta los requerimientos necesarios propuestos por la empresa, se elaboró un diagrama de bloques, el cual está dividido en etapas cada una con un propósito específico, que trabajando de forma simultánea permitirán que el sistema funcione de una forma adecuada y de esta manera poder solucionar el problema que tiene la empresa.

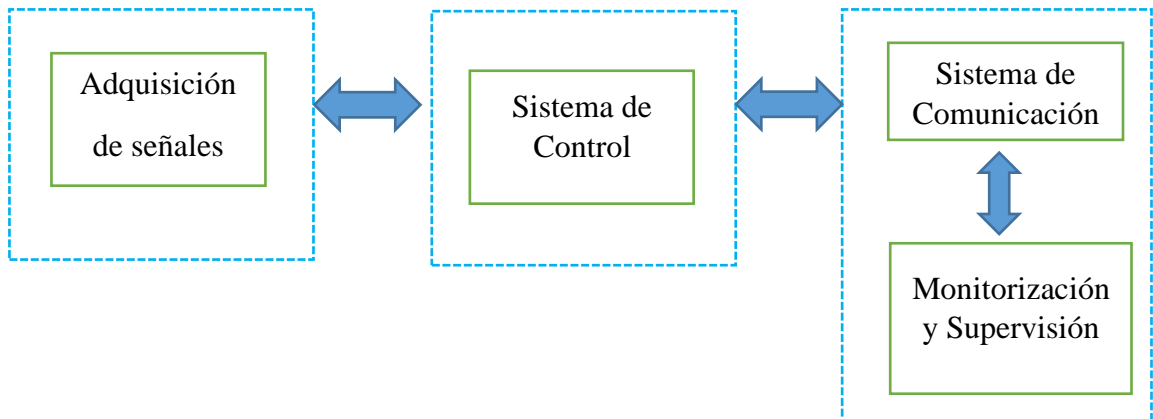


Figura 23:Diagrama de Bloques del Sistema.

Elaborado por: El investigador

El primer bloque se encargará de adquirir los valores de las señales de entrada sensores de nivel para analizarlas, procesarlas o almacenarlas en un dispositivo controlador.

El segundo bloque se encarga de diseñar un sistema robusto para realizar el control de las salidas que pasa por la tubería instalada hacia los correspondientes actuadores.

En el último bloque se tendrá un sistema de comunicación que permitirá enlazar el sistema de control con el sistema de monitoreo para visualizar los datos adquiridos en tiempo real y también con la supervisión para realizar un monitoreo y control del

sistema a distancia. El objetivo primordial es que el operador pueda observar todas las variables en una interfaz amigable y a la vez tener un control manual o automático del proceso.

3.1.7 Selección de los componentes para la implementación del sistema de monitoreo y automatización

Para la implementación práctica del sistema de acuerdo al diagrama de bloques presentado en la figura 23, se procede a seleccionar los equipos y analizar cada uno de ellos para escoger la mejor opción acorde a las necesidades del proyecto.

- ✓ Sensor de nivel
- ✓ Equipo de control industrial
- ✓ Dispositivos de alarmas
- ✓ Elementos de control
- ✓ Interfaz de visualización.

Sensor de nivel

Los sensores de nivel son dispositivos que permiten medir niveles de líquidos de cisternas, tanque, etc. Los más utilizados en el ámbito industrial son los sensores ultrasónicos, los cuales se encargan de medir la distancia, emitiendo una onda de sonido que choca contra el agua, midiendo el eco de ida y vuelta. En la tabla 5, se puede observar las características de cada uno y en dependencia de eso se puede elegir el mejor.




El sensor ultrasónico UC500-30GM70-IE2R2-K-V15 es una muy buena opción, ya que este tipo de sensor puede tener contacto con el producto a medir, y brinda una señal analógica a la salida, con la cual se puede conocer el nivel del líquido en cualquier punto, además este tipo de sensor soporta temperaturas altas, es muy robusto porque está constituido de una cobertura de latón y niquelado, además posee un grado de protección IP65.

El sensor T30UXIC se utiliza bastante en este tipo de mediciones ya que está fabricado con poliéster PBT, se caracteriza por su alta rigidez y resistencia a la deformación térmica de funcionamiento y brindar una salida continua dependiendo del nivel del

líquido, pero su desventaja fundamental es que es bastante caro en comparación con los otros tipos de sensores.

Y por último está el sensor UM30-213113 que es fabricado a base de latón niquelado y puede soportar temperaturas altas, además posee una pantalla led para visualizar el nivel, tiene un grado de protección IP65, IP67. Por tales motivos su desventaja principal es el precio elevado en comparación a los otros.

Tabla 5: Características de los sensores de nivel

Sensores Ultrasónicos de nivel			
Características			
Nombre (Serie)	UC500-30GM70-IE2R2-K-V15	BANNER T30UXIC	UM30-213113
Rango de detección	200-3500mm	300-3000mm	200-2000mm
Tensión de trabajo	24 VDC	10-30VDC	9-30VDC
Señal de salida	4-20mA	0-10V 4-20mA	0-10V 4-20mA
Grado de protección	IP65	IP67	IP65, IP67
Temperatura de operación	-25 a +70 °C	-40° a +70° C	-25 a +70 °C
Frecuencia	120kHz	114kHz	200kHz
Precio	\$443	\$495	\$899,12

Elaborado por: El investigador, en base a [25], [26], [27].

Los tres tipos de sensores son bastantes útiles para la medición y detección de líquidos, pero se debe tomar en cuenta algunos parámetros como, el tamaño del reservorio en donde se va a instalar el sensor, el tipo de líquido que se va a medir, por tal motivo el sensor a seleccionar debe cumplir ciertos requisitos, tales como:

- ✓ Tener una salida constante en función de la altura, para conocer el nivel del líquido
- ✓ Robusto, de tal manera que pueda soportar los químicos que contienen los líquidos en cualquier punto de la cisterna.
- ✓ Voltaje de operación debe ser de 24 VDC
- ✓ Sensibilidad y rango de medición mayor a 3 m
- ✓ Grado de protección.

Con estos requisitos se puede decir que el sensor ultrasónico de la serie UC500-30GM70-IE2R2-K-V15 es el más adecuado ya que tiene un rango de medición mayor a 3 metros y es robusto por su fabricación de latón y niquelado en comparación a los otros sensores en cuestión, posee un grado de protección IP65, además su salida es de 4 a 20mA y trabaja a un voltaje de 24VDC.

Equipo de control industrial (PLC)




En la actualidad la industria de la automatización brinda una gran cantidad de dispositivos de diferentes marcas, esto permite que el usuario elija el modelo deseado acorde a las características y necesidades, a continuación, se realiza una descripción de cada equipo y una tabla comparativa para la selección del más adecuado para el desarrollo del proyecto.

El PLC SIMATIC S7-300, cuenta con características sobresalientes que lo hacen adaptable a la industria, la programación modular es de uso inteligente, y reduce costos tanto en ingeniería como en operación, además están pensadas en la inminente llegada de la Industria 4.0. El principal inconveniente que posee, es el protocolo de comunicación Profibus.

La CPU Q00UJCPU(MITSUBISHI), contiene una gama completa de funciones de red y comunicaciones, la desventaja principal es que ofrece una versión elemental para sistemas de pequeña escala y la interfaz de programación no es amigable con el usuario.

Finalmente, el PLC 1769-L30ER Allen Bradley, puesto que es un autómata modular diseñado para controlar procesos a media y gran escala con una memoria interna de hasta 1MB, además opera con la licencia de Rockwell Automation.

Tabla 6: Equipos de control industrial.

Características			
Nombre (Marca)	1769-L30ER Allen Bradley	SIMATIC S7-300 (SIEMNES)	Q00UJCPU(MITSUBISHI)
Entradas/Salidas	8 módulos	8 módulos	10 módulos
Memoria	1 MB	128 KB	520 KB
Comunicación	(2 Puertos Ethernet IP) /RS485	Profibus /RS485	Ethernet /USB
Software	Rslogix 5000	STEP 7 V5.5	GXDeveloper
Tensión de Alimentación	120/240 VAC	120/240 VDC	120/240 VDC
Precio	\$3615,62	\$1528,68	\$850

Elaborado por: El investigador, en base a [28], [29], [30].

Considerando las características de cada uno de los dispositivos de control como se observa en la tabla 6, para el desarrollo del sistema de monitorización y automatización se optó por el equipo industrial de marca Allen Bradley Compact Logix de serie 1769-L30ER modular, debido a que tiene una capacidad de memoria de 1MB lo cual hace que su procesamiento de información sea rápido, expansión de hasta 8 módulos, posee dos puertos de comunicación para la transferencia de datos mediante el protocolo Ethernet/IP, además la empresa posee la licencia de Rocwell Atomation necesaria para el desarrollo del sistema de control.

En la figura 24 se observa la estructura del PLC y sus módulos a utilizarse.

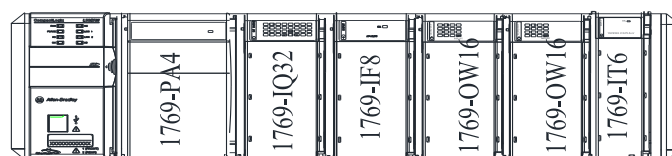


Figura 24:Controlador y módulos de entradas y salidas.

Elaborado por: El investigador.

La descripción de la estructura física del PLC y sus módulos se denotan en la tabla 7. En donde se puede ver que cada elemento tiene una posición conocida como slot.

Tabla 7: Módulos de Entradas y salidas del PLC.

Slot	Tipo	Entradas	Salidas	Descripción
0	1769-L30ER			PLC COMPACT LOGIX
1	1769-IQ32	Local:1:I.Data0 Local:1:I.Data32		32 IN 24VDC
2	1769-IF8	Local:2:I.Ch0Data0 Local:2:I.Ch0Data8		8 Chanel A/D
3	1769-OW16		Local:3:O.Data.0 Local:3:O.Data.16	16 OUT 24 VDC
4	1769-OW16		Local:4:O.Data.0 Local:4:O.Data.16	16 OUT 24 VDC
5	1769-IT6	Local:6:I.Ch0Data0 Local:6:I.Ch0Data5		6 Chanel A/D

Elaborado por: El investigador.

Elementos de control




Un elemento de control es un mecanismo que con ayuda de un dispositivo de control puede modificar el valor de una variable. Se debe tomar en cuenta, que para realizar el control de nivel de las cisternas es necesario utilizar dispositivos que controlen el mismo, para lo cual se realizó una tabla comparativa donde se puede ver todas las características importantes que tienen dichos elementos.

La Electroválvula Dierste (UW) es muy utilizada en la industria para aplicaciones de control de fluidos como agua y gas, está fabricada de bronce, se caracteriza por soportar presiones de hasta 50 psi.

El solenoide UG-50, puede ser una buena opción ya que soporta altas temperaturas debido a su fabricación en acero inoxidable y por ende presiones altas, su funcionamiento radica en aplicaciones de control de fluidos como agua, aceite y gas.

Fiablemente le electroválvula de la serie US-50 tiene similares características que los mencionados anteriormente, la única diferencia influye en la presión y temperatura que soporta y debido a esto su precio es elevado.

Tabla 8: Características elementos de control.

Características			
Marca (Tipo)	Dierste (UW)	UG-50	US-50
Voltaje	24VDC	24VDC	24VDC
Conexión/orificio	2"/50mm	2"/50mm	2"/50mm
Temperatura de flujo	-5 a 80°C	-5 a 80°C	-5 a 185 °C
Presión	0 - 50psi	0 - 145psi	0- 150psi
Operación	NC	NC	NA
Precio	236\$	250\$	300\$

Elaborado por: El investigador, en base a [32], [33].

Comparando las diferentes electroválvulas que se muestran en la tabla 8 detalladamente. Se ha optado por seleccionar a la electroválvula UG-50 ya que soporta temperaturas de -5 a 80 °C y una presión hasta 145psi, además su voltaje de operación es de 24VDC, la conexión que se requiere para la tubería en donde va a ser colocada es de 2 pulgadas y su modo de operación es normalmente cerrado.

Dispositivos de Alarmas




Un dispositivo de alarma permite dar una señal de advertencia audible o visual sobre un problema que exista en determinada situación al operador o personal que se encuentre en el área de trabajo. Para el aviso de eventos en el sistema de monitoreo y automatización se tomó en cuenta algunos de los dispositivos a comparar.

Schneider Electric (XVC4B5K) es una torre de iluminación monolítica que produce señales de color rojo-naranja-verde-azul-transparente, su montaje se realiza en una base de soporte. Una de sus principales desventajas es que no cuenta con zumbador y su grado de protección es IP54.

El EMAS IF5T024ZM05-1 es una baliza de advertencia que produce luces LED rojas, amarillas y verdes parpadeantes o sólidas que se apilan en una sola unidad compacta, con una sirena de 90dB, y opera con una fuente de alimentación de 24 V CC.

Finalmente, BANNER (TL50HGRALSQ) es una torre de luz, su señal de advertencia está conformada por 2 colores y alarma de 94 dB, contiene alto brillo y su voltaje de operación oscila entre 18-30 V CC o 24 V CA.

Tabla 9: Tipos de Indicadores de estado

Características			
Marca (Serie)	Schneider Electric (XVC4B5K)	EMAS(IF5T024ZM 05)	BANNER (TL50HGRALS Q)
Voltaje de operación	24VDC	24VDC	24VDC
Temperatura	-10 a 50 °C	-5 a 40°C	-20 a 50°C
Consumo de corriente	125mA	105mA	100mA
Grado de protección	IP23, IP54	IP65	IP67
Colores	Red/Green/Orange/Blue/Cl ear	Rojo, anaranjado, verde	Verde, rojo, alarma
Tipo de bombilla	LED	LED	LED
Precio	230\$	158\$	222,75\$

Elaborado por: El investigador, en base a [34], [35], [36].

Una vez comparados los dispositivos de alarmas, se procedió a realizar la elección del mejor, para lo cual se tomó algunos parámetros importantes:

El dispositivo que se escogió es una baliza de marca BANNER serie TL50HGRALSQ, por su grado de protección IP 67, soporta una temperatura que radica en el rango -20 a 50°C, la corriente de consumo es baja en comparación a los demás equipos y el precio es bastante aceptable para su compra.

Interfaz de visualización.

Para la interfaz de visualización y control se ha preferido utilizar una pantalla HMI ya que son las más utilizadas en la parte industrial, aunque existen varias marcas a nivel mundial. Estas permiten la interacción entre el usuario con una interface sin necesidad de utilizar elementos extras, basta con presionar en alguna zona específica y se podrá activar o desactivar botones entre otras cosas, este dispositivo se comunica con un PLC para intercambiar datos, entradas, salidas y procesos del mismo.

Para la visualización del sistema de monitoreo y automatización, se realizó una comparación entre los principales paneles más utilizados, para posteriormente elegir el adecuado como se muestra en la tabla 10.

La pantalla HMI Delta DOP-110WS proporciona varias pantallas táctiles en múltiples dimensiones y colores que brindan funciones de control rápidas y oportunas para las máquinas de automatización industrial. Se pueden combinar con más de 30 marcas y modelos de PLC o controladores para una comunicación sin esfuerzo y un funcionamiento versátil.

SIMATIC HMI KTP1000 pantalla que tiene un modo de operación táctil, tamaño de 10 pulgadas, 256 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de los softwares, WinCC flexible 2008 SP2 Compact, contiene open -software de origen, que se proporciona de forma gratuita, diseñada para la automatización industrial.

Exor HMI, Pantalla táctil capacitiva de cristal proyectado de alta visibilidad ideal para uso en ambientes agresivos y aplicaciones especiales como exterior, marino y automatización, integra hasta 4 protocolos de comunicación simultáneo, desarrollada para aplicaciones web Server y Web Browser para acceso móvil con iOS y Android.

Tabla 10: Interfaces de visualización.

Características			
Marca (Serie)	DELTA DOP-110WS	SIMATIC HMI KTP1000	Exor HMI
Tamaño	TFT de 10,1"	TFT de 10 "	TFT de 15"
Interfaz	Ethernet incorporada, USB, RS485, RS232	MPI / PROFIBUS DP	USB, puertos serie y MPI integrados
Alimentación	24VDC	24VDC	24VDC
Tarjeta	MicroSD	MicroSD	MicroSD
Precio	\$704,97	\$850	\$950

Elaborado por: El investigador, en base a [37], [38], [39] .

Como se observó en la descripción de cada elemento, se puede resumir que todos estos dispositivos pueden ser utilizados para realizar cualquier interfaz HMI en el campo

industrial, sin embargo, se realizó un análisis técnico y se optó por la pantalla DELTA DOP-110WS, porque tiene protocolo ethernet incorporada para la comunicación con dos PLC's al mismo tiempo, a la vez el tamaño es de 10 pulgadas óptimo, amigable con el usuario y el precio es adecuado para su adquisición.

3.1.8 Diseño de los planos

Los planos son una documentación primordial en la realización del proyecto ya que en ellos se especifica todas las conexiones de los equipos y también el diseño del ruteo de tubería, la herramienta apropiada que se utilizó para la realización de los planos es Autocad electrical 2018. En el **ANEXO 5** de la sección planos se puede observar de manera más detallada todas las conexiones de módulos y equipos.

Selección de los equipos y programas utilizados.

Una vez realizado el análisis de las características y requerimientos de los equipos para el desarrollo de la propuesta, en la tabla 11 se describe los equipos y software a utilizar.

Tabla 11: Características de equipos y software utilizados.

Ítem	Equipo	Detalle	Software	Descripción
1	Computador	Acceso a la red de la planta	FactoryTalk View	Servidor de monitoreo
2	Sensor de nivel	UC500-30GM70-IE2R2-K-V15	N/A	Medición del nivel
3	PLC	1769-L30ER Allen Bradley	RsLogix5000	Controla el proceso
4	Electroválvula	UG-50	N/A	Apertura/cierre
5	Baliza	BANNER (TL50HGRALSQ)	N/A	Indicador de estados
6	Pantalla	DELTA DOP-110WS	DOPSoft v4.00.08	Monitoreo y control

Elaborado por: El investigador.

Posteriormente se definen las direcciones IP que tendrán cada uno de los equipos, estas direcciones fueron asignadas por el administrador de la red de la planta cedal, en la tabla 12 se visualiza las respectivas direcciones que tendrán los dispositivos.

Tabla 12: Características direcciones IP de equipos.

Ítem	Dispositivo	Dirección IP
1	PLC	1.1.1.181
2	Pantalla DELTA	1.1.1.182
3	FactoryTalk View servidor de la planta	192.168.2.112

Elaborado por: El investigador.

3.1.9 Arquitectura general de sistema de control.

Para realizar la propuesta de solución en base a los objetivos planteados, se requiere un esquema en donde se puede identificar de forma general todos los dispositivos y/o elementos que interactúan en el sistema, así como también la comunicación.

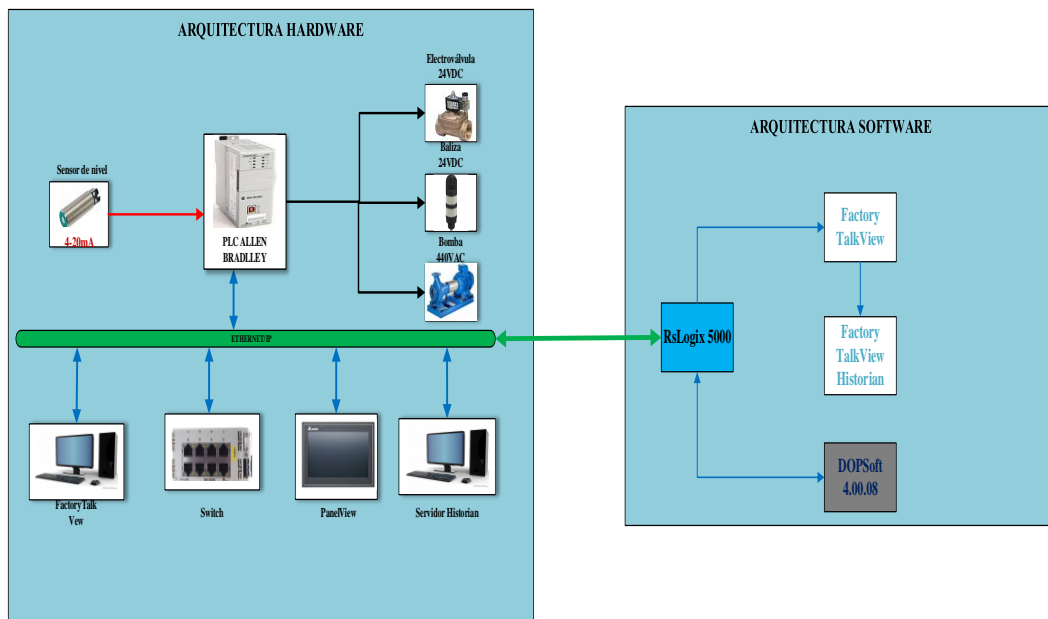


Figura 25: Esquema del sistema de monitoreo y automatización.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 25 se muestra la arquitectura general del sistema de control, que relaciona los componentes Hardware, Software y la interacción del operador con dichos componentes.

Arquitectura de Hardware

Esta arquitectura relaciona los componentes físicos de la implementación de sistema de monitorización y control, como se indica en la figura 26.

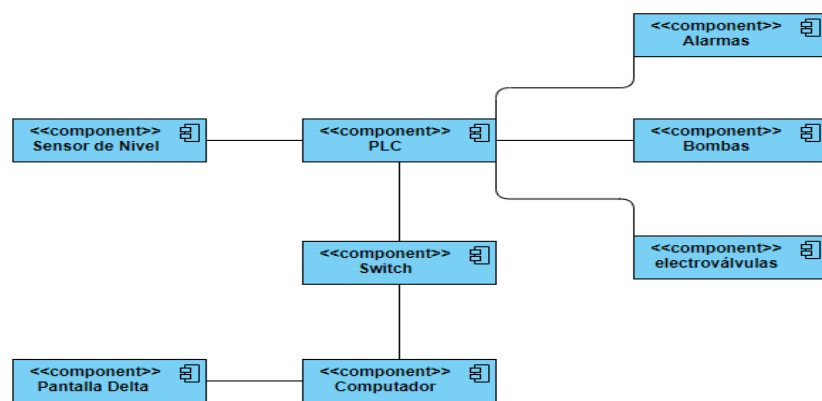


Figura 26: Diagrama de componentes físico del sistema de control

Elaborado por: El investigador.

Para obtener la medición del nivel en las cisternas se utiliza sensores ultrasónicos, estos transmisores brindan una señal estándar de 4 a 20 mA, esta señal emitida por el transmisor se realimenta al controlador PLC con la ayuda de un módulo de entradas analógicas.

El PLC al recibir la señal emitida por el sensor realiza el tratamiento de la misma y mediante un algoritmo obtiene el valor de nivel, este valor es comparado con una señal de referencia establecida por el usuario mediante Software, el resultado de esta comparación controla todos los actuadores (bombas, electroválvulas) y alarmas de nivel ubicados en cada una de las cisternas.

El Switch permite la comunicación del PLC con el servidor, donde se realiza el monitoreo del sistema de control en el SCADA general de la planta, de la misma manera permite la comunicación con la pantalla DELTA para visualizar todas las variables almacenadas en el controlador requeridas por el operador y a la vez controlar el encendido de bombas.

Arquitectura de Software

En esta arquitectura permite tener una visión general de la implementación de sistema de monitorización y automatización en el proceso de anodizado.

Desarrollo

Para el desarrollo del algoritmo de control se utiliza el Software RsLogix 5000, este software permite realizar todas las condiciones necesarias para el control de los

actuadores y alarmas, así como también enviar la información para monitoreo de todas las variables.

El protocolo ETHERNET/IP permite establecer una comunicación con las interfaces de monitorización y control, la primera interfaz para visualización de niveles, estados de equipos, alarmas y graficas se desarrolla en el Software FactoryTalk View donde se encuentra el SCADA general de todos los procesos de la planta. Para obtener reportes por días, meses y años se utiliza el Software FactoryTalk Historian es una base de datos en la que se almacena toda la información de variables subidas en este servidor. Finalmente, la interfaz que monitorea y a la vez controla se diseña en el Software DOP-Soft permite desarrollar varias interfaces amigables para que el operador pueda manipular y utilizar sin tener ningún inconveniente.

Comunicación PLC- HMI

Una vez seleccionados los equipos se desarrolló un bosquejo de la conexión entre el PLC, HMI y Servidor como se indica en la figura 27.

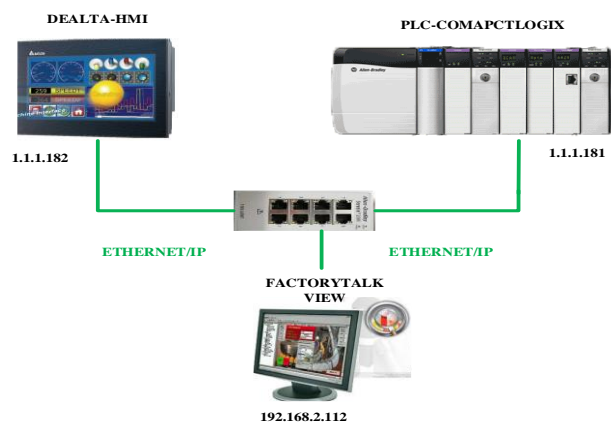


Figura 27: Conexión entre PLC, HMI y servidor.

Elaborado por: El investigador.

La programación del PLC se realiza en el software RsLogix 5000, creando bloques de programación en el lenguaje Ladder. Del mismo modo para realizar la interfaz HMI se optó por el Software DOP-Soft y finalmente para la monitorización en la red de la planta se utilizó el FactoryTalk View, software adquirido por la planta para el monitoreo de todos los procesos existentes.

El protocolo de comunicación para establecer el intercambio de información entre dispositivos es ETHERNET/IP, es un protocolo de red industrial muy utilizado en la actualidad por la configuración sencilla y la velocidad es lo suficientemente rápida.

Diagramas de clase

El diagrama de clase se desarrolla en cada una de las subrutinas creadas en RsLogix 5000 para el control del sistema como se observa en la figura 28.

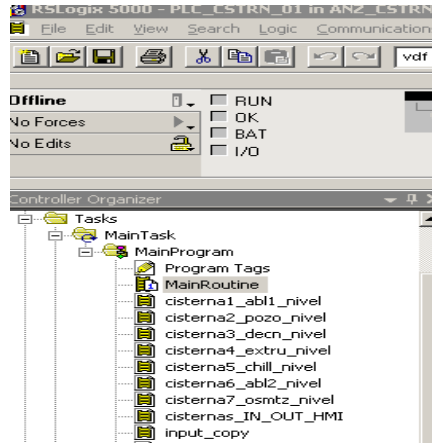


Figura 28: Creación de un nuevo proyecto y reconocimiento de módulos.

Elaborado por: El investigador.

En la rutina principal se encuentran las subrutinas cada una con un propósito específico, se utiliza el diagrama de clase donde se tiene la clase principal y en ella sus atributos y métodos.

Input_copy

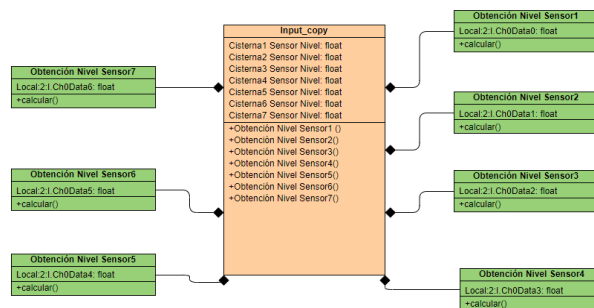


Figura 29: Diagrama de clases lectura de señales.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 29 indica las clases que se utilizan para la lectura de las señales de entradas de los transmisores de nivel, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar

que existe una relación de composición entre la clase principal `input_copy` y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 13.

Tabla 13: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de entrada

Clase	Descripción
Input_copy	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para la lectura de los valores en las entradas.
Obtención Nivel Sensor1	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 1.
Obtención Nivel Sensor2	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 2.
Obtención Nivel Sensor3	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 3.
Obtención Nivel Sensor4	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 4.
Obtención Nivel Sensor5	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 5.
Obtención Nivel Sensor6	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 6.
Obtención Nivel Sensor7	Clase que recibe el valor de la señal de entrada para calcular el nivel de la cisterna 7.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 1 Sensor Nivel

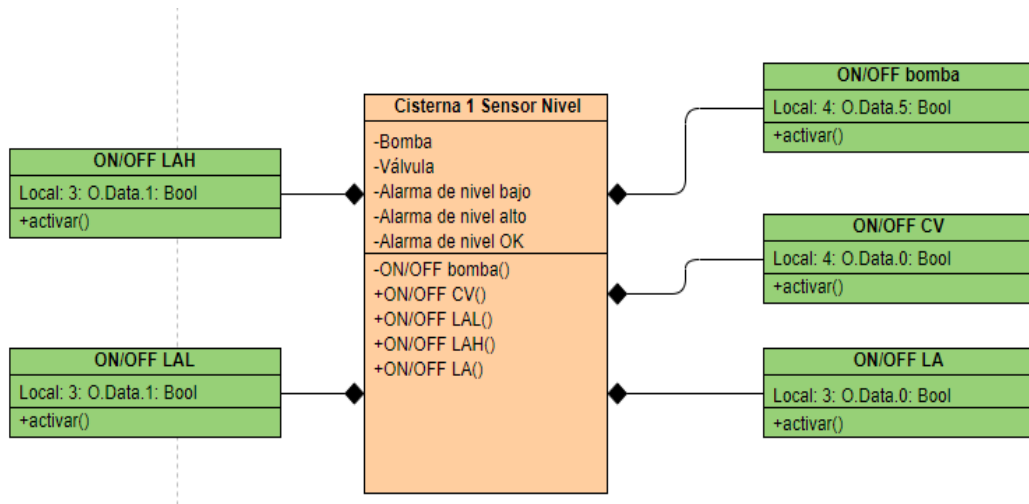


Figura 30: Diagrama de clases señales de control cisterna 1.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 30 muestra las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 1, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna1 Sensor Nivel y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 14

Tabla 14: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna1

Clase	Descripción
Cisterna 1 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF bomba	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba.
ON/OFF CV	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la electroválvula.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 2 Sensor Nivel

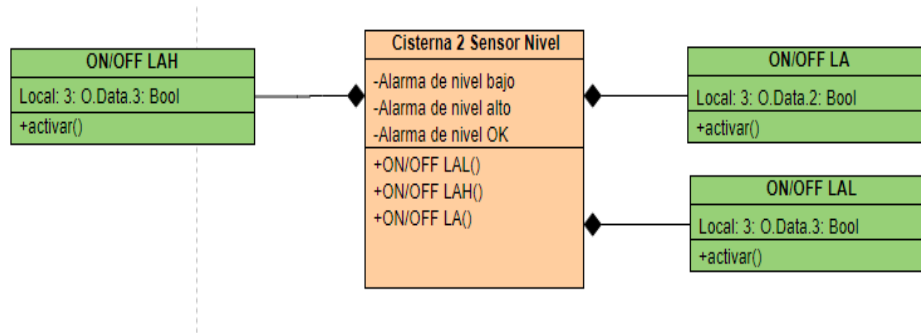


Figura 31: Diagrama de clases señales de control cisterna 2.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 31 muestra las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 2, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna2 Sensor Nivel y las subclasses. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 15.

Tabla 15: Descripción de la clase principal y subclasses de las señales de control Cisterna2

Clase	Descripción
Cisterna 1 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclasses todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 3 Sensor Nivel

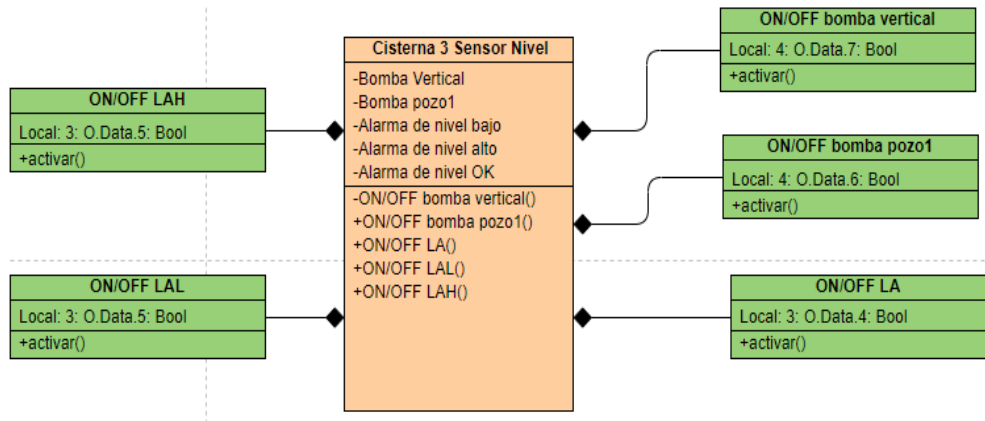


Figura 32: Diagrama de clases señales de control cisterna 3.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 32 indica las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 3, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna3 Sensor Nivel y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 16

Tabla 16: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna3.

Clase	Descripción
Cisterna 3 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF bomba vertical	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba vertical.
ON/OFF bomba pozo1	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba pozo1.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 4 Sensor Nivel

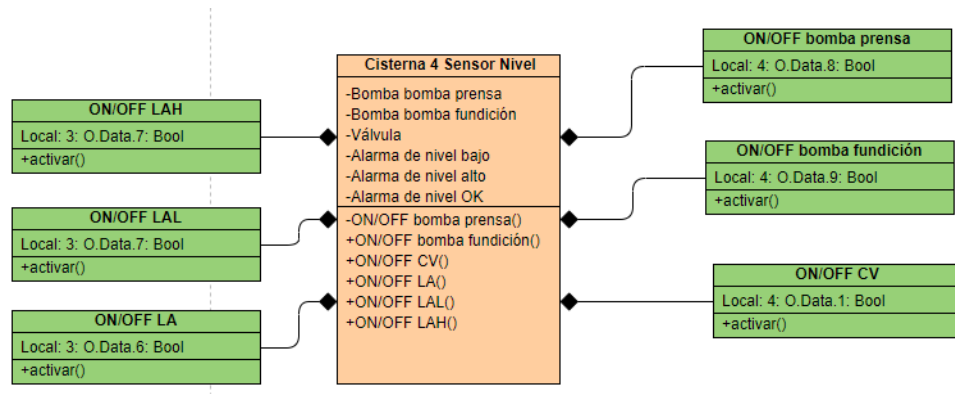


Figura 33: Diagrama de clases señales de control cisterna 4.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 33 muestra las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 4, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna4 Sensor Nivel y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 17

Tabla 17: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna3.

Clase	Descripción
Cisterna 4 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF bomba prensa	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba de la prensa.
ON/OFF bomba fundición	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba de fundición.
ON/OFF CV	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la electroválvula.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 5 Sensor Nivel

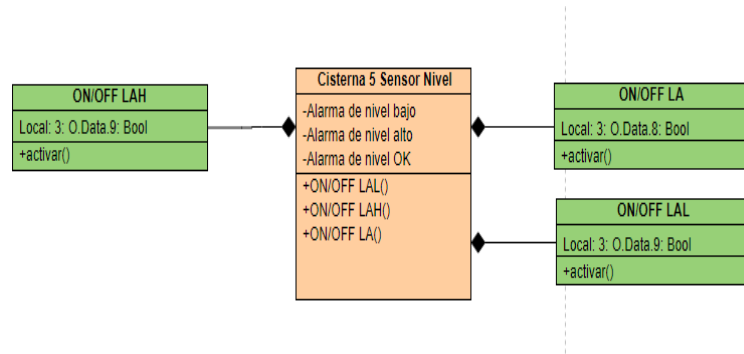


Figura 34: Diagrama de clases señales de control cisterna 4.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 34 indica las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 5, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna5 Sensor Nivel y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 18.

Tabla 18: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna3.

Clase	Descripción
Cisterna 5 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF CV	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la electroválvula.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 6 Sensor Nivel

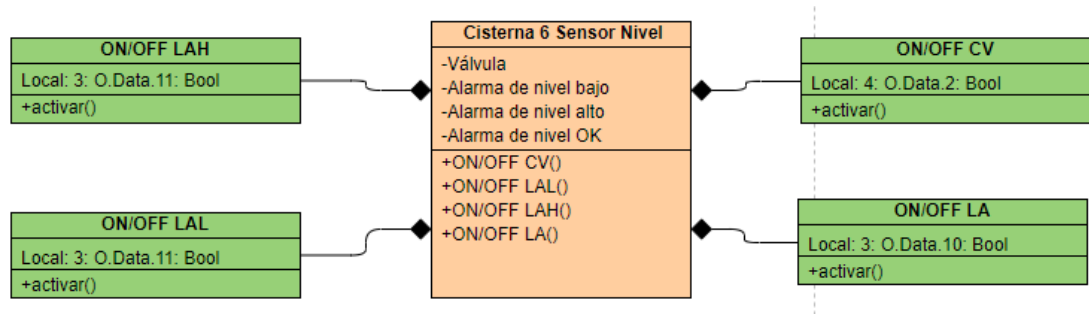


Figura 35: Diagrama de clases señales de control cisterna 6.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 35 indica las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 6, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna6 Sensor Nivel y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 19.

Tabla 19: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna6.

Clase	Descripción
Cisterna 6 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Cisterna 7 Sensor Nivel

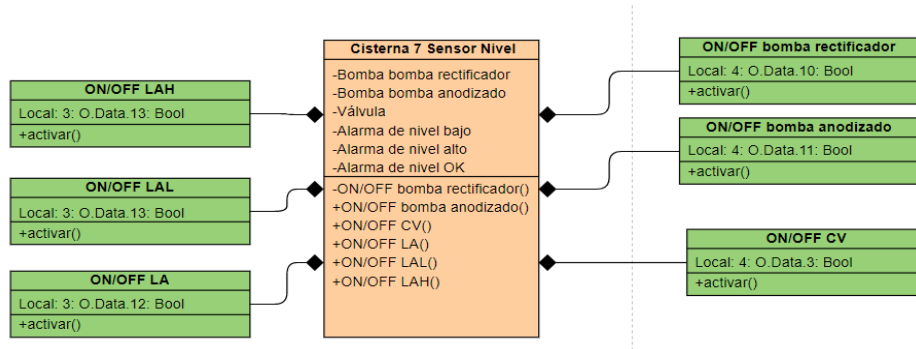


Figura 36: Diagrama de clases señales de control cisterna 7.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 36 muestra las clases que se utilizan para el control de los actuadores y alarmas de la cisterna 7, cada una de estas posee atributo y métodos, cabe destacar que existe una relación de composición entre la clase principal Cisterna7 Sensor Nivel y las subclases. A continuación, se describe la función de cada clase en la tabla 20.

Tabla 20: Descripción de la clase principal y subclases de las señales de control Cisterna7.

Clase	Descripción
Cisterna 7 Sensor Nivel	Es la clase principal que proporciona a las subclases todos los atributos para controlar las señales de salda.
ON/OFF bomba rectificador	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba del rectificador.
ON/OFF bomba anodizado	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la bomba de anodizado.
ON/OFF CV	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar la electroválvula.
ON/OFF LA	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel OK.
ON/OFF LAL	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel bajo
ON/OFF LAH	Clase que recibe el valor de comparación de nivel para activar o desactivar a alarma de nivel alto.

Elaborado por: El investigador.

Para más detalle del desarrollo de la programación del sistema de control revisar el ANEXO 1, donde se encuentra con más detalle el algoritmo de sistema a controlar.

3.1.10 Desarrollo del sistema HMI-SCADA

El diseño de la interfaz HMI se desarrolló en base a los requerimientos e información más relevante para el operador, consiguiendo una interfaz hombre maquina sencilla y vistosa con varios objetos, animaciones haciendo que la interpretación se entendible para el usuario.

En la figura 37 se indica las directrices para el diseño del HMI-SCADA, consiste en mostrar al operador la información resumida e importante y dar control de los equipos.

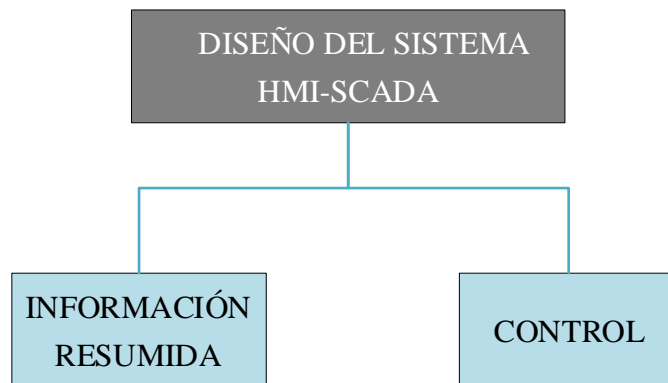


Figura 37: Diagrama del diseño del sistema HMI-SCADA.

Elaborado por: El investigador.

Diseño de pantallas HMI

Para conseguir una interfaz eficaz y funcional, se establece el diseño de las pantallas de las cisternas del proceso de anodizado como se observa en la figura 38, con el fin de organizar toda la información que se observa en los procesos y representarlas gráficamente con la ayuda de un HMI

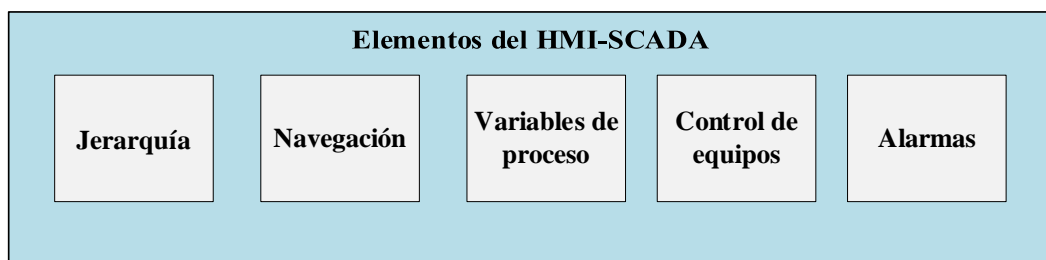


Figura 38: Diagrama de proceso de diseño de pantallas HMI-SCADA.

Elaborado por: El investigador.

Jerarquía de pantallas

En la figura 39 se indica que la interfaz HMI-SCADA está estructurada de 15 pantallas, de las cuales existe una principal y mediante esta se derivan las otras restantes, categorizándose en 3 niveles.

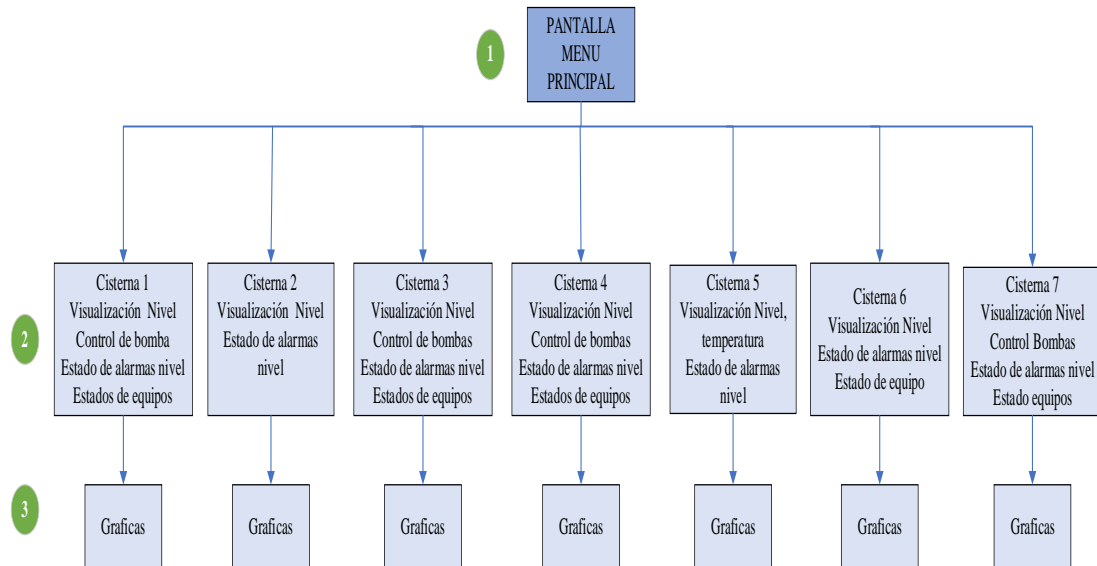


Figura 39: Niveles de jerarquía del sistema HMI-SCADA.

Elaborado por: El investigador.

El operador al momento de ingresar al HMI-SCADA se familiarizará con la interfaz de la pantalla principal, en la cual están diseñados botones de navegación con el nombre de cada una de las cisternas de proceso.

La interfaz representa una semejanza al proceso, está en la capacidad de monitorear variables. Con las pantallas interactivas se podrá visualizar comportamientos de mediciones de nivel, alarmas, gráficas y controlar equipos instalados en campo.

Las pantallas HMI al ser organizadas mediante una jerarquía de niveles como se muestra en la figura 39, se establece un orden específico y secuencial para cumplir con los requerimientos establecidos en el sistema de monitorización y control.

En la tabla 21 se indica con más detalles la jerarquía de navegación, características importantes, el tipo de nivel a cuál representa y su configuración en la aparición de cada ventana.

Tabla 21: Niveles de jerarquía pantallas.

Nombre de la Pantalla	Características	Tipo de nivel	Configuración de pantalla
Pantalla Menú Principal	Es la pantalla principal donde se ingresa a la aplicación, en esta pantalla están diseñados botones de navegación cada uno de ellos lleva el nombre de la cisterna a la cual pertenece.	Nivel 1	Ir a pantalla
Cisternas de proceso	En estas ventanas se tienen indicadores de nivel, temperatura, alarmas, estados de equipos. Además, el control on/off (manual/ automático) de bombas, electroválvulas.	Nivel 2	Ir a pantalla
Gráficos de tendencia de las cisternas	Esta pantalla permite observar el comportamiento de las variables físicas como nivel y temperatura.	Nivel 3	Ir a pantalla

Elaborado por: El investigador.

En el Software DOP-Soft, la configuración de las pantallas se determina en “Ir a pantalla” ya que al presionar los botones todas las ventanas tienden a ocultarse y ser remplazadas. En el nivel 2 y 3 el operador podrá tener acceso a los controles de los equipos y la visualización del estado de los mismos

3.1.11 Implementación del Sistema

En este apartado se detalla todo el procedimiento llevado a cabo en el montaje de los equipos en campo, así como también las respectivas conexiones, pruebas de cada elemento y finalmente el diseño de la interfaz en una pantalla de monitorización industrial DELTA.

Ruteo de cables y tubería.

Para la conexión de los elementos se realizaron varias bases y soportes para los transmisores de nivel, con el fin de protegerlos contra el polvo, lluvia entre otros.



Figura 40: Bases para los transmisores de nivel.

Elaborado por: El investigador

Se instaló la tubería en todas las cisternas para el enrutamiento de los elementos y/o dispositivos a utilizar, para lo cual se utilizó tubería EMT, Conduletas, uniones, conectores, abrazaderas, Chanel, pernos, bandeja, manguera BX. En la figura 41 se indica el trabajo realizado en campo con éxito.



Figura 41: Instalación de tubería para el ruteo de cables.

Elaborado por: El investigador.

Posteriormente se procedió con el ruteo de los cables, que por medio de ellos se conectarán todos los elementos que intervienen en el proceso de monitorización y automatización, en la figura 42, se puede observar el trabajo realizado en el área de tesis.



Figura 42: Ruteo de Cables de todas las cisternas de proceso.

Elaborado por: El investigador.

Implementación del HMI-SCADA

La implementación del sistema HMI-SCADA, para el control de cisternas en el proceso de anodizado se basa en la norma ISA 101, como se observa en la tabla 22 se tomó algunas consideraciones que permita el mejor diseño HMI, con el fin de tener una interfaz de visualización amigable para los usuarios que trabajan en el área del proceso.

Tabla 22: Características de la norma ISA 101.

Característica	Descripción	Detalle
Diseño	Simple	Colores de contraste equilibrado
Simulación	Básica	Nivel de Tanque
Texto	Claro y sencillo	Tres tamaños de letras
Equilibrio de luminosidad	Fondo	Gris claro
	Texto	Negrita
	Botones	Encendido (verde), apagado (rojo)
Colores	Estándar	Información azul, negro
	Fluido Tanque	Azul
Alarmas	Critica	Rojo
	Advertencia	Amarillo

Elaborado por: El investigador.

La pantalla principal se realizó en dependencia de las características de las cisternas de proceso, teniendo así un menú principal con botones de navegación que permiten interactuar con cada uno de los procesos. En la figura 43 se muestra el diseño de la

interfaz principal desde la cual el operador podrá navegar al proceso que requiera dirigirse simplemente presionando los botones.

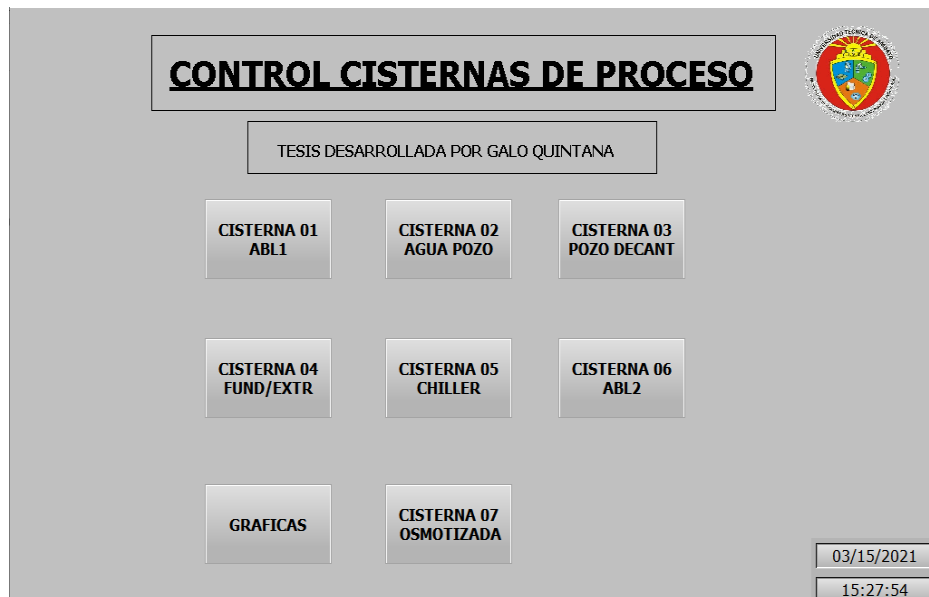


Figura 43: Pantalla principal HMI-SCADA.

Elaborado por: El investigador.

Para el diseño de la interfaz HMI-SCADA, se tomó en cuenta que las pantallas deben tener una presentación con la información más importante y que sea interactivo con el operador en el momento de navegar en las mismas.

La interfaz gráfica general tiene 8 botones cada uno de ellos con el nombre al proceso que corresponde, al presionar sobre cualquier botón automáticamente se dirige a una pantalla en donde se puede observar de manera más detallada los componentes que interactúan en dicho proceso, así como también la visualización del estado del mismo. Para visualizar el desarrollo con más detalles revisar el **ANEXO 1.4**

Instalación y conexión del tablero de control.

El tablero se instaló en el cuarto de los equipos de Osmosis, a lado del tablero que controlan los arranques de todas las bombas que interactúan en el proceso de anodizado, como se muestra en la figura 44.



Figura 44: Montaje del tablero de control.

Elaborado por: El investigador.

Finalmente se instaló la pantalla DELTA-DOP en el tablero de control, una de las principales características de utilizar una pantalla es que mediante la creación de botones virtuales se remplazan por los botones mecánicos y a la vez se tiene una visualización y control de todos los elementos involucrados en las cisternas de proceso.



Figura 45: Montaje de la pantalla DELTA-DOP en el tablero de control.

Elaborado por: El investigador.

3.2 Pruebas de funcionamiento

Ya implementado Sistema de monitorización y automatización para cisternas en el proceso de anodizado en la corporación ecuatoriana de aluminio S.A. se realizaron varias pruebas de funcionamiento de todo el sistema en conjunto.

3.2.1 Sensor ultrasónico

En base a las medidas realizadas en campo se obtuvieron datos de medición de nivel los cuales fueron comparados con el valor real, se considera como valor real al que entrega el HMI ya que al realizar la medición en campo ocurren errores sistemáticos debido a los métodos de medición que se emplean para calcular la altura del nivel de cada cisterna de proceso.

Tabla 23: Pruebas de medición del sensor ultrasónico.

Datos de medición sensor ultrasónico					
Datos	Valor real (mm)	Valor medido (mm)	diferencia	Error	Error %
1	840	837	3	0.0036	0.3571
2	1010	1006	4	0.0040	0.3960
3	1091	1085	6	0.0055	0.5500
4	999	996	3	0.0030	0.3003
5	1070	1065	5	0.0047	0.4673
6	1045	1039	6	0.0057	0.5742
7	1069	1065	4	0.0037	0.3742
8	1033	1029	4	0.0039	0.3872
9	994	989	5	0.0050	0.5030
10	1043	1037	6	0.0058	0.5753
			TOTAL	0.0448	4.4846%

Elaborado por: El investigador.

En base a los datos de las mediciones realizadas como se observa en la tabla 23, se deduce que el sensor ultrasónico tiene un margen de error de 4.48%, lo cual quiere decir que su efectividad al momento de hacer la medición del nivel es de 95.2% estableciendo de esta manera que el equipo es totalmente garantizado y confiable para ser utilizado en proyectos futuros.

3.2.2 Comprobación de la hipótesis del sistema de monitorización.

En base a unas encuestas realizadas al personal de mantenimiento sobre el sistema de control, se desarrolla la comprobación estadística de la hipótesis planteada para la presente investigación. Todo esto mediante la prueba estadística de chi-cuadrado.

El personal encuestado está involucrado directamente con el sistema de control, los cuales fueron 46 colaboradores obteniendo de esta manera datos importantes para la comprobación del funcionamiento del sistema. Los datos obtenidos se representan en la tabla 24.

Tabla 24: Resultados obtenidos del funcionamiento del sistema.

	Bueno	Regular	TOTAL
Colores de Pantalla	12	2	14
Control de equipos	8	1	19
Visualizaciones variables	9	4	13
TOTAL	39	7	46

Elaborado por: El investigador.

De esta manera se pudo comprobar que las 39 personas que comprenden el funcionamiento del sistema representan en 85% de aceptación, mientras que el resto representa un margen de error del 15%, estos datos son muy importantes para comprobar que la hipótesis alternativa se acepta y se rechaza la nula. A continuación, se detalla las ecuaciones utilizadas.

Cálculo del chi-cuadrado.

$$\lambda^2 = \sum \frac{(f - ft)^2}{ft}$$

Donde:

λ^2 =chi-cuadrado

f = frecuencia real

ft = frecuencia teórica o esperada

$$ft = \frac{\sum \text{fila} * \sum \text{columna}}{\sum \text{total}}$$

Donde:

ft = frecuencia teórica o esperada

Grados de libertad

$v = (n. \text{filas} - 1) * (n. \text{columnas} - 1)$

Con la ayuda de las ecuaciones se encontró el valor de chi-cuadrado, así como también los grados de libertad.

Valores calculados

chi-cuadrado $\lambda^2 = 3.90$

Grados de libertad $\nu = 2$

Con referencia a la encuesta hay una probabilidad del 15% de que la hipótesis nula sea verdadera. Dicho de esta manera se procede a verificar el valor de chi-cuadrado en la tabla de la distribución de Pearson como se indica en la figura 46, sabiendo que $p = 0.15\%$ y $\nu = 2$

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, ν = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784

Figura 46: Distribución de chi-cuadrado.

Elaborado por: El investigador.

Donde se puede obtener el valor de chi-cuadrado $\lambda^2 = 3.79$.

$$\lambda^2_{\text{calculado}}(3.90) > \lambda^2_{\text{critico}}(3.79)$$

Con esta relación se comprueba que al ser mayor $\lambda^2_{\text{calculado}}$ se determina que la hipótesis nula es rechazada por completo, por lo cual se logra comprobar que el sistema implementado tiene una funcionalidad muy aceptable.

3.2.3 Funcionalidad del HMI-SCADA.

Para comprobar el funcionamiento de HMI-SCADA se realizaron varias pruebas con el personal encargado del departamento de mantenimiento el supervisor eléctrico. En la pantalla de la cisterna número 1 se pudo monitorear los parámetros importantes en tiempo real, de la misma forma ver los estados de los equipos, así como también comprobar el control de los mismos como se muestra en la figura 47.

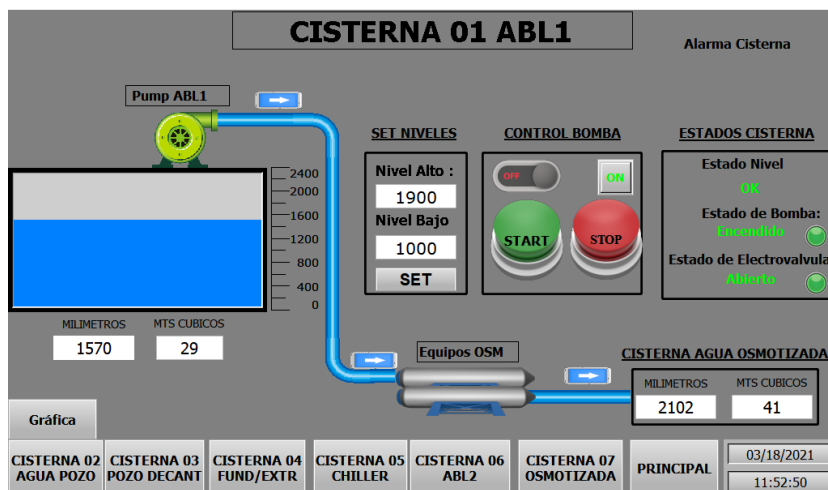


Figura 47: Prueba de funcionamiento de pantalla cisterna 1 agua ablandada.

Elaborado por: El investigador.

Al presionar en el botón de la pantalla de menú principal CISTERNA 01 ABL1, automáticamente se despliega la ventana de la cisterna 1 de agua ablandada.

En esta pantalla se puede visualizar el nivel de la cisterna en milímetros, en metros cúbicos, en el panel de control la bomba tiene un control manual que con los botones de STAR y STOP se prende o se apaga. En el bloque (ESTADOS CISTERNA) se visualiza la alarma de nivel, el estado de la bomba que envía agua a unos equipos de osmosis y finalmente el estado de la electroválvula que permite el llenado de agua proveniente de unos equipos ablandadores.

Pantalla Gráfica

Al presionar el botón (Gráfica) se visualiza la gráfica (nivel vs tiempo) de la cisterna 1 como se indica en la figura 48.



Figura 48: Prueba de Funcionamiento de Pantalla Gráfica Nivel vs Tiempo Cisterna 1.

Elaborado por: El investigador.

Seguidamente al presionar en el botón principal se retorna a la pantalla principal y desde ahí se puede acceder a los otros procesos que el operario requiera ver el estado en el que se encuentra.

Mediciones de nivel de las 7 cisternas.

Tabla 25: Pruebas de medición de niveles cisternas de proceso.

Fecha	Hora	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Nivel 7
18/1/2021	11:21	1866	2602	755	2126	1972	2301	2218
18/1/2021	11:45	1727	2605	800	2118	1976	2345	2204
18/1/2021	12:02	1701	2603	756	2059	1969	2364	2225
18/1/2021	12:30	1655	2602	741	1854	1971	2370	2236
18/1/2021	13:05	1598	2589	752	1498	1980	2393	2168
18/1/2021	14:10	1569	2604	825	1462	1968	2314	2142
18/1/2021	14:25	503	2587	754	716	2291	2388	1826
18/1/2021	14:51	490	2589	750	725	2278	2371	1802
18/1/2021	15:32	401	2568	756	756	2285	2369	1781
18/1/2021	16:20	348	2574	749	788	2271	2381	1762
18/1/2021	16:52	331	2582	758	781	2269	2395	1825
18/1/2021	17:15	283	2587	744	798	2281	2359	1856
30/1/2021	8:55	271	2605	840	1743	2314	2240	976
30/1/2021	9:20	245	2611	788	1751	2301	2256	992
30/1/2021	9:53	237	2605	795	1804	2309	2267	1040
30/1/2021	10:32	202	2609	798	1825	2298	2234	1089
30/1/2021	11:07	182	2608	826	1810	2284	2225	1103
30/1/2021	11:46	173	2605	862	1755	2293	2259	1127
30/1/2021	12:53	300	2605	795	1804	2301	1900	2003
30/1/2021	13:15	420	2609	798	1825	2295	1836	1863
30/1/2021	14:11	524	2608	1069	1926	2289	1705	1753
30/1/2021	15:46	628	2603	1033	1821	2295	1810	1658
30/1/2021	16:53	780	2601	994	1850	2320	1850	1723
30/1/2021	17:18	826	2604	1076	1836	2233	1902	1827
30/1/2021	17:48	950	2603	1064	1705	2220	1920	1923
30/1/2021	18:15	1059	2608	1043	1760	2300	1955	1981
30/1/2021	18:53	1120	2605	1006	1820	2315	1836	2009
30/1/2021	19:32	1250	2602	1003	1897	2290	1702	2023

Elaborado por: El investigador.

En la presente tabla se muestra un histórico de mediciones de nivel de todas las cisternas de proceso, permitiendo con estos valores dar información real al operario para que pueda verificar el estado de las mismas.

Pantalla alarmas.

De acuerdo a la GEDIS, la especificación del texto de las alarmas debe mostrar el área/equipo concreto, así como además la fecha y hora del evento. También se debe complementar la señalización con el uso de colores, con el fin de que el operador reconozca las alarmas fácilmente como lo indica la figura 49.

No	Message	Recovery	Fre	Trigger
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:19:49 03/18/2021	1	11:19:44 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:19:54 03/18/2021	1	11:19:49 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:20:00 03/18/2021	2	11:19:54 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:20:05 03/18/2021	2	11:20:00 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:20:10 03/18/2021	3	11:20:05 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:20:15 03/18/2021	3	11:20:10 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:20:20 03/18/2021	4	11:20:15 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:20:25 03/18/2021	4	11:20:20 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:20:31 03/18/2021	5	11:20:25 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:20:36 03/18/2021	5	11:20:31 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:20:41 03/18/2021	6	11:20:36 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:20:46 03/18/2021	6	11:20:41 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:20:51 03/18/2021	7	11:20:46 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:20:56 03/18/2021	7	11:20:51 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:21:01 03/18/2021	8	11:20:56 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:21:06 03/18/2021	8	11:21:01 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:21:12 03/18/2021	9	11:21:06 03/18/2021
0006	Nivel cisterna 3 bajo	11:21:17 03/18/2021	9	11:21:12 03/18/2021
0007	Nivel cisterna 4 alto	11:21:22 03/18/2021	10	11:21:17 03/18/2021

Figura 49: Historial de Eventos y Alarmas de nivel.

Elaborado por: El investigador.

3.2.4 Latencia de la red

Para medir latencia en la red primeramente se visualizó el tráfico de red entre el PLC y simulador de la pantalla HMI, permitiendo de esta manera ver que el protocolo CIP (protocolo industrial común) trabaja sobre el protocolo ETHERNET/IP, en la figura 50 se puede visualizar el protocolo que establece la comunicación.

35024	212.226288	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	134	'CSTRN4_LAH_04_BOJO_ALTO_HMI' - Service (0x4c)
35025	212.232568	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	130	'CSTRN4_CV_04_ON_OFF_HMI' - Service (0x4c)
35026	212.230678	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	130	'CSTRN4_CV_04_ON_OFF_HMI' - Service (0x4c)
35027	212.244858	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	130	'CSTRN4_CV_04_ON_OFF_HMI' - Service (0x4c)
35028	212.250767	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35029	212.256615	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	140	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_PRENS_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35030	212.262961	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35031	212.268936	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35032	212.275224	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	140	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_PRENS_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35033	212.281012	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	140	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_PRENS_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35034	212.287423	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	134	'CSTRN4_LAL_04_BOJO_BAJO_HMI' - Service (0x4c)
35035	212.293820	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35036	212.299345	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35037	212.305305	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	140	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_PRENS_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35038	212.311702	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	140	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_PRENS_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35039	212.319218	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	128	'CSTRN4_LT_04VPV_HMI_INT' - Service (0x4c)
35040	212.324155	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	130	'CSTRN4_LT_04VPV_HMI_INT' - Service (0x4c)
35041	212.330941	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)
35042	212.336757	1.1.1.204	1.1.1.181	CIP	138	'CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU_HMI' - Service (0x4c)

```

Frame 15: 140 bytes on wire (1120 bits), 140 bytes captured (1120 bits) on interface \Device\NPF_{30E75A6A-0AEF-404D-81AD-8B6ADE70E470}, Id 0
Ethernet II, Src: QuantaCo_6c:45:ab (c4:54:44:6c:45:ab), Dst: Rockwell_9c:96:dc (5c:88:16:9c:96:dc)
Internet Protocol Version 4, Src: 1.1.1.204, Dst: 1.1.1.181
Transmission Control Protocol, Src Port: 58549, Dst Port: 44818, Seq: 1005, Ack: 745, Len: 86
Ethernet/IP (Industrial Protocol), Session: 0xb0720001, Send Unit Data, Connection ID: 0xf708400C
Common Industrial Protocol
CIP Class Generic
    
```

Figura 50: Protocolo CIP sobre ETHERNET/IP.

Elaborado por: El investigador.

Mediante el analizador de Wireshark para saber la latencia de la red se obtuvieron los siguientes resultados como se indica en la figura 51 durante un tiempo de 300s.

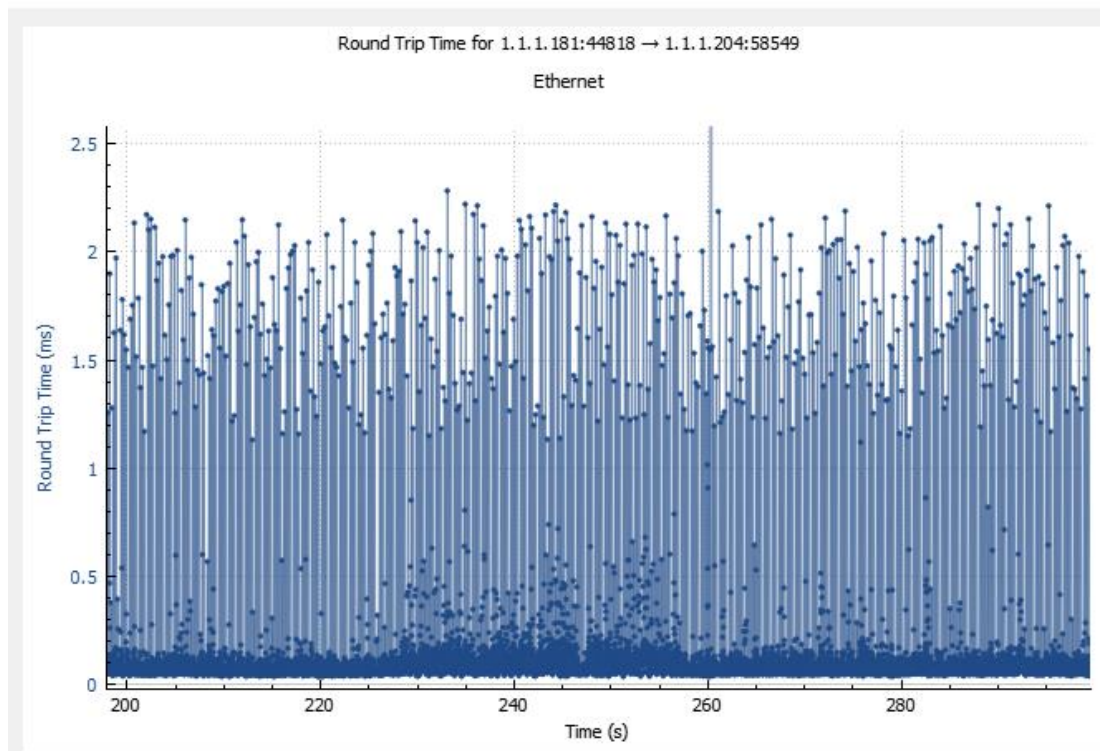


Figura 51: Latencia de la red ETHERNT/IP.

Elaborado por: El investigador.

Se puede visualizar que la latencia de red en 1.5ms se mantiene constante en la mayor parte de la conexión, existiendo puntos altos y bajos constantes teniendo un valor límite superior de 2.1ms y un valor límite inferior de 0ms.

Los resultados obtenidos mediante el analizador Wireshark indican una latencia en red sumamente baja, lo cual denota que el protocolo de comunicación que utiliza el controlador es lo suficientemente rápido para realizar control de procesos en tiempo real, al tener una gráfica constante en la mayor parte del proceso garantiza que la respuesta del medio físico responde inmediatamente al medio virtual teniendo una sincronización entre el PLC y la interfaz HMI.

Consumo del Ancho de Banda.

Mediante la herramienta Gráfica E/S en Wireshark, muestra el análisis de comunicaciones y tráfico de datos de la red de la planta CEDAL. El tiempo que se hizo la medición del respectivo análisis es de 200s.

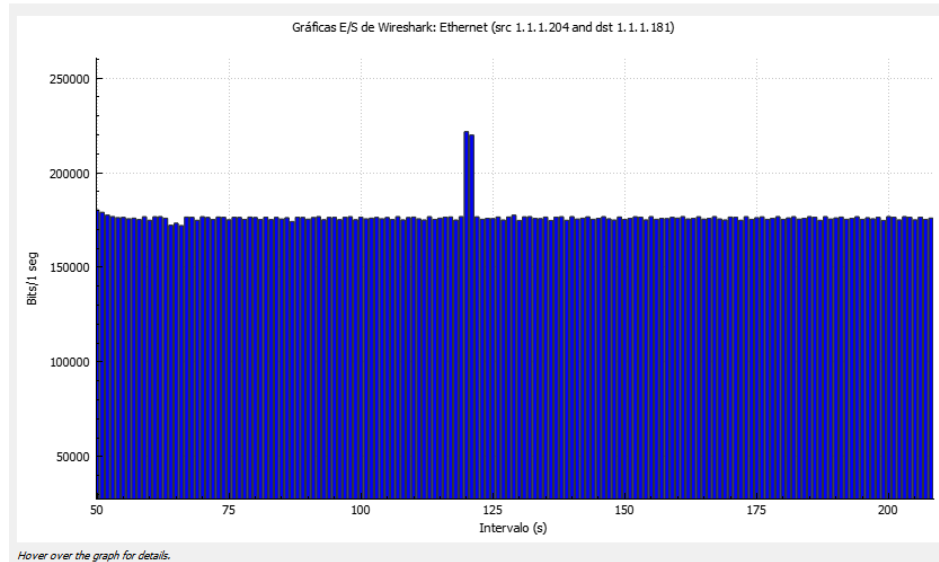


Figura 52: Gráfica de consumo del ancho de banda.

Elaborado por: El investigador.

La Figura 52, muestra el comportamiento de tráfico general de la comunicación efectuada por el Protocolo ETHERNET/IP (CIP), especificando el consumo de ancho de banda utilizado. En el intervalo de tiempo establecido su ancho de banda alcanza un valor medio de 175000 bits por segundo (bits/s). Por tanto, la interacción de comunicación entre PLC-HMI consume 0,175 MB/s (Megabytes por segundo).

Los resultados obtenidos para conocer el consumo del ancho de banda bajo, esto garantiza que todos los datos que se envían desde el PLC hacia la interfaz gráfica y viceversa llegan completos teniendo una monitorización de variables y control de bombas en tiempo real.

3.3 Presupuesto

El presupuesto total de implementación del Sistema de monitoreo y automatización para cisternas en el proceso de anodizado en la corporación ecuatoriana de aluminio S.A. se denotan en las tablas a continuación:

Tabla 26: Presupuesto ruteo de tubería y cable.

ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
Tubería EMT 1"	15	8,03	120,45
Tubería EMT 1/2"	12	3,8	45,6
Conduleta T 1"	6	6,4	38,4
Conduleta LL 1"	4	6,12	24,48
Conduleta LB 1"	3	3,5	10,5
Conduleta LB 1/2"	8	3,4	27,2
Conduleta C 1/2"	5	3,5	17,5
Conduleta LL 1/2"	6	3,2	19,2
Conduleta T 1/2"	6	3	18
Conector 1/2"	40	0,25	10
Conector 1"	19	0,45	8,55
Manguera BX 1/2"	30	1,4	42
Conector para manguera BX 1/2"	30	0,85	25,5
Uniones 1"	5	1	5
Chanel 1 5/8"	5	14,79	73,95
Abrazaderas ajustables 1/2"	100	0,23	23
Abrazaderas ajustables 1"	50	0,31	15,5
Cable Oflex apantallado 5x16AWG	600	3,7	2217,6
		TOTAL	\$2742,43

Elaborado por: El investigador.

La tabla 26 muestra la cantidad de elementos utilizados en el ruteo de tubería y cable, obteniendo una cantidad \$2742,43. Estos materiales fueron facilitados por la empresa.

Tabla 27: Presupuesto del tablero de control.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNIT	TOTAL
1	Compact Logix 5370 L3 Controllers	1	3.127,44	3.127,44
2	Fuente 20/240 VAC Para PLC	1	551,36	551,36
3	Módulo de entradas analógicas	2	948,66	1.897,32
4	Módulo de salida tipo relé	2	437,84	875,68
5	Switch stratix 2000	1	210,63	210,63
6	Tablero 160x80x30 cm	1	521,24	521,24
7	Borneras 3 niveles fusible, paso y tierra	16	7,29	116,64
8	Borneras 2 niveles fusible, paso y tierra	60	5,6	336,00
9	Fuente de Poder 24 Vdc a 10A	1	593,32	593,32
10	Supresor Protector Circuit Breaker	1	67,76	67,76
11	Relé de estado sólido Allen Bradley	16	40,69	651,04
12	Relé de estado solido	16	10,5	168,00
13	Barra de tierra	2	76,6	153,20
14	Lampara interna	1	73,65	73,65
15	Terminales de canal AC/DC	26	0,57	14,82
16	Tapa para bornera	7	0,97	6,79
17	Carril DIN	4	8,2	32,80
18	Filtro Carril DIN y Protección contra sobretensiones	1	337,6	337,60
19	Otros suministros	1	151,61	151,61
20	Soportes finales	16	1,68	26,88
21	Terminales AC/DC Placa Final	8	1,13	9,04
22	Accesorios de ensamble, fusibles, canaletas	1	597,25	597,25
23	Servicio de ensamble del tablero	1	907,92	907,92
			TOTAL	\$11.427,99

Elaborado por: El investigador.

En la tabla 27 se indica al costo del tablero de control y todos sus elementos, en la tabla 37 muestra el valor de los dispositivos para la visualización y control de niveles. Cabe recalcar que todos los materiales y equipos fueron adquiridos por la empresa CEDAL.

Tabla 28: Presupuesto de equipos utilizados.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNIT	TOTAL
1	Sensor de nivel	7	443,00	3.101,00
2	Balizas	7	222,75	1.559,25
3	Electroválvulas	5	230	1.150,00
4	Pantalla HMI	1	704,97	704,97
			TOTAL	\$6.515,22

Elaborado por: El investigador.

El costo total de la implementación del sistema de monitoreo y automatización de cisternas en el proceso de anodizado es de \$20685,64. De acuerdo al ministerio de trabajo el día laboral de un ingeniero esta alrededor de \$38, el proyecto se llevó a cabo en 6 meses (180 días), obteniendo un costo de trabajo de ingeniería de \$6.840, alcanzando un valor total de \$27.525,64 en el desarrollo del proyecto.

Tabla 29: Presupuesto final del sistema de monitoreo y automatización.

ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	Sistema de ruteo	2742,43
2	Sistema de control	11.427,99
3	Dispositivos de campo	6.515,22
4	Mano de Obra	6.840
TOTAL		\$27525,64

Elaborado por: El investigador.

En el **ANEXO 3** se encuentra las cotizaciones de los componentes comprados por la empresa en donde se detallan cada uno de ellos.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La capacidad de las cisternas que forman parte del proceso de anodizado revela los niveles máximos y mínimos, necesarios para la programación del sistema de automatización, ya que el control en el proceso de Anodizado se lo realizaba con flotadores mecánicos, lo cual no permitía tener un control eficiente de las bombas, provocando contaminación del área de trabajo.
- El sensor ultrasónico UC500-30GM70-IE2R2-K-V15 instalado en cada cisterna tiene un rango de medición (200-3500) milímetros ya que varía su corriente a medida que el nivel del líquido cambia, por lo cual se realizó una ecuación para obtener una medición exacta en milímetros con una eficiencia del 95.2%, evitando tener errores en las lecturas y por ende suprimiendo el mal funcionamiento de las bombas.
- El sistema de monitorización y control se basa fundamentalmente en una pantalla HMI DELTA-DOP, debido a que la utilización de este tipo de pantalla reemplaza a los pulsadores mecánicos por botones táctiles para controlar el funcionamiento del sistema y a su vez poder visualizar variables en tiempo real, mediante el protocolo de comunicación Ethernet/IP, además permite conectar dos controladores simultáneamente, para visualizar y controlar diferentes procesos optimizando recursos materiales y de red.
- Para la comunicación entre la pantalla DELTA-DOP y el PLC, fue necesario activar el protocolo de comunicación ETHERNET/IP ya que por defecto la pantalla está configurada con protocolo RS232, además para establecer una dirección IP al controlador se utilizó el software “RSlinx” el cual permite asignar una dirección fija al dispositivo, permitiendo de esta manera integrar los dos dispositivos a la red y establecer una comunicación bidireccional en tiempo real.

4.2 Recomendaciones

- Analizar y verificar los parámetros técnicos del sensor a utilizarse ya que este es el principal dispositivo electrónico para el monitoreo y control de las cisternas, preferiblemente que tenga una resolución bien baja para obtener valores con mayor precisión.
- Es importante verificar la marca de los dispositivos de manera que, cuando se realiza la comunicación no se requiera de archivos, drivers o cualquier tipo de protocolo para poder establecer una comunicación y evitar inconvenientes de compatibilidad.
- Si el ruteo de cable se realiza en campo abierto es muy importante utilizar tubería de instrumentación EMT, con finalidad de proteger al cable contra factores ambientales como lluvia, sol o agua contaminada, y así evitar que la señal que viaja por el cable no sea afectada por algún tipo de interferencia.
- El diseño de planos y documentación son muy importantes en el desarrollo de cualquier proyecto, ya que en estos se encuentran todos los diagramas de conexión de los equipos y sirven como guía al operario, para verificar una conexión específica de un determinado dispositivo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Moreno Darío Hernán Murillo, Desarrollo de un sistema SCADA para el abastecimiento de agua en la estación de bombeo Yuyucocha de la empresa municipal de agua potable y alcantarillado de Ibarra., Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, 2018.
- [2] Jácome López Lourdes Viviana, Automatización del Bombeo de Agua a través del Control de Nivel de la Cisterna de la Estación Miraflores Ep-Emapa, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, 2015.
- [3] Shivam Gupta, Gurudas Nayak y Mohammad Moin Iqbal, «Protección contra desbordamiento de tanques de nivel mediante controlador lógico programable,» IEEE Explore, 2017.
- [4] William José García Bermeo, Sistema de control y monitoreo para bombas de drenaje y vaciado de la Central Hidroeléctrica San Francisco, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, 2017.
- [5] Manuel Eduardo Molina Araujo, Sistema SCADA para la supervisión en tiempo real de medidores industriales de energía en la empresa NOVACERO S.A.”, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, 2018.
- [6] Fidel Efraín Correa Méndez, Diseño e Implementación de un Sistema HMI-SCADA para el Proceso de Anodización de Naturales de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A., Latacunga: Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, 2007.
- [7] Cedal Latacunga. [En línea]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Cedal+Latacunga/@-0.9440479,-78.6111984,15z/data=!4m5!3m4!1s0x0:0xf2e68225fd486f68!8m2!3d-0.944005!4d-78.6111984>. [Último acceso: 09 Julio 2020].
- [8] PANDORA, «Automatización Industrial,» [En línea]. Available: <http://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/0/851/851.pdf>. [Último acceso: 06 Agosto 2020].
- [9] AUTYCOM, «AUTYCOM Innovación Inteligente,» [En línea]. Available: <https://www.autycom.com/las-oportunidades-de-la-automatizacion-industrial/>. [Último acceso: 06 Agosto 2020].

- [10] Mauricio Xavier López Flores, *Industria 4.0 para la Monitorización de un Proceso Industrial.*, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, 2019.
- [11] Centro de Ciberseguridad Industrial, «Centro de Ciberseguridad Industrial,» [En línea]. Available: <https://www.cci-es..> [Último acceso: 10 Agosto 2020].
- [12] Juan Antonio García Fortes, *Introducción a la Automatización Industrial*, Malaga: Universidad de Málaga, 2013.
- [13] Roberto Sanchis, Julio Romero y Carlos Ariño, *Automatización Industrial*, Universitat Jaume: ISBN: 978-84-693-0994-0, 2010.
- [14] Vicente Guerrero, Ramón L. Yuste y Luis Martínez, *Comunicaciones Industriales*, Marcombo, 2009.
- [15] José María Hurtado Torres, *Comunicaciones Industriales*, Malaga: Departamento de Electricidad-Electrónica. I.E.S. Himilce - Linare.
- [16] Rockwell Automation, *Manual de usuario de los controladores compact logix 1769*, Rockwell Automation 1769-UM011I-ES-P, 2013.
- [17] Esteban Pérez-López, «Los sistemas SCADA en la Automatización Industrial,» *Tecnología en Marcha*, vol. 28, n° 4, p. 5, 2015.
- [18] Mindiamart, «Mindiamart,» [En línea]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/allen-bradley-hmi-11011833133.html>. [Último acceso: 10 Noviembre 2020].
- [19] Luis Corrales Paucar, «Instrumentación Industrial,» *ResearchGate*, vol. I, p. 26, 2007.
- [20] Johana Sierra y Diego Lara, *Tutorial Norma ISA S5.1 y Diagrama P&ID*, Cartagena de Indias: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2011.
- [21] Jenny Saldaña y Jairo Ramírez, *Aplicación de Minería de datos en Gerenciamiento de Alrmas-Caso Estudio*, Bogotá, 2014.
- [22] W.P. Gamboa y C.S. Erazo, «Análisis del sistema de alarmas del EMS del CENACE,» *Energía*, vol. 10, n° I, pp. 2-6, 2014.
- [23] Edward D. Bohórquez, Efreñ A. Prado y Mario F. Ramirez, «Implementación de la norma ISA 101, sobre las HMI pertenecientes a los módulos de instrumentación de la Universidad ECCI,» *SEMINARIO INTERNACIONAL*, vol. III, n° 20, pp. 4-6, 2019.

- [24] F. J. L. Vaca, «Auditoría de Gestión con enfoque RSC, Responsabilidad Social Corporativa, a la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A., CEDAL de la ciudad de Latacunga,» Latacunga , 2012.
- [25] PEPPERL+FUCHS, «Pepperl+Fuchs SE,» [En línea]. Available: https://www.pepperl-fuchs.com/global/es/classid_186.htm?view=productdetails&prodid=51033. [Último acceso: 25 Noviembre 2020].
- [26] INGUIBRA CIA LTDA,, «INGUIBRA CIA LTDA soluciones de ingeniería,» [En línea]. Available: <http://inguibra.com/index.html#destacados>. [Último acceso: 25 Noviembre 2020].
- [27] RS, «RSPRO,» [En línea]. Available: <https://es.rs-online.com/web/p/sensores-de-proximidad/7846718/>. [Último acceso: 25 Noviembre 2020].
- [28] MasVoltaje tu tienda de electricidad, «masvoltaje.com,» [En línea]. Available: <https://masvoltaje.com/simatic-s7-300/1304-simatic-s7-300-cpu-313c-cpu-compacta-con-mpi-24-ed-16-sd-4ea-2sa-1-pt100-4025515079095.html>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [29] ElectricRongfeng, «www.fenoux.com/,» [En línea]. Available: https://www.fenoux.com/a-b-1769-130er-controller_p1129.html?gclid=Cj0KCQiAqo3-BRDoARIsAE5vnaLpDkWbqs7U722sNCN8am5sbBQIhMCeuAKNRRXc78ZYjTKGQuit7JIaAlvAEALw_wcB. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [30] RS, «cl.rs-online.com,» [En línea]. Available: <https://es.rs-online.com/web/p/controladores-plc/7816859/>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [31] Antonio Creus, Instrumentación Industrial, México: Alfaomega, 2010.
- [32] ViaIndustrial, «ViaIndustrial.com,» [En línea]. Available: <https://www.viaindustrial.com/producto.asp?codigo=252017>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [33] Provaltec, «Provaltec valvulas técnicas,» [En línea]. Available: <https://www.provaltec.cl/solenoides/valvula-solenoides-tipo-uw/solenoides-tipo-uw-npt-uso-agua-aceite-gas-vacio-detail>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [34] RS, «cl.rsdelivers.com,» [En línea]. Available: <https://cl.rsdelivers.com/product/schneider-electric/xvc4b5k/torre-de-baliza-led-rojo-verde-naranja-azul/7043754>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].

- [35] Store Tech Electricidad Industrial & Domestica, «storetech.pe,» [En línea]. Available: <https://storetech.pe/producto/baliza-multifuncion-de-24vac-if5t024zm05/>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [36] ALLIED ELECTRONICS & AUTAMATION, «www.alliedelec.com,» [En línea]. Available: <https://www.alliedelec.com/product/banner-engineering/tl50hgralsq/70167874/>. [Último acceso: 30 Noviembre 2020].
- [37] DELTA, «delta-americas.com,» [En línea]. Available: <https://es.delta-americas.com/Products/CategoryListT1.aspx?CID=060302&PID=3682&hl=en-US&Name=DOP-110WS>. [Último acceso: 17 Diciembre 2020].
- [38] Education in Industrial Automation, «plccable.com,» [En línea]. Available: <https://www.plccable.com/siemens-simatic-6av6647-0ae11-3ax0-graphic-panel-simatic-hmi-ktp1000-basic-color-dp/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2020].
- [39] Indiamart , «www.indiamart.com/,» [En línea]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/exor-hmi-screen-panel-16524077430.html>. [Último acceso: 17 Diciembre 2020].

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: Programación del sistema de monitoreo y automatización

ANEXO 1.1 Descripción del Software utilizado para la programación del PLC manual de usuario

➤ Software de programación RSLogix 5000

El software que se utilizó para el desarrollo de la programación del proyecto es el RsLogix5000, es la plataforma de programación para la gama de PLC's ControlLogix, CompactLogix, GuardLogix, Flexlogix y SoftLogix de Allen Bradley. Permite la programación mediante el diagrama del programa de contactos, diagrama de funciones, diagrama de bloques y texto estructurado.

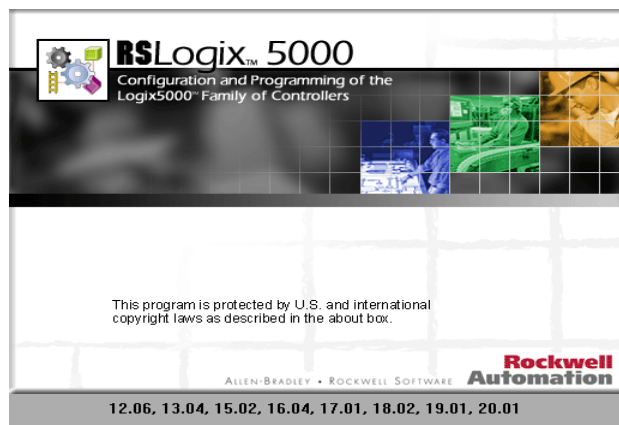


Figura 53: Software RSLogix 5000.

Elaborado por: El investigador.

Las partes importantes que posee la interfaz de programación de puede visualizar en la figura 54.

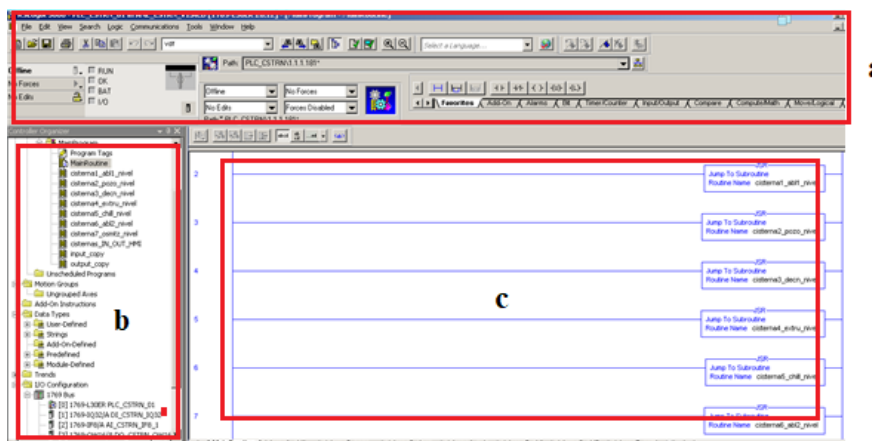


Figura 54: Entorno de programación RsLogix 5000.

Elaborado por: El investigador.

La interfaz de desarrollo RsLogix 5000 está dividida en tres partes importantes:

- **Barra de Herramientas:** Es el área en donde se puede crear un nuevo proyecto, guardar etc., También se encuentran situados los componentes para el Ladder contactos, temporizadores, bloques de cálculo entre otros.
- **Barra de navegación:** Se visualiza la configuración de módulos, la creación de rutinas, subrutinas y tabla de variables.
- **Área de trabajo:** Lugar en donde se realiza el diagrama Ladder de programación.

ANEXO 1.2 Comunicación entre el PLC y RSLogix5000

Para la habilitación de la comunicación tanto para programar el PLC a través del RSLogix 5000, se utilizó el Software RSLinx. Este permite gestionar la comunicación entre varios controladores Logix así como también varias aplicaciones de Software.

Se ingresa al RSLinx y se configura el driver de comunicación.

Se abre el programa, opción Configure Driver se selecciona el interfaz de comunicación Ethernet/IP.

Se añade un nombre para el driver en este caso se llamará PLC_CSTRN

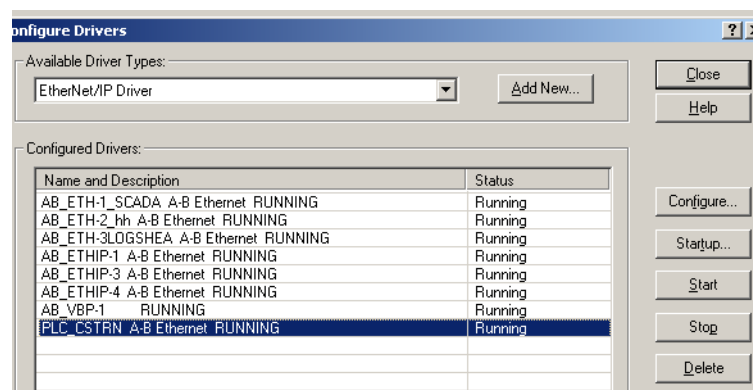


Figura 55: Selección del nombre para el driver de comunicación.

Elaborado por: El investigador.

Se configura y se ejecuta el driver agregando una dirección IP al PLC, la dirección será **1.1.1.181**

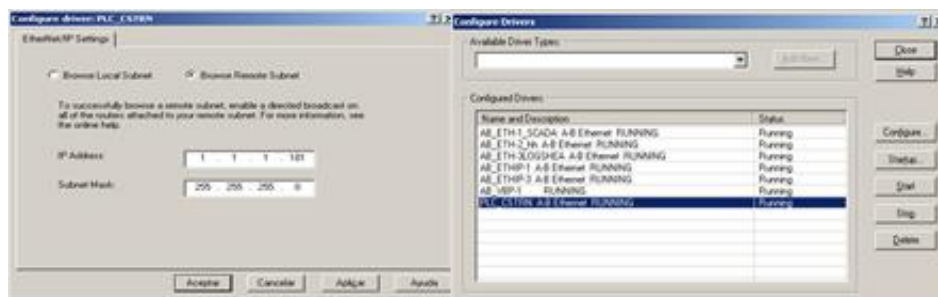


Figura 56: Configuración y ejecución del driver con una dirección IP.

Elaborado por: El investigador.

Dentro del RSLinx haciendo uso del RSWho se verifica que el PLC este en red con el PC.

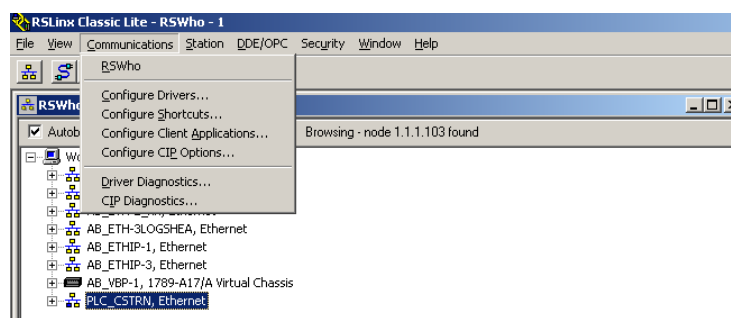


Figura 57: Comprobación de la comunicación entre el PLC y PC.

Elaborado por: El investigador.

Finalmente dar click en el PLC configurado y automáticamente se despliegan los módulos que están conectados.

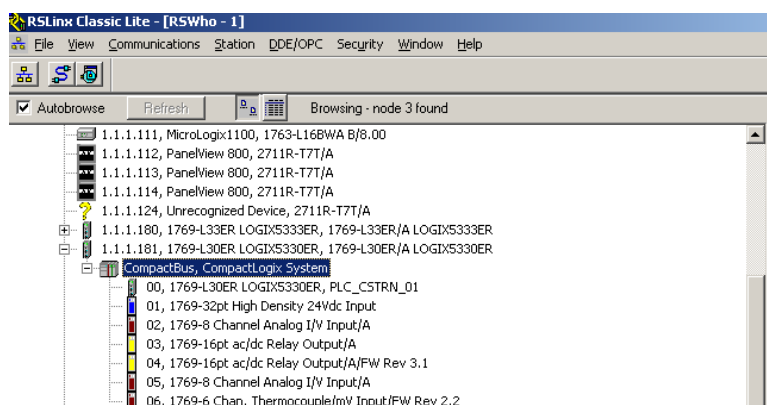


Figura 58: Verificación de los módulos conectados a la CPU.

Elaborado por: El investigador.

Teniendo claro los parámetros importantes se procede a realizar los cálculos con la ayuda de las ecuaciones (ec1), (ec2).

Cálculos:

Primero se obtiene la pendiente.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{3500 - 0}{20000 - 4000}$$

$$m = 0.218$$

Remplazar el valor de la pendiente y el punto ($x_1=4000$, $y_1=0$) en la primera ecuación

$$(y - y_1) = m(x - x_1)$$

$$y = m(x - x_1) + y_1$$

$$y = 0.218(x - 4000) + 0$$

$$y = 0.218x - 872$$

Una vez obtenida la ecuación se procede a realizar la gráfica.

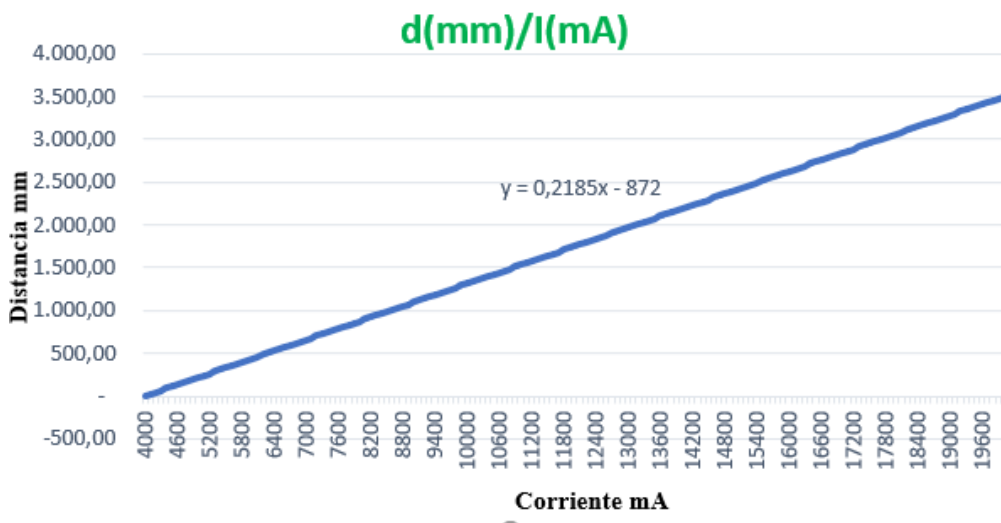


Figura 59: Rango de operación del Sensor UC500-30GM70-IE2R2-K-V15.

Elaborado por: El investigador.

En la figura 59 se indica la ecuación y rango de operación del sensor ultrasónico, esto ayudó a calcular los niveles de cada cisterna como se muestran a continuación.

Para realizar el sistema de control fue necesario determinar la característica de cada cisterna como altura, también crear las variables o tags para cada una de ellas, con el fin de tener una un orden específico. Con la ayuda de estas variables se procede a realizar los cálculos necesarios

Alturas de cada una de las cisternas.

Tabla 30: Altura de cisternas.

Cisterna	Altura (mm)
Ablandada 1	2300
Pozo 1	2600
Decantada	2000
Extr/Fund	2300
Chiller	2300
Ablandada 2	2300
Osmotizada	2500

Elaborado por: El investigador.

Creación de tabla de variables (Tags).

Un tag es una etiqueta que se utiliza para identificar una variable que ingresa a un sistema y sale del mismo. Para la lectura de datos de los sensores de nivel se crearon variables que se representan a continuación.

Tabla 31: Variables de entrada cisternas de proceso

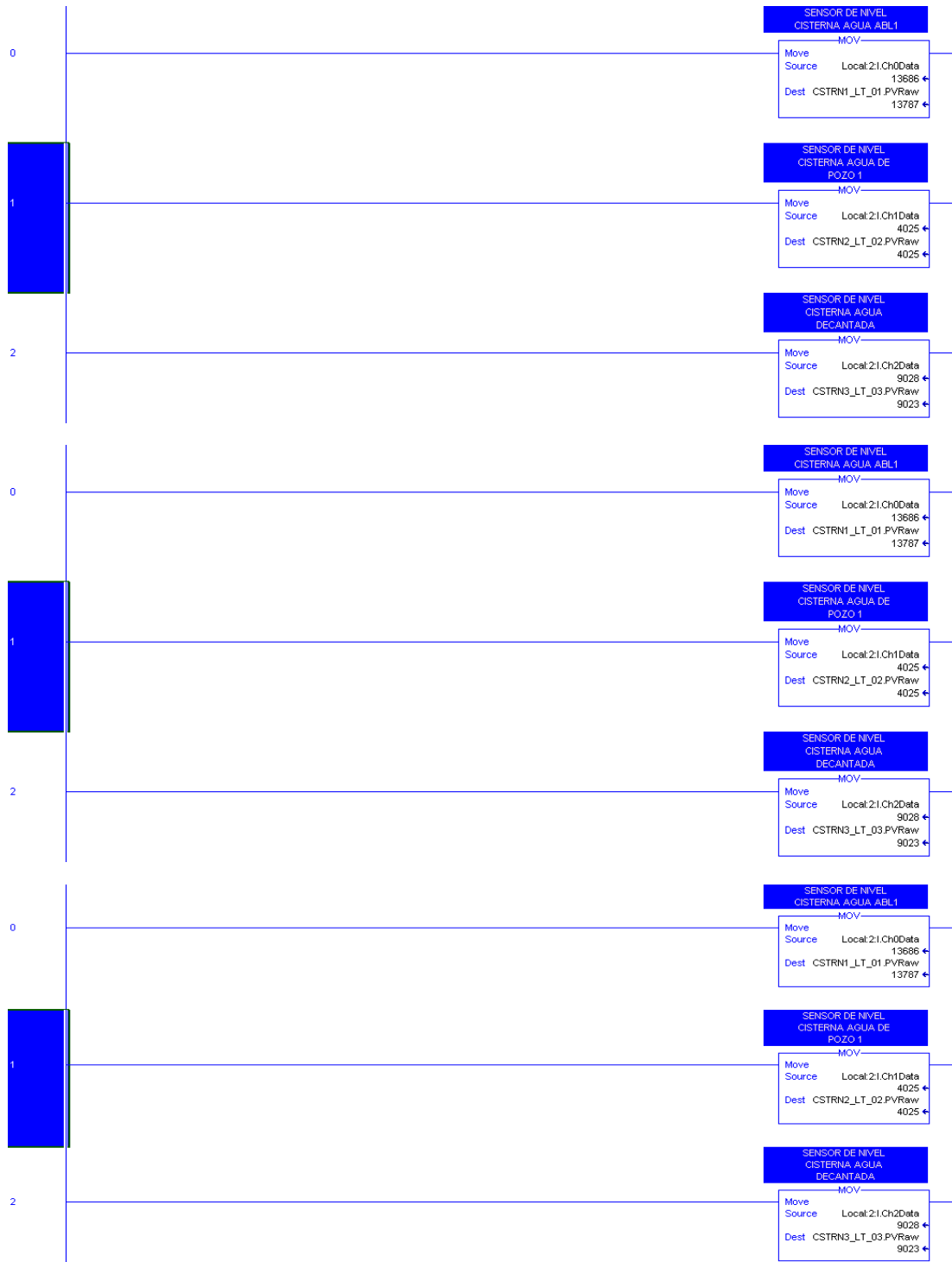
Tags de entradas cisternas de proceso			
TAGS	Tipo de dato	Dirección	Función
Variables de entrada cisterna 1			
CSTRN1_LT_01.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch0Data	Entrada analógica nivel 1
CSTRN1_LT_01.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 1
CSTRN1_LT_01.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN1_LT_01.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN1_LT_01.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 2			
CSTRN2_LT_02.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch1Data	Entrada analógica nivel 2
CSTRN2_LT_02.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 2
CSTRN2_LT_02.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN2_LT_02.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN2_LT_02.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 3			
CSTRN3_LT_03.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch2Data	Entrada analógica nivel 3
CSTRN3_LT_03.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 3
CSTRN3_LT_03.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN3_LT_03.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN3_LT_03.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 4			
CSTRN4_LT_04.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch3Data	Entrada analógica nivel 4
CSTRN4_LT_04.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 4
CSTRN4_LT_04.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN4_LT_04.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN4_LT_04.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 5			
CSTRN5_LT_05.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch4Data	Entrada analógica nivel 5
CSTRN5_LT_05.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 5
CSTRN5_LT_05.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN5_LT_05.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN5_LT_05.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 6			
CSTRN6_LT_06.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch5Data	Entrada analógica nivel 6
CSTRN6_LT_06.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 6
CSTRN6_LT_06.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN5_LT_06.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN5_LT_06.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 7			
CSTRN7_LT_07.PVRaw	Decimal	Local:2:I.Ch6Data	Entrada analógica nivel 7
CSTRN7_LT_07.PV	Float	Interna	Variable de proceso nivel 7
CSTRN7_LT_07.VPV	Float	Interna	Variable medida por el sensor
CSTRN7_LT_07.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN7_LT_07.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada

Elaborado por: El investigador.

En la tabla 31 se indica la creación de las variables de entrada, de todas las cisternas de proceso.

Posteriormente se detalla la programación realizada en el Software RsLogix5000.

Entradas analogicas



Seguidamente, se procede a la creación de las variables utilizadas en la programación para lectura de temperaturas.

Tabla 32: Variables de entrada para temperatura.

Tags de entradas temperatura cisterna chiller

TAGS	Tipo de dato	Dirección	Función
Variables de entrada cisterna 1			
CSTRN5_TT_05_IN.PVRaw	Decimal	Local:5:I.Ch0Data	Entrada analógica temp in
CSTRN5_TT_05_IN.PV	Float	Interna	Variable de proceso temp
CSTRN5_TT_05_IN.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN5_TT_05_IN.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada
Variables de entrada cisterna 2			
CSTRN5_TT_05_OUT.PVRaw	Decimal	Local:5:I.Ch1Data	Entrada analógica temp out
CSTRN5_TT_05_OUT.PV	Float	Interna	Variable de proceso temp
CSTRN5_TT_05_OUT.MaxEU	Float	Interna	Máximo valor de entrada
CSTRN5_TT_05_OUT.MinEU	Float	Interna	Mínimo valor de entrada

Elaborado por: El investigador

Teniendo en cuenta estas condiciones se procede a realizar los cálculos matemáticos para obtener los valores de temperaturas, trabajando con sus respectivas variables que se indican en la tabla 32.

Donde:

$$x1 = \text{CSTRN5_TT_05_IN.MinEU} = -32767$$

$$x2 = \text{CSTRN5_TT_05_IN.MaxEU} = 32767$$

$$x = \text{CSTRN5_TT_05_IN.PVRaw} = \text{dato de entrada (varía entre -32767 a 32767)}$$

$$y = \text{CSTRN5_TT_05_IN.PV} = \text{valor calculado.}$$

$$y1 = -270 \text{ (valor mínimo en } ^\circ\text{C)}$$

$$y2 = 1370 \text{ (valor máximo en } ^\circ\text{C)}$$

$$y = m(x - x1) + y1$$

$$y = 0.025(x + 32767) - 270$$

$$\text{CSTRN5_TT_05_IN.PV} = 0.025(\text{CSTRN5_TT_05_IN.PVRaw} - \text{CSTRN1_LT_01.MinEU}) - 270$$

En la variable CSTRN5_TT_05_IN.PV se almacena el valor de temperatura real calculado, el mismo procedimiento se siguió para obtener la otra temperatura. Posteriormente se realiza la creación de la tabla de variables de proceso y salida del sistema de control.

Tabla 33: Variables de salida 3 primeras cisternas de proceso.

Tags de Salida cisterna agua ablandada1			
TAGS	Tipo de dato	Dirección	Función
CSTRN1_LA_01_VERDE	Float	Local:3:O.Data.0	Salida alarma nivel ok
CSTRN1_LAH_01_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.1	Salida alarma nivel alto
CSTRN1_LAL_01_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.1	Salida alarma nivel bajo
CSTRN1_CV_01_ON_OFF	Float	Local:4:O.Data.0	On/off electroválvula
CSTRN1_ON_OFF_MANU_PUMP_ABL1	Float	Local:4:O.Data.5	On/off bomba abl1
Tags de Salida cisterna agua pozo1			
CSTRN2_LA_02_VERDE	Float	Local:3:O.Data.2	Salida alarma nivel ok
CSTRN2_LAH_02_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.3	Salida alarma nivel alto
CSTRN2_LAL_02_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.3	Salida alarma nivel bajo
Tags de Salida cisterna agua decantada			
CSTRN3_LA_03_VERDE	Float	Local:3:O.Data.4	Salida alarma nivel ok
CSTRN3_LAH_03_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.5	Salida alarma nivel alto
CSTRN3_LAL_03_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.5	Salida alarma nivel bajo
CSTRN3_ON_OFF_PUMP_POZO1_MANU_AUT	Float	Local:4:O.Data.5	On/off bomba pozo1
CSTRN3_ON_OFF_PUMP_VERT_MANU_AUT	Float	Local:4:O.Data.6	On/off bomba vert

Elaborado por: El investigador.

En la tabla 33 se muestran las variables que controlan todos los equipos, indicadores y alarmas de cada una de las tres primeras cisternas de proceso.

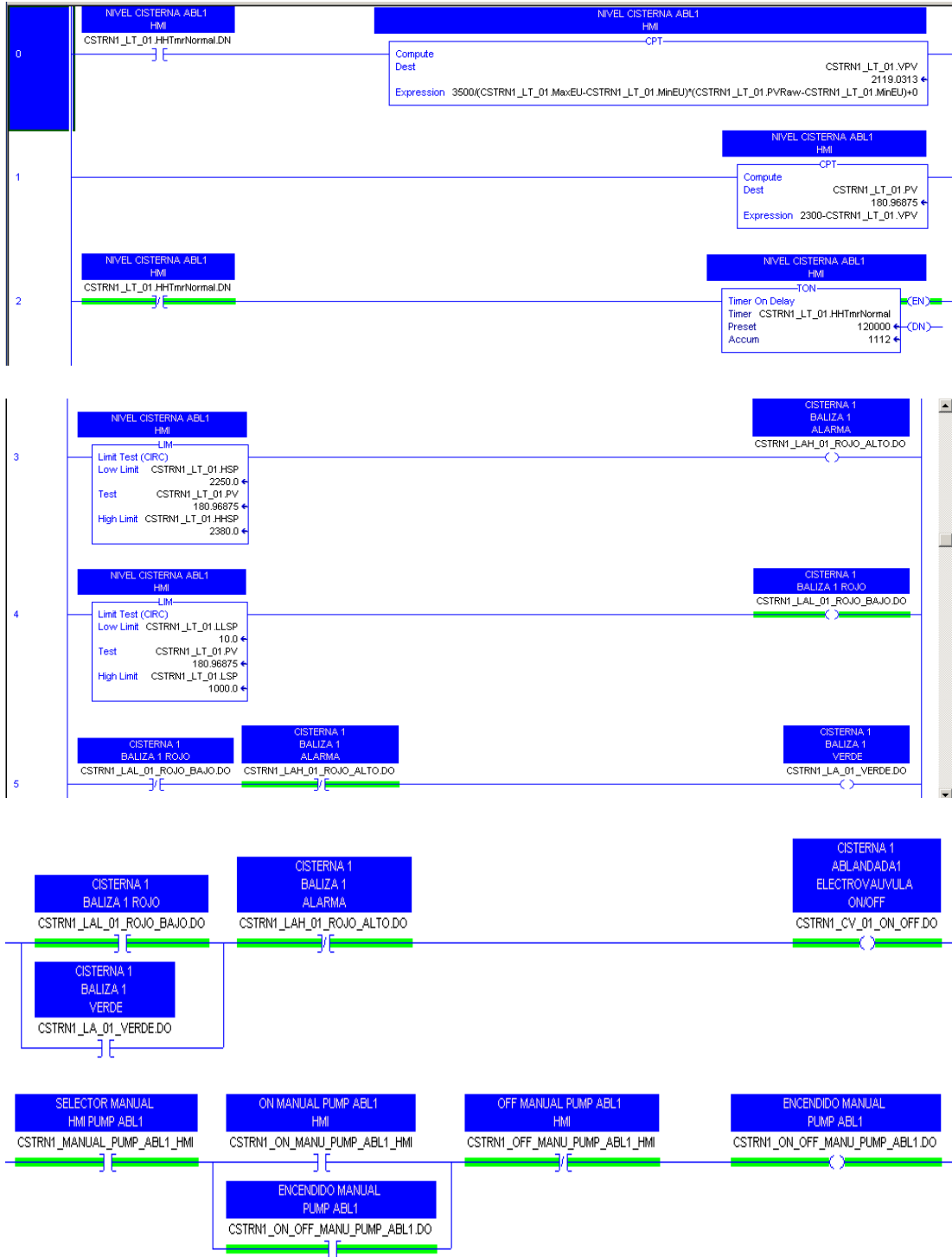
Tabla 34: Variables de salida 4 cisternas de proceso.

Tags de Salida cisterna agua extr/fund			
CSTRN4_LA_04_VERDE	Float	Local:3:O.Data.7	Salida alarma nivel ok
CSTRN4_LAH_04_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.8	Salida alarma nivel alto
CSTRN4_LAL_04_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.8	Salida alarma nivel bajo
CSTRN4_CV_04_ON_OFF	Float	Local:4:O.Data.1	On/off electroválvula
CSTRN4_ON_OFF_PUMP_FUND_MANU	Float	Local:4:O.Data.7	On/off bomba fund
CSTRN4_ON_OFF_PUMP_PRENS_MANU	Float	Local:4:O.Data.8	On/off bomba pren2
Tags de Salida cisterna agua Chiller			
CSTRN5_LA_05_VERDE	Float	Local:3:O.Data.9	Salida alarma nivel ok
CSTRN5_LAH_05_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.10	Salida alarma nivel alto
CSTRN5_LAL_05_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.10	Salida alarma nivel bajo
CSTRN5_CV_05_ON_OFF	Float	Local:4:O.Data.2	On/off electroválvula
Tags de Salida cisterna agua Ablandada2			
CSTRN6_LA_06_VERDE	Float	Local:3:O.Data.11	Salida alarma nivel ok
CSTRN6_LAH_06_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.12	Salida alarma nivel alto
CSTRN6_LAL_06_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.12	Salida alarma nivel bajo
CSTRN6_CV_06_ON_OFF	Float	Local:4:O.Data.3	On/off electroválvula
CSTRN5_LA_05_VERDE	Float	Local:3:O.Data.9	Salida alarma nivel ok
CSTRN5_LAH_05_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.10	Salida alarma nivel alto
CSTRN5_LAL_05_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.10	Salida alarma nivel bajo
Tags de Salida cisterna agua Osmotizada			
CSTRN7_LA_07_VERDE	Float	Local:3:O.Data.13	Salida alarma nivel ok
CSTRN7_LAH_07_ROJO_ALTO	Float	Local:3:O.Data.14	Salida alarma nivel alto
CSTRN7_LAL_07_ROJO_BAJO	Float	Local:3:O.Data.14	Salida alarma nivel bajo
CSTRN7_CV_07_ON_OFF	Float	Local:4:O.Data.4	On/off electroválvula
CSTRN7_ON_OFF_PUMP_RECTF_MANU	Float	Local:4:O.Data.9	On/off bomba rectific
CSTRN7_ON_OFF_PUMP_ANDZ_MANU_AUT	Float	Local:4:O.Data.10	On/off bomba andz

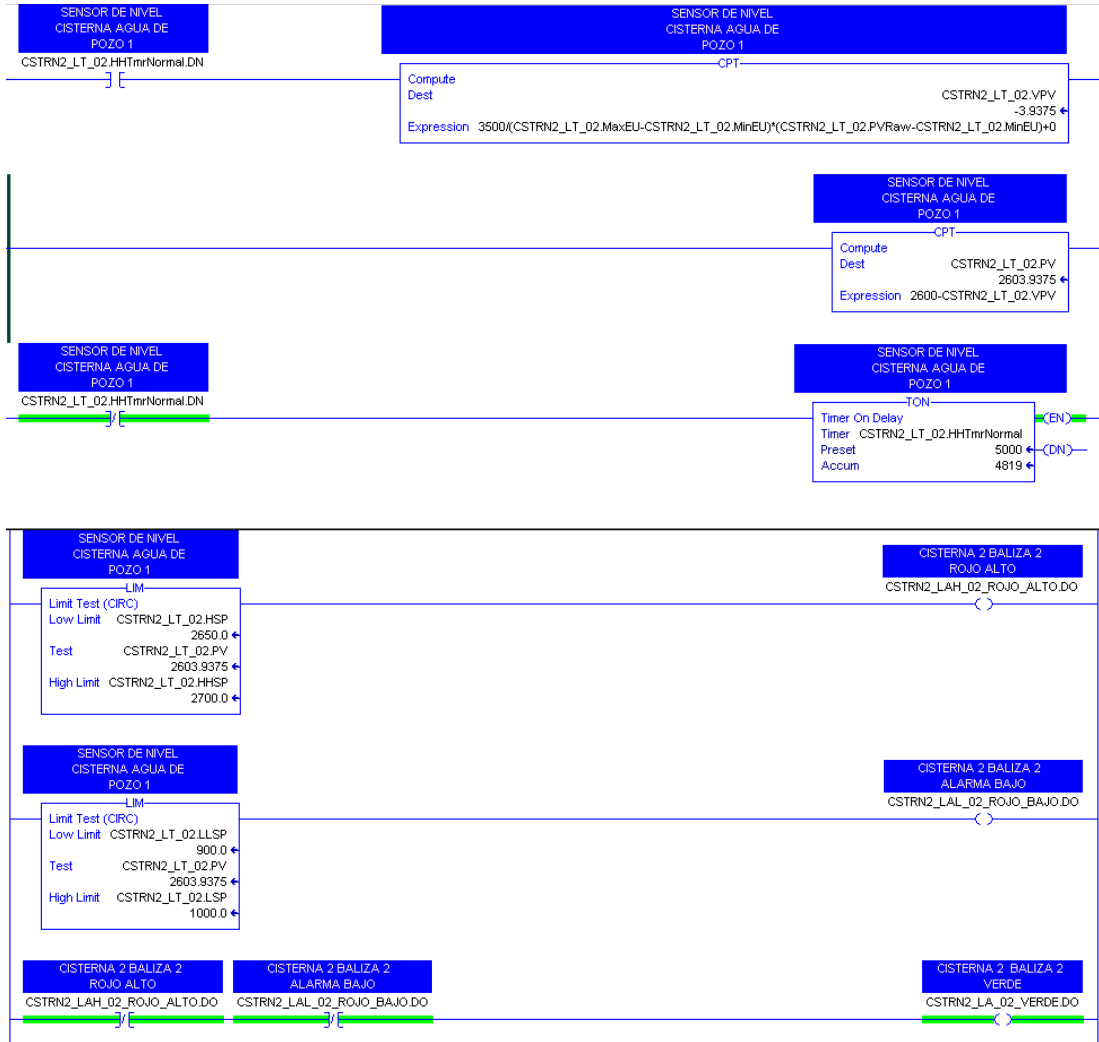
En la tabla 34 se muestran las variables que controlan todos los equipos, indicadores y alarmas de las cuatro cisternas de proceso.

Una vez creadas todas las variables con sus respectivas direcciones en el siguiente apartado muestra el desarrollo de la programación del control y monitorización de variables de todo el proceso para cada una de las cisternas mediante la creación de subrutinas.

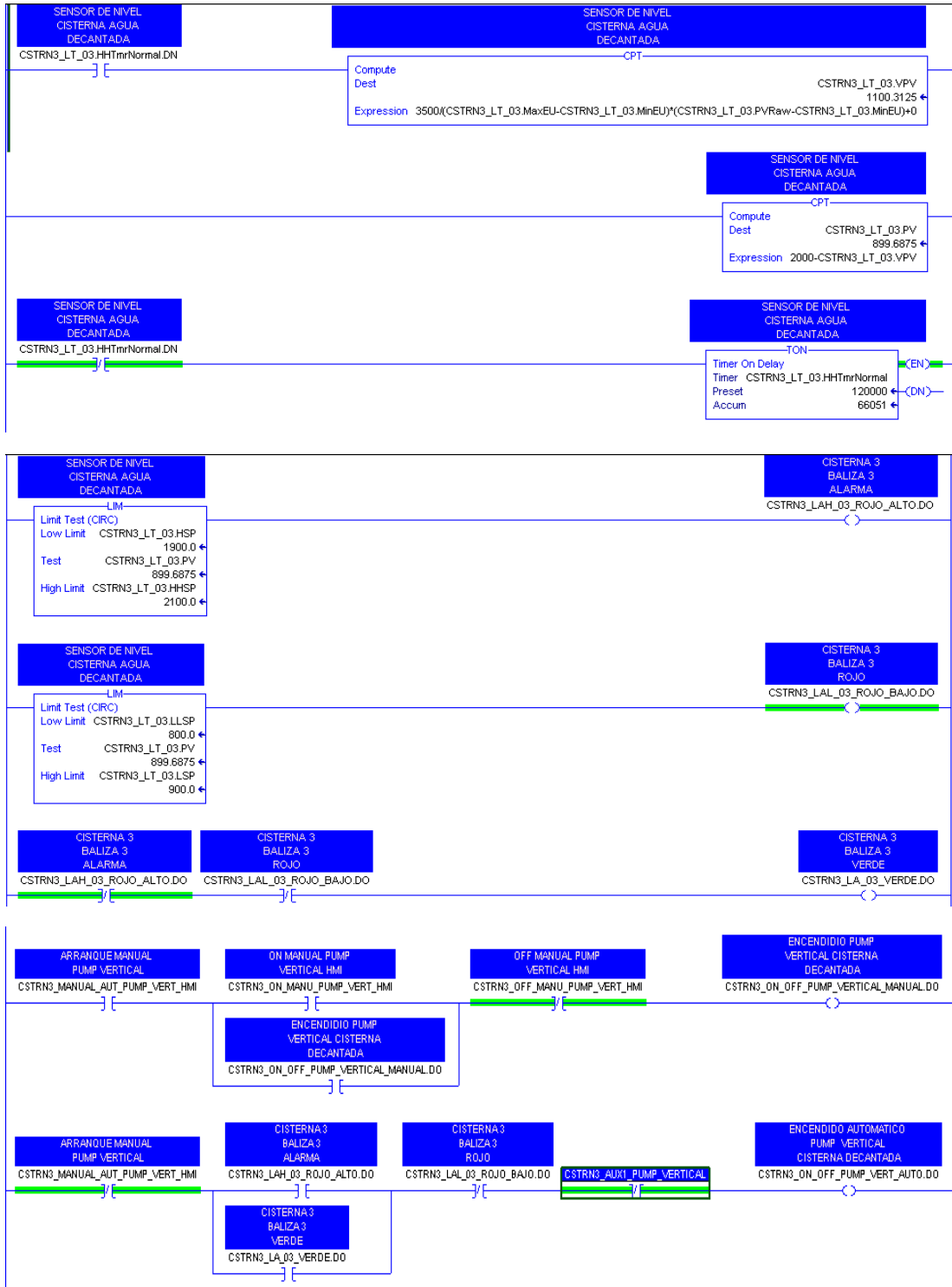
Programación Subrutina cisterna 1

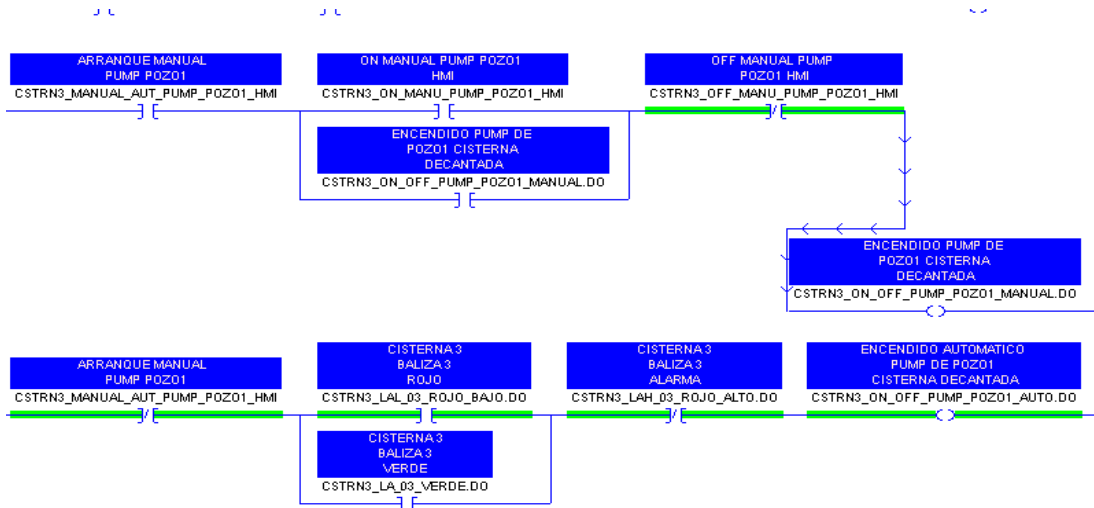


Programación Subrutina cisterna 2

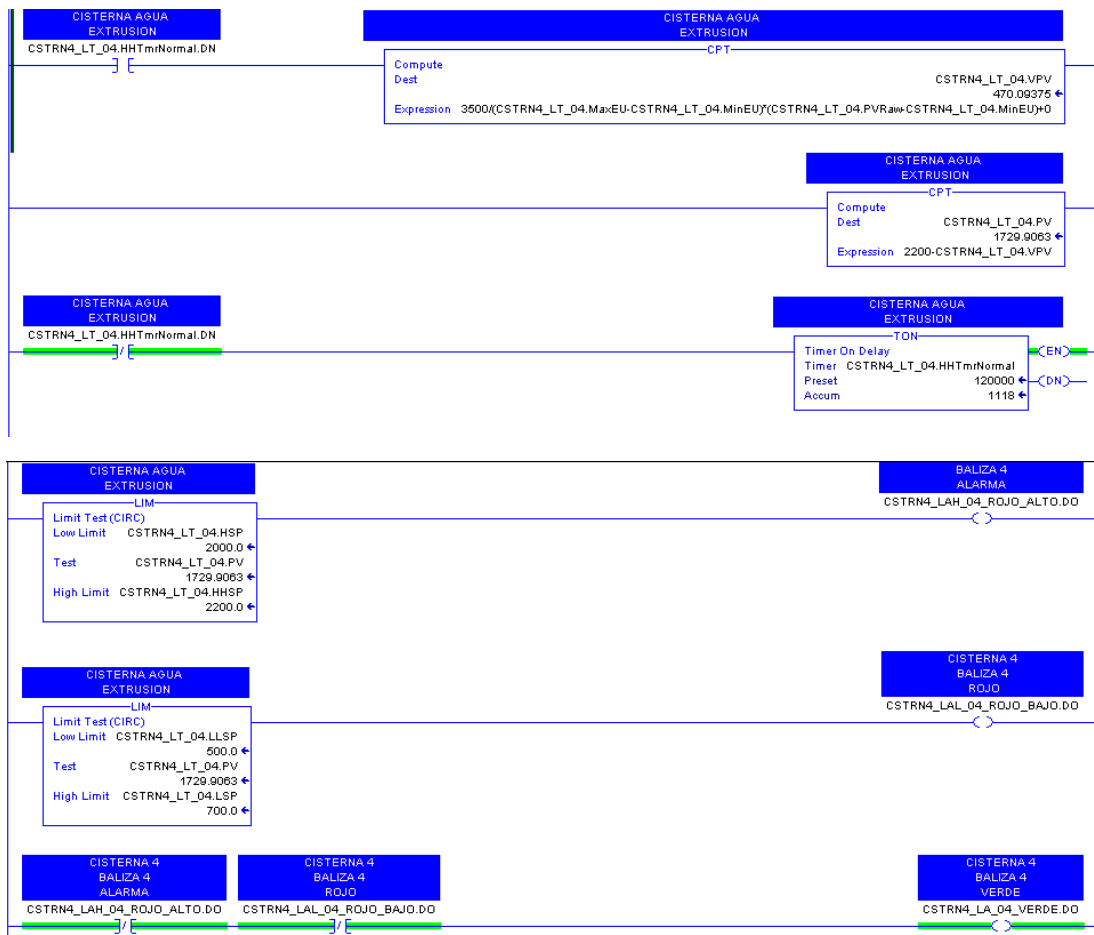


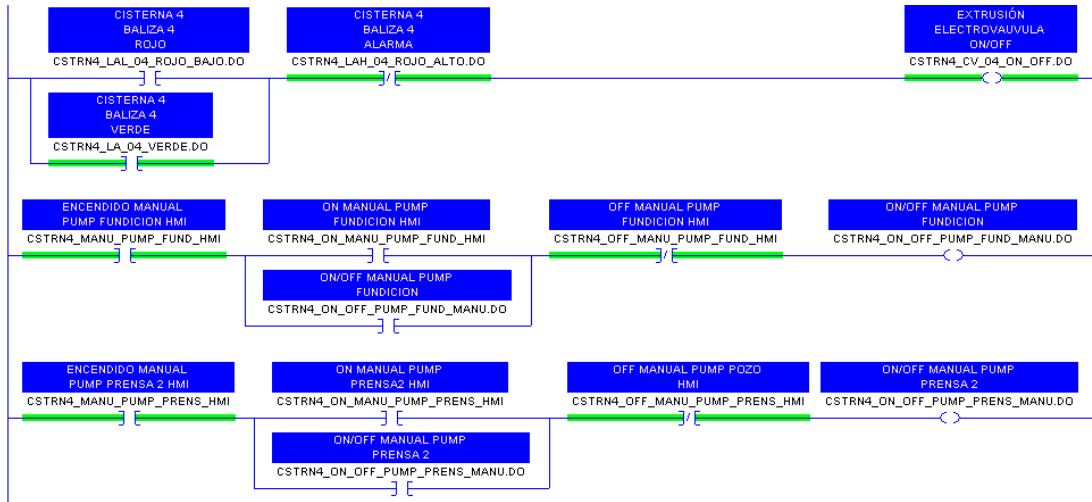
Programación Subrutina cisterna 3



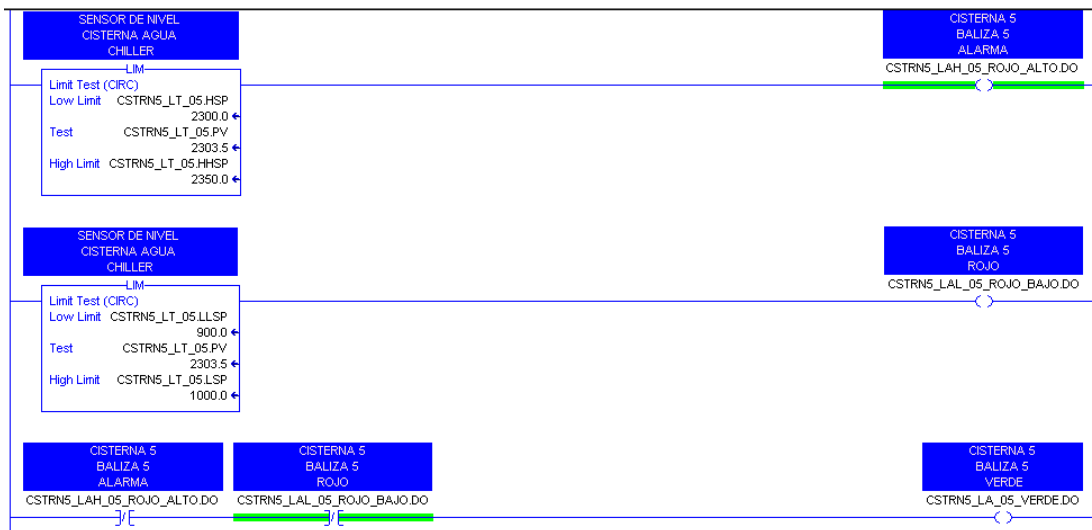
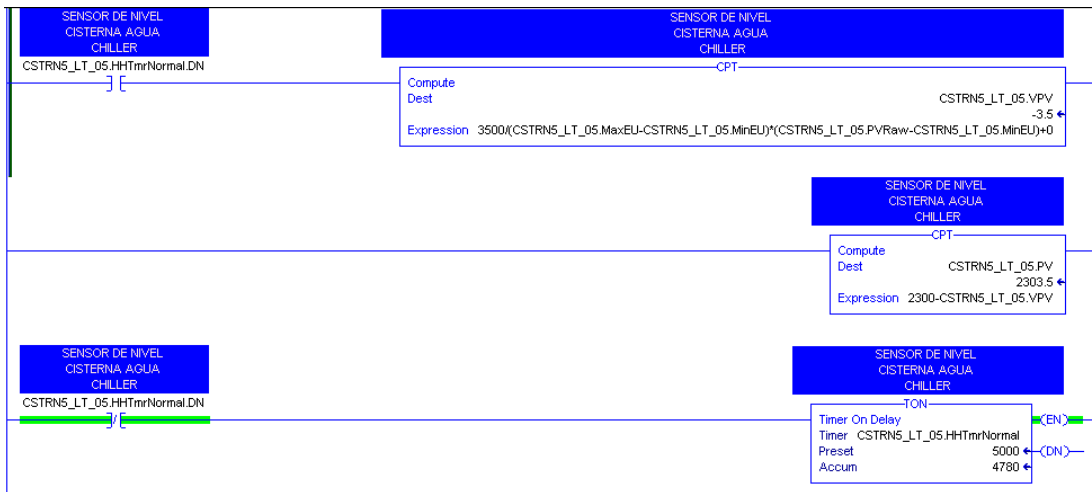


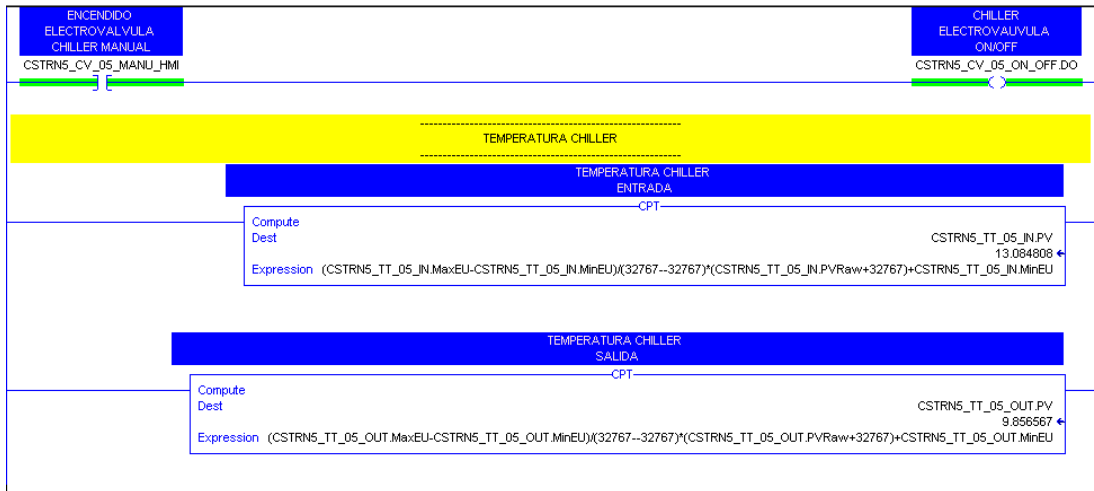
Programación Subrutina cisterna 4.



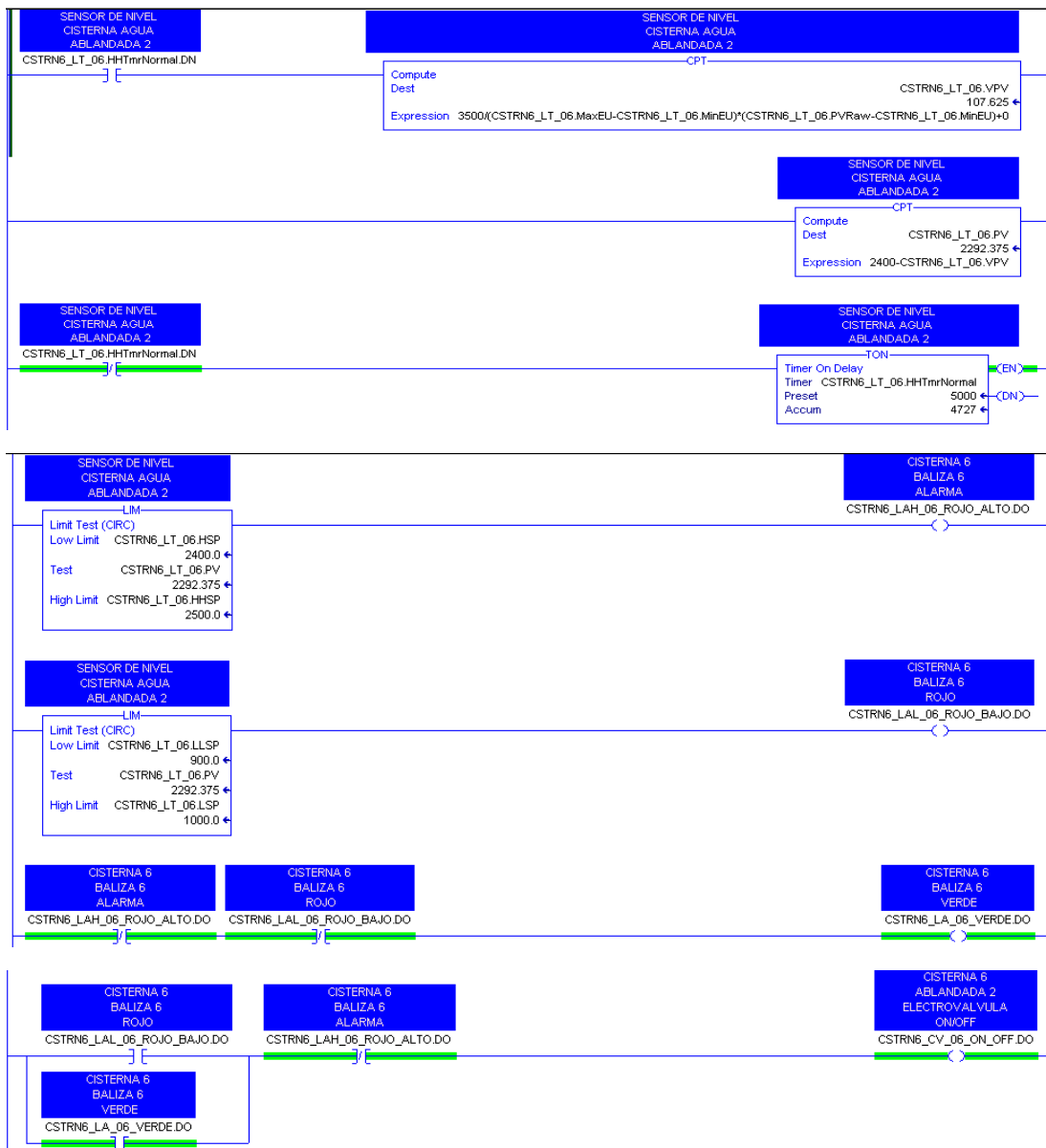


Programación Subrutina cisterna 5.

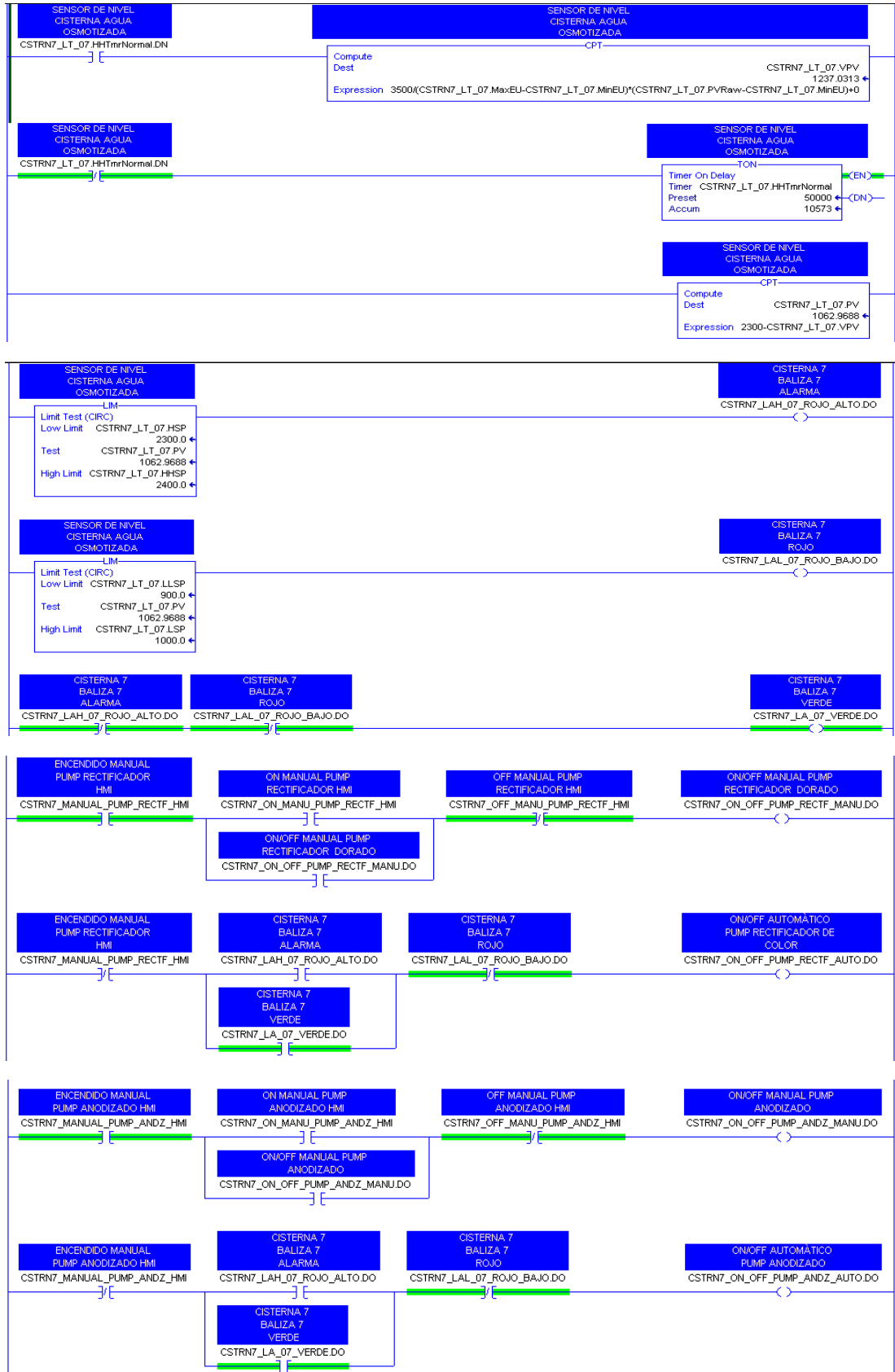




Programación Subrutina cisterna 6.



Programación Subrutina cisterna 7.



ANEXO 1.3 Descripción del software para el sistema de monitoreo y control. Software DOPSoft

Para el desarrollo de la interfaz HMI-SCADA se utilizó el software DOPSoft 4.00.08 última versión como se muestra en la figura 52, es un software libre que no necesita licencia, se lo descargó de la página Delta Electronics.



Figura 52: Software DOPSoft version 4.00.08.

Elaborado por: El investigador.

DOPSoft 4.00.08 cuenta con un entorno de trabajo muy amigable y sencillo para el usuario, se puede desarrollar varias interfaces o pantallas y con la ayuda de estas controlar equipos y visualizar variables que se miden en un determinado proceso.

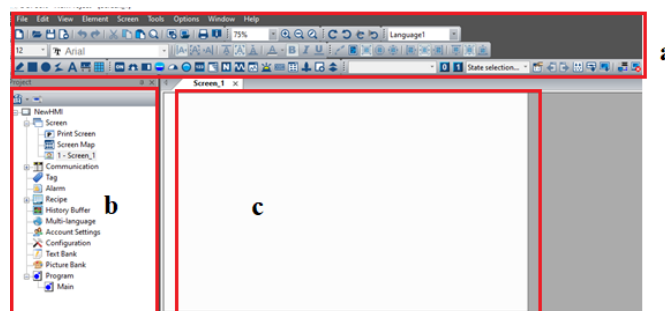


Figura 60: Entorno de desarrollo de interfaz DOPSOFT.

Elaborado por: El investigador.

- a) **Barra de Herramientas:** Es el área en donde se puede crear un nuevo proyecto, guardar. También posee opciones de simular, compilar, agregar elementos para las animaciones como botones, indicadores etc.
- b) **Barra de navegación:** Ofrece opciones como crear una pantalla principal y secundarias, modificar el tamaño, renombrar el título, etc.
- c) **Área de trabajo:** Lugar en donde se agregan los elementos como gráficas, indicadores, botones, es decir es el área donde se realiza el diseño de un HMI

ANEXO 1.4 Diseño de la interfaz HMI-SCADA

Para la elaboración de las interfaces HMI-SCADA, se tomó como guía la normativa ANSI/ISA 101 para el desarrollo de pantallas HMI.

Parámetros para desarrollar la interfaz:

- a) Pantalla principal
- b) Pantallas auxiliares para cada cisterna
- c) Pantallas para graficas

Los componentes que integran la pantalla principal son los siguientes

- Titulo de la pantalla
- Logo de la empresa y facultad
- Botones de navegación entre pantallas
- Botón para pantalla de graficas
- Fecha y hora.

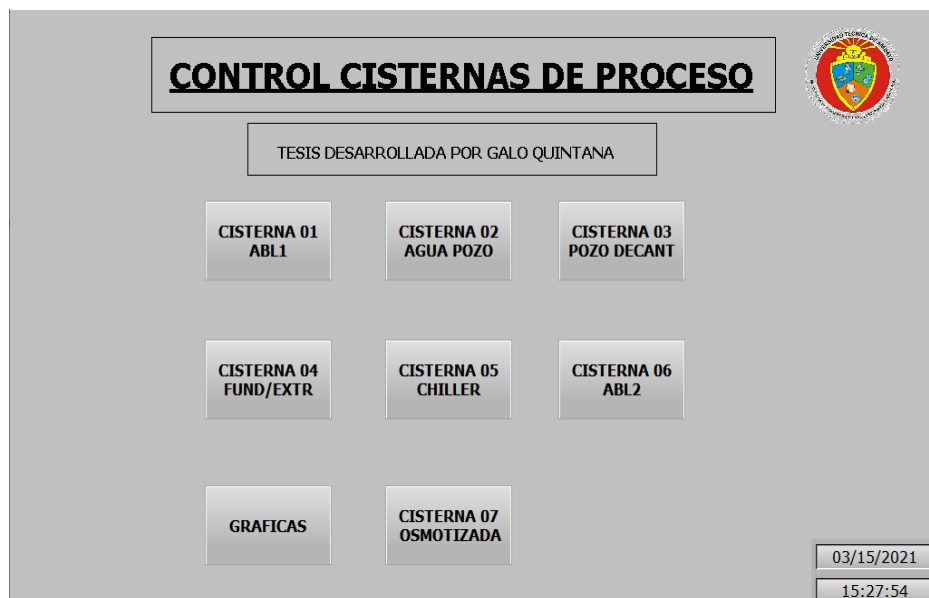


Figura 61: Interfaz principal HMI-SCADA.

Elaborado por: El investigador.

Posteriormente se desarrollan las pantallas auxiliares para cada cisterna en donde se integran los elementos que forman parte de cada una, como son indicadores de niveles, estados de bombas, electroválvulas, botones de encendido y apagado.

Estados de cisterna

Esta parte fue diseñada para cada una de las cisternas, en donde se puede visualizar el estado en el que se encuentra nivel, alarma, estado de la electroválvula, así como también el de la bomba si esta prendida o apagada.



Figura 62: Estado de Cisterna.

Elaborado por: El investigador.

Controles de bombas

➤ **Modo manual.**

En las cisternas de agua ablandada y fundición, los mandos de encendido y apagado de las bombas son manuales, para ello en la interfaz HMI-SCADA se creó un bloque específicamente para prender o apagar la bomba cuando el operario lo decida, esas condiciones son propias del proceso.



Figura 63: Bloque de botones de control.

Elaborado por: El investigador.

➤ **Modo manual o Automático.**

En este bloque de control se creó un selector para que el operario elija el modo de operación de las bombas de acuerdo a las necesidades, cuando está operando en modo automático las bombas se activaran en dependencia a las condiciones de los niveles

que estén en cada una de las cisternas, lógicamente estas condiciones están elaboradas en el Ladder de programación, y cuando este en modo manual se activara los botones de encendido y apagado de dichas bombas, los equipos que tienen este tipo de control son, bomba del pozo 1, vertical, rectificador y anodizado.

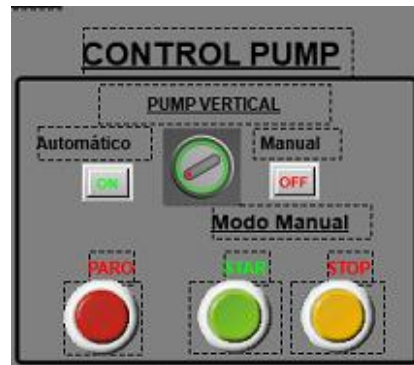


Figura 64: Bloque de control Manual-Automático.

Elaborado por: El investigador.

Otra condición muy importante es que en este tipo de control se debe tener un paro de emergencia en caso de que ocurra algo en el proceso, el operario tiene la posibilidad de apagar el equipo en las condiciones que se encuentre.

Tanque de nivel

Muestra el nivel actual que hay en cada una de las cisternas en tiempo real, así como también el volumen.

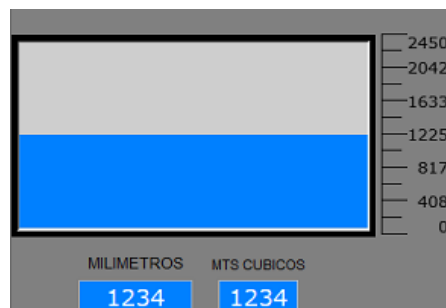


Figura 65: Datos de nivel y volumen de la cisterna.

Elaborado por: El investigador.

Algunas de sus principales características de diseño:

- El uso del color para el nivel del líquido es de color azul
- El fondo de la animación de color gris
- La escala del nivel color negro

Pantalla de graficas

Para la visualización de los niveles de las cisternas se diseñó una pantalla general en donde se tiene botones de navegación hacia las gráficas de cada una de las cisternas.

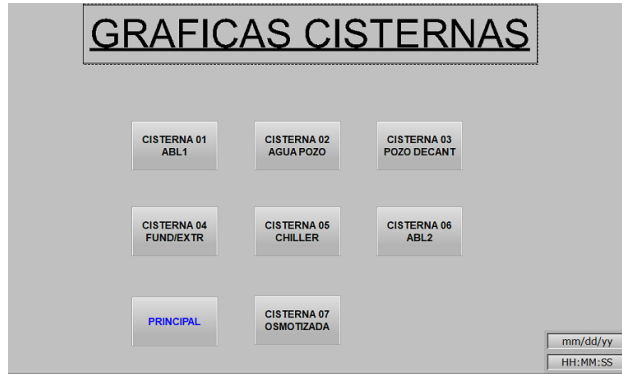


Figura 66: Pantalla principal de graficas niveles.

Elaborado por: El investigador.

Cuando el usuario requiera ver el nivel de una determinada cisterna, presionando sobre el área de cada botón se dirigirá a la gráfica de nivel, en donde podrá ver por fecha y hora el estado de nivel.

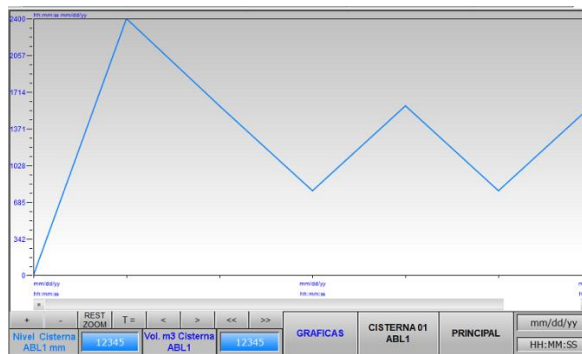


Figura 67: Grafica de nivel cisterna.

Elaborado por: El investigador.

Las principales características que se tomó en cuenta para el diseño de las pantallas de graficas son las siguientes:

- En el eje vertical se visualiza el nivel en (mm)
- En el eje horizontal la fecha y hora
- En la parte inferior nombre de la cisterna, nivel, así como también el volumen.
- El fondo de la gráfica es de color gris
- La línea de la gráfica es de color azul

Para que los botones diseñados tomen el control de encendido, apagado de las bombas y para mostrar alarmas, visualización de niveles, estados de bombas, se creó variables en el PLC netamente que sirven en la interfaz HMI, como se indica en la tabla 35.

Tabla 35: Variables de entrada y salida interfaz HMI-SCADA.

Cisterna 1 Agua Ablandada1			
Nombre	Acción	Tipo	Dirección
Botón 1	ON	Bool	@CSTRN1_ON_MANU_PUMP_ABL1_HMI
Botón 2	OFF	Bool	@CSTRN1_OFF_MANU_PUMP_ABL1_HMI
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN1_LT_01PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN1_LT_01VPV_HMI_INT
Válvula	Indicador	Bool	@CSTRN1_CV_01_ON_OFF_HMI
Bomba	Indicador	Bool	@CSTRN1_ON_OFF_MANU_PUMP_ABL1_HMI
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN1_LAH_01_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN1_LAL_01_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN1_LA_01_VERDE_HMI
Cisterna 2 Agua Pozo1			
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN2_LT_02PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN2_LT_02VPV_HMI_INT
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN1_LAH_01_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN1_LAL_01_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN1_LA_01_VERDE_HMI
Cisterna 3 Agua Decantada			
Selector1	Man/Aut	Bool	@CSTRN3_MANUAL_AUT_PUMP_VERT_HMI
Botón 1	ON	Bool	@CSTRN3_ON_MANU_PUMP_POZO1_HMI
Botón 2	OFF	Bool	@CSTRN3_OFF_MANU_PUMP_POZO1_HMI
Botón 3	Emergencia	INT	@CSTRN3_PARO_PUMP_POZO1_HMI
Selector2	Man/Aut	Bool	@CSTRN3_MANUAL_AUT_PUMP_POZO1_HMI
Botón 4	ON	Bool	@CSTRN3_ON_MANU_PUMP_VERT_HMI
Botón 5	OFF	Bool	@CSTRN3_OFF_MANU_PUMP_VERT_HMI
Botón 6	Emergencia	INT	@CSTRN3_PARO_PUMP_VERT_HMI
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN3_LT_03PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN3_LT_03VPV_HMI_INT
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN3_LAH_03_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN3_LAL_03_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN3_LA_03_VERDE_HMI

Elaborado por: El investigador.

Tabla 36: Variables de entrada y salida interfaz HMI-SCADA

Cisterna 4 Agua Extrusión			
Botón 1	ON	Bool	@CSTRN4_ON_MANU_PUMP_FUND_HMI
Botón 2	OFF	Bool	@CSTRN4_OFF_MANU_PUMP_FUND_HMI
Botón 3	ON	Bool	@CSTRN4_ON_MANU_PUMP_PRENS_HMI
Botón 4	OFF	Bool	@CSTRN4_ON_MANU_PUMP_PRENS_HMI
Válvula	Indicador	Bool	@CSTRN4_CV_04_ON_OFF_HMI
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN4_LT_04PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN4_LT_04VPV_HMI_INT
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN4_LAH_04_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN4_LAL_04_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN4_LA_04_VERDE_HMI
Cisterna 5 Agua Chiller			
Botón 1	ON/OFF	Bool	@CSTRN5_CV_05_ON_OFF_HMI
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN5_LT_05PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN5_LT_05VPV_HMI_INT
Temperatura int	Indicador	INT	@CSTRN5_TT_05_IN_PV_HMI_INT
Temperatura out	Indicador	INT	@CSTRN5_TT_05_OUT_PV_HMI_INT
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN5_LAH_05_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN5_LAL_05_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN5_LA_05_VERDE_HMI
Cisterna 6 Agua Ablandada2			
Válvula	indicador	Bool	@CSTRN6_CV_06_ON_OFF_HMI
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN6_LT_06PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN6_LT_06VPV_HMI_INT
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN6_LAH_06_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN6_LAL_06_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN6_LA_06_VERDE_HMI
Cisterna 7 Agua Osmotizada			
Selector1	Man/Aut	Bool	@CSTRN7_MANUAL_AUT_PUMP_ANDZ_HMI
Botón 1	ON	Bool	@CSTRN7_ON_MANU_PUMP_ANDZ_HMI
Botón 2	OFF	Bool	@CSTRN7_OFF_MANU_PUMP_ANDZ_HMI
Botón 3	Emergencia	INT	@CSTRN7_PARO_PUMP_ANDZ_HMI
Selector2	Man/Aut	Bool	@CSTRN7_MANUAL_AUT_PUMP_RECTF_HMI
Botón 4	ON	Bool	@CSTRN7_ON_MANU_PUMP_RECTF_HMI
Botón 5	OFF	Bool	@CSTRN7_OFF_MANU_PUMP_RECTF_HMI
Botón 6	Emergencia	INT	@CSTRN7_PARO_PUMP_RECTF_HMI
Válvula	indicador	Bool	@CSTRN7_CV_07_ON_OFF_HMI
Nivel	Indicador	INT	@CSTRN7_LT_07PV_HMI_INT
Volumen	Indicador	INT	@CSTRN7_LT_07VPV_HMI_INT
Alarma nivel	Indicador	Bool	@CSTRN7_LAH_07_ROJO_ALTO_HMI
			@CSTRN7_LAL_07_ROJO_BAJO_HMI
			@CSTRN7_LA_07_VERDE_HMI

Elaborado por: El investigador.

La tabla 36 muestra todas las variables que se crearon en el PLC para enlazar con los botones de encendido, apagado de bombas, así como también los indicadores de nivel, estados de bombas, electroválvulas. La comunicación que se utilizó es Ethernet/IP, ya que el controlador y las pantallas se comunican mediante este protocolo industrial.

ANEXO 2: Implementación del sistema de monitoreo y automatización

Elaboración de bases para sensores y balizas.



Figura 68: Elaboración de bases para sensores.

Elaborado por: El investigador

Instalación de tubería EMT en todas las cisternas.



Figura 69: Instalación de tubería en las cisternas.

Elaborado por: El investigador.

Ruteo de cables para los dispositivos de entrada y salida.



Figura 70: Ruteo de Cables.

Elaborado por: El investigador.

Conexión de sensores y montaje de bases en las 7 cisternas.



Figura 71: Conexión sensores de nivel.

Elaborado por: El investigador.

Montaje y conexión de indicadores de estado de nivel, en las 7 cisternas



Figura 72: Conexión y Montaje de Balizas.

Elaborado por: El investigador.

Montaje del tablero y conexión interna del mismo.



Figura 73: Montaje y conexión tablero de control.

Elaborado por: El investigador.

Configuración de la comunicación ETHERNET/IP y diseño del HMI-SCADA

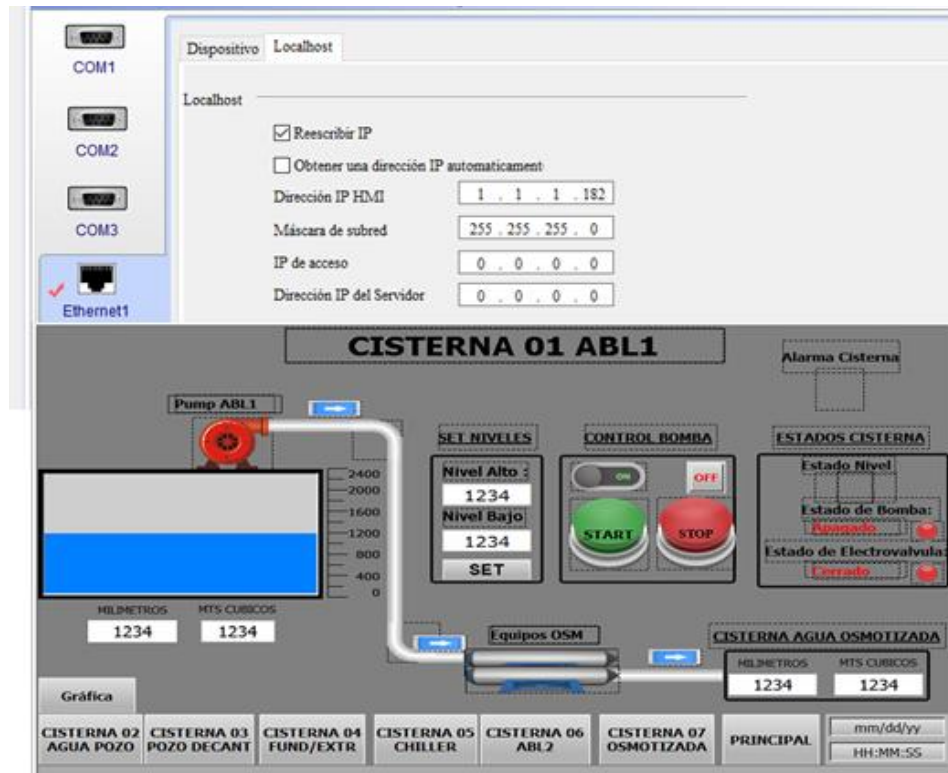


Figura 74: Diseño HMI-SCADA.

Elaborado por: El investigador.

Montaje de pantalla, pruebas de control y monitoreo



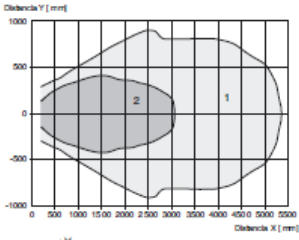




Figura 75: Montaje de pantalla y pruebas de funcionamiento.

Elaborado por: El investigador.

ANEXO 3: Características de los equipos utilizados

Manual Sensor de Nivel UC3500-30GM70-IE2R2-V15

Sensor ultrasónico		UC3500-30GM70-IE2R2-V15																					
		Datos técnicos																					
		Datos generales <table border="1"> <tr><td>Plango de detección</td><td>200 ... 3500 mm</td></tr> <tr><td>Plango de ajuste</td><td>300 ... 3500 mm</td></tr> <tr><td>Zona ciega</td><td>0 ... 200 mm</td></tr> <tr><td>Estándar</td><td>100 mm x 100 mm</td></tr> <tr><td>Frecuencia del transductor</td><td>aprox. 120 kHz</td></tr> <tr><td>Retardo de respuesta</td><td>≤ 150 ms</td></tr> </table>		Plango de detección	200 ... 3500 mm	Plango de ajuste	300 ... 3500 mm	Zona ciega	0 ... 200 mm	Estándar	100 mm x 100 mm	Frecuencia del transductor	aprox. 120 kHz	Retardo de respuesta	≤ 150 ms								
Plango de detección	200 ... 3500 mm																						
Plango de ajuste	300 ... 3500 mm																						
Zona ciega	0 ... 200 mm																						
Estándar	100 mm x 100 mm																						
Frecuencia del transductor	aprox. 120 kHz																						
Retardo de respuesta	≤ 150 ms																						
		Datos característicos <table border="1"> <tr><td>Deriva de temperatura</td><td>≤ ± 1,5 % del valor final</td></tr> <tr><td>Retardo a la disponibilidad t_d</td><td>≤ 175 ms</td></tr> </table>		Deriva de temperatura	≤ ± 1,5 % del valor final	Retardo a la disponibilidad t_d	≤ 175 ms																
		Deriva de temperatura	≤ ± 1,5 % del valor final																				
Retardo a la disponibilidad t_d	≤ 175 ms																						
Referencia de pedido UC3500-30GM70-IE2R2-V15 Sensor de detección directa ultrasónico		Datos límites <table border="1"> <tr><td>Longitud de línea admitida</td><td>máx. 300 m</td></tr> </table>		Longitud de línea admitida	máx. 300 m																		
Longitud de línea admitida	máx. 300 m																						
Características <ul style="list-style-type: none"> • Salida analógica 4 ... 20 mA • 1 salida de conmutación • Posibilidades de sincronización • Compensación de temperatura • Parámetros configurables mediante la interfaz y el software ULTRA-PROG-IR (accesorios) 		Elementos de indicación y manejo <table border="1"> <tr><td>LED amarillo</td><td>Estado de conmutación Salida de conmutación amarillo: objeto en el límite de evaluación</td></tr> <tr><td>LED verde/amarillo</td><td>verde: TEACH-IN</td></tr> </table>		LED amarillo	Estado de conmutación Salida de conmutación amarillo: objeto en el límite de evaluación	LED verde/amarillo	verde: TEACH-IN																
LED amarillo	Estado de conmutación Salida de conmutación amarillo: objeto en el límite de evaluación																						
LED verde/amarillo	verde: TEACH-IN																						
Diagrama		Datos eléctricos <table border="1"> <tr><td>Tensión nominal de trabajo U_n</td><td>24 V CC</td></tr> <tr><td>Tensión de trabajo U_B</td><td>20 ... 30 V CC (ondulación residual incluida)</td></tr> <tr><td>Rizado</td><td>≤ 10 %</td></tr> <tr><td>Corriente en vacío I_0</td><td>≤ 50 mA</td></tr> </table>		Tensión nominal de trabajo U_n	24 V CC	Tensión de trabajo U_B	20 ... 30 V CC (ondulación residual incluida)	Rizado	≤ 10 %	Corriente en vacío I_0	≤ 50 mA												
Tensión nominal de trabajo U_n	24 V CC																						
Tensión de trabajo U_B	20 ... 30 V CC (ondulación residual incluida)																						
Rizado	≤ 10 %																						
Corriente en vacío I_0	≤ 50 mA																						
Curvas de respuesta características		Interface <table border="1"> <tr><td>Tipo de Interfaz</td><td>Infrarrojos</td></tr> <tr><td>Modo</td><td>conexión paso a paso</td></tr> </table>		Tipo de Interfaz	Infrarrojos	Modo	conexión paso a paso																
Tipo de Interfaz	Infrarrojos																						
Modo	conexión paso a paso																						
 <p>Fecha de Publicación: 2016-02-16 Fecha de Edición: 2016-02-16 236988_spa.xml</p> <p>Curva 1: placa plana 100 mm x 100 mm Curva 2: barra redonda, Ø 25 mm</p>		Entrada/Salida <table border="1"> <tr><td>Tipo de entrada/salida</td><td>1 conexión de sincronización, bidireccional (Configuración de fábrica: modo sincronizado) / Entrada TEACH-IN</td></tr> <tr><td>Nivel 0</td><td>≤ 3 V</td></tr> <tr><td>Nivel 1</td><td>≥ 15 V</td></tr> <tr><td>Impedancia de entrada</td><td>tip. 900 Ω</td></tr> <tr><td>Cantidad de sensores</td><td>máx. 10</td></tr> </table>		Tipo de entrada/salida	1 conexión de sincronización, bidireccional (Configuración de fábrica: modo sincronizado) / Entrada TEACH-IN	Nivel 0	≤ 3 V	Nivel 1	≥ 15 V	Impedancia de entrada	tip. 900 Ω	Cantidad de sensores	máx. 10										
Tipo de entrada/salida	1 conexión de sincronización, bidireccional (Configuración de fábrica: modo sincronizado) / Entrada TEACH-IN																						
Nivel 0	≤ 3 V																						
Nivel 1	≥ 15 V																						
Impedancia de entrada	tip. 900 Ω																						
Cantidad de sensores	máx. 10																						
		Salida de conmutación <table border="1"> <tr><td>Tipo de salida</td><td>1 salida de conmutación pnp, N.A. (Contacto N.C. parametrizable)</td></tr> <tr><td>Preajuste</td><td>300 ... 3500 mm (ajustable via potenciómetro)</td></tr> <tr><td>Repetibilidad R</td><td>± 5 mm</td></tr> <tr><td>Corriente de trabajo I_L</td><td>300 mA a prueba de cortocircuito/sobrecarga</td></tr> <tr><td>Frecuencia de conmutación</td><td>≤ 2 Hz</td></tr> <tr><td>Histéresis de conmutación</td><td>35 mm (parametrizable)</td></tr> <tr><td>Caída de tensión</td><td>≤ 3 V</td></tr> </table>		Tipo de salida	1 salida de conmutación pnp, N.A. (Contacto N.C. parametrizable)	Preajuste	300 ... 3500 mm (ajustable via potenciómetro)	Repetibilidad R	± 5 mm	Corriente de trabajo I_L	300 mA a prueba de cortocircuito/sobrecarga	Frecuencia de conmutación	≤ 2 Hz	Histéresis de conmutación	35 mm (parametrizable)	Caída de tensión	≤ 3 V						
Tipo de salida	1 salida de conmutación pnp, N.A. (Contacto N.C. parametrizable)																						
Preajuste	300 ... 3500 mm (ajustable via potenciómetro)																						
Repetibilidad R	± 5 mm																						
Corriente de trabajo I_L	300 mA a prueba de cortocircuito/sobrecarga																						
Frecuencia de conmutación	≤ 2 Hz																						
Histéresis de conmutación	35 mm (parametrizable)																						
Caída de tensión	≤ 3 V																						
Salida analógica <table border="1"> <tr><td>Tipo de salida</td><td>1 Salida de corriente 4 ... 20 mA , ascendente/descendente parametrizable</td></tr> <tr><td>Preajuste</td><td>Rampa ascendente ; Límite de evaluación A1: 300 mm ; Límite de evaluación A2: 3500 mm</td></tr> <tr><td>Resistencia de carga</td><td>≤ 500 Ω</td></tr> </table>		Tipo de salida	1 Salida de corriente 4 ... 20 mA , ascendente/descendente parametrizable	Preajuste	Rampa ascendente ; Límite de evaluación A1: 300 mm ; Límite de evaluación A2: 3500 mm	Resistencia de carga	≤ 500 Ω	Condiciones ambientales <table border="1"> <tr><td>Temperatura ambiente</td><td>-25 ... 70 °C (-13 ... 158 °F)</td></tr> <tr><td>Temperatura de almacenaje</td><td>-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)</td></tr> <tr><td>Resistencia a choques</td><td>30 g , 11 ms Duración</td></tr> <tr><td>Resistencia a las vibraciones</td><td>10 ... 55 Hz , Amplitud ± 1 mm</td></tr> </table>		Temperatura ambiente	-25 ... 70 °C (-13 ... 158 °F)	Temperatura de almacenaje	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)	Resistencia a choques	30 g , 11 ms Duración	Resistencia a las vibraciones	10 ... 55 Hz , Amplitud ± 1 mm						
Tipo de salida	1 Salida de corriente 4 ... 20 mA , ascendente/descendente parametrizable																						
Preajuste	Rampa ascendente ; Límite de evaluación A1: 300 mm ; Límite de evaluación A2: 3500 mm																						
Resistencia de carga	≤ 500 Ω																						
Temperatura ambiente	-25 ... 70 °C (-13 ... 158 °F)																						
Temperatura de almacenaje	-40 ... 85 °C (-40 ... 185 °F)																						
Resistencia a choques	30 g , 11 ms Duración																						
Resistencia a las vibraciones	10 ... 55 Hz , Amplitud ± 1 mm																						
Datos mecánicos <table border="1"> <tr><td>Tipo de conexión</td><td>Conector M12 x 1 , 5 polos</td></tr> <tr><td>Grado de protección</td><td>IP65</td></tr> <tr><td>Material</td><td></td></tr> <tr><td>Carcasa</td><td>latón, niquelado</td></tr> <tr><td>Transductor</td><td>resina Epoxy/Mezcla de esferas de vidrio; espuma Poliuretano</td></tr> <tr><td>Posición del montaje</td><td>cualquiera</td></tr> <tr><td>Masa</td><td>140 g</td></tr> <tr><td>Tipo</td><td>Cilíndrico</td></tr> </table>		Tipo de conexión	Conector M12 x 1 , 5 polos	Grado de protección	IP65	Material		Carcasa	latón, niquelado	Transductor	resina Epoxy/Mezcla de esferas de vidrio; espuma Poliuretano	Posición del montaje	cualquiera	Masa	140 g	Tipo	Cilíndrico	Conformidad con Normas y Directivas <table border="1"> <tr><td>Conformidad con estándar</td><td></td></tr> <tr><td>Estándar</td><td>EN 60947-5-2:2007 + A1:2012 IEC 60947-5-2:2007 + A1:2012 EN 60947-5-7:2003 IEC 60947-5-7:2003</td></tr> </table>		Conformidad con estándar		Estándar	EN 60947-5-2:2007 + A1:2012 IEC 60947-5-2:2007 + A1:2012 EN 60947-5-7:2003 IEC 60947-5-7:2003
Tipo de conexión	Conector M12 x 1 , 5 polos																						
Grado de protección	IP65																						
Material																							
Carcasa	latón, niquelado																						
Transductor	resina Epoxy/Mezcla de esferas de vidrio; espuma Poliuretano																						
Posición del montaje	cualquiera																						
Masa	140 g																						
Tipo	Cilíndrico																						
Conformidad con estándar																							
Estándar	EN 60947-5-2:2007 + A1:2012 IEC 60947-5-2:2007 + A1:2012 EN 60947-5-7:2003 IEC 60947-5-7:2003																						
Autorizaciones y Certificados <table border="1"> <tr><td>Autorización UL</td><td>cULus Listed, General Purpose</td></tr> <tr><td>Autorización CSA</td><td>cCSAus Listed, General Purpose</td></tr> <tr><td>Autorización CCC</td><td>Los productos cuya tensión de trabajo máx. <36 V no llevan el marcado CCC, ya que no requieren aprobación.</td></tr> </table>		Autorización UL	cULus Listed, General Purpose	Autorización CSA	cCSAus Listed, General Purpose	Autorización CCC	Los productos cuya tensión de trabajo máx. <36 V no llevan el marcado CCC, ya que no requieren aprobación.																
Autorización UL	cULus Listed, General Purpose																						
Autorización CSA	cCSAus Listed, General Purpose																						
Autorización CCC	Los productos cuya tensión de trabajo máx. <36 V no llevan el marcado CCC, ya que no requieren aprobación.																						
Consulte "Notas generales sobre la información de los productos de Pepperl+Fuchs". Pepperl+Fuchs Group EE.UU.: +1 330 486 0001 www.pepperl-fuchs.com Alemania: +49 621 776-1111 fa-info@pepperl-fuchs.com Singapur: +65 6779 9091 fa.info@sg.pepperl-fuchs.com																							

Manual Electrovalvula UG-50

MiCRO

Industrias de Procesos

Válvulas para fluidos
Serie UG

INICIO

Tipo..... Electroválvula 2/2 a membrana normal cerrada
 Presión de trabajo 0...10 bar
 Fluido Aire, agua, gas, agua caliente, líquidos en general
 Temperaturas..... -5 a 80°C (NBR) hasta 120°C (FKM)
 Conexión G3/8", G1/2", G3/4", G1", G1 1/4", G1 1/2", G2"
 Materiales Cuerpo de latón o acero inoxidable AISI304, diafragma en NBR o FKM



Electroválvula 2/2 bronce (sellos NBR)	Electroválvula 2/2 inox. AISI304 (sellos FKM)	A	B	C	G
0.240.002.843/010/---	0.240.002.843/520/---	66,5	106,5	48	G 3/8"
0.240.002.844/010/---	0.240.002.844/520/---	66,5	106,5	48	G 1/2"
0.240.002.865/010/---	0.240.002.865/520/---	96	126	70	G 3/4"
0.240.002.866/010/---	0.240.002.866/520/---	96	126	70	G 1"
0.240.002.877/010/---	0.240.002.877.520/---	131	145	96	G 1 1/4"
0.240.002.888/010/---	0.240.002.888/520/---	131	145	96	G 1 1/2"
0.240.002.899/010/---	0.240.002.899/520/---	160	160	112	G 2"

Tensión	Código adicional /---
220 Vca	/531
110 Vca	/532
24 Vcc	/542

En los códigos de las electroválvulas reemplazar los guiones del final por los valores de la tabla superior, según la tensión seleccionada para el solenoide.
 Ejemplo:
 una válvula 0.240.002.843/000/---, con tensión 220V 50/60Hz, debe solicitarse 0.240.002.843/000/531

Manual Pantalla HMI-DELTA DOP 110-WS



**DOP-103WQ
DOP-107WV
DOP-110WS**

Instruction Sheet



High Color • Widescreen • User-Friendly HMI Products
Delta Electronics Inc.
No.18, Xinglong Rd., Taoyuan City 33066, Taiwan

(1) Preface
 Thank you for purchasing DOP-107WV. This instruction sheet provides information about DOP-107WV. Before using the product, please read through this manual carefully in order to ensure the correct use of the product. In addition, please place this manual safely for quick reference whenever it is needed. Please follow the rules below if you have not finished reading this manual yet.

- Install the product in a clean and dry location free from corrosive and inflammable gases or liquids, indoor use only.
 - Ensure that all wiring instructions and recommendations are followed.
 - Ensure that HMI is correctly connected to the ground. The grounding method must comply with the national electrical standard (Please refer to NFPA 70: National Electrical Code, 2005 Ed.)
 - Do not modify the wiring or disassemble HMI interface when HMI is connected to the power.
 - Do not touch the power supply during operation. Otherwise, it may cause electric shock.
 - When HMI displays low power notification and requires battery charges, please contact local distributors or DELTA customer service center for the replacement. Do not change batteries by yourself.
 - DOP-100 series can be used for industrial automation equipment. Please read through this manual carefully and install the product according to the instructions in order to avoid danger.
 - Cleaning method: Please use dry cloth to clean the product.
 - The product should be used at an altitude below 2000 m.
 - If the equipment is used in a manner not specified by the manufacturer, the protection provided by the equipment may be impaired.
 - For repairing and maintenance, please contact DELTA Electronics, Inc. Address: No.18, Xinglong Rd., Taoyuan City, Taiwan. TEL: +886-3-3083051.
- If you have any enquiry during operation, please contact our local distributors or Delta sales representatives. The content of this instruction sheet may be revised without prior notice. Please consult our distributors or download the latest version at <http://www.delta.com.tw>

(2) Communication Port Pin Assignment

COM Port	Pin	MODE1		MODE2		MODE3	
		COM1	COM2	COM1	COM2	COM1	COM2
DOP-103WQ COM Port	1	RS-232	RS-485	RS-485	RS-485	RS-232	RS-422
	2	RXD	D+		RXD		TXD+
	3	TXD			TXD		
	4	TXD	D+	D+	RXD+		
	5	GND		GND	GND		
	6	RTS		D-	RTS		TXD-
	7	RTS			RTS		
	8	CTS		D-	CTS		RXD-
	9		D-	D-			

COM Port	Pin	MODE1	
		COM1	COM2
DOP-107WV / DOP-110WS COM1 Port		RS-232	

COM Port	Pin	MODE1		MODE2		MODE3	
		COM1	COM2	COM1	COM2	COM1	COM2
DOP-107WV / DOP-110WS COM2 Port	1	RS-232	RS-485	RS-485	RS-485	RS-232	RS-422
	2	RXD	D+		RXD		TXD+
	3	TXD			TXD		
	4	TXD	D+	D+	RXD+		
	5	GND		GND	GND		
	6	RTS		D-	RTS		TXD-
	7	RTS			RTS		
	8	CTS		D-	CTS		RXD-
	9		D-	D-			

Note 1: Blank means connection is not required.

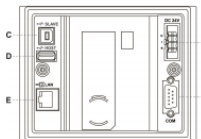
(3) Part names

DOP-103WQ (Front view)



A Touch Screen / Display

DOP-103WQ (Rear view)



A Power Input (24AWG wire min.) B COM1
C USB Slave D USB Host
E Network Port (LAN) F USB Host

DOP-107WV (Front view)



DOP-107WV (Rear view)



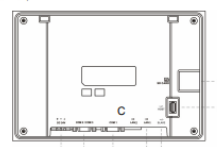
A Power Input (24AWG wire min.) B COM2/COM3
C COM1 D Network Port (LAN)
E USB Slave F USB Host

DOP-110WS (Front view)



A Touch Screen / Display

DOP-110WS (Rear view)



A Power Input (24AWG wire min.) B COM2/COM3

Manual Baliza indicadora de estados

TL50 Tower Light



Datasheet

Multi-Color General-Purpose or Audible Indicators



- Rugged, cost-effective, and easy-to-install multi-segment indicators
- Illuminated segments provide easy-to-see operator guidance and indication of equipment status
- Up to 7 stacked colors available
- Available in black or light gray housing
- Audible models available with standard, sealed, or omni-directional audible element
- Compact devices are completely self-contained, no controller needed
- Models with 1 to 5 segments, 18 V dc to 30 V dc or 24 V ac operation
- Models with 6 to 7 segments, 12 V dc to 30 V dc or 24 V ac operation
- No assembly required

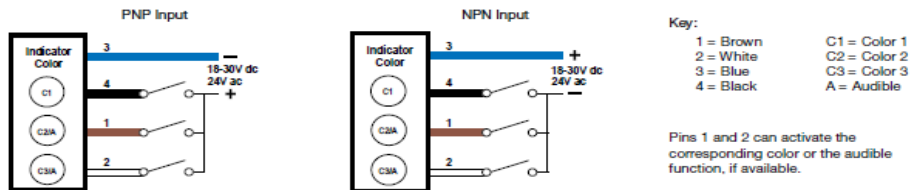
Non-Audible Models

Model ¹	# of LED Colors	LED Colors ²	Connection ³	Inputs
TL50RQ	1	Red	Integral 4-pin M12/Euro-style quick disconnect	Bimodal (NPN or PNP)
TL50GRQ	2	Green, Red		
TL50GYRQ	3	Green, Yellow, Red		
TL50BGRQ	4	Blue, Green, Yellow, Red	Integral 5-pin M12/Euro-style quick disconnect	
TL50WBGYRQ	5	White, Blue, Green, Yellow, Red	Integral 8-pin M12/Euro-style quick disconnect	

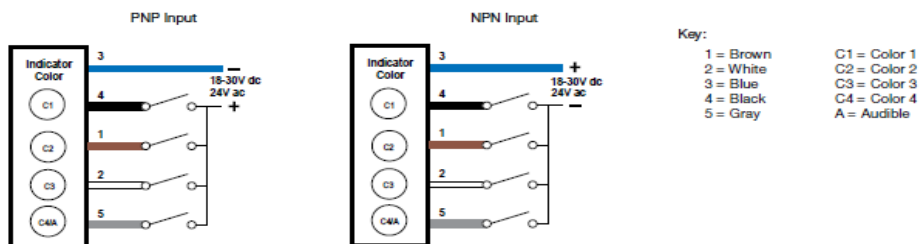
Audible Models

Standard Audible Model ¹	# of LED Colors	LED Colors ²	Connection ³	Inputs
TL50RAQ	1	Red	Integral 4-pin M12/Euro-style quick disconnect	Bimodal (NPN or PNP)
TL50GRAQ	2	Green, Red		
TL50GYRAQ	3	Green, Yellow, Red		
TL50BGRYRAQ	4	Blue, Green, Yellow, Red	Integral 8-pin M12/Euro-style quick disconnect	
TL50WBGYRAQ	5	White, Blue, Green, Yellow, Red		

Wiring Diagram — 4-Pin Models with 1 to 3 Segments



Wiring Diagram – 5-Pin Models with 4 Segments



Pin 5 can activate the corresponding color or the audible function, if available.

Manual PLC Compact Logix L30ER

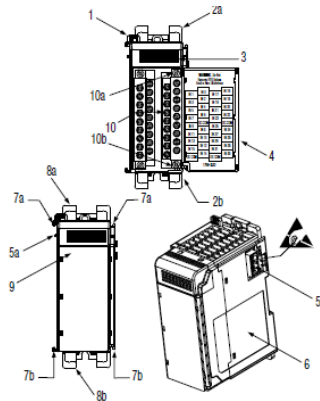


1769-L30ER

Allen Bradley PLC – CompactLogix

Technical Specifications:	
Manufacturer	Rockwell Automation
Brand	Allen-Bradley
Part Number/Catalog No.	1769-L30ER
Product Line	CompactLogix
Module Type	Processor Module
Communication	Ethernet
Software	RSLogix5000
Memory	1 MB
Shipping Weight	4 pounds
Shipping Dimensions	11 x 8 x 6 inches
Series	A and B
Replacement Terminal Block Part Number	1769-RTBN18
Wire Type	Copper-90 degrees Celsius
Wire Size (Solid)	22 to 14 AWG
Wire Size (Stranded)	22 to 16 AWG
Certification	eULH (Class I, Division 2)

Manual módulo de entradas analógicas



Especificación	1769-IF8
Deriva de exactitud con temperatura	Terminal de voltaje: $\pm 0.003\%$ por $^{\circ}\text{C}$ Terminal de corriente: $\pm 0.0045\%$ por $^{\circ}\text{C}$
Calibración	El módulo efectúa una calibración automática en habilitación de canales y en cambios de configuración entre canales.
No linealidad (en porcentaje de escala total)	$\pm 0.03\%$
Repetibilidad ⁽¹⁾	$\pm 0.03\%$
Error del módulo en todo el rango de temperatura (0 a +60 $^{\circ}\text{C}$ [+32 $^{\circ}\text{F}$ a +140 $^{\circ}\text{F}$])	Voltaje: $\pm 0.3\%$ Corriente: $\pm 0.5\%$
Configuración de canales de entrada	mediante la pantalla del software de configuración o el programa de usuario (al escribir un único patrón de bits en el archivo de configuración del módulo). Consulte el manual del usuario del controlador para determinar si se admite la configuración del programa de usuario.
Indicador LED OK del módulo	Encendido: el módulo tiene alimentación eléctrica, ha superado el diagnóstico interno y se comunica mediante el bus. Apagado: No se cumplen las condiciones anteriores.
Diagnósticos de canales	Margen superior o inferior en informe de bits, alarmas de proceso
Sobrecarga máxima en los terminales de entrada ⁽²⁾	Terminal de voltaje: ± 30 VCC continuos, 0.1 mA Terminal de corriente: ± 32 mA continuos, ± 7.6 VCC
Clasificación de distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica del sistema	8 (El módulo no puede estar a una distancia de más de 8 módulos de la fuente de alimentación eléctrica del sistema.)
Cable recomendado	Belden™ 8761 (blindado)
Aislamiento de grupo de entradas a bus	500 VCA o 710 VCC durante 1 minuto (prueba de calificación) 30 VCA/30 VCC de voltaje de funcionamiento (aislamiento reforzado IEC Clase 2)
Código de ID del proveedor	1
Código de tipo de producto	10

Manual módulo termocuplas

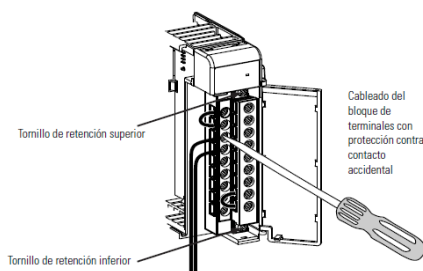


Tabla 12 - Especificaciones generales - 1769-IT6

Atributo	1769-IT6
Dimensiones (Al.xPxAn.), aprox.	118 x 87 x 35 mm (4.65 x 3.43 x 1.38 in.) la altura incluidas las lengüetas de montaje es 138 mm (5.43 pulg)
Peso de envío (con caja), aprox.	276 g (0.61 lb)
Temperatura de almacenamiento	-40...85 °C (-40...185 °F)
Temperatura de funcionamiento	0...60 °C (32...140 °F)
Humedad de funcionamiento	5...95% sin condensación
Altitud de funcionamiento	2000 m (6561 pies)
Vibración, funcionamiento	10...500 Hz, 5 g, 0.030 pulg. pico a pico
Vibración, funcionamiento de relés	2 g
Choque, funcionamiento	30 g, 11 ms montaje en panel (20 g, 11 ms montaje en riel DIN)
Choque, funcionamiento de relés	7.5 g montaje en panel (5 g montaje en riel DIN)
Choque, fuera de operación	40 g montaje en panel (30 g montaje en riel DIN)
Clasificación de distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica del sistema	8 (El módulo no puede estar a una distancia superior a 7 módulos de una fuente de alimentación del sistema).
Cable recomendado	Belden 8761 (blindado) para entradas de milivoltios Cable de extensión de termopar blindado para el tipo específico de termopar que esté utilizando. Siga las recomendaciones del fabricante del termopar.
Certificación	Certificación C-UL (según CSA C22.2 n.º 142) Lista UL 508 Conforme a CE para todas las directivas aplicables
Clase de ambiente peligroso	Clase I, división 2, lugar peligroso, grupos A, B, C, D (UL 1604, C-UL según CSA C22.2 n.º 213)
Emisiones radiadas y conducidas	EN50081-2 clase A

ANEXO 4: Cotizaciones de equipos.
 Compra del tablero de control y componentes internos.

OFERTA ECONÓMICA No. MASREC-OF-0478-2019-00									
ANEXO TÉCNICO 1									
ITEM	FABRICANTE	CODIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS		TIEMPO DE ENTREGA	OBSERVACIONES
						PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1	Allen Bradley	1492-H4	ALLEN BRADLEY, AC FUSE TERMINAL WITH NEON LIGHT	8	EA	\$ 9,91	\$ 79,28	5 DÍAS	
2	Allen Bradley	1492-H5	ALLEN BRADLEY, DC FUSE TERMINAL WITH NEON LIGHT	8	EA	\$ 9,91	\$ 79,28	5 DÍAS	
3	Allen Bradley	1492-EA135	ALLEN BRADLEY, END BRACKETS	16	EA	\$ 1,45	\$ 23,20	5 DÍAS	
4	Allen Bradley	1492-N17	ALLEN BRADLEY, END PLATE FOR AC/DC TERMINALS	8	EA	\$ 0,98	\$ 7,84	5 DÍAS	
5	Allen Bradley	1492-J3	ALLEN BRADLEY, AC/DC THROUGH TERMINALS	26	EA	\$ 0,50	\$ 13,00	5 DÍAS	
6	Allen Bradley	1492-EBJ3	ALLEN BRADLEY, END PLATE FOR J3	4	EA	\$ 0,54	\$ 2,16	5 DÍAS	
7	Allen Bradley	1492-N49	CROSS CONNECTION 10 POLES FOR 1492-H5	2	EA	\$ 4,17	\$ 8,34	5 DÍAS	
8	Allen Bradley	1492-SISB-24	CROSS CONNECTION 24 POLES FOR 1492-J3	1	EA	\$ 3,24	\$ 3,24	5 DÍAS	
9	Allen Bradley	1492-SIS	INSULATION PROFILE FOR CROSS CONNECTION 1492-SISB-24	2	EA	\$ 1,68	\$ 3,32	5 DÍAS	
10	Allen Bradley	1492-JDG3FB	BORNERA TRES NIVELES FUSIBLE, PASO Y TIERRA	6	EA	\$ 6,31	\$ 37,66	5 DÍAS	
11	Allen Bradley	1492-JD3FB	BORNERA DOS NIVELES FUSIBLE, PASO Y TIERRA	36	EA	\$ 4,84	\$ 271,04	5 DÍAS	
12	Allen Bradley	1492-EBJ3FB	TAPA PARA BORNERA 1492-JDG3FB	7	EA	\$ 0,84	\$ 5,88	5 DÍAS	

14	Allen Bradley	1606-VLE140E	FUENTE DE PODER 24 VDC A 10A, PARA MONTAJE EN RIEL DIN	1	EA	\$ 513,21	\$ 513,21	5 DÍAS	
15	Allen Bradley	199-DR1	ALLEN BRADLEY, DIN RAIL TS35x7.5 SLOTTED, 1M	4	EA	\$ 7,10	\$ 28,40	5 DÍAS	
16	Allen Bradley	4983-DC120-20	DIN Rail Filter and Surge Protective Devices	1	EA	\$ 292,10	\$ 292,10	5 DÍAS	
17	Allen Bradley	1492-SPM1C200-N	SUPP. PROTECTOR MINI CIRCUIT BREAKER	1	EA	\$ 58,61	\$ 58,61	5 DÍAS	
18	Allen Bradley	1492-M6VSH1-50	SISTEMA DE MARCACION PARA BORNERA 1492-JDG3FB,1492-MREX12H1-20	3	EA	\$ 19,28	\$ 57,84	8 SEMANAS	
19	Allen Bradley	1492-M5BX12H1-20	ALLEN BRADLEY, SNAP-IN MARKER CARD, PRE-PRINTED TEXT 1 TO 20	1	EA	\$ 5,43	\$ 5,43	8 SEMANAS	
20	Allen Bradley	1492-M5X12H1-20	ALLEN BRADLEY, SNAP-IN MARKER CARD, PRE-PRINTED TEXT 1 TO 20, 1492-J3	2	EA	\$ 16,32	\$ 32,64	8 SEMANAS	
21	Allen Bradley	700-HLS1224	700-HL Solid State Relay Output, . w/ Screw Terminals, 24V DC, Touch Safe Terminal	16	EA	\$ 35,19	\$ 563,04	8 SEMANAS	
22			GROUNDING BAR SYSTEM (200mm)	2	EA	\$ 66,26	\$ 132,52	8 SEMANAS	
23			internal lamp	1	EA	\$ 63,71	\$ 63,71	5 DÍAS	
24	WEIDMULLER	430300000	fuse 100mA , size 5mm x 20mm	40	EA	\$ 2,55	\$ 102,00	5 DÍAS	
25	WEIDMULLER	430600000	fuse 500mA , size 5mm x 20mm	16	EA	\$ 2,55	\$ 40,80	5 DÍAS	
26	WEIDMULLER	0293900000	WEIDMULLER, FUSE 10 A, SIZE 1 1/4" X 1/4"	4	EA	\$ 8,28	\$ 33,12	5 DÍAS	

OFERTA ECONÓMICA No. MASREC-OF-0478-2019-00

ANEXO TÉCNICO 1

ITEM	FABRICANTE	CODIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS		TIEMPO DE ENTREGA	OBSERVACIONES
						PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
27	WEIDMULLER	0294600000	WEIDMULLER, FUSE 2 A, SIZE 1 1/4" X 1/4"	8	EA	\$ 8,28	\$ 66,24	5 DÍAS	
28	WEIDMULLER	0294600000	WEIDMULLER, FUSE 5 A, SIZE 1 1/4" X 1/4"	4	EA	\$ 8,28	\$ 33,12	5 DÍAS	
29		-	SLOTTED PVC SURFACE RACEWAY SIZE 80x60(WXH)(MM),LENG 2 M, WITH COVER	3	EA	\$ 25,48	\$ 76,44	5 DÍAS	
30		-	SLOTTED PVC SURFACE RACEWAY SIZE 80x60(WXH)(MM),LENG 2 M, WITH COVER	3	EA	\$ 31,85	\$ 95,55	5 DÍAS	
31			DOOR SWITCH ASSEMBLY	1	EA	\$ 57,34	\$ 57,34	3 A 4 SEMANAS	
32			Amarras de 15 cm color negro	1	EA	\$ 1,64	\$ 1,64	5 DÍAS	
33			Amarras de 20 cm color negro	1	EA	\$ 2,61	\$ 2,61	5 DÍAS	
34	CENTElsa		CABLE 16 AWG AZUL FLEXIBLE	20	MTS	\$ 0,41	\$ 8,20	5 DÍAS	
35	CENTElsa		CABLE 16 AWG NEGRO FLEXIBLE	20	MTS	\$ 0,41	\$ 8,20	5 DÍAS	
36	CENTElsa		CABLE 16 AWG ROJO FLEXIBLE	20	MTS	\$ 0,41	\$ 8,20	5 DÍAS	
37			TERMINAL FERRUL 12 AWG	1	PQ	\$ 3,41	\$ 3,41	5 DÍAS	
38	BRADY		DINTA MARQUILLADORA	1	EA	\$ 41,47	\$ 41,47	5 DÍAS	



OFERTA ECONÓMICA No. MASREC-OF-0478-2019-00

Fecha: 25/9/19 Atención: Ing. Miguel Lucio
 Cliente: CEDAL Correo Electrónico: muck@grupasa.com
 Detalle: Suministro de borneras, relés, accesorios y ensamble de PLC para automatización de sistemas Teléfono: (593) 992745423
 RUC: 1792741874001

Suministro de borneras, relés, accesorios y ensamble de PLC para automatización de sistemas

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS SIN IVA		TIEMPO DE ENTREGA	OBSERVACIONES
				PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1	Ensamble de tablero de control con un controlador CompactLogix - Instalación de Canales - Instalación de rel din. - Instalación de Borneras de paso y portafusibles - Instalación de relés tipo bornera - Instalación de PLC CompactLogix	1	GLB	\$ 446,25	\$ 446,25	1 día	
				TOTAL SERVICIO	\$ 446,25		

Suministro de Materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS SIN IVA		TIEMPO DE ENTREGA	OBSERVACIONES
				PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1	Suministro de materiales	1	gb	\$ 2.878,48	\$ 2.878,48	8 semanas	
				TOTAL MATERIALES	\$ 2.878,48		
				TOTAL SIN IVA	\$ 3.324,73		



Proyectos e Ingeniería

OFERTA ECONÓMICA No. MASREC-OF-0451-2019-04

Fecha: 25/9/19 Atción: Ing. Miguel Lucio
 Cliente: CEDAL Correo Electrónico: mlucio@copasa.com
 Detalle: Suministro de tablero PLC para automatización de sistemas Teléfono: (593) 992745423
 RUC: 1792741874001

Suministro de Materiales							
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS SIN IVA		TIEMPO DE ENTREGA	OBSERVACIONES
				PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1	Suministro de materiales	1	gb	\$ 6.355,48	\$ 6.355,48	8 semanas	
				TOTAL SIN IVA	\$ 6.355,48		

NOTAS:

Estimado Cliente considerar que esta oferta se elaboró considerando el total de la orden, si es necesario disminuir el alcance se reevaluará la oferta.

El inicio de los trabajos se realizará previa entrega de la orden de servicio.

MASREC no se responsabiliza de daños o desperfectos de materiales y equipos instalados anteriormente por terceros.

No están considerados trabajos mecánicos o civiles.

Si el cliente requiere trabajos adicionales, estos se realizarán previa negociación y acuerdo económico entre el cliente e MASREC.

CONDICIONES COMERCIALES

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DÍAS
 LUGAR DE ENTREGA: PLANTA DE CEDAL (LATAQUINGA-ECUADOR)



Proyectos e Ingeniería

OFERTA ECONÓMICA No. MASREC-OF-0451-2019-04

ANEXO TÉCNICO 1

ITEM	FABRICANTE	CÓDIGO DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIOS		TIEMPO DE ENTREGA	OBSERVACIONES
						PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL		
1	ALLEN BRADLEY	1769-PA4	Power Supply 120/240 VAC Input 4A @ 5VDC, 2A @ 24VDC	1	EA	\$ 551,36	\$ 551,36	8 SEMANAS	
2	ALLEN BRADLEY	1769-L30ER	CompactLogix 5370 L3 Controllers,1MB memory.	1	EA	\$ 3.127,44	\$ 3.127,44	8 SEMANAS	
3	ALLEN BRADLEY	1769-IQ32	32 Point 24VDC Input Module	1	EA	\$ 516,61	\$ 516,61	8 SEMANAS	
4	ALLEN BRADLEY	1769-IF8	8 Channel Analog Current/Voltage Input Module	1	EA	\$ 948,66	\$ 948,66	8 SEMANAS	
5	ALLEN BRADLEY	1769-QW16	MODULO 16 SALIDA RELE PARA COMPACTLOGIX	1	EA	\$ 437,84	\$ 437,84	8 SEMANAS	
6	Allen Bradley	1783USET	STRATIX 2000 no administrable 8 puertos cobre.	1	EA	\$ 210,63	\$ 210,63	4 SEMANAS	
7	Allen Bradley	1769-EOR	CompactLogix Right End Cap-ACTIVE	1	EA	\$ 41,70	\$ 41,70	4 SEMANAS	
45			Tablero 150x90x30 Cm	1	EA	\$ 521,24	\$ 521,24	8 DÍAS	

Av. 12 de Octubre N24-739 y Colón
 Edificio Torre Boreal, Torre A, Séptimo Piso, Of. 710
 Quito, Ecuador
 Phone: +593 2600666 ext. 501
 Mobile: +593 992536770
 Email: ventas@masrec.com.ec

Compra de balizas



COTIZACION

Referencia (11592)

FECHA: Quito, 26 de noviembre de 2019
 EMPRESA: CEDAL
 ASUNTO: BALIZA
 ATENCION: Ing. Miguel Lucio

FLUKE

red lion

FLOWLINE

BANNER

AECO

+GF+

TURCK

BRADY

GREYLINE

Koyo

GREYLINE
INSTRUMENTS INC.

Estimado Ing. Lucio:

INGUIBRA tiene el agrado de cotizarle el siguiente equipo:

CARACTERISTICAS:

BALIZA

Marca: BANNER
 Modelo: TL50HGRALSQ
 Luz de torre TL50H: indicador audible fuerte sellado de 2 colores
 Voltaje: 18-30 V. CC o 24 V CA; Calificación ambiental: IP67
 Entrada: bimodal; Colores: verde rojo
 Conector de desconexión rápida estilo europeo



COSTO

CODIGO	CANT.	DESCRIPCION	V. UNIT.	V.TOT.
001	3	TL50HGRALSQ	222.75	668.25
			SUBTOTAL	668.25
			DESCUENTO 10%	66.83
			SUBTOTAL	601.43
			IVA 12%	72.17
			TOTAL	673.60

SON: SEISCIENTOS SETENTA Y TRES CON 60/100 USD

NOTA: EL DESCUENTO ES APLICABLE POR LO TOTAL COTIZADO

TIEMPO DE ENTREGA: DE 2 A 4 SEMANAS A PARTIR DE SU O/C
 FORMA DE PAGO: CREDITO 30 DIAS
 VALIDEZ OFERTA: 5 DIAS LABORABLES

Esperando de esta manera cumplir con sus expectativas, quedamos a espera de sus gratas órdenes.

Atentamente

Compra del cable de instrumentación



ITEM	DESCRIPCIÓN	CODIGO	CANT.	P. UNITARIO	DSTO	P. FINAL	P. TOTAL
1	ÓLFLEX CLASSIC 115 CY 5G1,5 CABLE APANTALLADO 5X16AWG	115 CY	600	\$ 4,12	20	\$ 3,30	\$ 1.977,60
						Subtotal	\$ 1.977,60
						IVA 12%	\$ 237,31
						Total	\$ 2.214,91

NOTA: El cable hay en 2 tramos de 500 y de 100

Cliente:	CEDAL
Atención:	Miguel Lucio
Fecha:	25/10/2019
Proforma:	25308
Emitido por:	Jorge Jirón


Pedido del suministro: Via email mediante orden de compra emitida a nombre de SERVISIELCE CIA LTDA.

Tiempo de entrega: Inmediata

Forma de pago: A CONVENIR

Atentamente
Ing. Jorge Jirón

 (09)98192773

 comercial_ext@servisielce.com

Compra de la pantalla HMI DELTA-DOP



MAQUINARIAS HENRIQUES C.A.

"La Perfección es nuestra meta. La excelencia se tolera"

Somos Contribuyentes Especiales
Resolución No. 6925

3 DE DICIEMBRE DE 2019

Cotización No.: COT-00365423-1
Condiciones de pago.: CR60

Estimados Señores:
CORPORACION ECUATORIANA DE ALUMINIO S.A. CEDAL
Atencion:

Tenemos el agrado de presentar a ustedes nuestra cotización de mercaderías de acuerdo a sus requerimientos:

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	% DESC.	TOTAL
IHDTU005	HMI COLOR DOP-100 10" TFT-LCD 1024 x 600 ETHERNET	1.00 UND	699.380	10.00	629.44

SUBTOTAL \$ 629.44
% IVA 75.53
TOTAL USD \$ 704.97

Compra del sensor Ultrasonico.

RUC: 0992981369001



Quito: Av. de los Granados E14-958 y Azucenas
Teléfono: (02) 246-0425
Móvil: 091402790 / 0997613919
E-mail: info@instru-procesos.com


Machachi: Av. Pablo Guarderas (esq) y Segundo Moreta
Teléfono: (02) 231-4587
Móvil: 0991402765 / 0991402790
E-mail: info@instru-procesos.com

COTIZACION N° V2 14 20191126 **OMRON | PEPPERL+FUCHS | PYROMATION | BAUMER | PIZZATO | PATLITTE**

EMPRESA: CORPESA CEDAL
RUC:
CIUDAD:
CONTACTO: Ing. Lucio Miguel
TELEFONO: +593 99 274 5423 / mlucio@corpesa.com
FECHA: 25/11/2019

INSTRUMENTACIÓN - SENSORICA

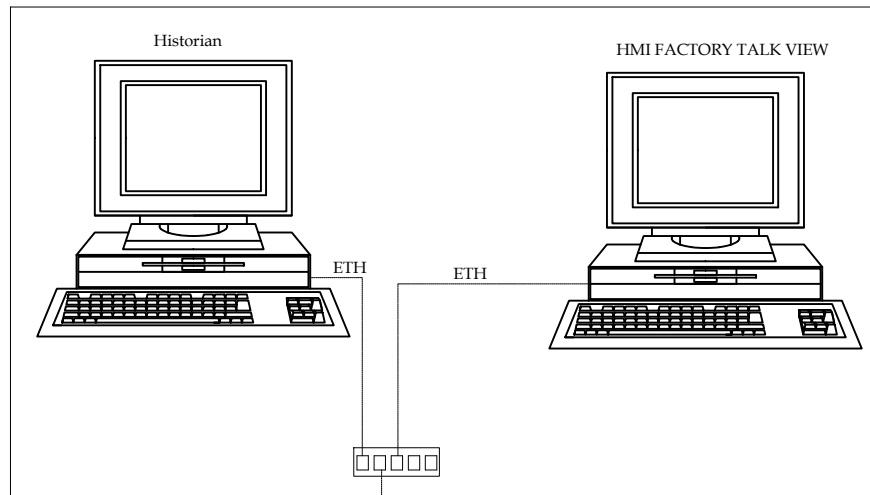
APLICACIONES - PROYECTOS

ITEM	MODELO / CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNIT.	DESCUENTO		TOTAL
					%	PRECIO FINAL	
1	UC3500-30GM70-IE2R2-V15	 SENSOR ULTRASONICO DE DETECCIÓN DIRECTA ALCANCE DE DETECCIÓN 200 ... 3500 MM RANGO DE AJUSTE 300 ... 3500 MM PLACA OBJETIVO ESTÁNDAR 100 MM X 100 MM FRECUENCIA DEL TRANSDUCTOR APROX. 120 KHZ RETARDO DE RESPUESTA ≤ 150 MS CALIFICACIONES NOMINALES DERIVA DE TEMPERATURA ≤ ± 1.5% DEL VALOR DE ESCALA COMPLETA INDICADORES / MEDIOS OPERATIVOS SALIDA DE INTERRUPTOR DE ESTADO DE CONMUTACIÓN LED AMARILLO LED VERDE / AMARILLO AMARILLO: OBJETO EN RANGO DE EVALUACIÓN VERDE: TEACH-IN SALIDA DE INTERRUPTOR DE POTENCIÓMETRO AJUSTABLE TENSIÓN DE FUNCIONAMIENTO 20 ... 30 V CC (INCLUIDA LA ONDULACIÓN) CORRIENTE DE ALIMENTACIÓN SIN	6 Un	\$443.00	0%	\$443.00	\$2,658.00

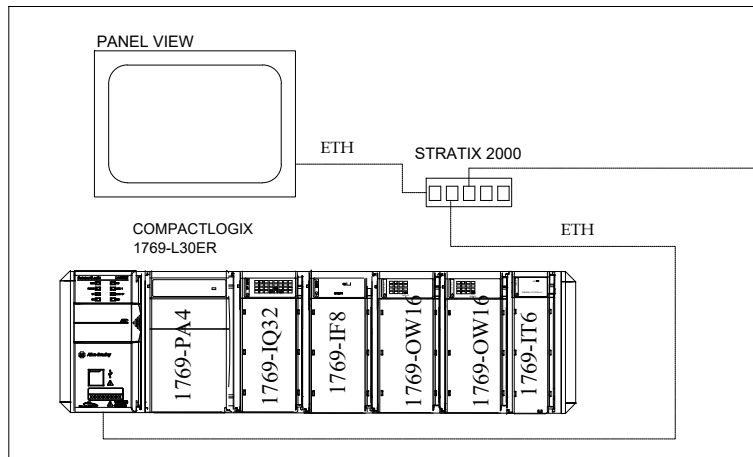
ANEXO 5: Diseño de Planos

ARQUITECTURA DE CONTROL

CONTROL ROOM



PLC-CSTRN-01
Control System



LEGEND

NUEVO	———
EXISTENTE	———
ETHERNET	———

GENERAL NOTES	REFERENCE DRAWINGS		REVISIONS				ENGINEERING / DESIGN RECORD				SIGN	DATE
	NUMBER	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	DRAWING :			
			0	REVISIÓN	17/MAR/20	QUINTANA	ING.LUCIO M.	ING.MEDINA G.	QUINTANA G.	17/MAR/20		
									DESIGN ENG. :	QUINTANA G.	17/MAR/20	
									CHECKED :	ING. LUCIO M.	17/MAR/20	
									PROJECT ENG. :			
									CLIENT APPROVAL :			

CLIENT :

PROJECT : SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANOZIMADO

DESCRIPTION : ARQUITECTURA DE CONTROL
PLC-CSTRN-01

SIZE : A3
SCALE : 8/E

DRAWING N. : QUINTANA-CED-001

SHEET : 1 of 1

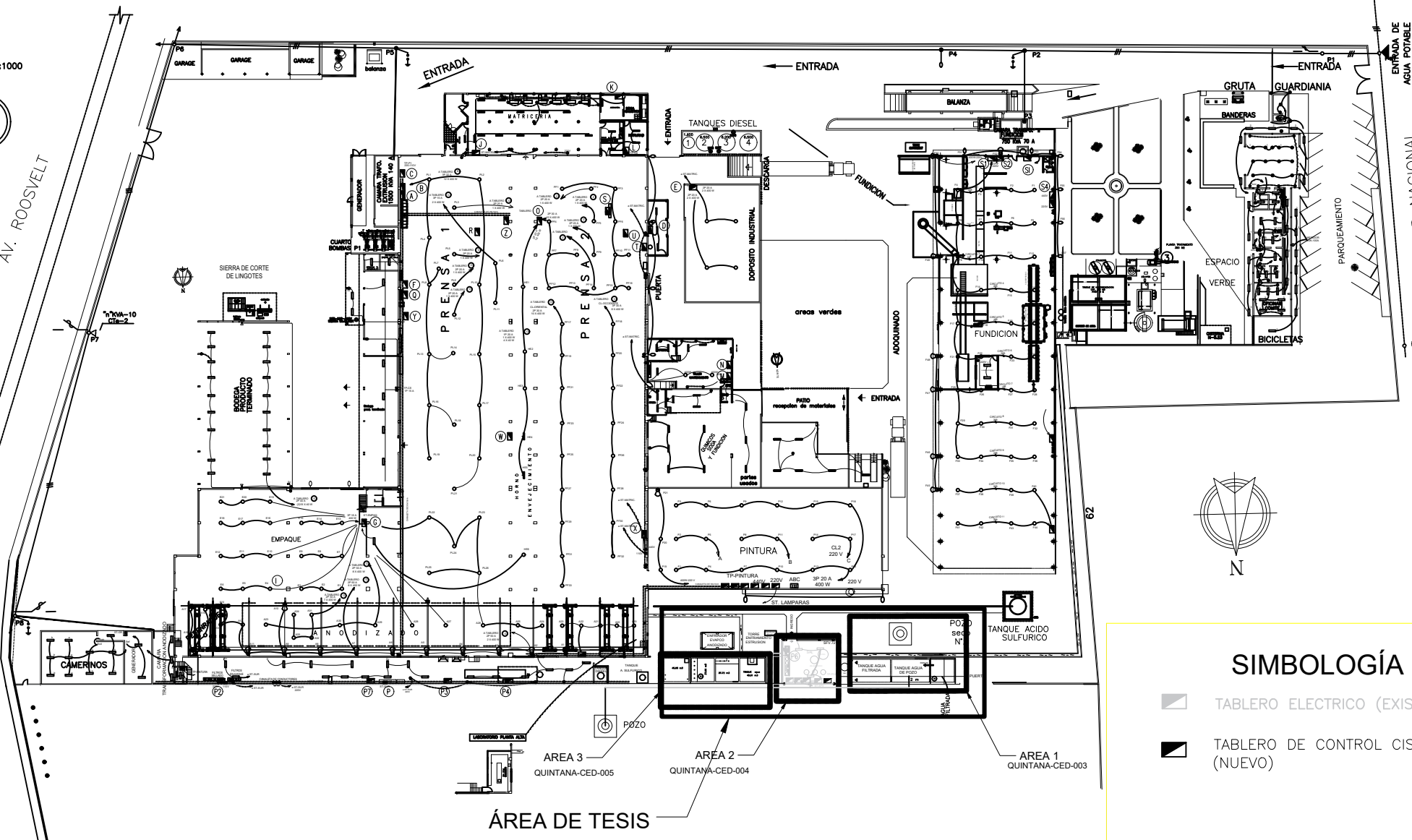
REV. : 1

ESCALA: 1:1000



NORTE
AV. ROOSEVELT

AV. ROOSEVELT
PARTERRE



SIMBOLOGÍA

- TABLERO ELECTRICO (EXISTENTE)
- TABLERO DE CONTROL CISTERNAS (NUEVO)

GENERAL NOTES

NUMBER	REFERENCE	DESCRIPTION

REFERENCE DRAWINGS

NUMBER	DESCRIPTION

REV. DESCRIPTION

REV.	DESCRIPTION
0	REVISADO
1	APROBADO

REVISIONS

DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.
18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA
18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA

ENGINEERING / DESIGN RECORD

DRAWING :	SIGN	DATE
QUINTANA G.		18/MAR/20
DESIGN ENG. :		18/MAR/20
QUINTANA G.		18/MAR/20
CHECKED :		18/MAR/20
ING. LUCIO M.		18/MAR/20
PROJECT ENG. :		18/MAR/20
ING. MEDINA J.		18/MAR/20
CLIENT APPROVAL :		18/MAR/20
CEDAL		

CLIENT :



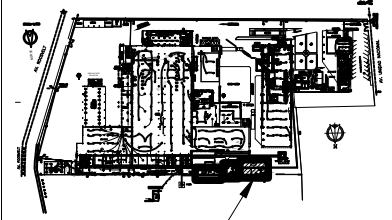
PROJECT : SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANODIZADO
DESCRIPTION :

PLOT PLAN
RUTEO DE CABLES

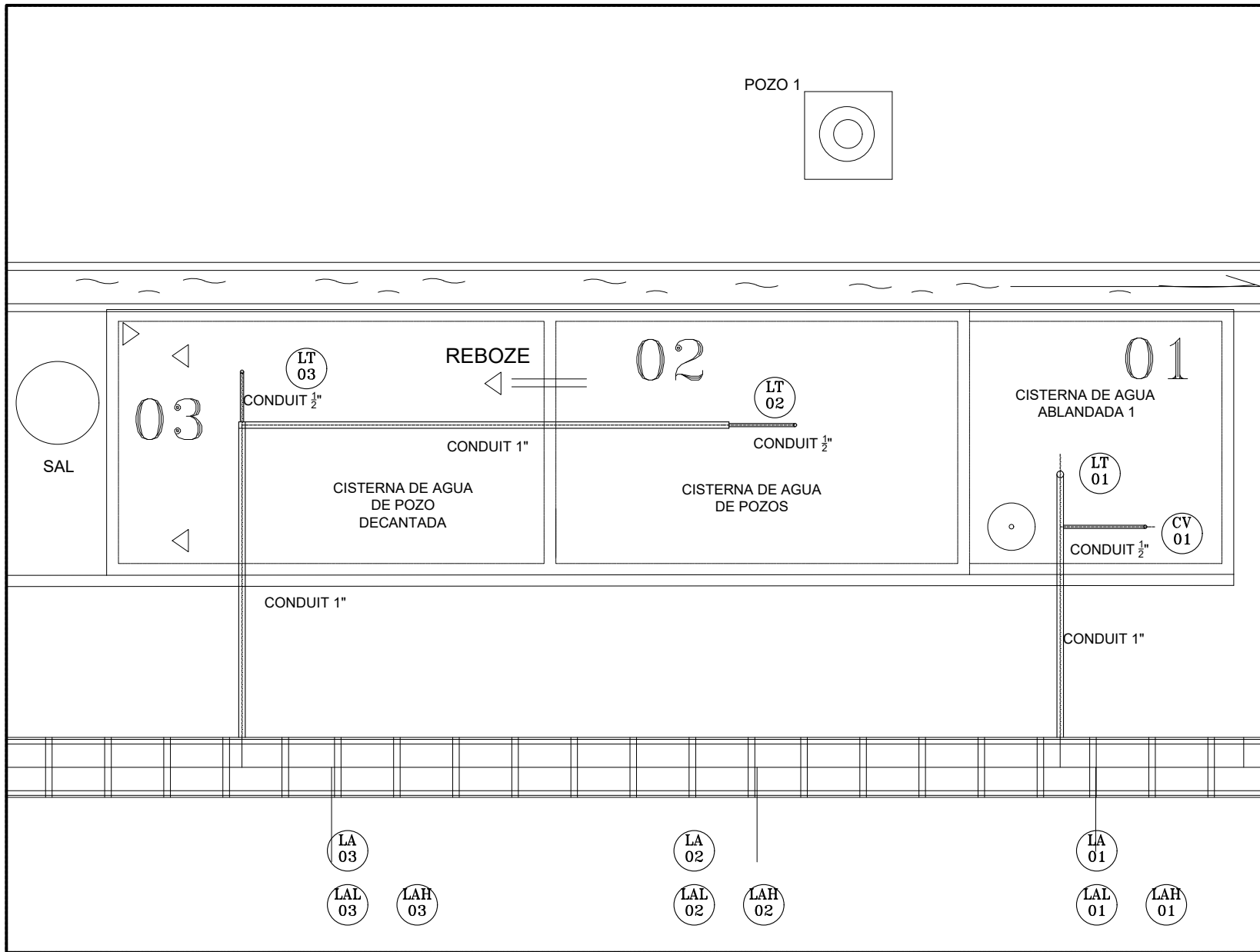
DRAWING N°: QUINTANA-CED-002 SHEET: 1 of 1 REV. 1

SIZE : A3
SCALE : 8/E

KEY PLAN



ÁREA 1



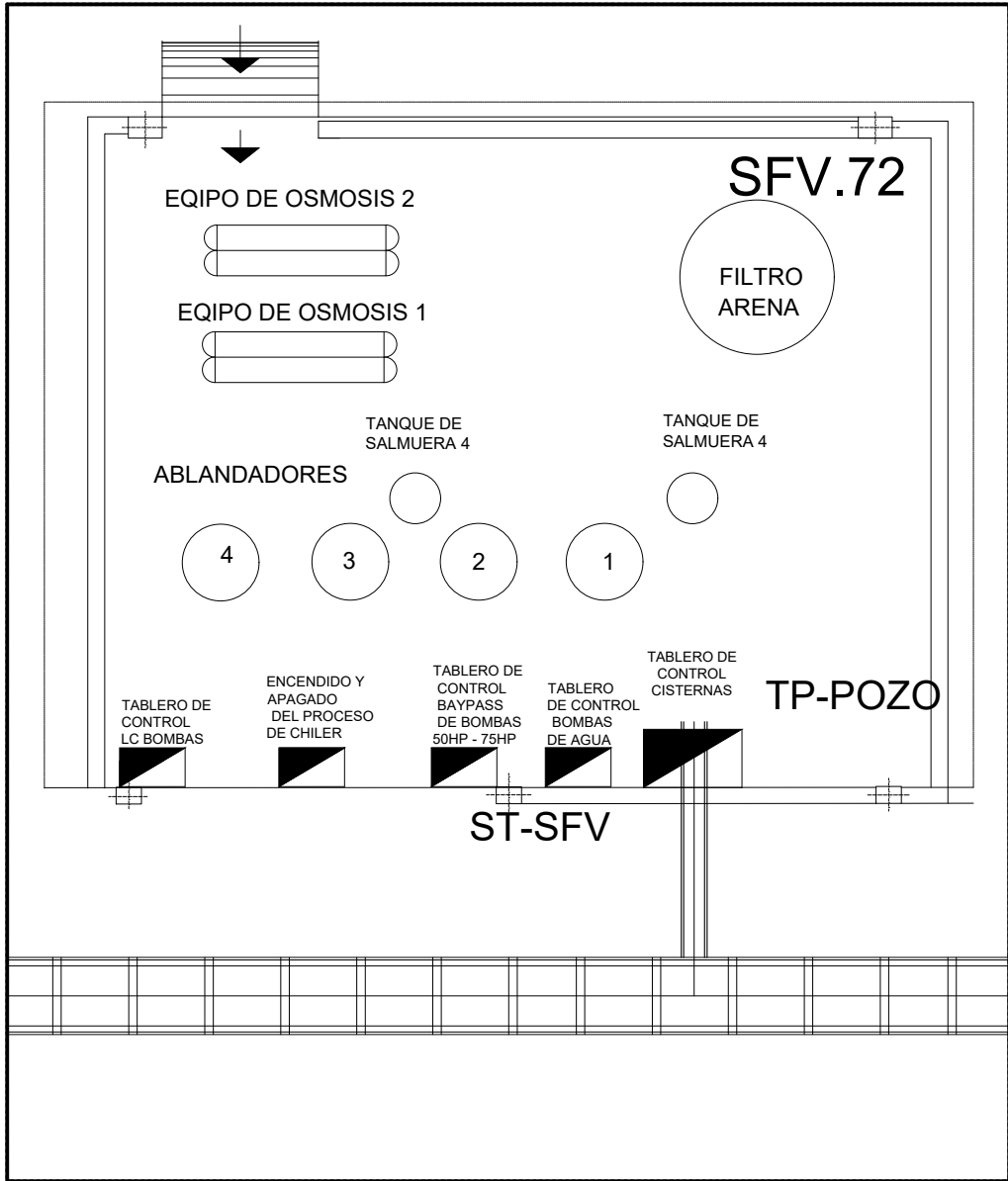
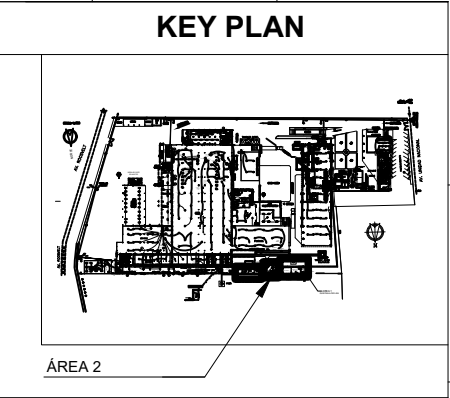
SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	NUEVO
—	EXISTENTE

GENERAL NOTES

NUMBER	REFERENCE DRAWINGS DESCRIPTION	REVISIONS		DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
		REV.	DESCRIPTION							
0		0	REVISADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA			18/MAR/20
1		1	APROBADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA			18/MAR/20

CLIENT :	
PROJECT :	SISTEMA DE MONITORIO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANOZIMADO
DESCRIPTION :	PLOT PLAN RUTEO DE CABLES
SIZE :	A3
SCALE :	8/E
DRAWING N°:	QUINTANA-CED-003
SHEET :	1 of 1
REV. :	1



GENERAL NOTES

--

NUMBER	REFERENCE	DESCRIPTION

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.
0	REVISADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA
1	APROBADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA

ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
DRAWING :		18/MAR/20
DESIGN ENG. :		18/MAR/20
CHECKED :		18/MAR/20
PROJECT ENG. :		18/MAR/20
CLIENT APPROVAL :		18/MAR/20

CLIENT :

PROJECT : SISTEMA DE MONITORIO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANOVIZADO

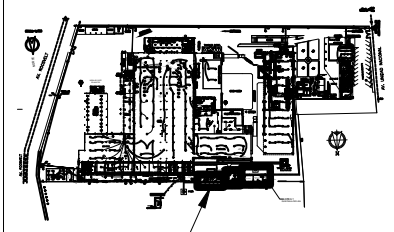
DESCRIPTION :

PLOT PLAN
RUTEO DE CABLES

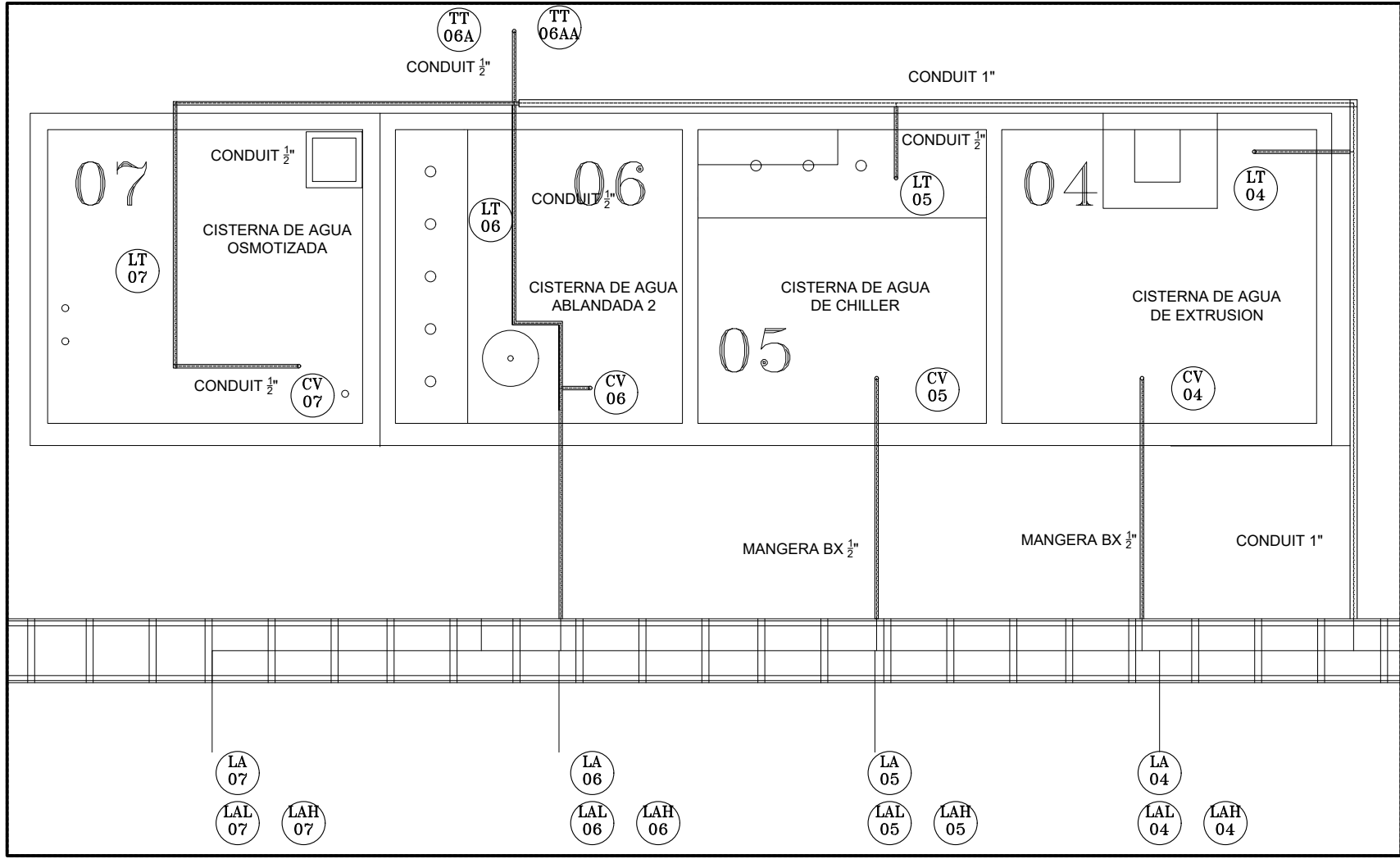
DRAWING N°: QUINTANA-CED-004 SHEET : 1 of 1 REV. 1

SIZE : A3
SCALE : 8/E

KEY PLAN



ÁREA 3



LA 07

LAL 07

LAH 07

LA 06

LAL 06

LAH 06

LA 05

LAL 05

LAH 05

LA 04

LAL 04

LAH 04

GENERAL NOTES

REFERENCE DRAWINGS

NUMBER	DESCRIPTION

REVISIONS

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.
0	REVISADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA
1	APROBADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA

ENGINEERING / DESIGN RECORD

DRAWING :	SIGN	DATE
QUINTANA G.		18/MAR/20
DESIGN ENG. :		18/MAR/20
QUINTANA G.		18/MAR/20
CHECKED :		18/MAR/20
ING. LUCIO M.		18/MAR/20
PROJECT ENG. :		18/MAR/20
ING. MEDINA J.		18/MAR/20
CLIENT APPROVAL :		18/MAR/20
CEDAL		

CLIENT :



PROJECT : SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANOZADO

DESCRIPTION :

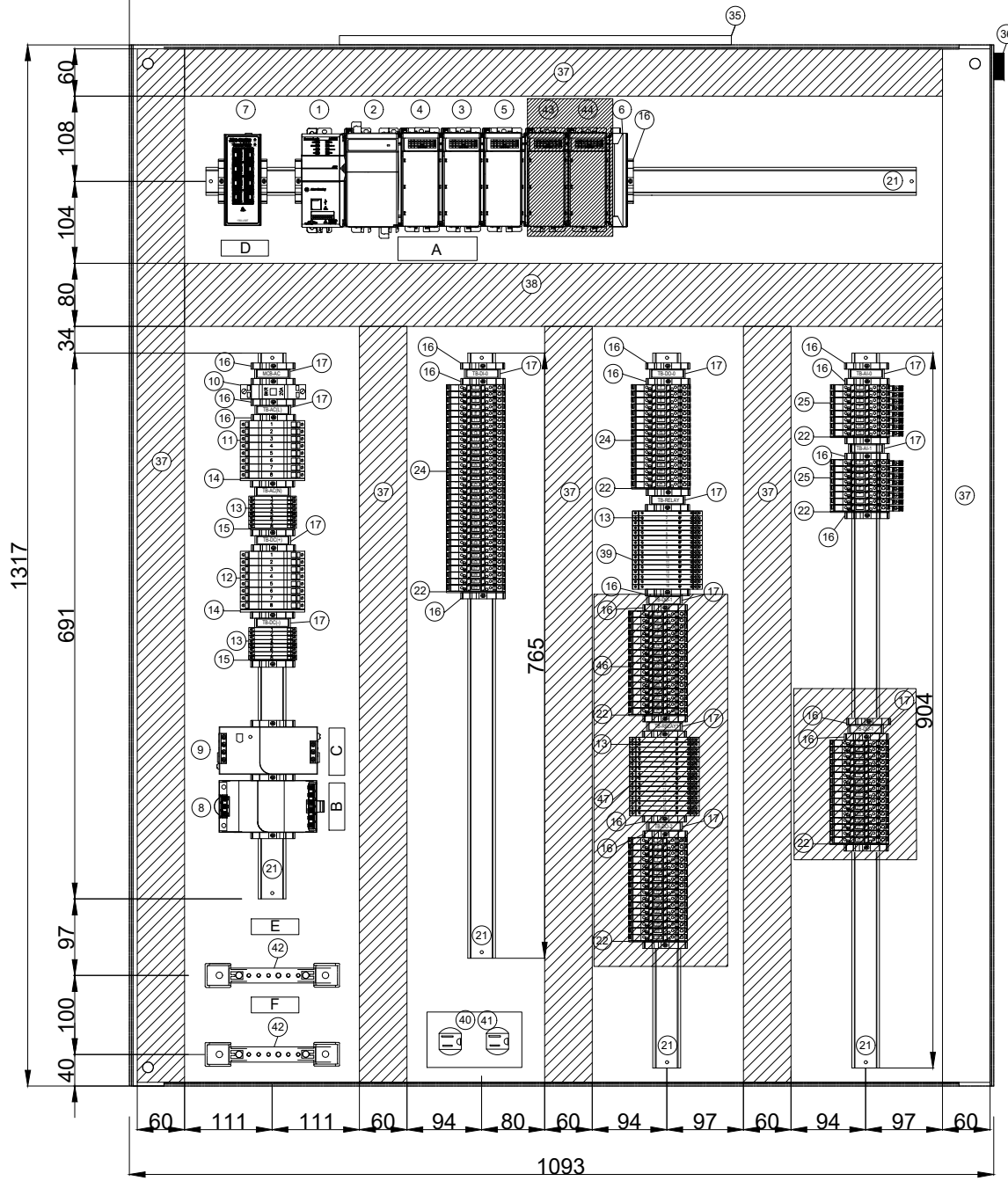
PLOT PLAN
RUTEO DE CABLES

SIZE : A3
SCALE : 8/E

DRAWING N° :

QUINTANA-CED-005

SHEET : 1 of 1 REV. 1



ITEM	CANT.	PART NO.	FABRICANTE	DESCRIPCION
1	1	1789-L30ER	ALLEN-BRADLEY	COMPACTLOGIX 5370 L3 CONTROLLERS,1MB MEMORY
2	1	1789-P44	ALLEN-BRADLEY	POWER SUPPLY 120/240 VAC INPUT 1A @ 5VDC, 2A @ 24VDC
3	1	1789-F8	ALLEN-BRADLEY	MODULE 8 INPUT ANALOG - 4.20mA
4	1	1789-K032	ALLEN-BRADLEY	MODULE 32 INPUT DIGITAL
5	1	1789-OW16	ALLEN-BRADLEY	16-POINT AC / DC RELAY OUTPUT MODULE
6	1	1789-ECR	ALLEN-BRADLEY	COMPACT RICH EDN CAP
7	1	1789-S8T	ALLEN-BRADLEY	STRATIX 200 8 PORTS UNMANAGED SWITCH
8	1	4893-DC120-20	ALLEN-BRADLEY	SURGE SUPPRESSOR
9	1	1606-KLE240E	ALLEN-BRADLEY	FUENTE 24 VDC, 10 AMP
10	1	1492-SPM1C200-N	ALLEN-BRADLEY	CIRCUIT BREAKER SIMPLE POLE (20 A)
11	8	1880420000	WEIDMULLER	WSI 42LD 60-150V AC/DC
12	8	1880410000	WEIDMULLER	WSI 42 LD 10-30V AC/DC
13	16	1492-J3	ALLEN-BRADLEY	AC/DC THROUGH TERMINAL BLOCK
14	2	1880450000	WEIDMULLER	WAP WS42
15	2	1492-EBJ3	ALLEN-BRADLEY	END PLATE FOR J3
16	27	1061200000	WEIDMULLER	WEW 352
17	9	1631930000	WEIDMULLER	SCHT 5 S)
18	2	1492-SUS	ALLEN-BRADLEY	SIDE JAMMER INSULATED SLEEVE FOR 1492-A4B
19	2	1492-N4B	ALLEN-BRADLEY	CROSS CONNECTION 10 POLES FOR 1492-H4H5
20	1	1909000000	WEIDMULLER	ZGV 2.2N20 GE) 20 POLOS
21	5	199-DR1	ALLEN-BRADLEY	DIN RAIL TS35x7.5 SLOTTED .1M
22	3	1492-EBJ3FB	WEIDMULLER	AP KDKS1 1.5) TAPA PARA KDKS1 PE
23	2	0523090001	WEIDMULLER	DER. 5 FW Z 1-10) MARGUILLA PARA W SI42
24	48	9532400000	WEIDMULLER	KDWS 135 SB
25	8	9502330000	ALLEN-BRADLEY	TERMINALS FUSE FEED THROUGH AND GND
26	1	0545400000	WEIDMULLER	CROSS CONNECTION 58 POLES FOR 1492-JDG3FB
27	1	0546000000	WEIDMULLER	INSULATION PROFILE FOR CROSS CONNECTION 0545400000
28	2	1492-MX12H1-10	ALLEN-BRADLEY	MARKERS FOR 1492-J3, 1-10
29	3	1633340001	WEIDMULLER	EK 8 FW 1-50)MARGUILLA PARA KDKS 135.
30	4	1492G20000	WEIDMULLER	FUSE 5 A, SIZE 1.14" X 1.14"
31	20	4309000000	WEIDMULLER	FUSE 2 A, SIZE 5X20mm
32	20	4309000000	WEIDMULLER	FUSE 0.5 A, SIZE 5X20mm
33	50	4303000000	WEIDMULLER	FUSE 0.1 A, SIZE 5X20mm
34	3	0293900000	WEIDMULLER	FUSE 10 A, SIZE 1.14" X 1.14"
35	16	1	STEGO	LED ENCLOSURE LIGHT (361 X 52 MM), 5W, 100-240 VAC)
36	1	AM-1306	CAMSCO	MICROSWITCH
37	4	DXN10092	SCHNEIDER	PVC WIRING DUCT 60x60x2000 mm WITH COVER
38	1	DXN10112	SCHNEIDER	PVC WIRING DUCT 60x60x2000 mm WITH COVER
39	16	700-HLS1224	ALLEN-BRADLEY	TERMINAL BLOCK RELAY, 1P, 6A, 24VDC, DC OUTPUT
40	1	-	LEVITON	OUTLET ELECTRICAL POWER, 15 A, 125 VAC
41	1	-	DEVSON	PLASTIC 90X 40mm, 102mm x 51mm, COLOR WHITE
42	2	-	CAMSCO	GROUNDING BAR SYSTEM (200mm)
43	1	1789-OW16	ALLEN-BRADLEY	16-POINT AC / DC RELAY OUTPUT MODULE
44	1	1789-IT6	ALLEN-BRADLEY	MODULE THERMOUPLE

PLACA DE IDENTIFICACION				
ITEM	CANT.	NOMBRE TAGS	DIMENSION	MATERIAL/BACK GND/LTRS
A	1	TC-CIST-01	60 X 20 mm	PLASTIC/WTH/BLK
B	1	SYS-SP	60 X 20 mm	PLASTIC/WTH/BLK
C	1	SYSTEM PS	60 X 20 mm	PLASTIC/WTH/BLK
D	1	SWITCH	60 X 20 mm	PLASTIC/WTH/BLK
E	1	ELEC. GND	60 X 20 mm	PLASTIC/WTH/BLK
F	1	INST. GND	60 X 20 mm	PLASTIC/WTH/BLK

1. DIMENSIONES EN MILIMETROS.

ESTE PLANO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL, PROPIEDAD DE MASREC S.A. QUEDA EXPRESAMENTE PROHIBIDA SU DIFUSION, COPIA O USO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE MASREC S.A.
THIS DRAWING CONTAINS PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION, ANY DISCLOSURE OR USE OF IS THEREFORE EXPRESSLY PROHIBITED WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF MASREC S.A.

NUMBER	DESCRIPTION	REV.	REVISIONS				ENGINEERING / DESIGN RECORD				SIGN	DATE
			DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	DESIGN ENG.	CHECKED	PROJECT ENG.	CLIENT APPROVAL		
1	REVISION INTERNA		10/02/20	M.D.	M.D.	P.R.	M.DOCOLA					30/08/19
							M.DOCOLA					30/08/19
							M.DOCOLA					30/08/19
							P. RECALDE					30/08/19
							F. TAPIA					30/08/19

CLIENT :

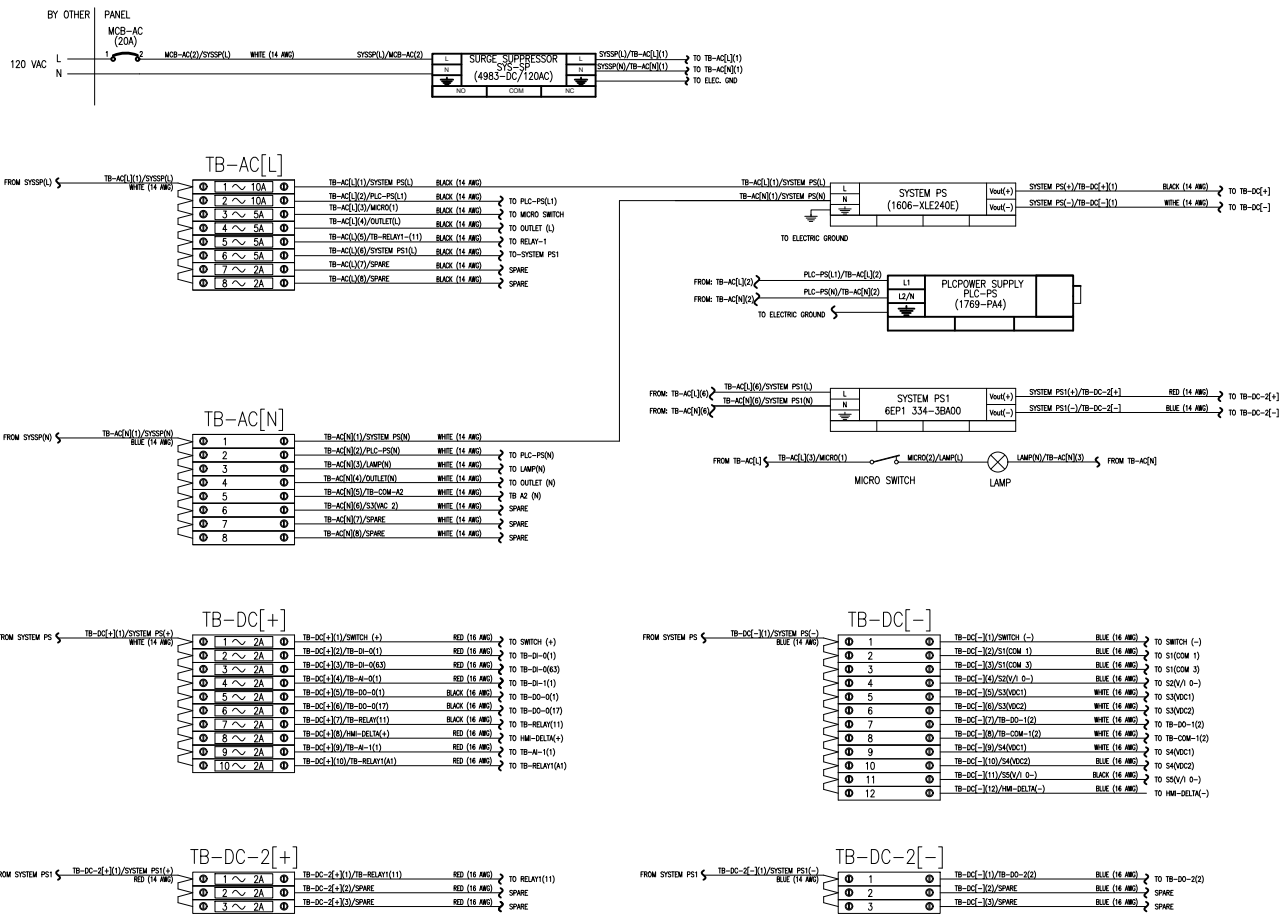
PROJECT : **TABLERO PLC DE CISTERNAS**

DESCRIPTION : **INTERNAL LAYOUT ANZ-CIST-02**

SIZE : A3
SCALE : S/8

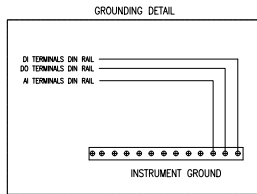
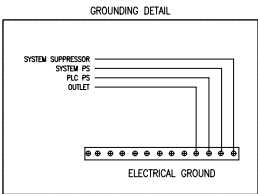
DRAWING N° : **CEDAL-ELE-M142-19-002**

SHEET : 1 of 1



LEGEND

FUSE TYPE TERMINAL BLOCK
 NON FUSE TYPE (THROUGH) TERMINAL BLOCK



GENERAL NOTES

NUMBER	DESCRIPTION

REFERENCE	DRAWINGS
NUMBER	DESCRIPTION

REV.	DESCRIPTION	REVISIONS	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.
0	REVISADO		16/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA
1	APROBADO		16/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA

ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
DRAWING :		18/MAR/20
DESIGN ENG. :		18/MAR/20
CHECKED :		18/MAR/20
PROJECT ENG. :		18/MAR/20
CLIENT APPROVAL :		16/MAR/20

CLIENT :

PROJECT : SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANONIZADO

DESCRIPTION : PLC-CSTRN-01
I/O WIRING DIGITAL INPUT SLOT 1

SIZE : A3
SCALE : 8/E

DRAWING N° : QUINTANA-CED-006

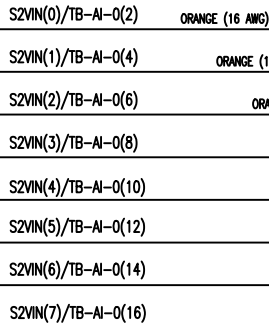
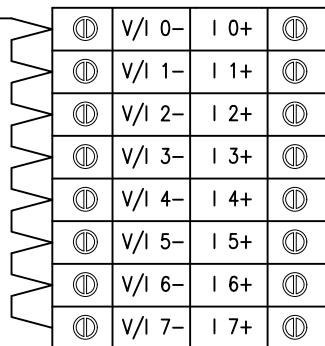
SHEET : 1 of 1 REV. 1

FROM DWG.
QUINTANA-CEDAL-006
AC/DC DISTRIBUTION
24 VDC [-]

PLC-CSTRN-01

SLOT 2 (S2)
1769-IF8

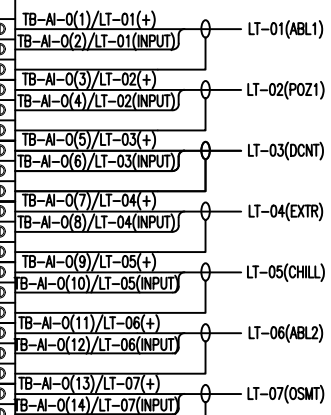
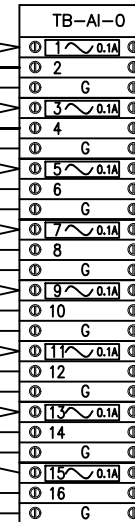
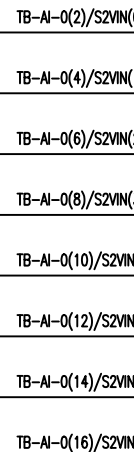
TB-DC-](4)/S2(V/I 0-)
BLUE (16 AWG)



FROM DWG.
QUINTANA-CEDAL-006
AC/DC DISTRIBUTION
24 VDC [+]

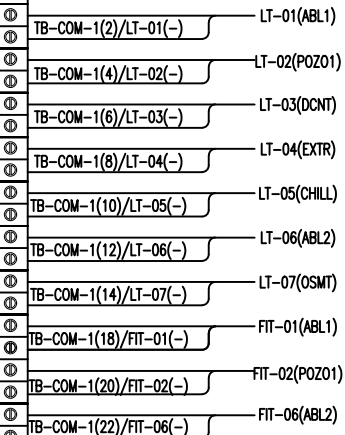
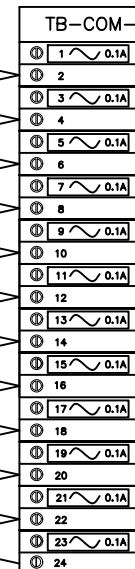
FIELD TERMINAL BLOCK

TB-DC[+(4)/TB-AI-2(1)
RED (16 AWG)



FROM DWG.
QUINTANA-CEDAL-006
AC/DC DISTRIBUTION

TB-COM1-1(2)/TB-DC-](8)
RED (16 AWG)



GENERAL NOTES

NUMBER	REFERENCE DRAWINGS	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	REVISIONS	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.
0			0	REVISADO		18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA
1			1	APROBADO		18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA

ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
DRAWING :		18/MAR/20
QUINTANA G.		
DESIGN ENG. :		18/MAR/20
QUINTANA G.		
CHECKED :		18/MAR/20
ING. LUCIO M.		
PROJECT ENG. :		18/MAR/20
ING. MEDINA J.		
CLIENT APPROVAL :		18/MAR/20
CEDAL		

CLIENT :



PROJECT :
SISTEMA DE MONITORIO Y AUTOMATIZACION PARA CESTERNAS EN EL PROCESO DE ANONIZADO

DESCRIPTION :

PL-CSTRN-01
I/O WIRING ANALOG INPUT SLOT 2

QUINTANA-CED-008

SIZE : A3
SCALE : 8/2

DRAWING N° : SHEET : 1 of 1 REV. : 1

FIELD TERMINAL BLOCK

FROM DWG.
QUINTANA-CEDAL-006
AC/DC DISTRIBUTION

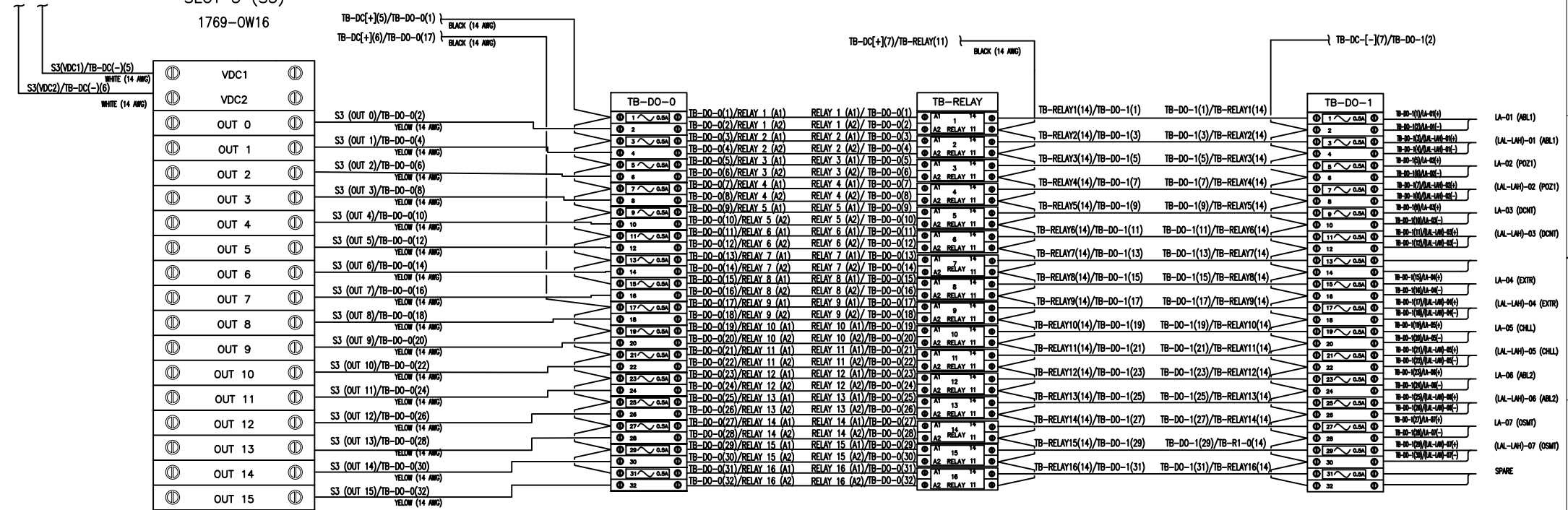
PLC-CSTRN-01

SLOT 3 (S3)

1769-0W16

FROM DWG.
QUINTANA-CEDAL-006
AC/DC DISTRIBUTION

FROM DWG.
QUINTANA-CEDAL-006
AC/DC DISTRIBUTION
24 VDC [+]



GENERAL NOTES

NUMBER		REFERENCE DRAWINGS	REV.	DESCRIPTION	REVISIONS	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
0	REVISADO					16/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA	DRAWING :		18/MAR/20
1	APROBADO					18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA	DESIGN ENG. :		18/MAR/20
										CHECKED :		18/MAR/20
										PROJECT ENG. :		18/MAR/20
										CLIENT APPROVAL :		18/MAR/20

CLIENT :

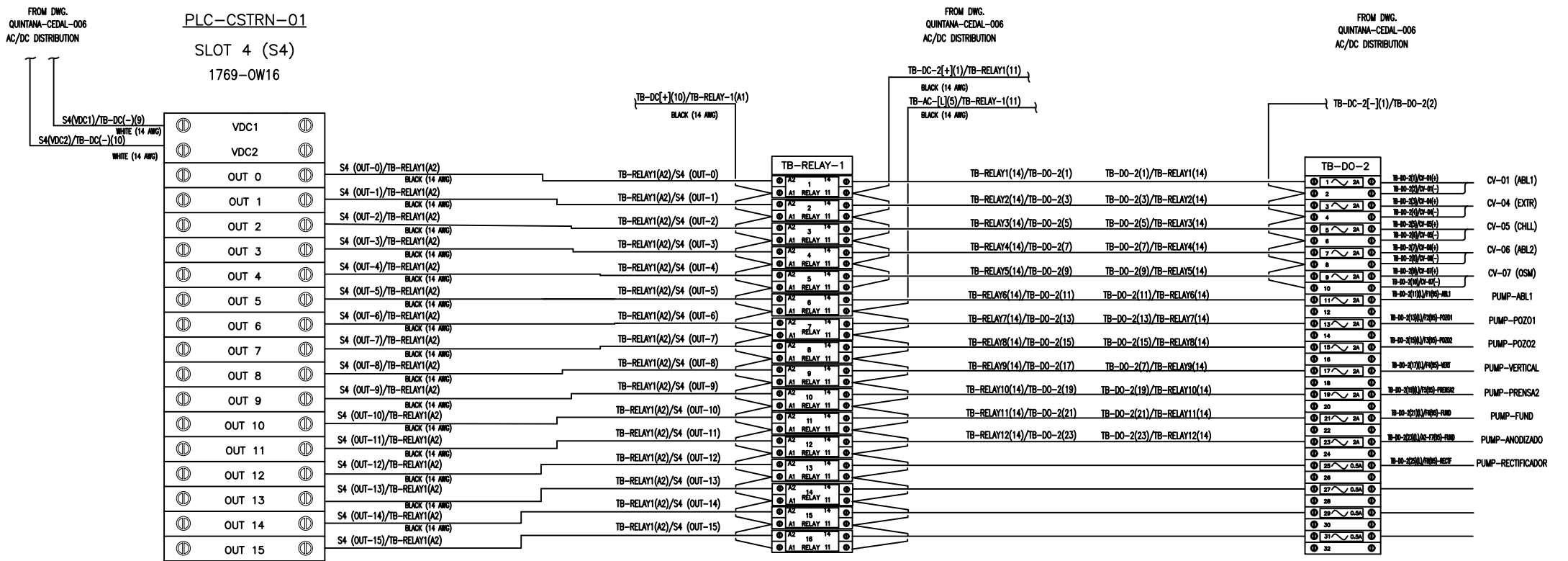
PROJECT : SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANOZADO

DESCRIPTION : **PL-CSTRN-01**
I/O WIRING DIGITAL OUTPUT SLOTS

SIZE : A3
SCALE : 8/2

DRAWING N° : QUINTANA-CED-009
SHEET : 1 of 1
REV. : 1

FIELD TERMINAL BLOCK



GENERAL NOTES

NUMBER	REFERENCE	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	REVISIONS	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
0			0	REVISADO		16/MAR/20	QUINTANA	ING. LUCIO	ING. MEDINA	DRAWING :		16/MAR/20
1			1	APROBADO		16/MAR/20	QUINTANA	ING. LUCIO	ING. MEDINA	DESIGN ENG. :		16/MAR/20
										CHECKED :		16/MAR/20
										PROJECT ENG. :		16/MAR/20
										CLIENT APPROVAL :		16/MAR/20

CLIENT :

PROJECT : SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANODIZADO

DESCRIPTION :

**PL-CSTRN-01
I/O WIRING DIGITAL OUTPUT SLOT4**

SIZE : A3
SCALE : 8/E

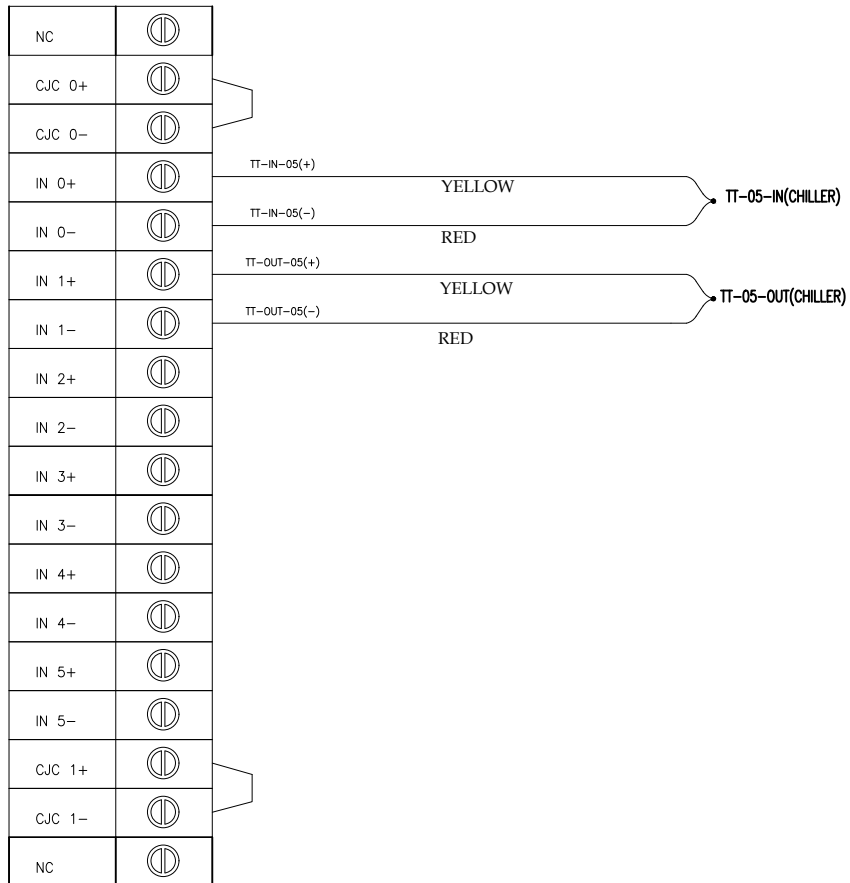
DRAWING N° : QUINTANA-CED-010
SHEET : 1 of 1
REV. : 1

FIELD TERMINAL BLOCK

PLC-CSTRN-01

SLOT 6 (S6)

1769-IT6



GENERAL NOTES

REV.	NUMBER	DESCRIPTION	REVISIONS				DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	ENGINEERING / DESIGN RECORD		SIGN	DATE
			DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.					DRAWING :	DATE		
0	REVISADO		16/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA				QUINTANA G.	18/MAR/20			
1	APROBADO		18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA				QUINTANA G.	18/MAR/20			
										CHECKED :				
										ING. LUCIO M.	18/MAR/20			
										PROJECT ENG. :				
										ING. MEDINA J.	18/MAR/20			
										CLIENT APPROVAL :				
										CEDAL	18/MAR/20			

	SIZE : A3	
	SCALE : 8/E	

	DRAWING N°:	
	QUINTANA-CED-012	

	SHEET :	
	1 of 1	

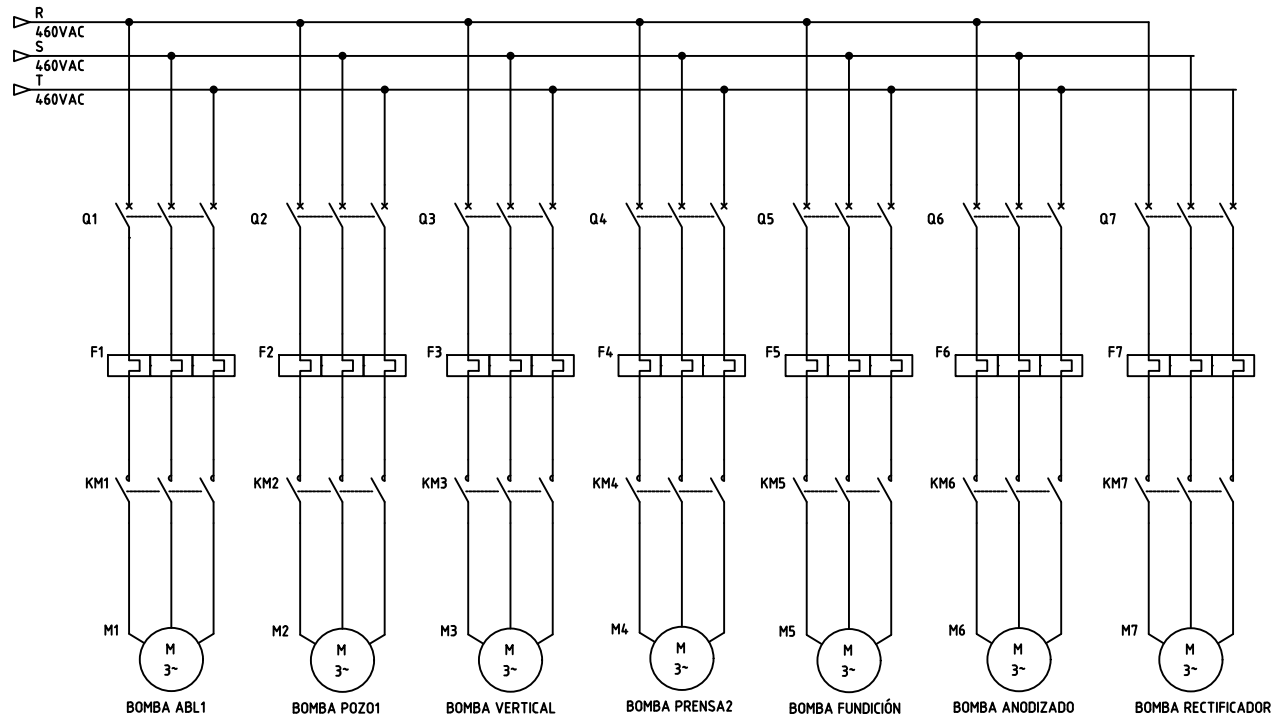
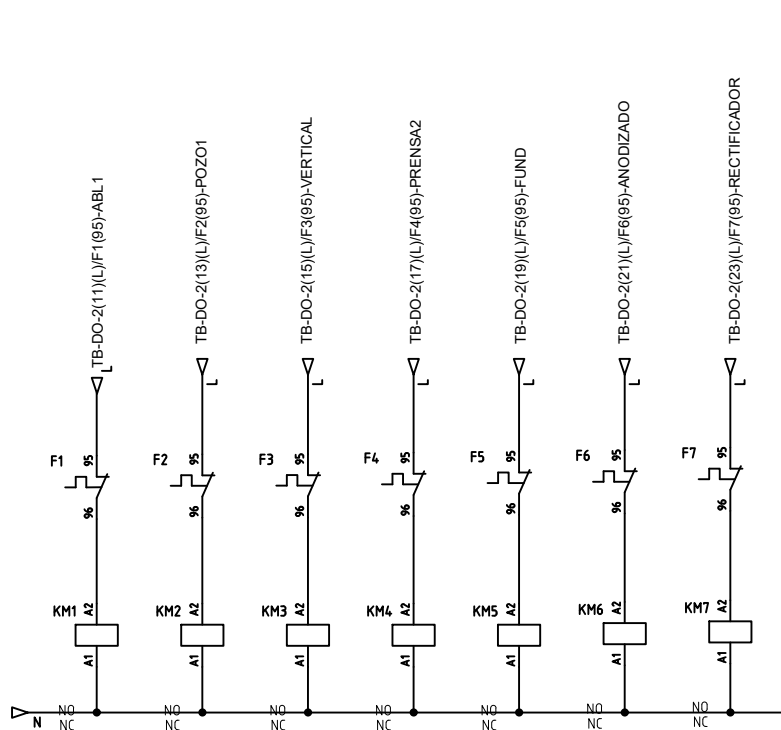
	REV. :	
	1	



SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACIÓN PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANOJIZADO

PL-CSTRN-01
I/O WIRING ANALOG INPUT TERMOCUPLE SLOT 6

DRAWING N°: QUINTANA-CED-012 SHEET: 1 of 1 REV. 1



GENERAL NOTES

NUMBER	REFERENCE DRAWINGS

REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.
0	REVISADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA
1	APROBADO	18/MAR/20	QUINTANA	Ing. LUCIO	Ing. MEDINA

ENGINEERING / DESIGN RECORD	SIGN	DATE
DRAWING :		18/MAR/20
DESIGN ENG. :		18/MAR/20
CHECKED :		18/MAR/20
PROJECT ENG. :		18/MAR/20
CLIENT APPROVAL :		18/MAR/20

CLIENT :	
PROJECT :	
DESCRIPTION :	
PL-CSTRN-01	
PLANO DE MANDO Y POTENCIA BOMBAS	
SIZE : A3	DRAWING N° :
SCALE : 8/E	10

CLIENT :	
PROJECT :	SISTEMA DE MONITOREO Y AUTOMATIZACION PARA CISTERNAS EN EL PROCESO DE ANODIZADO
DESCRIPTION :	
PL-CSTRN-01	
PLANO DE MANDO Y POTENCIA BOMBAS	
SIZE : A3	DRAWING N° :
SCALE : 8/E	10
CLIENT APPROVAL :	
CEDAL	

