



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Automatización del truck shop del proyecto Mina

Justa en Marcona

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

AUTOR

Gustavo Marlo CUBA ESCANDON

ASESOR

Mg. Luis Ernesto CRUZADO MONTAÑEZ

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Cuba, G. (2024). *Automatización del truck shop del proyecto Mina Justa en Marcona*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Gustavo Marlo Cuba Escandon
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47322521
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Luis Ernesto Cruzado Montañez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	32920395
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1056-8973
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Hildebrando Amón Luque Freire
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08222526
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Manuel Francisco Bermeo Noriega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08437735
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jorge Elías Moscoso Sánchez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07206008
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.4.8. Automatización Industrial
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Marcobre País: Perú Departamento: Ica Provincia: Nasca Distrito: Marcona Latitud: -15.155652 Longitud: -75.076366
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2019 – Enero 2020
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Sistemas de automatización, Sistemas de Control https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.03



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

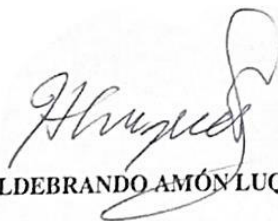
ACTA N°025/FIEE-CTGT/2024

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 4 de abril del 2024, como presidente de Jurado el **MG. HILDEBRANDO AMÓN LUQUE FREIRE**, integrado por el Miembro de Jurado el **MG. MANUEL FRANCISCO BERMEO NORIEGA**, el Miembro de Jurado **MG. JORGE ELIAS MOSCOSO SANCHEZ** y Miembro Asesor el **MG. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ**.

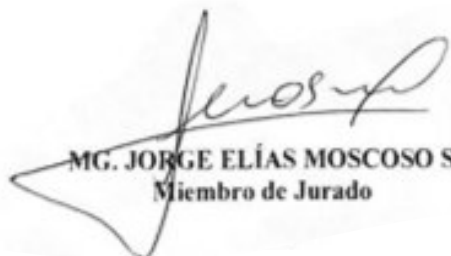
Después de escuchar la Sustentación Presencial del Trabajo de Suficiencia Profesional del Bach. **GUSTAVO MARLO CUBA ESCANDON** con código N° **10190065** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **AUTOMATIZACIÓN DEL TRUCK SHOP DEL PROYECTO MINA JUSTA EN MARCONA**

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de **16 (DIECISÉIS)**

Ciudad Universitaria, 4 de abril del 2024


MG. HILDEBRANDO AMÓN LUQUE FREIRE
Presidente Jurado


MG. MANUEL FRANCISCO BERMEO NORIEGA
Miembro Jurado


MG. JORGE ELÍAS MOSCOSO SÁNCHEZ
Miembro de Jurado


MG. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ
Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Luis Ernesto Cruzado Montañez en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional: AUTOMATIZACIÓN DEL TRUCK SHOP DEL PROYECTO MINA JUSTA EN MARCONA, presentado por el bachiller Gustavo Marlo Cuba Escandon, para optar al título profesional de Ingeniero Electrónico. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 11% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 32920395

Nombres y apellidos del asesor:

MG. LUIS ERNESTO CRUZADO MONTAÑEZ

DEDICATORIA

A las personas resilientes.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia.

RESUMEN

En el presente informe de trabajo de suficiencia profesional se aborda el diseño, la fabricación, programación y puesta en marcha de 3 tableros de control necesarios para la automatización del truck shop. El truck shop es un componente del proyecto Mina Justa, propiedad de Marcobre. Se detallará las actividades desarrolladas y el método llevado a cabo para el cumplimiento del trabajo. Durante la fabricación de los tableros de control se ha empleado el software autocad 2019 para el diseño eléctrico y mecánico, para la programación de los PLC y los HMI se ha utilizado el software TIA portal V15.1 de Siemens, se ha decidido crear bloques funcionales para reducir la cantidad de código, facilitar su depuración, ayudar al programador durante su puesta en marcha y reutilizar el código en este y futuros proyectos. En la puesta en marcha del sistema se hicieron las configuraciones de los sensores y transmisores y se comprobó que la lógica desarrollada cumpliera con la descrita por la filosofía de control. Finalmente, se tiene como resultado que la automatización desarrollada ayudará en la operación y supervisión del truck shop.

Palabras clave: Transmisor, controlador, automatización, autocad, programación.

ABSTRACT

This professional work report addresses the design, manufacturing, programming and commissioning of 3 control panels necessary for the automation of the truck shop. The truck shop is a component of the Mina Justa project, owned by Marcobre. The activities developed and the method carried out to complete the work will be detailed. During the manufacturing of the control panels, the autocad 2019 software was used for the electrical and mechanical design, the TIA portal V15.1 software from Siemens was used for the programming of the PLCs and the HMI, it was decided to create functional blocks. to reduce the amount of code, facilitate its debugging, help the programmer during its implementation and reuse the code in this and future projects. During the start-up of the system, the configurations of the sensors and transmitters were made and it was verified that the logic developed complied with that described by the control philosophy. Finally, the result is that the developed automation will help in the operation and supervision of the truck shop.

Keywords: Transmitter, controller, automation, autocad, programming.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo del Informe	1
1.2 Estructura del informe	1
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	2
2.1 Institución donde se desarrolló la actividad	2
2.2 Periodo de duración de la actividad	2
2.3 Finalidad y Objetivos de la entidad	2
2.4 Razón social	2
2.5 Dirección postal	3
2.6 Correo electrónico del profesional a cargo	3
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	4
3.1 Organización de la actividad	4
3.2 Finalidad y objetivos	4
3.2.1 Finalidad	4
3.2.2 Objetivo general	4
3.2.3 Objetivos específicos	5
3.3 Problemática	5
3.3.1 Problema general	5
3.3.2 Problemas específicos	5

3.3.3	Justificación e importancia de la actividad	6
3.4	Metodología	6
3.4.1	Bases teóricas	7
3.4.2	Marco conceptual	8
3.5	Procedimiento	13
3.5.1	Iniciación del trabajo	15
3.5.2	Requerimientos para el diseño de los tableros	16
3.5.3	Diseño para la fabricación de los tableros de control.	18
3.5.4	Implementación de los tableros de control.	21
3.5.5	Pruebas de fabricación de los tableros de control.	23
3.5.6	Requerimientos para la programación	24
3.5.7	Diseño de la programación	37
3.5.8	Implementación de la programación	38
3.5.9	Pruebas de la programación	50
3.5.10	Despliegue de la solución	51
3.5.11	Mantenimiento de la solución	54
3.6	Resultados	55
CAPÍTULO IV:	CONCLUSIONES	56
4.1	Justificación	56
4.1.1	Evaluación económica	56
4.2	Descripción de la implementación	57
4.3	Conclusiones	58
CAPÍTULO V:	RECOMENDACIONES	59
CAPÍTULO VI:	BIBLIOGRAFÍA	60
CAPÍTULO VII:	ANEXOS	62
Anexo A:	Tabla de identificación de letras ANSI-ISA-5.1 2009	62
Anexo B:	Arreglo general del truck shop de Mina Justa	64
Anexo C:	Hoja de datos de los tableros	65
Anexo D:	Diagramas unifilares de los tableros	74
Anexo E:	Planos de fabricación de los tableros	77
Anexo F:	Diagrama unifilar del CCM	83
Anexo G:	Diagramas P&ID	84
Anexo H:	Diagramas de señales y redes	96
Anexo I:	Programación de los bloques de función FB	99

Anexo J: Pantallas de HMI	109
Anexo K: Formatos de pruebas FAT	119
Anexo L: Formatos de pruebas CAT	124
Anexo M: Lista de precios del equipamiento de los tableros	130
Anexo N: Fotos durante el comisionamiento y puesta en marcha	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología waterfall. Fuente: Davis y Radford (2014).	7
Figura 2: Esquema general de un sistema. Fuente: Adaptado de Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure (2017).	10
Figuras 3: Proceso automático en bucle cerrado. Fuente: Adaptado de Rodríguez Fernández et al. (2014).	11
Figura 4: Proceso automático en bucle abierto. Fuente: Adaptado de Rodríguez Fernández et al. (2014).	12
Figura 5: Estructura interna de un autómatas programable. Fuente: Adaptado de Rodríguez Fernández et al. (2014).	13
Figura 6: Pasos del desarrollo del trabajo. Fuente: Elaboración propia.	14
Figura 7: Ubicación de Mina Justa. Fuente: Elaboración propia.	15
Figura 8: Arquitectura de control. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).	17
Figura 9: Diseño mecánico del tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia.	19
Figura 10: Diseño mecánico del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.	20
Figura 11: Diseño mecánico del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.	20
Figura 12: Fotos del tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia.	21
Figura 13: Fotos del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.	22
Figura 14: Foto del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.	22
Figura 15: Diagrama P&ID de un extractor centrífugo. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).	30
Figura 16: Diagrama P&ID para el control de una bomba de sumidero. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).	31
Figura 17: Diagrama P&ID de un tanque de almacenamiento y distribución	

de aceite. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).	33
Figura 18: Diagrama P&ID de las bombas de lavado 1628-PU-0001/2. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).	36
Figura 19: Bloques del programa. Fuente: Elaboración propia	38
Figura 20: Lista de pantallas en el programa del HMI. Fuente: Elaboración propia	46
Figura 21: Pantalla de presentación. Fuente: Elaboración propia.....	46
Figura 22: Grupo de faceplate de bomba neumática. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 23: Faceplate de una bomba neumática. Fuente: Elaboración propia	47
Figura 24: Grupo de faceplate de motores. Fuente: Elaboración propia	48
Figura 25: Faceplate de un motor. Fuente: Elaboración propia	48
Figura 26: Faceplate de los calefactores de inmersión. Fuente: Elaboración propia	49
Figura 27: Grupo de faceplate sistema de microfiltrado. Fuente: Elaboración propia	49
Figura 28: Faceplate del sistema de microfiltrado. Fuente: Elaboración propia	49
Figura 29: Grupo de faceplate de instrumentos analógicos. Fuente: Elaboración propia	50
Figura 30: Faceplate de instrumento analógico. Fuente: Elaboración propia	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Áreas del truck shop	15
Tabla 2: Información requerida para la fabricación de los tableros.....	16
Tabla 3: Lista de señales a través de los módulos digitales y analógicos ...	25
Tabla 4: Lista de nodos en la red profibus DP	27
Tabla 5: Lista de señales del C441S por cada nodo.....	28
Tabla 6: Lista de dispositivos a integrar de la red profinet	29
Tabla 7: Lista de señales del dispositivo de la red profinet.....	30
Tabla 8: Lista de instrumentos analógicos	41
Tabla 9: Lista de motores de la red profibus DP	41
Tabla 10: Lista de equipos a controlar en el área 1621, 1624, 1626 y 1628	42
Tabla 11: Lista de subrutinas que contiene el OB1.....	44
Tabla 12: Lista de módulos para monitoreo por el OB30.....	45
Tabla 13: Lista de equipos conectados a entradas y salidas digitales y analógicas.....	51
Tabla 14: Lista de equipos integrados en las redes profibus DP y profinet .	53
Tabla 15: Presupuesto del proyecto	57
Tabla 16: Evaluación de utilidad	57

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo del Informe

El presente informe tiene como objetivo mostrar las actividades desarrolladas para la automatización del truck shop del proyecto Mina Justa, específicamente en la fabricación de los tableros de control, la programación del controlador, y la puesta en marcha del sistema.

1.2 Estructura del informe

El informe está desarrollado en siete capítulos.

En el primer capítulo se redacta una breve introducción acerca del objetivo de este trabajo de suficiencia profesional.

En el segundo capítulo se informa del lugar donde se desarrolló la actividad.

En el tercer capítulo se explica los objetivos del trabajo, la problemática, la justificación de su implementación y la solución planteada.

En el cuarto capítulo se exponen las conclusiones del trabajo.

En el quinto capítulo se describen las recomendaciones para proyectos similares a futuro.

Finalmente, en el sexto y séptimo capítulo se tiene la bibliografía y anexos respectivamente.

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1 Institución donde se desarrolló la actividad

El presente TSP se realizó en el proyecto Mina Justa en Marcona.

2.2 Periodo de duración de la actividad

Desde abril de 2019 hasta enero de 2020.

2.3 Finalidad y Objetivos de la entidad

Brindar servicios de ingeniería, fabricación y construcción de proyectos de automatización, ofreciendo al cliente soluciones integrales con altos estándares de calidad y seguridad.

2.4 Razón social

JHAD Ingenieros S.A.C.

2.5 Dirección postal

Cal.4 Mza. G lote. 01 A.H. Víctor Raúl Haya de la Torre, Chorrillos, Lima.

2.6 Correo electrónico del profesional a cargo

Ing. Damián Delgado Cayetano: dcayetano@jhadingenieros.com

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la actividad

Para un mejor desarrollo de la actividad, esta se ha organizado etapas como la iniciación del trabajo, esta etapa se reúne información preliminar como planos, documentos, manuales y fichas técnicas que servirá como punto de partida para el desarrollo del proyecto, otra etapa es el diseño de los tableros de control y de la programación del PLC y HMI, posteriormente se implementan ambos diseños y se realizan las pruebas correspondientes, finalmente se despliega la solución y se realiza el comisionamiento, puesta en marcha del sistema, se capacita al personal operativo y se brinda recomendaciones para su mantenimiento.

3.2 Finalidad y objetivos

3.2.1 Finalidad

En el presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad diseñar, implementar, programar, comisionar y realizar la puesta en marcha de los tres tableros de control que se debe suministrar.

3.2.2 Objetivo general

Automatizar el truck shop del proyecto Mina Justa.

3.2.3 Objetivos específicos

1. Analizar la información preliminar como planos y documentos para conocer el equipamiento que conformará el truck shop.
2. Realizar los diseños de los tableros de control para su posterior fabricación o ensamblaje.
3. Analizar los diagramas P&ID y filosofía de control y plantear la programación del controlador e interfaces hombre-máquina del truck shop.
4. Realizar las pruebas de comisionamiento y puesta en marcha.

3.3 Problemática

El proyecto Mina Justa se encuentra ubicada en el distrito de Marcona, en la Provincia de Nasca, en la Región de Ica a una altitud de 888 m.s.n.m. dicho proyecto, propiedad de Marcobre S.A, prevé la obtención de cobre, para ello la mina de tajo abierto necesita la construcción de plantas de procesamiento y trasladar el mineral con camiones mineros los cuales necesitan su taller de mantenimiento también conocido como truck shop.

La empresa HLC Ingeniería y Construcción ganó la adjudicación para la construcción del truck shop, y en abril de 2019 por encargo de mencionada empresa JHAD Ingenieros S.A.C. se encargó del suministro, la programación y la puesta en marcha de los tableros de control para el sistema de automatización del truck shop.

3.3.1 Problema general

¿Cómo automatizar el truck shop del proyecto Mina Justa?

3.3.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es el equipamiento que conforma el truck shop?
2. ¿Cómo será el diseño para los tableros de control?
3. ¿Cuál es la lógica de control a desarrollar en el controlador e interfaz hombre-máquina?
4. ¿Cuáles son los protocolos de comisionamiento y puesta en marcha?

3.3.3 Justificación e importancia de la actividad

Justificación social

La automatizar el truck shop implica reducir la participación del operador lo que conlleva directamente con la disminución de la probabilidad de la ocurrencia de un accidente, la automatización también realiza una constante supervisión de parámetros críticos para alertar al operador ante una falla o directamente bloquea el funcionamiento de un equipo incrementando el nivel de seguridad para el las personas y máquinas.

Justificación tecnológica

La automatización del truck shop emplea equipamiento en base a los diseños y está desarrollado con una metodología que servirá como referencia para la mejora del diseño o implementación en el desarrollo de proyectos similares.

Justificación económica

La automatización del truck shop minimiza la cantidad de mano de obra para su operación, reduce la cantidad de tiempo para la ejecución de ciertas tareas y brinda información clave de los equipos para programar un mantenimiento oportuno, traduciéndose como un ahorro económico a largo plazo.

3.4 Metodología

Este trabajo se desarrolló bajo la metodología Waterfall.

Según Davis y Radford (2014) la metodología Waterfall se basa en un enfoque secuencial lógico con un desarrollo lineal de 7 pasos, fácil de entender y seguir. Para comenzar con cada uno de los pasos es necesario culminar con

el anterior, pues no hay opción a regresar en un paso, por lo tanto, es fundamental dedicar el tiempo necesario en el análisis del requerimiento para garantizar todas las entradas en el paso del diseño y así sucesivamente.

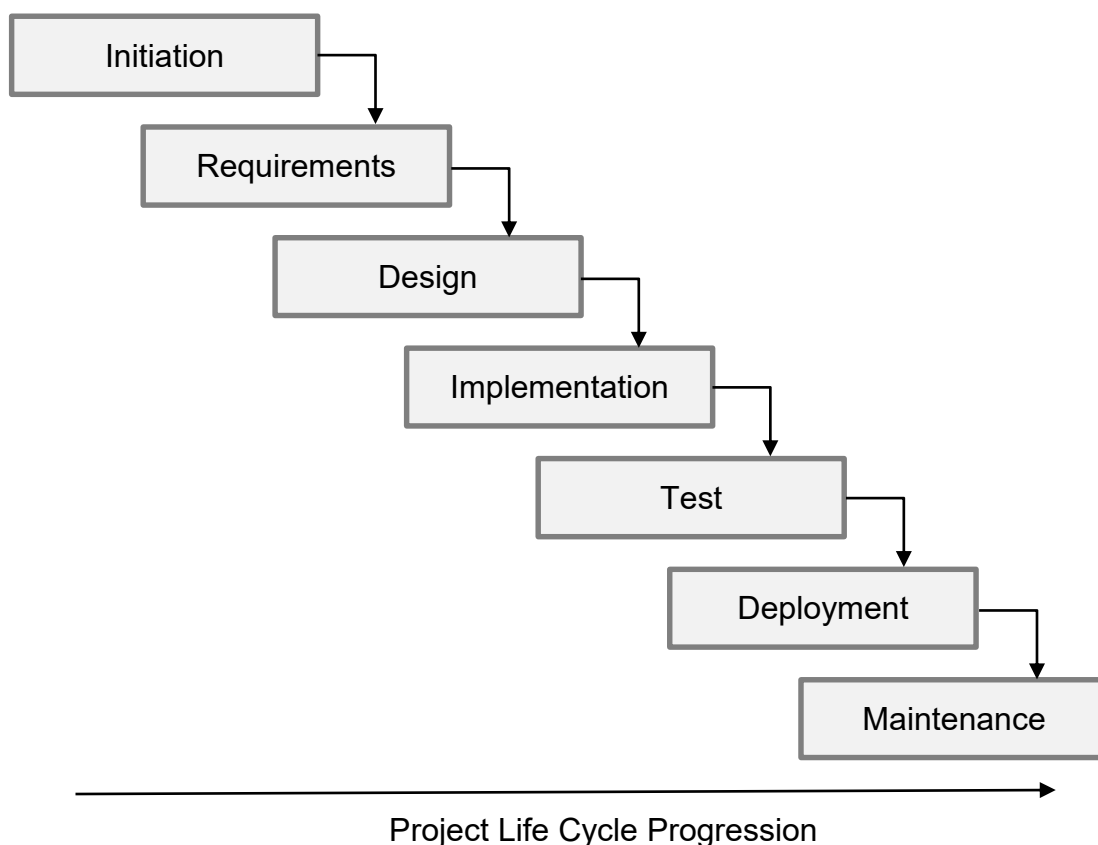


Figura 1: Metodología waterfall. Fuente: Davis y Radford (2014).

3.4.1 Bases teóricas

Orozco Loayza (2013) en su tesis “Desarrollo de una interfaz hombre-máquina aplicado a un sistema de detección de fallos en una planta intercambiadora de calor” para optar el título de ingeniero electrónico, tiene como objetivo el desarrollo de una interfaz hombre-máquina que permita visualizar la detección de fallos en los distintos dispositivos y componentes en una planta intercambiador de calor, y concluye que la interfaz Hombre-Máquina desarrollada nos permite ofrecer información en tiempo real, acerca de las

fallas ocurridas en las bombas y la válvula de la planta estudiada.

Ojeda Chinchayán (2012) en su tesis “Diseño de un sistema de automatización industrial para el sistema de bombeo de aguas ácidas” para optar el título de ingeniero electrónico, tiene como objetivo específico el diseño de un programa en lenguaje ladder para controlar la secuencia de encendido y apagado de las bombas en función a los datos obtenidos por los sensores de nivel y de flujo.

Munayco Ormeño (2017) en su tesis “Automatización de pruebas de cilindros telescópicos de levante de tolvas en camiones mineros” para optar el título de ingeniero mecatrónico, se desarrolló el programa de control del sistema usando el software TIA Portal para interactuar con PLC de la marca siemens.

3.4.2 Marco conceptual

3.4.2.1 Automatización. Para poder definir automatización se precisa detallar que es automatizar, entonces automatizar significa traspasar o llevar las tareas recurrentes ejecutadas por una persona a una máquina o dispositivo. (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires [UTN.BA], 2022a, p. 12).

Lamb (2013) define que la automatización es el uso de comandos de programación lógica y equipos mecanizados para sustituir la toma de decisiones y actividades manuales de respuesta a las órdenes de los seres humanos (p. 1).

Podemos concluir con lo expuesto por diversos autores que la automatización es la actividad de trasladar la toma de decisiones a máquinas y sistemas basándose en la lectura de los sensores, comandos, configuraciones y/o programaciones previamente desarrolladas sea mediante una lógica cableada o programada.

3.4.2.1.1 Objetivos de la automatización.

Los objetivos de la automatización a lo largo de la historia a la actual han ido evolucionando, García Moreno (2001), refiere que los objetivos iniciales de la automatización han sido el procurar la reducción de costes de fabricación, una calidad constante en los medios de

producción, y liberar al ser humano de las tareas tediosas, peligrosas e insalubres. Sin embargo, desde la década de los sesenta, producto de la alta competitividad empresarial y la internacionalización progresiva de los mercados, dichos objetivos han sido incrementados, es así que estos se ven obligados a una evolución constante para mantener los medios de producción adecuados que posean una gran flexibilidad y puedan modificar oportunamente la estrategia de producción según la demanda requerida. (p. 12)

Concordando con lo mencionado por García, la UTN.BA (2022a), señala que uno de los objetivos de la automatización radica en el interés en aumentar la productividad y la rentabilidad con ello producir con la mejor calidad posible, en un menor tiempo y a un menor costo.

3.4.2.1.2 Grados de la automatización

Debido a que existen diversas tecnologías que se pueden aplicar en automatización, se determinan distintos grados tecnológicos según sea el requerimiento. La UTN.BA (2022a), describe 3 grados tecnológicos: Manual, semi-automático y automático.

Manual: Este modo es aquel que se ejecuta con las manos, en el sistema manual no es necesario automatizar el proceso. Por ejemplo, el encender la lámpara con una tecla; del operador dependerá todas las acciones y decisiones, es decir encender o no la luz, lo mismo que apagar o no (UTN.BA, 2022a, p. 30).

Semi-automático: En este modo el elemento de mando completa algunas funciones, pero no las cubre todo. Una vez adquirida la información sobre el proceso (ciertas variables que lee para tomar datos), propone al operador las funciones que hay que realizar. El operador participa en la toma de decisiones, tomada la decisión el sistema sigue una secuencia asociada a la decisión que tomó el operador. Por ejemplo, continuando con el ejemplo anterior, en un sistema semi-automático si el operador decide encender la luz, esta se puede apagar sola después de un tiempo transcurrido controlado por un temporizador (UTN.BA, 2022a, p. 30).

Automático (o 100% automático): Es una automatización completa de

alguna o de todas las funciones del proceso. El operador está excluido del control y solo se le informa, de manera que las funciones de este se ven reducidas a la verificación/observación. Solo intervendrá en caso de incidencias para asumir el control, ayudado eventualmente por una guía automática. El control de operaciones se basa en la lectura de datos capturados por sensores y en programas que recogen las estrategias adecuadas para luego ejercer las acciones necesarias. Siguiendo el ejemplo del encendido de la lámpara, un sistema completamente automático será aquel en el que un sensor de presencia detecte el ingreso de alguien a la habitación y que luego se apague cuando detecte que la persona ha abandonado la sala(UTN.BA, 2022, p. 31).

3.4.2.2 Sistema de Control. Para Gutierrez Hinestroza y Iturralde Kure (2017), “Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que le permiten influir en el funcionamiento del sistema” (p. 104).

Un sistema de control tiene como finalidad obtener, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, para que estas alcancen valores prefijados. Ver figura XX (Gutiérrez Hinestroza & Iturralde Kure, 2017).

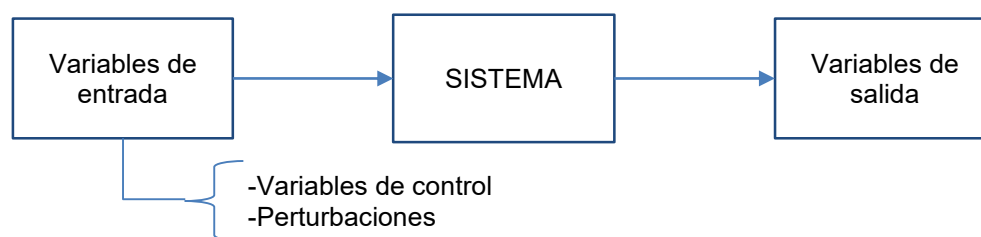


Figura 2: Esquema general de un sistema. Fuente: Adaptado de Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure (2017).

3.4.2.2.1 Elementos

Los elementos básicos que constituyen parte de un sistema de control

y permiten su manipulación se describen a continuación:

Sensores: “Permite conocer los valores de las variables medidas del sistema” (Gutiérrez Hinestroza & Iturralde Kure, 2017, p. 105).

Controlador: “Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia” (Gutiérrez Hinestroza & Iturralde Kure, 2017, p. 105).

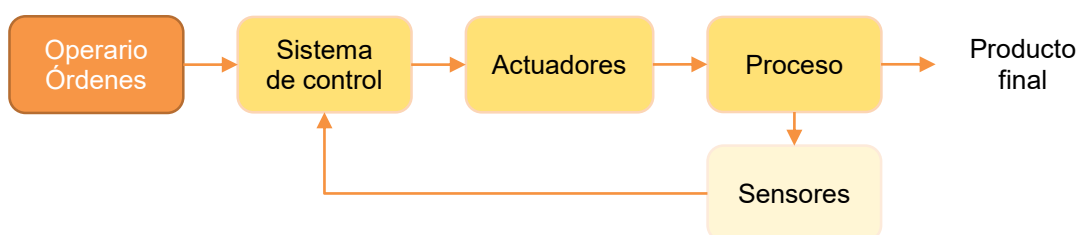
Actuador: “Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control” (Gutiérrez Hinestroza & Iturralde Kure, 2017, p. 105).

3.4.2.2.2 Estrategias de Control

Gutiérrez Hinestroza & Iturralde Kure (2017), refieren que se distinguen 2 tipos de estrategias en función de la naturaleza de la información esgrimida para calcular la acción de control del sistema de: lazo cerrado y lazo abierto, se describe a continuación:

a) Sistema de control de lazo cerrado

Para Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure (2017), son aquellos en los que la señal de salida del sistema (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control), control retroalimentado.



Figuras 3: Proceso automático en bucle cerrado. Fuente: Adaptado de Rodríguez Fernández et al. (2014).

b) Sistema de control de Lazo abierto

Para Gutiérrez Hinestroza y Iturralde Kure (2017), “son aquellos en los que la variable de salida (variable controlada) no tiene efecto sobre la acción de control (variable control)” (p. 109).

Rodríguez Fernández et al., (2014) “se caracterizan porque la información que controla el proceso circula en una única dirección desde el sistema de control” (p. 8). Ver figura 9.

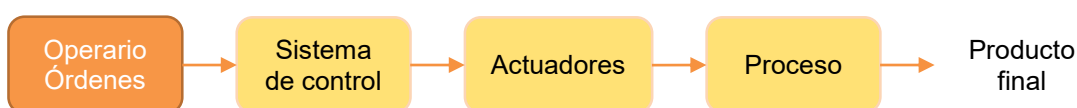


Figura 4: Proceso automático en bucle abierto. Fuente: Adaptado de Rodríguez Fernández et al. (2014).

3.4.2.3 Autómata Programable. “Los autómatas programables también reciben el nombre de PLC (Programmable Logic Controller, controlador lógico programable)” (Rodríguez Fernández et al., 2014, p. 310).

Sanchis Llopis *et al.* (2010), definen el autómata programable como un computador especial, tanto en el software como en el hardware. En el software, porque se programa en un lenguaje especial diseñado específicamente para generar de forma sencilla el programa que implementa el algoritmo de control de procesos secuenciales. En el hardware, porque utiliza componentes robustos que soportan condiciones de trabajo adversas (polvo, temperatura, vibraciones, etc.), y porque su constitución física incluye los circuitos de interfaz necesarios para conectarlo de forma directa a los sensores y actuadores del proceso (p. 110).

Para Martín Castillo y García García (2016), un autómata programable es un dispositivo electrónico capaz de gestionar los circuitos de automatismos industriales de forma programada. El autómata recibe también el nombre de API (Autómata Programable Industrial) (p. 260).

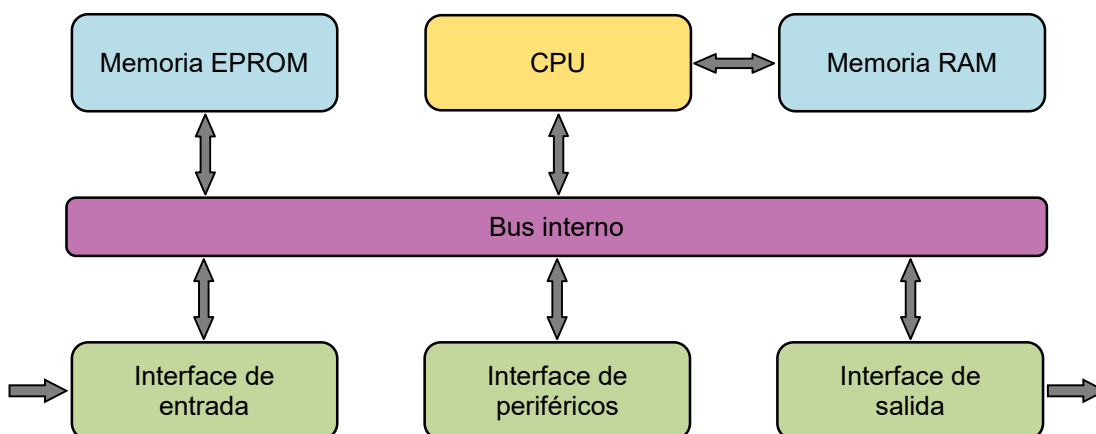


Figura 5: Estructura interna de un autómata programable. Fuente: Adaptado de Rodríguez Fernández *et al.* (2014).

3.4.2.4 ANSI-ISA-5.1 2009. El estándar ANSI ISA 5.1 del 2009, es una norma propuesta por la sociedad de instrumentistas de America ISA (sus siglas en inglés Instruments Society of America). Aprobado el 18 de setiembre del 2009. En las industrias de diversos procesos (química, alimenticia, metalúrgica, etc.), los elementos de control empleados tienen su propia terminología dependiendo del proceso en el que se desarrolla la industria, resultando así muy diversa, es por ello que en la norma se ha unificado la terminología empleada con el fin de que fabricantes, usuarios y organismos o entidades que intervengan directa o indirectamente en el campo de la instrumentación industrial manejen un mismo lenguaje. (Creus Solé, 2011)

3.5 Procedimiento

En esta sección se explica las actividades realizadas siguiendo una adaptación de los 7 pasos de la metodología Waterfall adoptada para el desarrollo de este trabajo.

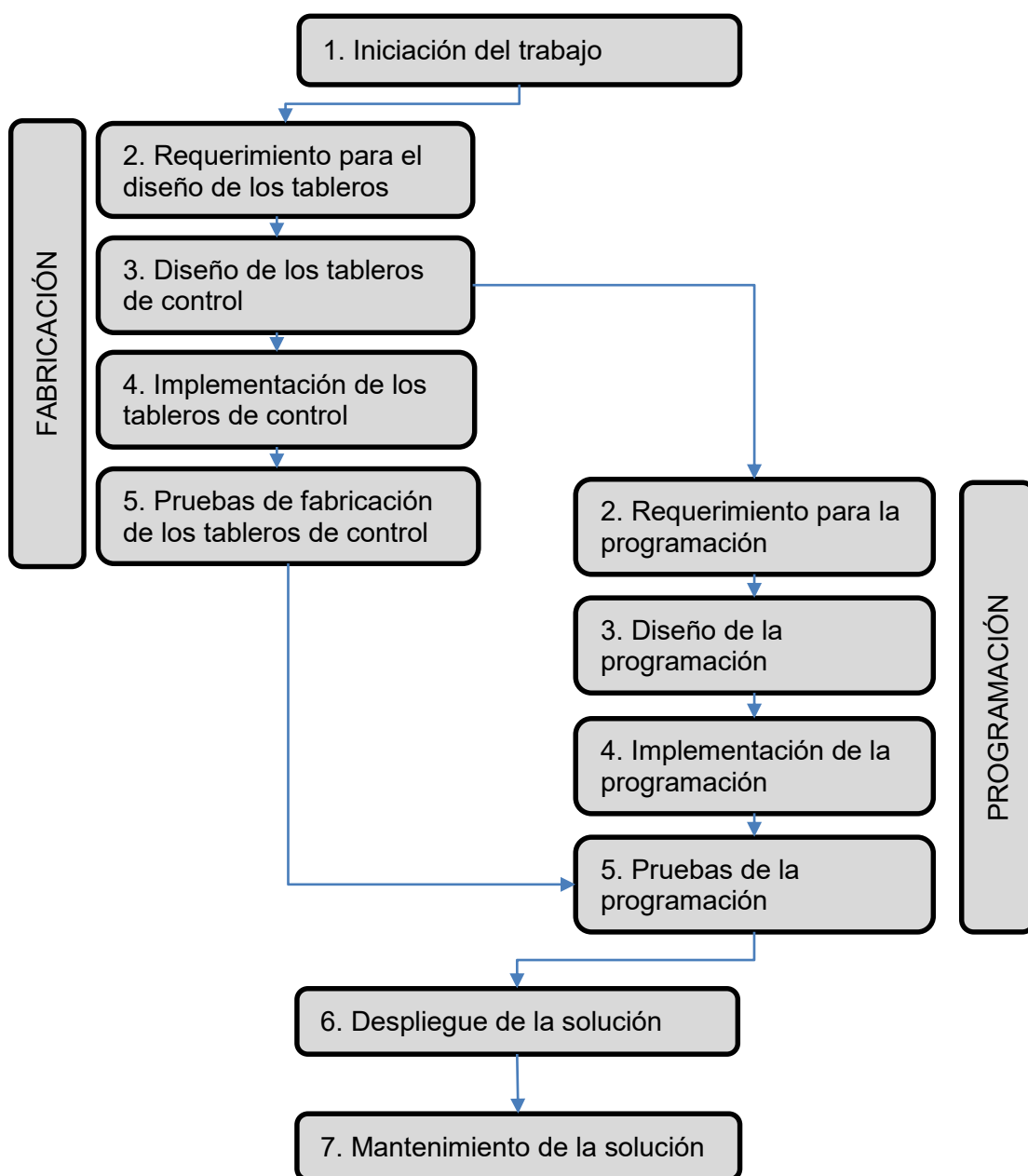


Figura 6: Pasos del desarrollo del trabajo. Fuente: Elaboración propia.

En el paso 1 se hablará cómo se inició el trabajo desde un enfoque general abordando aspectos preliminares para la ejecución del trabajo, los pasos 2 al 5 están presentes para el desarrollo de la fabricación de los tres tableros de control, así como su programación, los cuales consisten en obtener los requerimientos para el diseño, diseñar, implementar y realizar las pruebas, los pasos 6 y 7 corresponderán a la puesta marcha y al mantenimiento. Se debe recordar que este método sigue una secuencia lógica de pasos como se presenta en la figura 6.

3.5.1 Iniciación del trabajo

Mina Justa se encuentra en la región de Ica, provincia de Nazca y distrito de San Juan de Marcona en una zona desértica ubicada aproximadamente a 405 km al sureste de Lima, a 40 km suroeste de la capital de provincia, Nazca y a 25 km al noreste del pueblo de San Juan de Marcona. La ubicación aproximada en el mapa se muestra en la figura 7.



Figura 7: Ubicación de Mina Justa. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1: Áreas del truck shop

WBS	Nombre del área
1610	Área administrativa
1621	Taller de mantenimiento de camiones mineros
1622	Almacén de talleres
1623	Área de ensamblaje de neumáticos
1624	Área de almacenamiento y distribución de lubricantes
1625	Taller de soldadura
1626	Taller de equipos menores (Fase 2 constructiva, a futuro)
1628	Lavadero de camiones
1631	Sala de compresores
1633	Sistema de agua desalinizada
1636	Sala eléctrica y sub-estación

Nota: Adaptado de HLC Ingeniería y Construcción (2019).

Para desarrollar la automatización del truck shop de Mina Justa, el cliente ha entregado diversos planos y documentos del proyecto elaborados durante la ingeniería de detalle, las cuales ayudarán a entender aspectos básicos del proyecto. De la información entregada se ha elaborado un cuadro de las áreas que conforman el truck shop de Mina Justa, la cual se muestra en la tabla 1, donde se observa que el proyecto está organizado bajo un enfoque WBS.

3.5.2 Requerimientos para el diseño de los tableros

La tabla 3 muestra los planos y documentos necesarios que se debe revisar para el diseño de los tres tableros de control.

Tabla 2: Información requerida para la fabricación de los tableros.

N°	Nombre del documento o plano
1	Arquitectura de control
2	Hoja de datos del tablero de control 1636-PCC-0001
3	Hoja de datos del tablero remoto I/O 1624-RIO-001
4	Hoja de datos del tablero remoto I/O 1628-RIO-001
5	Diagrama unifilar del tablero de control 1636-PCC-0001
6	Diagrama unifilar del tablero remoto I/O 1624-RIO-001
7	Diagrama unifilar del tablero remoto I/O 1628-RIO-001

Nota: Elaboración propia.

Los tres tableros de control son 1636-PCC-0001, 1624-RIO-001 y 1628-RIO-001, los cuales se muestran en la arquitectura de control en la figura 8. El área 1636 el cual es la sala eléctrica y sub-estación contiene al tablero de control 1636-PCC-0001, el área 1624 llamado almacenamiento de lubricantes contiene al tablero remoto I/O 1624-RIO-001 y el área 1628 conocido como lavadero de camiones contiene al tablero remoto I/O 1628-RIO-001.

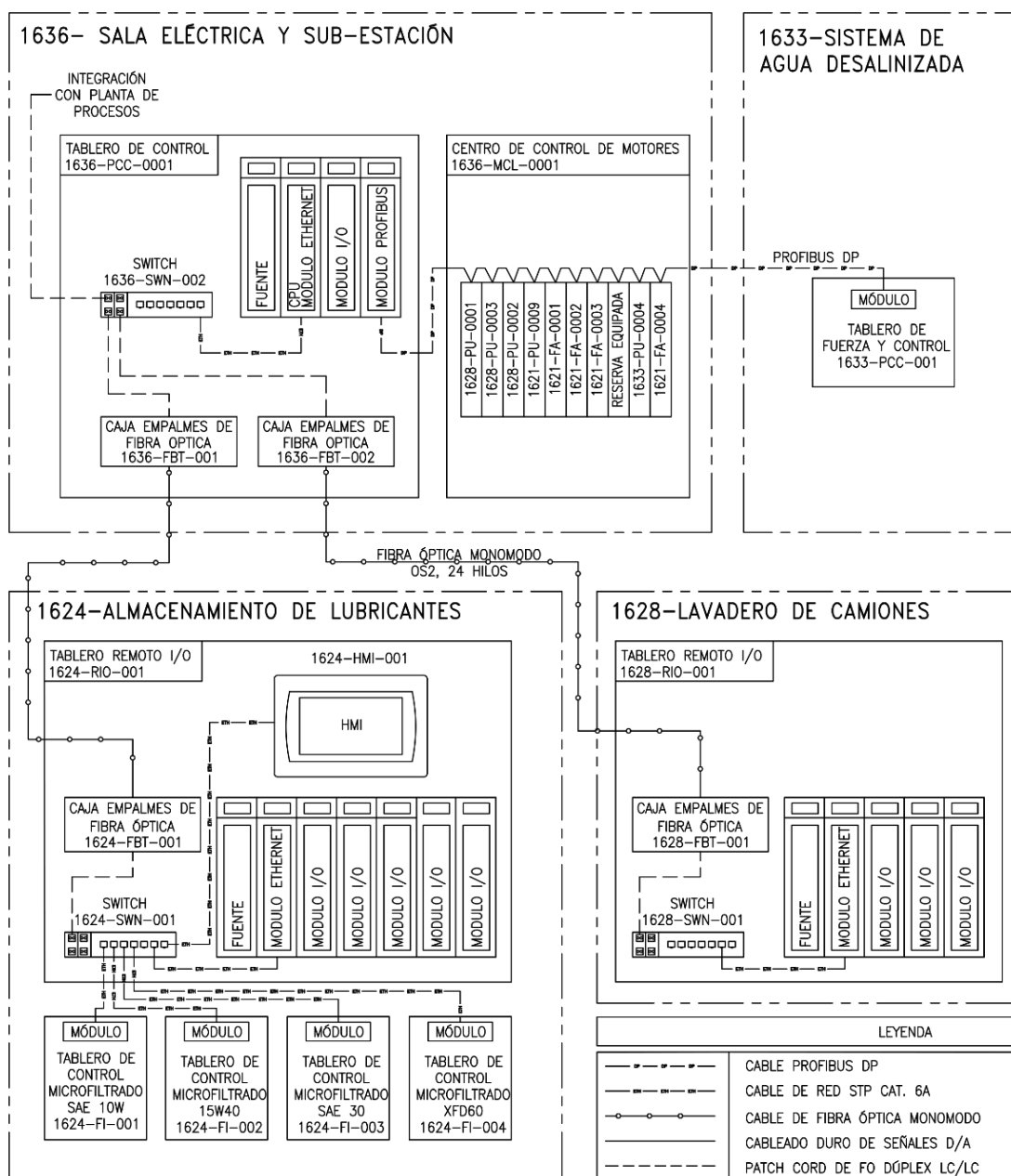


Figura 8: Arquitectura de control. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

El tablero 1636-PCC-0001 contiene un PLC, este se conecta a través de ethernet industrial y fibra óptica a los módulos de periferia descentralizada de los tableros 1624-RIO-001 y 1628-RIO-001, además posee un módulo de comunicación profibus DP maestro que conecta a los relés de protección alojados en el centro de control de motores 1636-MCL-0001 y un tablero vendor del área 1633. El tablero 1624-RIO-001 posee un HMI, del cual se podrá monitorear y controlar todos los procesos del truck shop, además el tablero se conecta a otros 4 tableros vendor del sistema de microfiltrado.

La hoja de datos de un tablero es una lista de especificaciones técnicas básicas que debe cumplir el tablero eléctrico a suministrar, esta consta de tres columnas, en las dos primeras columnas se describe las especificaciones y características de los equipos o componentes, en la tercera columna se redacta una propuesta asignando marcas y modelos.

El diagrama unifilar de los tableros de control es una vista general de lo que se debe considerar, para el desarrollo de los planos eléctricos.

3.5.3 *Diseño para la fabricación de los tableros de control.*

El diseño de los planos de los tableros de control está conforme a la ingeniería de detalle, el cual a su vez está sujeta al código nacional de electricidad, estándares internacionales y criterios de diseño designados por la mina. El diseño de cada tablero se compone de diagramas eléctricos, dibujos mecánicos y una lista de componentes.

3.5.3.1 *Diseño del tablero de control 1636-PCC-0001.* La caja del tablero y sus accesorios se han elegido en la marca Rittal, un tablero compacto de montaje mural de 1200mm de alto, 800mm de ancho y 300mm de profundidad; la caja y puerta del tablero son de material chapa de acero pintadas con un color RAL 7035 y un acabado texturizado, como el tablero se instalará en el exterior se ha elegido un modelo con un índice de grado de protección IP66.

El PLC elegido es un Simatic S7-1500 de la marca Siemens modelo CPU 1511-1 PN, es un PLC modular con 2 puertos Ethernet integrados. Se ha elegido un Switch administrable tipo industrial de la marca Allen Bradley modelo Stratix 5400, este cuenta con 8 puertos RJ-45 y 4 puertos combo con slots para SFP de hasta 1Gbps, para la interconexión con los tableros remotos por medio de fibra óptica, los accesorios de fibra óptica son de la marca Furukawa y Panduit.

Para la conexión de los instrumentos de campo con el tablero de control se ha utilizado borneras de conexión de la marca Phoenix Contact.

Siguiendo las recomendaciones de los fabricantes descritos en los manuales de instalación y de conexión de los componentes se han elaborado los planos del tablero con el software autocad 2019.

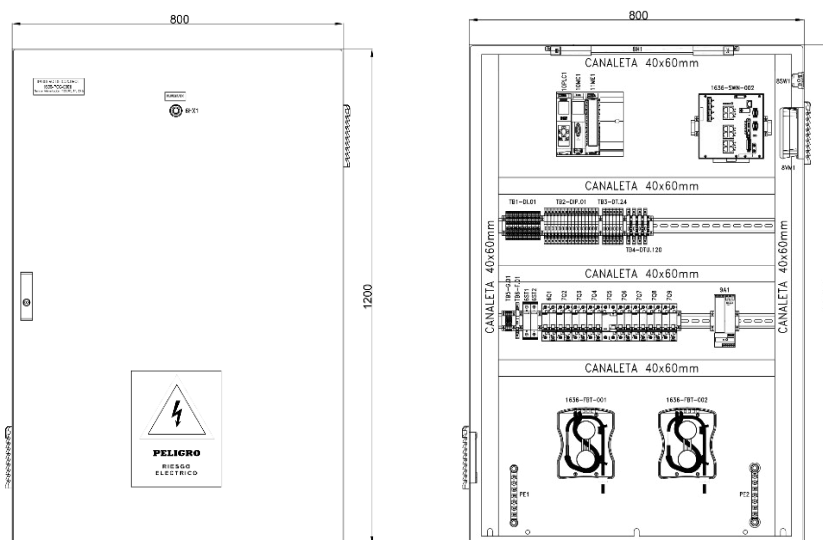


Figura 9: Diseño mecánico del tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.2 Diseño del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. La caja del tablero y sus accesorios elegidos son de la marca Rittal con las mismas características que en el tablero de control 1636-PCC-0001.

Se ha elegido un módulo de periferia descentralizada Simatic ET 200MP Profinet IO encargado de la concentración de data a través de los módulos de entradas y salidas y su transmisión a través de una red industrial hacia la unidad de control. El tablero 1624-RIO-001 reunirá las señales de las áreas 1621 y 1624.

Se ha elegido un switch no administrable Stratix 2000 de 8 puertos RJ-45 y 2 puertos SFP de 1Gbps de la marca Allen Bradley.

Además, este tablero posee un HMI Simatic KTP1200 de 12", de la marca Siemens, una pantalla táctil para que el operador pueda controlar y monitorear las variables del sistema del truck shop.

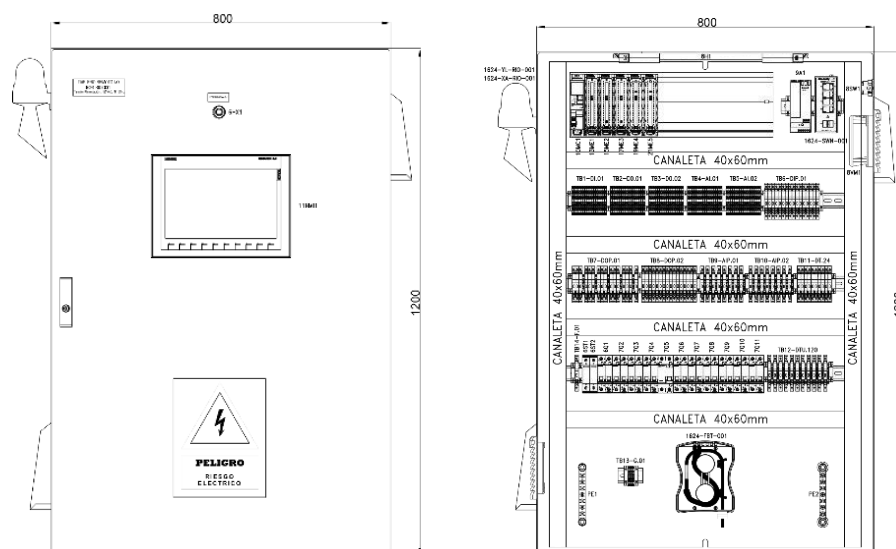


Figura 10: Diseño mecánico del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.3 Diseño del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. La caja del tablero y sus accesorios elegidos también son de la marca Rittal con las mismas características que en el tablero de control 1636-PCC-0001.

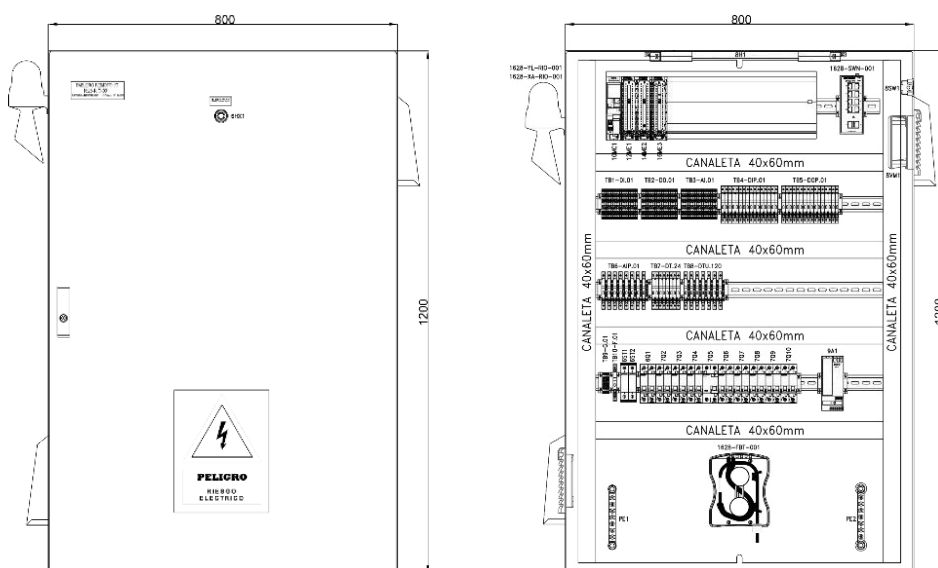


Figura 11: Diseño mecánico del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que el tablero 1624-RIO-001, este también posee un módulo de periferia descentralizada Simatic ET 200MP Profinet IO, encargado de reunir las señales del área 1626 y 1628. Pero no posee HMI.

3.5.4 Implementación de los tableros de control.

Los tableros son ensamblados según los planos del tablero de control 1636-PCC-0001 y los tableros remotos I/O 1624-RIO-001 y 1628-RIO-001 elaboradores previamente, siguiendo el procedimiento para el montaje y conexionado de cada equipo, además todos los equipos, borneras y cables deben ser identificados con un rótulo visible como se describe en los planos. El cable que se ha utilizado es el cable de la marca Miguelez modelo Afirenas L H07Z1-K 1x1.5mm² y 1x2.5mm² con los colores azul, blanco, negro, rojo y verde/amarillo; estos cables son conductores eléctricos unipolares flexibles, libres de halógenos, no propagador de incendios con reducida emisión de gases.

En la figura 12 se muestra el resultado de la fabricación del tablero de control 1636-PCC-0001.



Figura 12: Fotos del tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13 se muestran el resultado de la fabricación del tablero remoto I/O 1624-RIO-001.



Figura 13: Fotos del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 se muestra el resultado de la fabricación del tablero remoto I/O 1628-RIO-001.



Figura 14: Foto del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

3.5.5 Pruebas de fabricación de los tableros de control.

Al finalizar el ensamblaje y cableado de todo el tablero de control y los tableros remotos I/O se procede con la realización de las pruebas de aceptación en fábrica o FAT, esta prueba tiene como objetivo validar el correcto procedimiento ejecutado durante la fabricación de los tableros, y consta de las siguientes pruebas previas y funcionales.

Las pruebas previas consisten en:

- Identificación de los tableros y los circuitos de alimentación eléctrica conforme a los planos aprobados.
- Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra.
- Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores.
- Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía.
- Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación.
- Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente.
- Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados.
- Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos.
- Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta.
- Verificación punto a punto de cables de comunicación.
- Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos.

Las pruebas funcionales consisten en:

- Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica.
- Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada.

- Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero.
- Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.
- Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc.
- Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.
- Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's).
- Verificación del circuito de calefacción del tablero.
- Verificación del circuito de ventilación del tablero.
- Verificación del circuito de iluminación del tablero.

Durante las pruebas se emplean equipos de medición con los certificados de calibración vigente, para este caso se han utilizado un multímetro de la marca Fluke modelo 87 V, un calibrado de procesos de la marca Fluke modelo 726 y una pinza amperimétrica de la marca Fluke modelo 373. Cada prueba FAT se registra en un formato, el cual es llenado, firmado y aprobado por el cliente. Finalmente, los tableros de control son enviados junto con un dossier de calidad, este dossier contiene los planos as-built en formato .pdf y .dwg, las pruebas FAT, así como la carta de garantía.

3.5.6 Requerimientos para la programación

Para la programación es necesario conocer la lista de señales, los diagramas P&ID y la filosofía de control.

3.5.6.1 Lista de señales. Las señales que gestiona el PLC provienen de los módulos digitales y analógicos, un bus de comunicación profibus DP y dispositivos para integrar en la red de comunicación profinet.

3.5.6.1.1 Señales a través módulos digitales y analógicos

Se obtienen a partir de los planos de fabricación del tablero de control y los tableros remotos I/O, se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Lista de señales a través de los módulos digitales y analógicos

N°	Tipo	Descripción	Tag
1	Entrada digital	Interruptor de alarma en panel de detección	1621-FAP-101
2	Entrada digital	Interruptor de temperatura alta	1624-TSH-0068
3	Entrada digital	Interruptor de temperatura alta	1624-TSH-0069
4	Entrada digital	Interruptor de nivel bajo	1621-LSL-0024
5	Entrada digital	Interruptor de nivel alto	1621-LSH-0024
6	Entrada digital	Interruptor de nivel bajo	1626-LSL-0021
7	Entrada digital	Interruptor de nivel alto	1626-LSH-0021
8	Entrada digital	Interruptor de nivel bajo	1628-LSL-0010
9	Entrada digital	Interruptor de nivel alto	1628-LSH-0010
10	Entrada digital	Interruptor de presión alta	1628-PSH-0001
11	Entrada digital	Interruptor de presión alta	1628-PSH-0002
12	Salida digital	Baliza	1624-YL-0020
13	Salida digital	Sirena	1624-XA-0020
14	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0029
15	Salida digital	Baliza	1624-YL-0021
16	Salida digital	Sirena	1624-XA-0021
17	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0035
18	Salida digital	Baliza	1624-YL-0022
19	Salida digital	Sirena	1624-XA-0022
20	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0042
21	Salida digital	Baliza	1624-YL-0023
22	Salida digital	Sirena	1624-XA-0023
23	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0048
24	Salida digital	Baliza	1624-YL-0024
25	Salida digital	Sirena	1624-XA-0024
26	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0052
27	Salida digital	Baliza	1624-YL-0025
28	Salida digital	Sirena	1624-XA-0025
29	Salida digital	Baliza	1624-YL-0026
30	Salida digital	Sirena	1624-XA-0026
31	Salida digital	Baliza	1624-YL-RIO-001
32	Salida digital	Sirena	1624-XA-RIO-001
33	Salida digital	Control de temperatura	1624-IH-0001A
34	Salida digital	Sobre temperatura o nivel bajo	1624-IH-0001B

35	Salida digital	Control de temperatura	1624-IH-0002A
36	Salida digital	Sobre temperatura o nivel bajo	1624-IH-0002B
37	Salida digital	Baliza	1628-YL-0002
38	Salida digital	Sirena	1628-XA-0002
39	Salida digital	Baliza	1628-YL-RIO-001
40	Salida digital	Sirena	1628-XA-RIO-001
41	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0020
42	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0021
43	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0022
44	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0023
45	Entrada analógica	Transmisor indicador de temperatura	1624-TIT-0070
46	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0024
47	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0025
48	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0026
49	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1628-LIT-0028

Nota: Elaboración propia.

Según la tabla 3, se tiene 11 entradas digitales, 29 salidas digitales y 9 entradas analógicas, en total 49 señales que se deben programar pertenecientes a los módulos digitales y analógicos. Las señales pertenecientes al área 1626, es decir el interruptor de nivel bajo 1626-LSL-0021 y el interruptor de nivel alto 1626-LSH-0021, se instalarán en el futuro, sin embargo, se puede considerar en la programación y solo habilitarla cuando el área 1626 sea construida.

3.5.6.1.2 Señales a través de la red de comunicación profibus DP

Se obtienen a partir del diagrama unifilar del centro de control de motores 1636-MCL-0001.

Cada carga cuenta con un relé de protección C441 el cual no solo protege al motor de una sobrecarga térmica, sobrevoltaje, subvoltaje, etc. sino permite monitorear su rendimiento como el consumo de energía, la corriente, el voltaje, la frecuencia y los parámetros de mantenimiento como las horas de funcionamiento y número de arranques, entre otros. Adicionalmente cada relé de protección cuenta

con un módulo de comunicación profibus DP C441S, el cual permite al PLC ubicado en el tablero 1636-PCC-0001 el control y monitoreo del relé de protección mediante el módulo de comunicación profibus DP maestro CP 1542-5.

Tabla 4: Lista de nodos en la red profibus DP

Descripción	Tag	Módulo de comunicación	Nodo
Bomba de agua de lavado	1628-PU-0001	C441S	2
Bomba de agua recuperación	1628-PU-0003	C441S	3
Bomba de agua de lavado auxiliar	1628-PU-0002	C441S	4
Bomba de sumidero	1621-PU-0009	C441S	5
Extractor centrífugo	1621-FA-0001	C441S	6
Extractor centrífugo	1621-FA-0002	C441S	7
Extractor centrífugo	1621-FA-0003	C441S	8
Reserva equipada		C441S	9
Bomba de trasvase	1633-PU-004	C441S	10
Extractor centrífugo	1621-FA-0004	C441S	11
Bomba de sumidero	1626-PU-0005	C441S	12
Extractor centrífugo	1626-FA-0001	C441S	13
Extractor centrífugo	1626-FA-0002	C441S	14
Extractor centrífugo	1626-FA-0003	C441S	15
Tablero de fuerza y control	1633-PCC-001	CM 1242-5	16

Nota: Elaboración propia.

Según la tabla 4 se tiene que son 14 nodos C441S, de los cuales 4 pertenecientes al área 1626, es decir la bomba de sumidero 1626-PU-0005 y los extractores centrífugos 1626-FA-0001, 1626-FA-0002 y 1626-FA-0003 no están cableados, porque el área 1626 se construirá en el futuro, sin embargo, se puede considerar en la programación y solo habilitarla cuando esta sea instalada. También, se tiene 1 nodo CM 1242-5, el cual es un módulo de comunicación para conectar el PLC S7-1200 como esclavo profibus DP.

El módulo de comunicación C441S está asociado a un archivo GSD el

cual contiene un formato con su configuración, permitiendo la integración del equipo en la programación del PLC mediante el intercambio de datos.

Tabla 5: Lista de señales del C441S por cada nodo

Descripción	Tamaño en byte	Tipo de dato
Dato 1: Comando Salidas Digitales	1	Salida
Dato 2: Reset Configuración	2	Salida
Dato 3: Comando de Registro	2	Salida
Dato 1: Estado Entradas Digitales	1	Entrada
Dato 2: Estado Adaptador de Comunicación	1	Entrada
Dato 3: Horómetro	2	Entrada
Dato 4: Contador de Arranques	2	Entrada
Dato 5: Corriente I1	2	Entrada
Dato 6: Corriente I2	2	Entrada
Dato 7: Corriente I3	2	Entrada
Dato 8: Voltaje L1-L2	2	Entrada
Dato 9: Voltaje L2-L3	2	Entrada
Dato 10: Voltaje L3-L1	2	Entrada
Dato 11: Potencia Activa kW	2	Entrada
Dato 12: Desbalance Voltaje	2	Entrada
Dato 13: Desbalance Corriente	2	Entrada
Dato 14: Factor de Potencia	2	Entrada
Dato 15: Corriente Residual	2	Entrada
Dato 16: Frecuencia de Línea	2	Entrada
Dato 17: % Memoria Térmica	2	Entrada
Dato 18-27: Código de Falla 1 al 10	20	Entrada
Dato 28: Tiempo Restante Reset Falla Alimentación	2	Entrada
Dato 29: Tiempo Restante Reset Falla Motor	2	Entrada
Dato 30: Tiempo Restante Reset Falla Carga	2	Entrada
Dato 31: Código de Trip	2	Entrada
Dato 32: Estado de Sobrecarga	2	Entrada
Dato 33: Código de Alarma	2	Entrada

Nota: Elaboración propia.

El nodo 16 de la red profibus DP corresponde al tablero de fuerza y control 1633-PCC-001 el cual contiene un PLC S7-1200 y un módulo de comunicaciones profibus DP esclavo CM 1242-5. Para el intercambio de datos entre los PLC se definen áreas de transferencia en la programación del PLC esclavo y se crea un archivo GSD con la cantidad y tipos de datos a intercambiar, el archivo GSD es integrado en el PLC maestro y es entregado por el fabricante del tablero de control 1633-PCC-001.

3.5.6.1.3 Señales a través de la red de comunicación profinet

Adicionalmente a las señales provenientes de los módulos digitales y analógicos concentrados por módulos de comunicación ET 200MP y enviados al controlador S7-1500, la red profinet también posee un supervisor HMI KTP1200 y otros 4 dispositivos, las señales de la red de comunicación profinet a integrar en el programa del controlador en esta sección provienen de los 4 dispositivos que son los tableros de los sistemas de microfiltrado 1624-FI-0001, 1624-FI-0002, 1624-FI-0003 y 1624-FI-0004, cada tablero de microfiltrado contiene un PLC S7-1200, los cuales han sido programado por otro integrador y entregados junto con un archivo GSDML, este archivo contiene, al igual que el GSD de la red profibus DP, la información de configuración, así como los datos a transferirse de cada dispositivo en la red profinet.

Tabla 6: Lista de dispositivos a integrar de la red profinet

Descripción	Tag	Tipo de dato
Tablero de microfiltrado	1624-FI-0001	Entrada
Tablero de microfiltrado	1624-FI-0002	Entrada
Tablero de microfiltrado	1624-FI-0003	Entrada
Tablero de microfiltrado	1624-FI-0004	Entrada

Nota: Elaboración propia.

El archivo GSDML contiene las señales descritas en la tabla 7, por cada

tablero de microfiltrado.

Tabla 7: Lista de señales del dispositivo de la red profinet

Descripción	Tipo de dato
Sistema de microfiltrado listo	Bool
Sistema de microfiltrado encendido	Bool
Sistema de microfiltrado detenido	Bool
Sistema de microfiltrado en falla	Bool

Nota: Elaboración propia.

3.5.6.2 Diagramas P&ID y filosofía de control. Los diagramas P&ID o diagrama de tuberías e instrumentación y la filosofía de control, muestran los lazos de control y describen el funcionamiento del sistema.

3.5.6.2.1 Extractor centrífugo

La figura 15 muestra el diagrama P&ID típico de un extractor centrífugo.

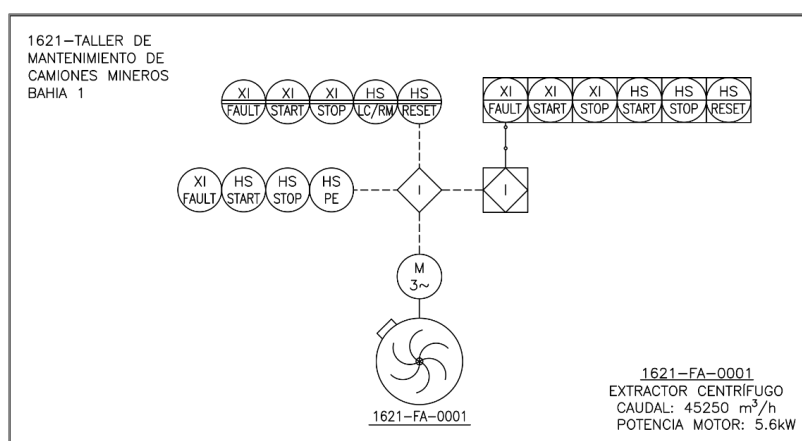


Figura 15: Diagrama P&ID de un extractor centrífugo. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

El cual dispone de un selector local/remoto ubicado en el cubículo

correspondiente en el CCM, en la selección local se puede operar el extractor en modo manual desde las botoneras ubicadas en campo, mientras que en la selección remota se puede operar en modo manual desde la interfaz gráfica del HMI.

En el truck shop se tiene planteado la instalación de siete extractores centrífugos, cuatro de los cuales se encuentran en el área 1621 siendo estos el 1621-FA-0001, 1621-FA-0002, 1621-FA-0003 y 1621-FA-0004; y tres que se instalarán en el futuro en el área 1626, siendo estos el 1626-FA-0001, 1626-FA-0002 y 1626-FA-0003.

3.5.6.2.2 Bomba de sumidero

La figura 16 muestra el diagrama P&ID típico para el control de una bomba de sumidero.

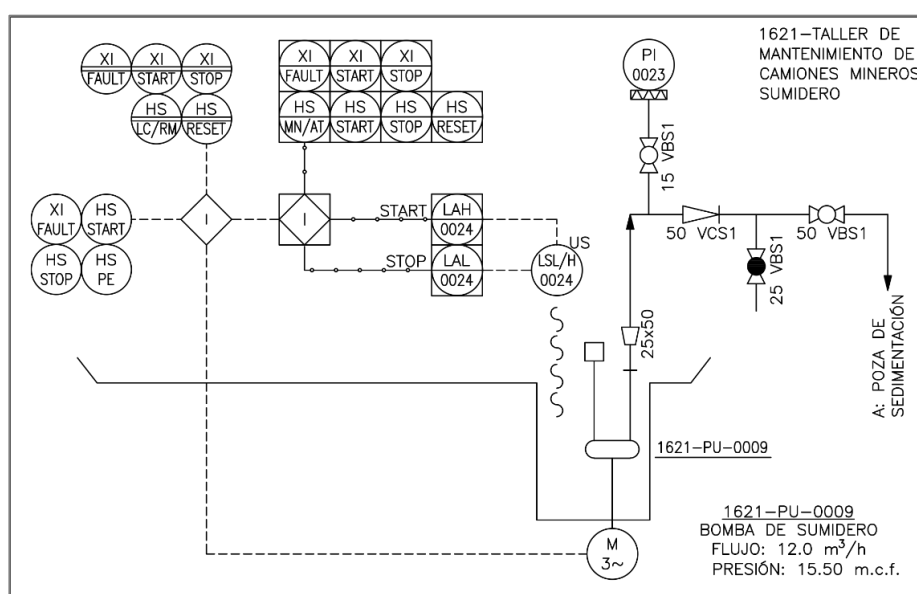


Figura 16: Diagrama P&ID para el control de una bomba de sumidero. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

El sistema consta de una bomba la cual tiene un control ON/OFF asociado al sensor de nivel tipo ultrasónico. La bomba tiene un selector local/remoto ubicado en el cubículo en el CCM, en la selección local se realiza las operaciones en modo manual desde las botoneras ubicadas

en campo, mientras que en la selección remota se puede operar en modo manual y automático desde la interfaz gráfica del HMI, cuando la selección es manual la bomba se enciende o apaga por decisión del operador, mientras que en la selección automática la bomba se enciende cuando se activa el interruptor por nivel alto y se apaga cuando se activa el interruptor por nivel bajo. En el truck shop se tiene planteado la instalación de 3 bombas con este sistema de control, uno en el área 1621 con la bomba 1621-PU-0009 y los interruptores 1621-LSL-0024 y 1621-LSH-0024, otro en el área 1628 con la bomba 1628-PU-0003 y los interruptores 1628-LSL-0010 y 1628-LSH-0010 y uno en el área que se instalará en el futuro en el área 1626 con la bomba 1626-PU-0005 y los interruptores 1626-LSL-0021.

3.5.6.2.3 Distribución de aceite y refrigerante

La figura 17 muestra el diagrama P&ID típico para el sistema de almacenamiento y distribución de aceite o refrigerante. El truck shop cuenta con siete tanques en el área 1624.

El aceite o refrigerante es almacenado en un tanque, este posee un medidor de nivel mecánico y un sensor de nivel ultrasónico acompañado de un transmisor indicador de nivel el cual transmite la señal 4-20mA hacia una entrada analógica del PLC. Además de visualizar el nivel del aceite en el tanque en la pantalla HMI, la señal analógica debe generar cuatro alarmas asociada a los niveles del aceite en el tanque, una alarma por nivel muy alto cuando el tanque contenga más del 90%, otra alarma por nivel alto cuando el tanque contenga más del 75%, otra alarma por nivel bajo cuando el tanque contenga menos del 30% y una alarma por nivel muy bajo cuando el tanque contenga menos del 15%. Las alarmas por nivel alto o bajo activan la baliza, mientras que las alarmas por nivel muy alto o muy bajo activan la baliza y sirena.

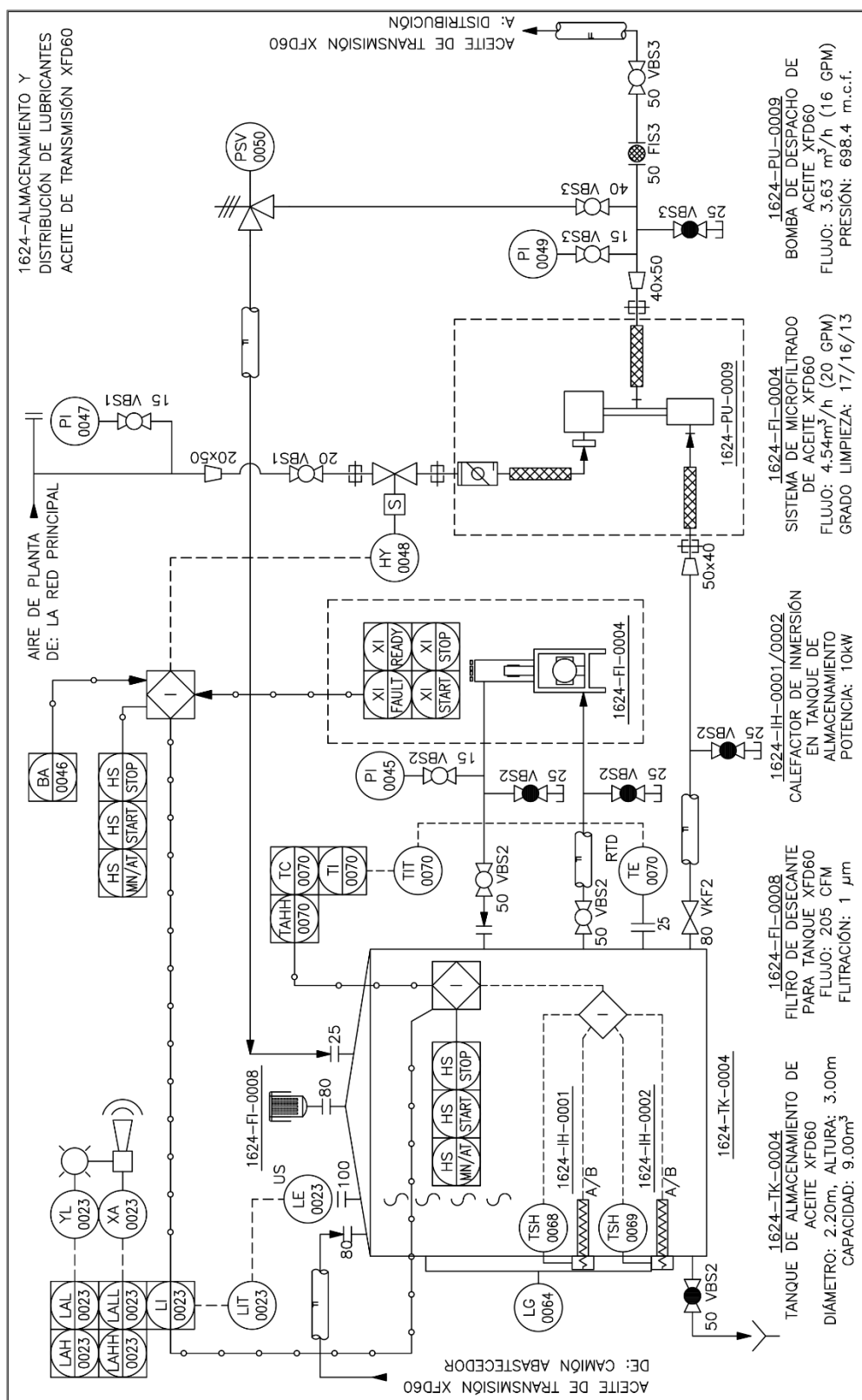


Figura 17: Diagrama P&ID de un tanque de almacenamiento y distribución de aceite.
Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

Cuatro de los siete tanques de aceite poseen un sistema de

microfiltrado, este dispone de un tablero de control vendor el cual se encargará de verificar que el aceite tenga la condición de limpieza dentro del rango permisible, el tablero de microfiltrado se integra al sistema de control del truck shop, entregando los estados de listo, encendido, detenido y falla.

Cinco de los siete tanques poseen una bomba neumática que despacha el producto si la válvula solenoide se activa permitiendo el ingreso de aire. La operación de la válvula solenoide es a través del HMI, en el modo manual no existen enclavamientos, sin embargo, en el modo automático existen interlocks para su activación como el estado listo del sistema de microfiltrado, la alarma del panel de detección de incendio y el nivel bajo o muy bajo de los aceites en los tanques correspondientes.

Solo el tanque 1624-TK-0004 dispone de 2 calefactores de inmersión 1624-IH-0001 y 1624-IH-0002, los cuales incorporan termostatos regulados a 30°C 1624-TSH-0068 y 1624-TSH-0069 respectivamente. La activación del termostato 1624-TSH-0068 genera una alarma por temperatura alta 1624-TAH-0068 y la activación del termostato 1624-TSH-0069 genera una alarma por temperatura alta 1624-TAH-0069. Además, el tanque posee un sensor de temperatura 1624-TE-0070 tipo RTD asociado a un transmisor indicador de temperatura 1624-TIT-0070 el cual transmite la señal 4-20mA hacia una entrada analógica del PLC el cual permite visualizar la temperatura del aceite en la pantalla HMI en unidades de °C, la señal analógica genera una alarma por temperatura muy alta 1624-TAHH-0070, regulada a 35°C. La operación de los calefactores de inmersión es a través del HMI, en el modo manual no existen enclavamientos se puede encender o apagar los calefactores a criterio del operador, sin embargo, en el modo automático existe un control on/off por temperatura 1624-TC-0070 donde se puede configurar el punto de ajuste y la histéresis en °C además posee interlocks para su activación descritos a continuación:

- La alarma por nivel muy bajo 1624-LALL-0023 debe estar desactivada.
- La alarma por temperatura alta 1624-TAH-0068 debe estar

desactivada, para el calefactor 1624-IH-0001.

- La alarma por temperatura alta 1624-TAH-0069 debe estar desactivada, para el calefactor 1624-IH-0002.
- La alarma por temperatura muy alta 1624-TAHH-0070 deben estar desactivada.

3.5.6.2.4 Bombas de lavado

En la figura 18 se muestra que el sistema de lavado cuenta con dos bombas centrífugas 1628-PU-0001 y 1628-PU-0002. El agua desalinizada utilizado para el lavado de los camiones es almacenada en el tanque 1628-TK-0001.

El tanque posee un sensor de nivel ultrasónico 1628-LE-0002 acompañado de un transmisor indicador de nivel 1628-LIT-0002 el cual transmite la señal 4-20mA hacia una entrada analógica del PLC. Se visualiza el nivel del agua en el tanque en la pantalla HMI y la señal analógica genera cuatro alarmas según el nivel de agua en el tanque, alarma por nivel muy alto, alto, bajo y muy bajo. Las alarmas por nivel alto o bajo activan la baliza, mientras que las alarmas por nivel muy alto o muy bajo activan la baliza y sirena.

Cada bomba posee un selector local/remoto ubicado en el cubículo en el CCM, en la selección local se realiza las operaciones en modo manual desde las botoneras ubicadas en campo, en la selección remota se puede operar en modo manual desde la interfaz gráfica del HMI, para el encendido de las bombas se tiene interlocks como el nivel muy bajo del agua en el tanque 1628-TK-0001, en ambos modos se apaga la bomba por seguridad si el preostato detecta alta presión en la línea.

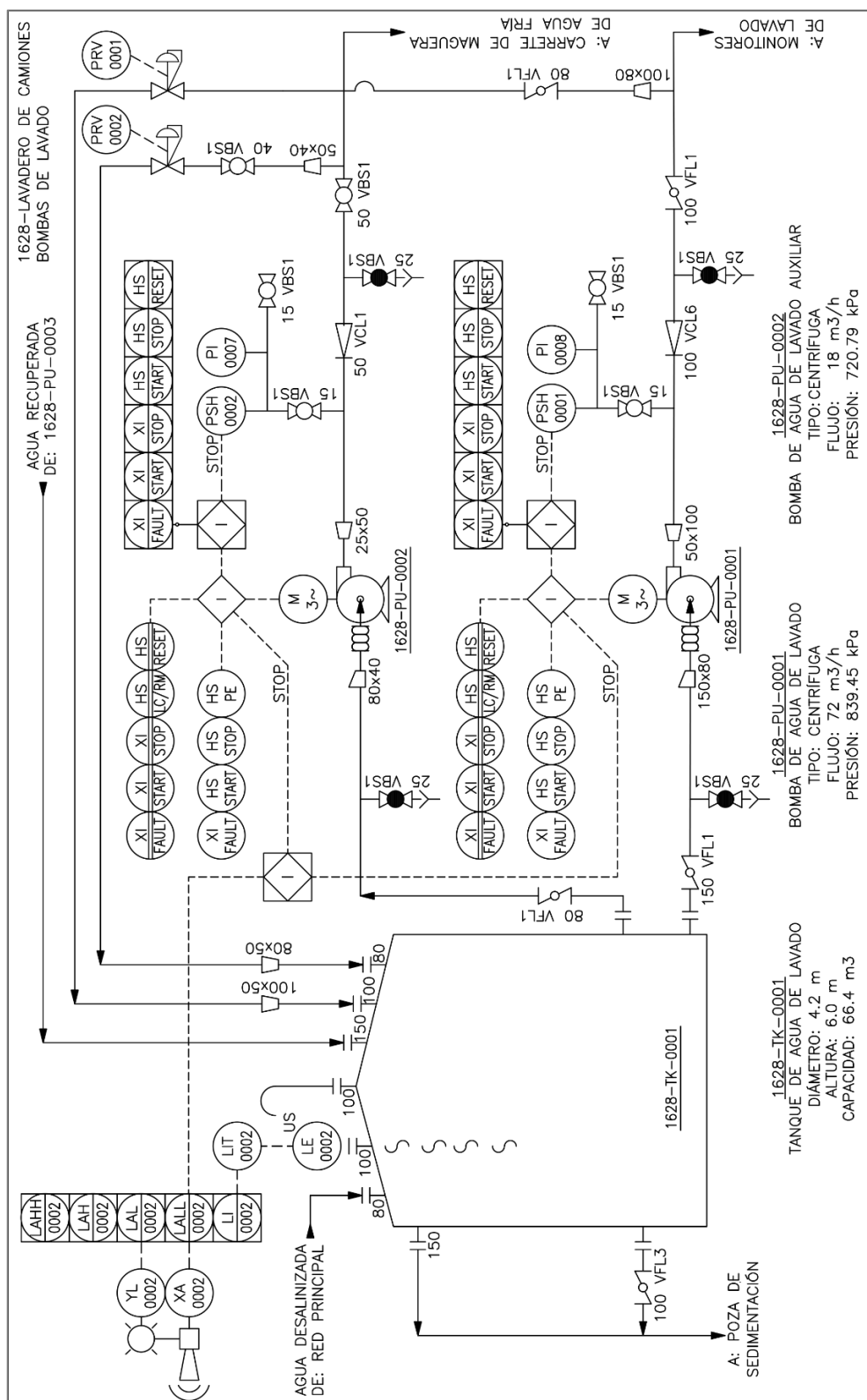


Figura 18: Diagrama P&ID de las bombas de lavado 1628-PU-0001/2. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

3.5.7 Diseño de la programación

La programación fue desarrollada en el software TIA Portal 15.1 de la marca Siemens, este software permite la programación del PLC y el HMI en un mismo proyecto. La programación se realizó según la normativa IEC 1131-3 estandarización en la programación del control industrial.

El programa del PLC se estructura en bloques de programas, para el proyecto se planteó el uso de los siguientes bloques:

- OB1: programa principal, es un bloque cíclico donde se ejecuta todas las subrutinas.
- OB30: alarma cíclica, sirve para ejecutar instrucciones específicas a modo de interrupción en intervalos periódicos.
- FC: función, es un bloque lógico sin memoria, utilizado como subrutina.
- FB: bloque de función, es un bloque lógico con memoria, utilizado para realizar tareas recurrentes.
- DB: bloque de datos, utilizado para almacenar variables simbólicas.

Los lenguajes de programación que se ha usado son el diagrama de contactos (LD) conocido como KOP en Siemens, y el diagrama de bloques (FBD) conocido como FUP.

El programa del HMI se estructura en:

- Pantallas, donde se identifica los objetos o equipos de toda un área o sección.
- Faceplate, donde se presenta las características o controles de cada equipo o instrumento.

Una de las particularidades de TIA Portal es que, al gestionar un proyecto donde tanto el PLC como el HMI están programados en un solo entorno, no se requiere la creación de variables adicionales para el HMI. En su lugar, el programa permite la utilización de las mismas variables del PLC, lo que conlleva una eficiente optimización de recursos.

3.5.8 Implementación de la programación

Para la implementación del programa del PLC se debe comenzar instalando los archivos GSD y GSDML necesarios para el proyecto, luego se agrega los dispositivos y se crea las redes según la arquitectura de control, se configura los nombres, la dirección IP para cada dispositivo de la red profinet y dirección del nodo para cada dispositivo de la red profibus DP. En esta vista de red solo se debe considerar equipos actualmente instalados, es decir que no se debe considerar equipos del área 1626 que se instalarán a futuro.

3.5.8.1 Programación del PLC. La construcción del programa basado en bloques funcionales sigue la estructura mostrada en la figura 19.

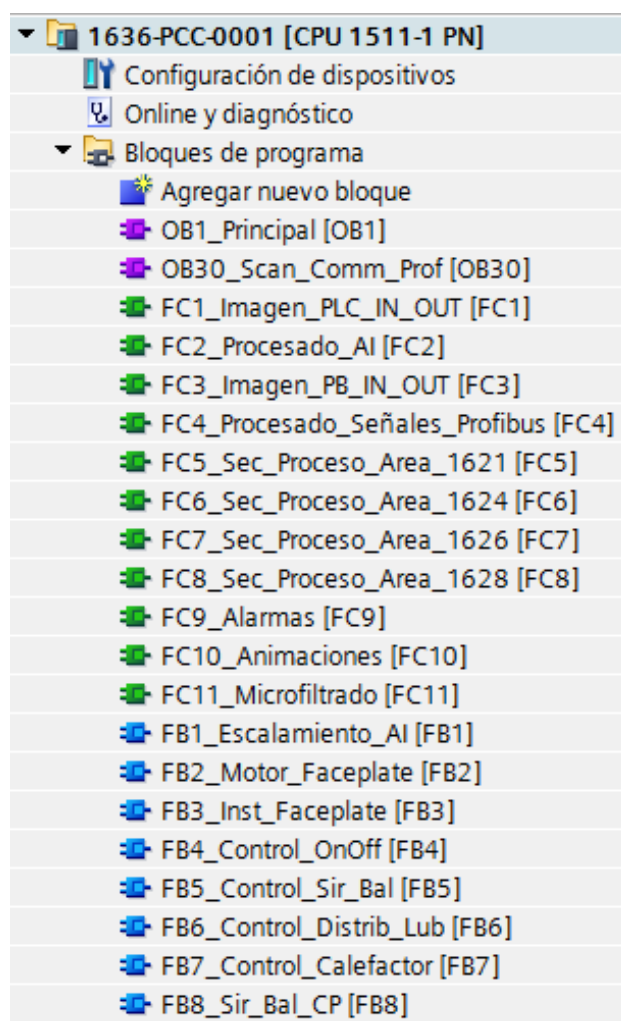


Figura 19: Bloques del programa. Fuente: Elaboración propia

3.5.8.1.1 Bloques de función FB

Los bloques de función FB se utilizan cuando una tarea se utiliza repetidamente en diversas subrutinas. En la lista de los bloques de programa del PLC se han creado 8 bloques de función FB.

a) FB1_Escalamiento_AI

Este bloque convierte valores de una unidad a otra, se ha usado para las entradas analógicas que estén conectadas a un transmisor, la señal analógica 4-20mA registra valores desde 0 hasta 27648 en el PLC, mediante el uso de este bloque se ha escalado a unidades de proceso, para el caso de los transmisores de nivel el valor 0 equivale a 0%, mientras que 27648 equivale a 100%, y para el caso del transmisor de temperatura el valor 0 equivale a 0°C, mientras que el 27648 equivale a 100°C.

b) FB2_Motor_Faceplate

Este bloque se encarga de procesar la data proveniente de un módulo profibus C441S y su faceplate de motor y convertirlos en valores y datos numéricos que el operador pueda visualizar y entender fácilmente en el HMI, como los estados del motor, las mediciones de los parámetros eléctricos en tiempo real, los datos de mantenimiento del motor.

c) FB3_Inst_Faceplate

Este bloque se encarga de procesar la data de un instrumento analógico y su faceplate en el HMI, el cual permite la configuración del valor de las alarmas de muy bajo, bajo, alto, muy alto y sus habilitaciones.

d) FB4_Control_OnOff

Este bloque se encarga de controlar el arranque y paro de un motor, considerando interlocks de seguridad, así como modos de funcionamiento manual o automático.

e) FB5_Control_Sir_Bal

Este bloque se encarga de controlar el encendido y apagado de la sirena y baliza asociada a las alarmas configuradas para el nivel del líquido en el tanque.

f) FB6_Control_Distrib_Lub

Este bloque se encarga de controlar el encendido y apagado de una bomba neumática del área de almacenamiento y distribución de lubricantes, considerando interlocks de seguridad, así como modos de funcionamiento manual o automático.

g) FB7_Control_Calefactor

Este bloque se encarga de controlar el encendido y apagado de un calefactor, mediante un control on/off de temperatura con histéresis

h) FB8_Sir_Bal_CP

Este bloque se encarga de controlar el encendido y apagado de la sirena y baliza adosada al tablero remoto I/O.

3.5.8.1.2 Funciones FC

Las funciones FC se han empleado como subrutinas, cada subrutina contiene una sección del programa ordenada según una determinada tarea o área de proceso. Se han creado 11 funciones FC.

a) FC1_Imagen_PLC_IN_OUT

En esta función las entradas y salidas digitales, así como las entradas analógicas son almacenadas en variables simbólicas dentro de un bloque de datos DB. Esto con el fin de optimizar el mantenimiento y depuración del programa.

b) FC2_Procesado_AI

En esta función se utiliza el bloque de función FB3_Inst_Faceplate_DB por cada instrumento analógico según la tabla 8. Se utiliza el valor

numérico de la entrada analógica almacenada en la variable simbólica del DB, así como las variables simbólicas de su faceplate.

Tabla 8: Lista de instrumentos analógicos

Nº	Descripción	Tag	FB empleado
1	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0020	FB3
2	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0021	FB3
3	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0022	FB3
4	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0023	FB3
5	Transmisor indicador de temperatura	1624-TIT-0070	FB3
6	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0024	FB3
7	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0025	FB3
8	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0026	FB3
9	Transmisor indicador de nivel	1628-LIT-0028	FB3

Nota: Elaboración propia.

c) FC3_Imagen_PB_IN_OUT

En esta función la data proveniente de la red profibus DP es almacenada en variables simbólicas dentro del bloque de datos DB.

d) FC4_Procesado_Señales_Profibus

En esta función se utiliza el bloque de función FB2_Motor_Faceplate por cada módulo C441S conectada en la red profibus DP según la tabla 9, se emplea las variables simbólicas almacenadas en el DB.

Tabla 9: Lista de motores de la red profibus DP

Nº	Descripción	Tag	FB empleado
1	Bomba de agua de lavado	1628-PU-0001	FB2
2	Bomba de agua recuperación	1628-PU-0003	FB2
3	Bomba de agua de lavado auxiliar	1628-PU-0002	FB2
4	Bomba de sumidero	1621-PU-0009	FB2

5	Extractor centrífugo	1621-FA-0001	FB2
6	Extractor centrífugo	1621-FA-0002	FB2
7	Extractor centrífugo	1621-FA-0003	FB2
8	Bomba de trasvase	1633-PU-004	FB2
9	Extractor centrífugo	1621-FA-0004	FB2
10	Bomba de sumidero	1626-PU-0005	FB2
11	Extractor centrífugo	1626-FA-0001	FB2
12	Extractor centrífugo	1626-FA-0002	FB2
13	Extractor centrífugo	1626-FA-0003	FB2

Nota: Elaboración propia.

e) FC5, FC6, FC7 y FC8

En esta función se realiza la lógica para el control de los equipos, ordenados según la ubicación de los equipos en las distintas áreas, se tiene la función FC5_Sec_Proceso_Area_1621 para el área 1621, la función FC5_Sec_Proceso_Area_1624 para el área 1624, la función FC5_Sec_Proceso_Area_1626 para el área 1626 y la función FC5_Sec_Proceso_Area_1628 para el área 1628. Cada equipo emplea un bloque de función según la tabla 10 y variables simbólicas almacenadas en bloques de datos DB correspondientes.

Tabla 10: Lista de equipos a controlar en el área 1621, 1624, 1626 y 1628

Nº	Descripción	Tag	FB empleado
1	Extractor centrífugo	1621-FA-0001	FB4
2	Extractor centrífugo	1621-FA-0002	FB4
3	Extractor centrífugo	1621-FA-0003	FB4
4	Extractor centrífugo	1621-FA-0004	FB4
5	Bomba de sumidero	1621-PU-0009	FB4
6	Bomba neumática	1624-PU-0006	FB6
7	Bomba neumática	1624-PU-0007	FB6
8	Bomba neumática	1624-PU-0008	FB6
9	Bomba neumática	1624-PU-0009	FB6

10	Calefactor	1624-IH-0001	FB7
11	Calefactor	1624-IH-0002	FB7
12	Bomba neumática	1624-PU-0010	FB6
13	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0020	FB5
14	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0021	FB5
15	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0022	FB5
16	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0023	FB5
17	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0024	FB5
18	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0025	FB5
19	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-0026	FB5
20	Baliza/Sirena	1624-YL/XA-RIO-001	FB8
21	Extractor centrífugo	1626-FA-0001	FB4
22	Extractor centrífugo	1626-FA-0002	FB4
23	Extractor centrífugo	1626-FA-0003	FB4
24	Bomba de sumidero	1626-PU-0005	FB4
25	Bomba de agua de lavado	1628-PU-0001	FB4
26	Bomba de agua recuperación	1628-PU-0003	FB4
27	Bomba de agua de lavado auxiliar	1628-PU-0002	FB4
28	Baliza/Sirena	1628-YL/XA-0002	FB5
29	Baliza/Sirena	1628-YL/XA-RIO-001	FB8

Nota: Elaboración propia.

f) FC9_Alarmas

En esta función se agrupan todas las alarmas y fallas que el sistema programado puede reconocer, se ha utilizado una subrutina exclusiva con el fin de minimizar el tiempo de depuración en la etapa de puesta en marcha.

g) FC10_Animaciones

Esta función contiene la programación para la animación de los equipos que son visualizados en la pantalla HMI.

h) FC11_Microfiltrado

En esta función las variables físicas provenientes de la red profinet de la integración de los 4 tableros de microfiltrado 1624-FI-0001, 1624-FI-0002, 1624-FI-0003 y 1624-FI-0004 son almacenadas en variables

simbólicas.

3.5.8.1.3 Programa principal OB1

El OB1 para este proyecto es considerado el programa principal del PLC, este bloque se ejecuta repetidamente de inicio a fin, llamando las subrutinas o funciones FC previamente explicadas, según el orden mostrado en la tabla 11.

Tabla 11: Lista de subrutinas que contiene el OB1

N°	Descripción	FC
1	FC1_Imagen_PLC_IN_OUT	FC1
2	FC2_Procesado_AI	FC2
3	FC3_Imagen_PB_IN_OUT	FC3
4	FC4_Procesado_Señales_Profibus	FC4
5	FC5_Sec_Proceso_Area_1621	FC5
6	FC6_Sec_Proceso_Area_1624	FC6
7	FC7_Sec_Proceso_Area_1626	FC7
8	FC8_Sec_Proceso_Area_1628	FC8
9	FC9_Alarmas	FC9
10	FC10_Aniamaciones	FC10
11	FC11_Microfiltrado	FC11

Nota: Elaboración propia.

3.5.8.1.4 Programa de interrupción cíclica OB30

El OB30 para este proyecto actúa como un programa de interrupción cíclica, es decir que el programa principal OB1 se detendrá cada cierto tiempo de manera cíclica para ejecutar instrucciones programadas en el OB30. El OB30 se encarga de monitorear el estado activo o en falla de cada uno de los módulos que se encuentran instalados en las redes de comunicación profibus DP y profinet, mostrados en la tabla 12.

Tabla 12: Lista de módulos para monitoreo por el OB30

Nº nodo o IP	Descripción	Red
ID: 2	1628-PU-0001	Profibus DP
ID: 3	1628-PU-0003	Profibus DP
ID: 4	1628-PU-0002	Profibus DP
ID: 5	1621-PU-0009	Profibus DP
ID: 6	1621-FA-0001	Profibus DP
ID: 7	1621-FA-0002	Profibus DP
ID: 8	1621-FA-0003	Profibus DP
ID: 9	Reserva	Profibus DP
ID: 10	1633-PU-004	Profibus DP
ID: 11	1621-FA-0004	Profibus DP
ID: 16	1633-PCC-001	Profibus DP
10.20.2.60	1624-FI-0001	Profinet
10.20.2.62	1624-FI-0002	Profinet
10.20.2.64	1624-FI-0003	Profinet
10.20.2.66	1624-FI-0004	Profinet

Nota: Elaboración propia.

3.5.8.2 Programación del HMI. La programación del HMI se compone básicamente de la elaboración de las imágenes, estas se pueden separar en 2 grupos, pantallas y faceplates. Una pantalla trata de presentar una visualización completa o panorámica del proceso a controlar, en algunas ocasiones de un área o sección si el proceso es más complejo, mientras que un faceplate se centra en visualizar las características o propiedades de un equipo o sistema en específico, además comprende enlazar las variables del PLC con los objetos en las pantallas y faceplates, crear una lista de alarmas y configurar la administración de usuarios. Para la construcción del proyecto se ha elaborado 20 pantallas y 5 grupos de faceplates, como se muestra en la figura 20.



Figura 20: Lista de pantallas en el programa del HMI. Fuente: Elaboración propia

3.5.8.2.1 Pantallas del HMI

Se muestra la pantalla de presentación del HMI, las demás se muestran en los anexos.



Figura 21: Pantalla de presentación. Fuente: Elaboración propia

3.5.8.2.1 Faceplates del HMI

Para la elaboración de los faceplates se han agrupado en 5 grupos.

a) Faceplate de bomba neumática

Elaborados para los 5 equipos mostrados en la figura 22. El faceplate se muestra en la figura 23.

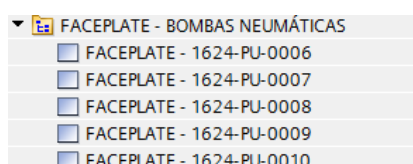


Figura 22: Grupo de faceplate de bomba neumática. Fuente: Elaboración propia

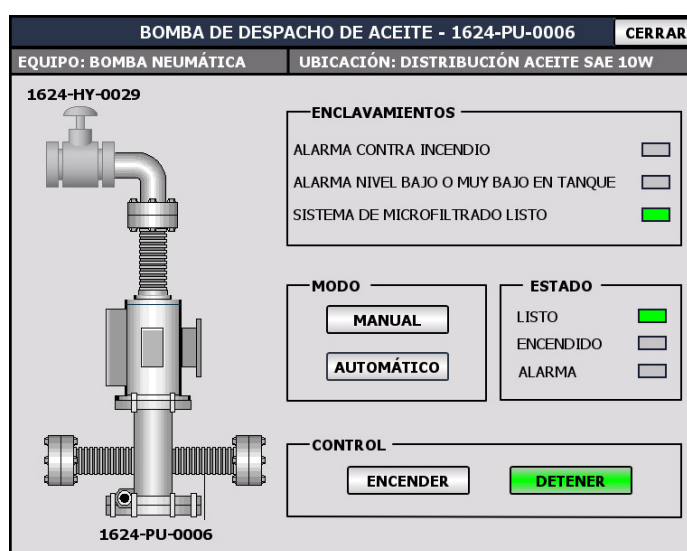


Figura 23: Faceplate de una bomba neumática. Fuente: Elaboración propia

b) Faceplate de motor

Elaborados para los 13 equipos mostrados en la figura 24. El faceplate se muestra en la figura 25.

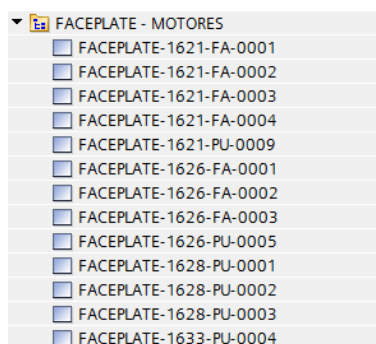


Figura 24: Grupo de faceplate de motores. Fuente: Elaboración propia

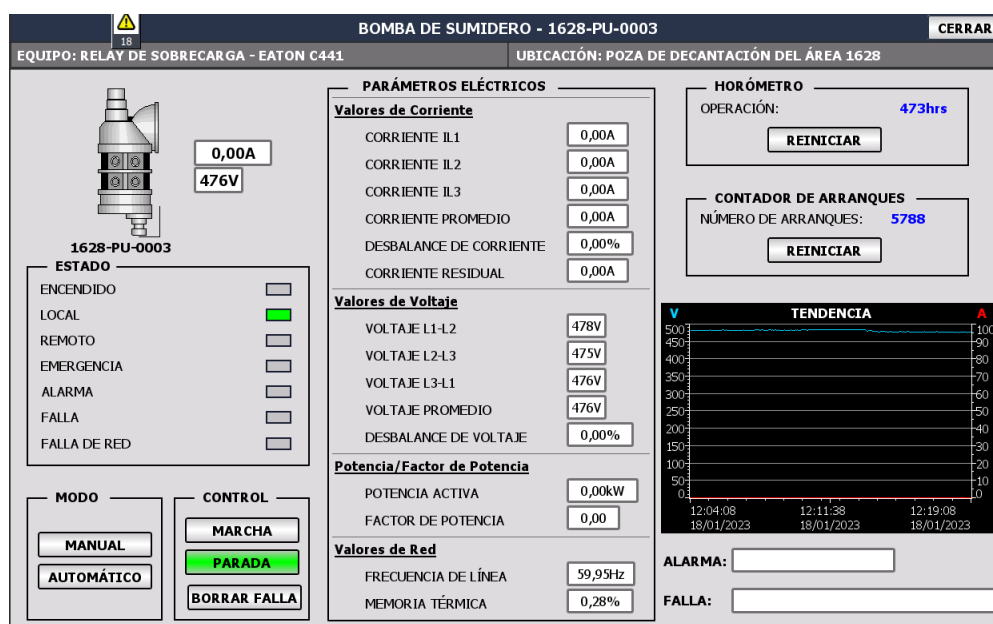


Figura 25: Faceplate de un motor. Fuente: Elaboración propia

c) Faceplate del sistema de calefacción

Un solo faceplate fue elaborado para los calefactores de inmersión 1624-IH-0001 y 1624-IH-0002.

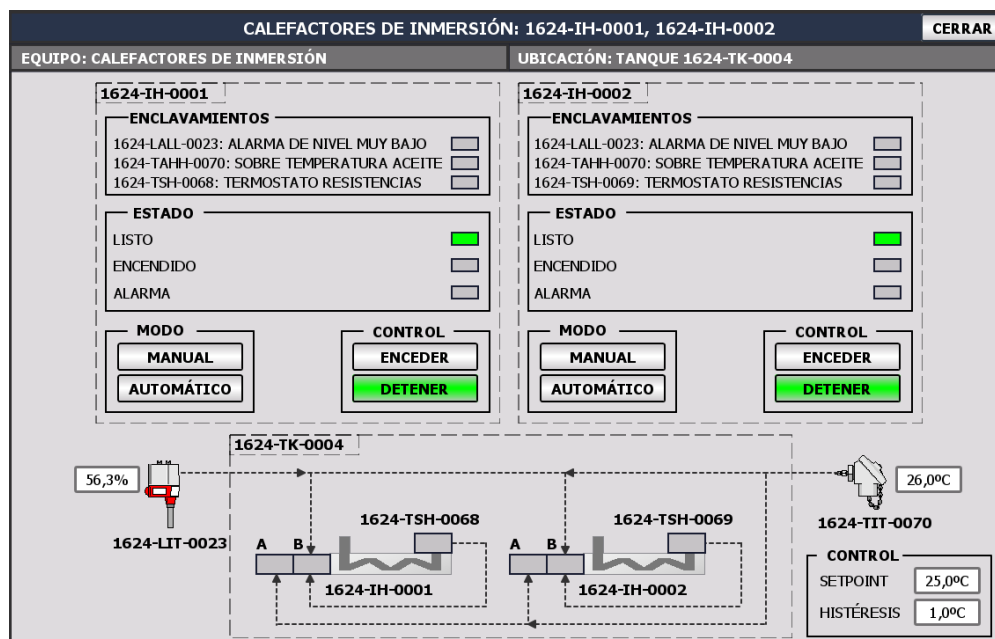


Figura 26: Faceplate de los calefactores de inmersión. Fuente: Elaboración propia

d) Faceplate de sistema de microfiltrado

Elaborado para los 4 equipos mostrados en la figura 27. El faceplate se muestra en la figura 28.

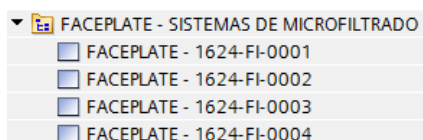


Figura 27: Grupo de faceplate sistema de microfiltrado. Fuente: Elaboración propia

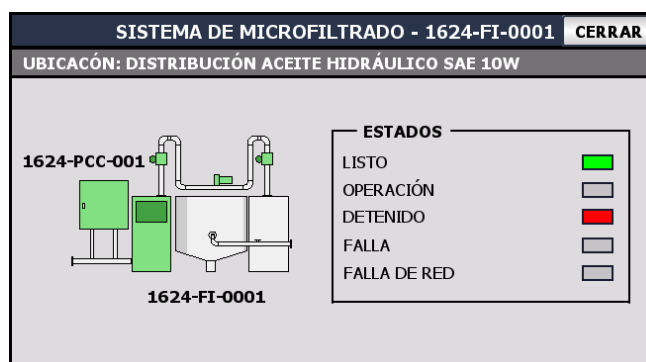


Figura 28: Faceplate del sistema de microfiltrado. Fuente: Elaboración propia

e) Faceplate de instrumento analógico

Elaborados para los 9 equipos mostrados en la figura 29. El faceplate se muestra en la figura 30.

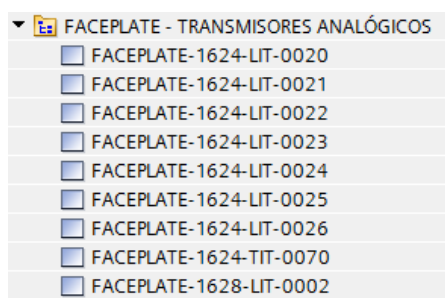


Figura 29: Grupo de faceplate de instrumentos analógicos. Fuente: Elaboración propia

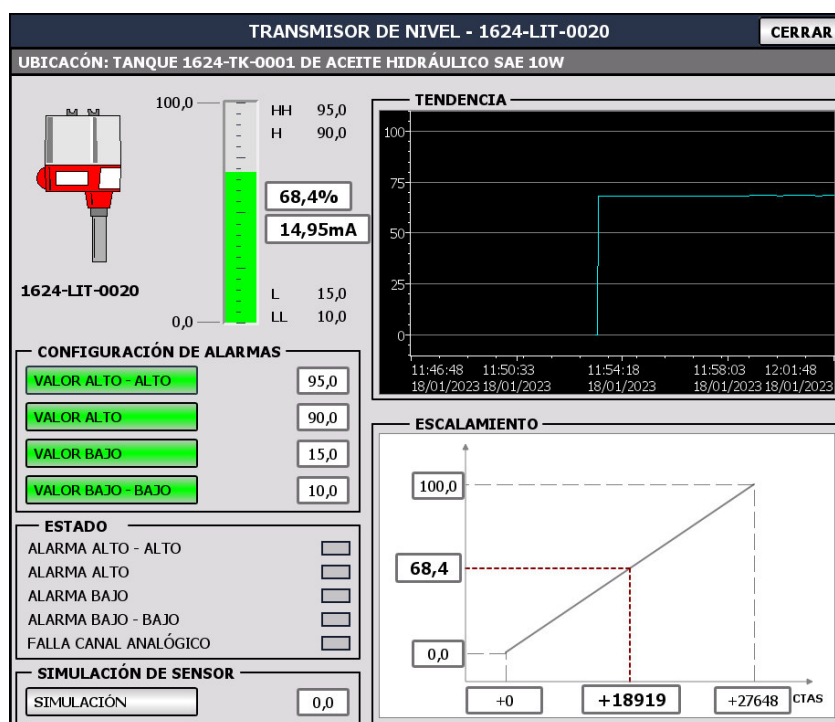


Figura 30: Faceplate de instrumento analógico. Fuente: Elaboración propia

3.5.9 Pruebas de la programación

Las pruebas de programación se realizaron en el taller de la empresa JHAD,

durante estas pruebas se verifican el estado de cada canal digital y analógico, así como la lógica de control programada en el PLC y HMI, para ello al no contar aún con la instrumentación o los equipos a integrar de las redes profibus DP y profinet, se realiza mediante una simulación en el mismo software de desarrollo TIA Portal. Se genera un formato de prueba FAT relacionado con la programación, el cual se muestra en el anexo de este informe, y es entregada al cliente junto con la fabricación de los tableros.

3.5.10 Despliegue de la solución

Este punto contempla las pruebas que se realizaron durante el comisionamiento y la puesta en marcha del sistema, pruebas en campo con todo el equipamiento instalado.

Se realizó las pruebas de los equipos conectados a las entradas y salidas digitales y analógicas, según se muestra en la tabla 13, donde se muestra que son 47 los equipos conectados, es importante mencionar que no se está contemplando equipos del área 1626 porque aún no está construida. En total son 9 dispositivos discretos como entradas digitales, 29 como salidas digitales y 9 dispositivos analógicos. Cada uno de las señales son registradas en un formato de pruebas CAT, los cuales son mostrados en los anexos de este informe. Con estas pruebas lo que se debe garantizar es que la conexión eléctrica, la identificación en los cables, el nivel de voltaje, la configuración de los sensores y transmisores sea el esperado.

Tabla 13: Lista de equipos conectados a entradas y salidas digitales y analógicas

N°	Tipo	Descripción	Tag
1	Entrada digital	Interruptor de alarma en panel de detección	1621-FAP-101
2	Entrada digital	Interruptor de temperatura alta	1624-TSH-0068
3	Entrada digital	Interruptor de temperatura alta	1624-TSH-0069
4	Entrada digital	Interruptor de nivel alto	1621-LSH-0024

5	Entrada digital	Interruptor de nivel bajo	1621-LSL-0024
6	Entrada digital	Interruptor de nivel bajo	1628-LSL-0010
7	Entrada digital	Interruptor de nivel alto	1628-LSH-0010
8	Entrada digital	Interruptor de presión alta	1628-PSH-0001
9	Entrada digital	Interruptor de presión alta	1628-PSH-0002
10	Salida digital	Baliza	1624-YL-0020
11	Salida digital	Sirena	1624-XA-0020
12	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0029
13	Salida digital	Baliza	1624-YL-0021
14	Salida digital	Sirena	1624-XA-0021
15	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0035
16	Salida digital	Baliza	1624-YL-0022
17	Salida digital	Sirena	1624-XA-0022
18	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0042
19	Salida digital	Baliza	1624-YL-0023
20	Salida digital	Sirena	1624-XA-0023
21	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0048
22	Salida digital	Baliza	1624-YL-0024
23	Salida digital	Sirena	1624-XA-0024
24	Salida digital	Válvula solenoide	1624-HY-0052
25	Salida digital	Baliza	1624-YL-0025
26	Salida digital	Sirena	1624-XA-0025
27	Salida digital	Baliza	1624-YL-0026
28	Salida digital	Sirena	1624-XA-0026
29	Salida digital	Baliza	1624-YL-RIO-001
30	Salida digital	Sirena	1624-XA-RIO-001
31	Salida digital	Control de temperatura	1624-IH-0001A
32	Salida digital	Sobre temperatura o nivel bajo	1624-IH-0001B
33	Salida digital	Control de temperatura	1624-IH-0002A
34	Salida digital	Sobre temperatura o nivel bajo	1624-IH-0002B
35	Salida digital	Baliza	1628-YL-0002
36	Salida digital	Sirena	1628-XA-0002
37	Salida digital	Baliza	1628-YL-RIO-001
38	Salida digital	Sirena	1628-XA-RIO-001
39	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0020
40	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0021
41	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0022
42	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0023
43	Entrada analógica	Transmisor indicador de temperatura	1624-TIT-0070

44	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0024
45	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0025
46	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1624-LIT-0026
47	Entrada analógica	Transmisor indicador de nivel	1628-LIT-0028

Nota: Elaboración propia.

También se realiza las pruebas para los equipos integrados en las redes de profibus DP y profinet, con el fin de garantizar que las señales provenientes de esas redes sean las esperadas. En la tabla 14 se muestra que son 14 los equipos conectados, es importante mencionar que no se está contemplando equipos del área 1626 porque aún no está construida. En total son 10 equipos integrados por la red profibus DP y 4 los equipos integrados por la red profinet. Cada uno de los equipos presenta un registro de pruebas CAT en un formato, los cuales son mostrados en los anexos de este informe. Con estas pruebas lo que se debe garantizar es que los equipos a integrar estén bien configurados y que las señales de entrada y salida de cada equipo sea el esperado.

Tabla 14: Lista de equipos integrados en las redes profibus DP y profinet

N°	Red	Descripción	Tag
1	Profibus DP	Bomba de agua de lavado	1628-PU-0001
2	Profibus DP	Bomba de agua recuperación	1628-PU-0003
3	Profibus DP	Bomba de agua de lavado auxiliar	1628-PU-0002
4	Profibus DP	Bomba de sumidero	1621-PU-0009
5	Profibus DP	Extractor centrífugo	1621-FA-0001
6	Profibus DP	Extractor centrífugo	1621-FA-0002
7	Profibus DP	Extractor centrífugo	1621-FA-0003
8	Profibus DP	Bomba de trasvase	1633-PU-004
9	Profibus DP	Extractor centrífugo	1621-FA-0004
10	Profibus DP	Tablero de fuerza y control	1633-PCC-001
11	Profinet	Sistema de microfiltrado	1624-FI-0001
12	Profinet	Sistema de microfiltrado	1624-FI-0002
13	Profinet	Sistema de microfiltrado	1624-FI-0003

14	Profinet	Sistema de microfiltrado	1624-FI-0004
Nota: Elaboración propia.			

Finalmente se realizan las pruebas de la puesta en marcha, durante estas pruebas se encienden y apagan los equipos en los modos local, remoto, manual y automático según corresponda, se prueban los interlocks programados de cada equipo, se evidencia la activación de todas las alarmas, así como la operatividad de los pulsadores incluyendo las paradas de emergencia, además se prueba los permisos de usuarios programados en el HMI, así como su navegación y despliegue de las pantallas y faceplate de cada equipo.

3.5.11 Mantenimiento de la solución

El mantenimiento de los tres tableros de control debe ser ejecutado por el personal correspondiente de minera, se recomienda un mantenimiento preventivo y correctivo según sea necesario, para el caso del mantenimiento preventivo, se debe verificar el funcionamiento de la ventilación forzada, reemplazar los filtros y de ser necesario el ventilador, verificar el estado de polución en el interior de los tableros, verificar las partes mecánicas como la puerta, la pintura o el soporte, verificar los puntos calientes que se pudieran generar en el interior de los tableros y reajustar a los tornillos en las borneras de conexión, verificar el aterramiento. Por otro lado, el PLC y HMI cuentan con una lista de alarmas para alertar al operador de las posibles fallas detectadas. Además, se ha entregado el proyecto con la última revisión del programa tanto del PLC como del HMI al personal de la minería para que se tenga un respaldo o puedan realizar modificaciones a partir de estas, las cuales es recomendable realizarlas bajo un sistema de control de cambios y versiones, de la misma manera para los cambios que pudieran surgir en los planos eléctricos.

3.6 Resultados

- Se logró la integración hacia el PLC de un total de 9 dispositivos discretos como entradas digitales, 29 como salidas digitales y 9 dispositivos analógicos.
- Se logró la integración de los 10 dispositivos de la red profibus DP y los 4 dispositivos de la red profinet.
- Se logró implementar el control remoto en modo manual de los 4 extractores centrífugos 1621-FA-0001, 1621-FA-0002, 1621-FA-0003 y 1621-FA-0004 a través del HMI.
- El control on/off automático de la bomba de sumidero 1621-PU-0009 y de la bomba de recuperación de agua 1628-PU-0003 a través de los interruptores de nivel 1621-LSL/H-0024 y 1628-LSL/H-0010 respectivamente resultaron exitosamente.
- Se probó con éxito el control manual y automático de las bombas neumáticas de despacho de aceite y refrigerante 1624-PU-0006, 1624-PU-0007, 1624-PU-0008, 1624-PU-0009 y 1624-PU-0010.
- El control on/off por temperatura con histéresis 1624-TC-0070 de los calefactores de inmersión 1624-IH-0001 y 1624-IH-0002 funcionó correctamente.
- Las 8 sirenas y balizas 1624-YL/XA-0020, 1624-YL/XA-0021, 1624-YL/XA-0022, 1624-YL/XA-0023, 1624-YL/XA-0024, 1624-YL/XA-0025, 1624-YL/XA-0026 y 1628-YL/XA-0002 funcionaron según la configuración de alarmas realizadas en la pantalla del HMI.
- El modo local y remoto de las bombas de lavado 1628-PU-0001 y 1628-PU-0002 funcionaron correctamente.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

4.1 Justificación

La automatizar el truck shop ha reducido la participación del operador disminuyendo de la probabilidad de la ocurrencia de un accidente, el PLC realiza una constante supervisión y puede generar alarmas dando aviso al operador ante una falla además detiene o evita el encendido de un equipo cuando se activan los interlocks de seguridad evitando daños en los operadores y bombas, extractores, tuberías, e infraestructura del truck shop en general. La automatización hizo posible que la operación del truck shop se realice con una cantidad mínima de operadores, además el PLC brinda información acerca del estado de los equipos permitiendo al operador programar un mantenimiento oportuno evitando daños mayores traduciéndose esto como un ahorro económico a largo plazo. La programación de la automatización del truck shop se ha realizado mediante bloques organizados esto permite que las modificaciones futuras se desarrollen eficientemente, minimizando el tiempo y el costo de dicha actividad.

4.1.1 Evaluación económica

En la tabla 15 se muestra el presupuesto utilizado para la automatización del truck shop de las actividades desarrollada por JHAD Ingenieros, los precios son de abril de 2019.

Tabla 15: Presupuesto del proyecto

	Precio de costo		Precio de venta	
Total equipamiento	S/	74,552.83	S/	100,646.32
Ingeniería	S/	2,500.00	S/	5,000.00
Fabricación	S/	6,000.00	S/	12,000.00
Consumibles	S/	2,000.00	S/	4,000.00
Programación	S/	5,000.00	S/	10,000.00
Logística	S/	1,500.00	S/	3,000.00
Embalaje y flete	S/	500.00	S/	1,000.00
Puesta en marcha	S/	8,000.00	S/	16,000.00
Otros gastos	S/	1,563.05	S/	1,563.05
Subtotal	S/	101,615.88	S/	153,209.37
Igv (18%)	S/	18,290.86	S/	27,577.69
Total	S/	119,906.74	S/	180,787.06

Nota: Elaboración propia

Tabla 16: Evaluación de utilidad

Total precio de costo	S/ 101,615.88
Total precio de venta	S/ 153,209.37
Total utilidad	S/ 51,593.49

Nota: Elaboración propia

Las utilidades al término del proyecto fueron del 33.68%

4.2 Descripción de la implementación

La implementación del proyecto de automatización del truck shop de Mina Justa se puede dividir en tres grandes actividades, la primera es la fabricación de los tableros de control las cuales fueron realizadas siguiendo un procedimiento establecido el cual permitió desarrollar dicha actividad con eficiencia y entregar el producto con una calidad y terminación que la industria

minera demanda, la segunda actividad es la programación la cual fue desarrollada con el software TIA Portal siguiendo un orden, un control de cambios y una estructura de bloques reutilizables se pudo terminar la actividad dentro de los tiempos asignados, la tercera y última actividad son las pruebas en campo, el comisionamiento y la puesta en marcha, la cual fue desarrollada con un equipo multidisciplinario junto a especialistas mecánicos, eléctricos e instrumentistas se ha realizado con éxito cada prueba en cada equipo, siguiendo un procedimiento escrito de trabajo seguro necesario en toda actividad industrial como es la minería.

4.3 Conclusiones

La automatización del truck shop del proyecto Mina Justa se desarrolló e implementó exitosamente dentro de los plazos estimados generando una utilidad y experiencia profesional para todos los involucrados.

- Se analizó la información preliminar como los planos y documentos y se conoció el equipamiento que conforma el truck shop.
- Se realizaron los diseños de los tableros de control, se fabricaron y ensamblaron.
- Se analizó los diagramas P&ID y la filosofía de control y se logró plantear la programación de los controladores y se desarrolló las interfaces hombre-máquina del truck shop.
- Se realizaron las pruebas de comisionamiento y puesta en marcha en el tiempo planificado y buenos resultados.

CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

El desarrollo del trabajo ha generado una experiencia de aprendizaje para la empresa y todos los involucrados, además de buenas prácticas para futuros proyectos, se citan los más relevantes:

- El uso de máquinas virtuales hace el desarrollo de la programación flexible y práctico, se ha utilizado VMware Profesional.
- El uso de bloques de función FB para la reutilización de códigos durante la programación de equipos con las mismas características o funcionalidad optimiza el tiempo de programación.
- En la programación en TIA Portal es posible exportar los bloques de función a futuros proyectos donde se utilicen equipamiento similar.
- La importancia de contar con la ingeniería de detalle en revisión 0, permite el desarrollo del proyecto bajo la metodología cascada, teniendo un punto de partida definido evitando rediseñar tanto en la fabricación de los tableros como en la programación.
- Evaluar el desarrollo del diseño de los tableros de control con el software Eplan Electric y Propanel, a fin de minimizar el tiempo de diseño usando las librerías que este programa posee.
- Tener la documentación preparada como pruebas CAT, SAT antes de arribar para la puesta en marcha ya que el tiempo en mina es muy limitado.

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

American National Standard (2009). *ANSI/ISA-5.1-2009 Instrumentation Symbols and Identification*.

Creus Solé, A. (2011). *Instrumentación Industrial* (8. Ed.). Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V.

Davis, B. y Radford D. (2014). *Going Beyond The Waterfall Managing Scope Effectively Across the Project Life Cycle*. J.Ross Publishing.

García Moreno, E. (2001). *Automatización de Procesos Industriales*. Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V.

Gutiérrez Hinestroza, M. y Iturralde Kure, S. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control*. Editorial UPSE.

Gutiérrez Ramírez, H. (2010). *Automatización Industrial: Teoría y Laboratorio*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

HLC Ingeniería y Construcción (2019). proyecto Mina Justa *EPC Mine Maintanance facilities*.

Lamb, F. (2013). *Industrial Automation*. Mc Graw Hill Education.

Martín Castillo, J. y García García, M. (2016). *Automatismos Industriales*.

Munayco Ormeño, J. (2017) en su tesis “Automatización de pruebas de cilindros telescópicos de levante de tolvas en camiones mineros”.

[Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/9782>

Ojeda Chinchayán, C. (2012). *Diseño de un sistema de automatización industrial para el sistema de bombeo de aguas ácidas*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/4795>

Orozco Loayza, G. (2013). *Desarrollo de una Interfaz Hombre-Máquina aplicado a un Sistema de Detección de Fallos en una Planta Intercambiadora de Calor*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/5277>

Rodríguez Fernández, J., Cerdá Filiu, L. y Bezos Sánchez-Horneros, R. (2014). *Automatismos Industriales*. Ediciones Paraninfo, SA.

Sanchis Llopis, R., Romero Pérez, J. y Ariño Latorre, C. (2010). *Automatización industrial*. Universitat Jaume I.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires [UTN.BA] (2022a). *Gestión y administración de proyectos de automatización. Módulo I: Proyecto de automatización. Unidad 1: Sistemas de automatización*. Centro de e-Learning SCEU UTN - BA.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires [UTN.BA] (2022b). *Gestión y administración de proyectos de automatización. Módulo I: Proyecto de automatización. Unidad 2: Gestión de proyectos de automatización*. Centro de e-Learning SCEU UTN - BA.

CAPÍTULO VII: ANEXOS

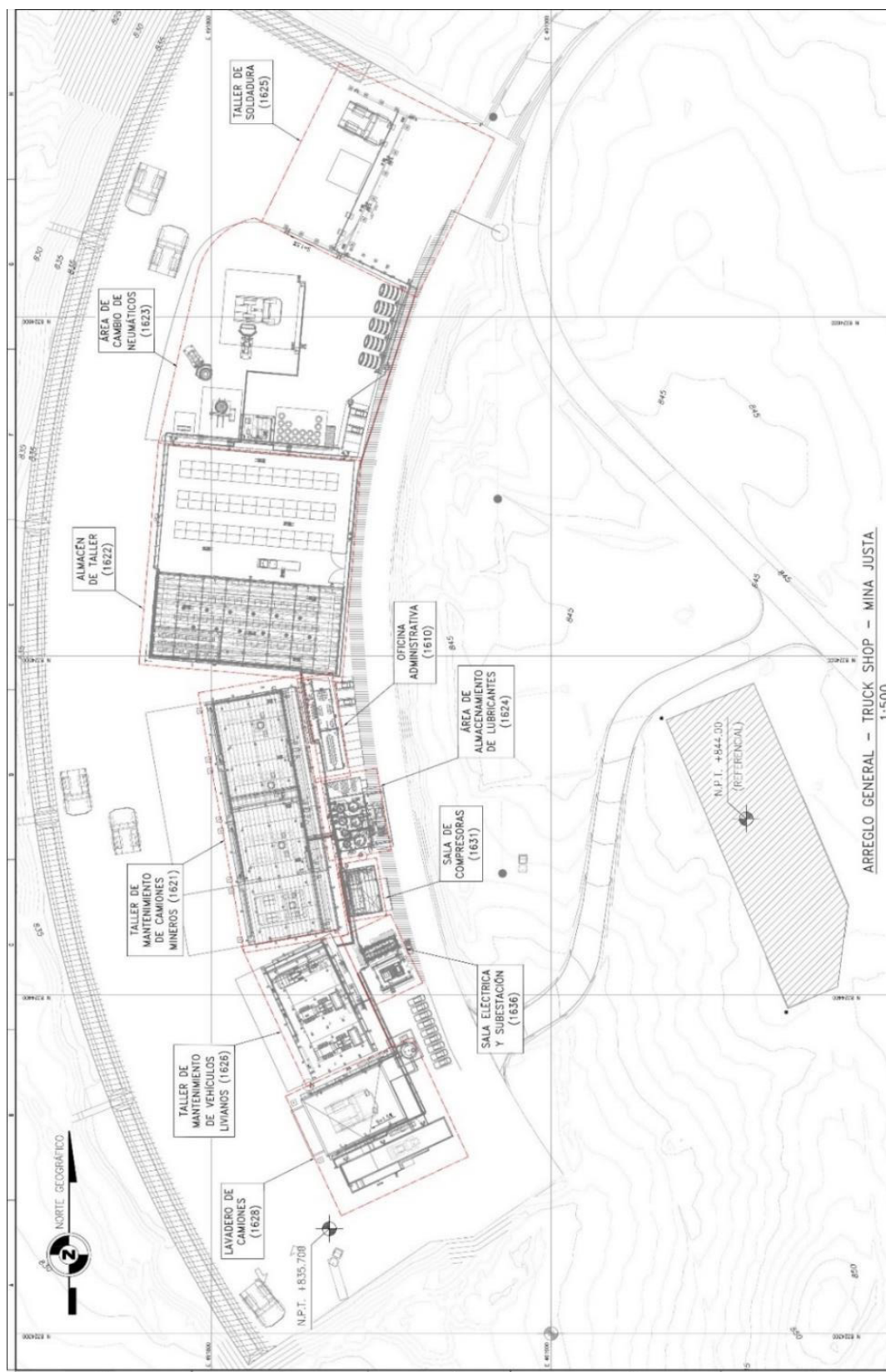
Anexo A: Tabla de identificación de letras ANSI-ISA-5.1 2009

First letters		Secceeding letters		
Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5
Measure/Initiating Variable	Variable Modifier	Readout/Passive Function	Output/Active Function	Function Modifier
A	Analysis (2)(3)(4)	Alarm		
B	Burner, Combustion(2)	User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)
C	User's Choice (3a)(5)		Control (23a)(23e)	Close (27b)
D	User's Choice (3a)(5)	Difference, differential (11a)(12a)		Deviation (28)
E	Voltage (2)	Sensor, Primary Element		
F	Flow, Flow Rate (2)	Ratio (12b)		
G	User's Choice	Glass, Gauge, Viewing Device (16)		
H	Hand (2)			High (27a)(28a)(29)
I	Current (2)	Indicate (17)		
J	Power (2)	Scan (18)		
K	Time, Schedule (2)	Time Rate of Change (12c)(13)	Control Station (24)	
L	Level (2)	Light (19)		Low (27b)(28)(29)
M	User's Choice (3a)(5)			Middle, Intermediate (27c)(28)(29)
N	User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)	User's Choice (5)
O	User's Choice (5)	Orifice, Restriction		Open (27a)
P	Pressure (2)	Point (Test Connection)		

First letters		Secceeding letters		
Column 1	Column 2	Column 1	Column 2	Column 1
Measure/Initiating Variable	Variable Modifier	Measure/Initiating Variable	Variable Modifier	Measure/Initiating Variable
Q Quantity (2)	Ingrate, Totalize (11b)	Ingrate, Totalize		
R Radiation (2)		Record (20)		Run
S Speed, Frequency (2)	Safety (14)		Switch (23b)	Stop
T Temperature (2)			Transmit	
U Multivariable (2)(6)		Multifunction (21)	Multifunction (21)	
V Vibration, Mechanical Analysis (2)(4)(7)			Valve, Damper, Louver (23c)(23e)	
W Weight, Force (2)		Well, Probe		
X Unclassified (8)	X-axis (11c)	Accessory devices (22), Unclassified (8)	Unclassified (8)	Unclassified (8)
Y Event, State, Presence (2)(9)	Y-axis (11c)		Auxiliary Devices (23d)(25)(26)	
Z Position, Dimension (2)	Z-axis (11c), Safety Instrumented System (30)		Driver, Actuator, Unclassified final control element	

Nota: Adaptado de ANSI/ISA-5.1-2009 Instrumentation Symbols and Identification (p.30), por American National Standard, 2009.

Anexo B: Arreglo general del truck shop de Mina Justa



Arreglo general - truck shop. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

Anexo C: Hoja de datos de los tableros

Hoja de datos del tablero de control 1636-PCC-0001

HOJA DE DATOS DEL TABLERO DE CONTROL (1636-PCC-0001)		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	PROPUESTA
1.- Unidad de control		
Fabricante	VTs	Siemens
Modelo	VTs	6ES7511-1AK02-0AB0
Tipo	Controlador de procesos basado en PLC	CPU 1511-1 PN
Cantidad	1	1
Capacidad	VTs	150 KB para programa y 1 MB para datos
Alimentación	24V DC	24V DC
Procesador	VTs	CPU 1511-1 PN
Comunicación	Ethernet/IP	Ethernet/IP
1.1.- Módulo Ethernet/IP		
Dispositivo	Requerido	Integrado
Cantidad de puertos	1	2
Modelo	VTs	Integrado
1.2.- Módulo de comunicación Profibus DP (Master)		
Dispositivo	Requerido	Procesador de comunicaciones CP 1542-5
Cantidad	1	1
Modelo	VTs	6GK7542-5FX00-0XE0
1.3.- Módulo de Fuente de Alimentación		
Voltaje Entrada	120V AC, 60Hz	85-132V AC, 47-63Hz
Voltaje Salida	24V DC	24V DC
Corriente Salida	5A o VTs	5A
Redundancia	No Requerido	No disponible
Modelo	VTs	6EP1333-2BA20
1.4.- Entradas Discretas		
Cantidad de entradas	1	1
Reservas de entradas	20% min.	20% min.
Tarjetas	1	1
Entradas por tarjeta	16 Entradas	16 Entradas
Tipo de entrada	120V AC, 60Hz	120/230V AC, 50/60Hz
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido

Modelo	VTS	6ES7521-1FH00-0AA0
2.- Gabinete		
Ubicación	Área 1636 - Sala Eléctrica 1636-ER-01	Área 1636 - Sala Eléctrica 1636-ER-01
Dimensiones (A,An,P) en mm	1200x800x300	1200x800x300
Grado de Protección	NEMA 4	NEMA 4
Color	Ral 7035	Ral 7035
Referencia	Rittal o similar	Rittal
Modelo	VTS	AE 1280.500
Tipo de montaje	Para adosar	Para adosar
Alimentación	Interruptores automáticos	Interruptores automáticos
Tomacorriente	5A, 120V AC, 60Hz	15A, 125V AC, 60Hz
Iluminación	Fluorescente, 120V AC, 60Hz	LED, 100-240V AC, 50/60Hz
Ventilación	120V AC, 60Hz	63m³/h, 115V AC, 50/60Hz
Calefacción	120V AC, 60Hz	63W, 100-240V AC, 50/60Hz
Identificación	TAG de equipo	En acero inoxidable
Portaplanos	Requerido	PVC A4
Aterramiento	Barra eléctrica e instrumentación	Barra eléctrica e instrumentación
Accesorios	Soporte	Kit de fijación mural
Pruebas	FAT	FAT
3.- Switch Ethernet		
Fabricante	Hirschmann o similar	Allen Bradley
Modelo	VTS	1783-HMS8T4CGN
Alimentación	24V DC o VTS	24V DC
Cantidad	1	1
Tipo de montaje	Riel DIN	Riel DIN
Administrable	NO	Sí
Interfaz Óptica		
Interfaces 1Gbps	4 SFP (Tx/Rx)	4 SFP (Tx/Rx) Combo
Transceptores SFP	2	2
Modelo	VTS	FOD-GLC-LH-SMD
Velocidad de transmisión	1 Gbps	1 Gbps
Tipo de conexión	LC Dúplex	LC Dúplex
Tipo de fibra	Monomodo (SM) - G.652.D	Monomodo (SM) - G.652.D
Ventana de Tx/Rx	1310nm	1310nm
Alcance	VTS	10km
Interfaz en Cobre		
Puerto de comunicación	10/100 Mbps	10/100 Mbps
Número de puertos	8	8

Tipo de conexión	RJ45	RJ45
Tipo de cable	STP Cat. 6A	STP Cat. 6A
4 - Caja de empalme para F.O.		
Cantidad	2	2
Fabricante	Furukawa o VTS	Furukawa
Modelo	VTS	DIO BW12
Tipo	Para montaje en interior	Instalación ambiente interno
Pigtail	24 unidades tipo LC	24 unidades tipo LC
Adaptadores ópticos	12 unidades LC Dúplex	12 unidades LC Dúplex
Bandeja ordenadora	Incluye	Incluye en caja de empalme
Patchcord	2 unidades LC-LC Dúplex	2 unidades LC-LC Dúplex

Notas

1.- VTS = especificado por el vendedor.

2.- El montaje del gabinete será mediante soporte/adornado y estará ubicado en campo.

3.- Rótulo de identificación de tablero en acero inoxidable con letras en color negro.

Nota: Adaptado de HLC Ingeniería y Construcción (2019).

Hoja de datos del tablero remoto I/O 1624-RIO-001

HOJA DE DATOS DEL TABLERO REMOTO I/O (1624-RIO-001)		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	PROPUESTA
1.- Unidad Remota		
Fabricante	VTS	Siemens
Modelo	VTS	6ES7155-5AA00-0AA0
Tipo	Remoto I/O	IM 155-5 PN BA
Cantidad	1	1
Capacidad	VTS	hasta 12 módulos IO
Alimentación	24V DC	24V DC
Procesador	No Requerido	No Requerido
Comunicación	Ethernet/IP	Ethernet/IP
1.1.- Módulo Ethernet/IP		
Dispositivo	Requerido	Integrado
Cantidad de puertos	1	2
Modelo	VTS	Integrado
1.2.- Módulo de Fuente de Alimentación		
Voltaje Entrada	120V AC, 60Hz	85-132V AC, 47-63Hz
Voltaje Salida	24V DC	24V DC
Corriente Salida	5A o VTS	5A
Redundancia	No Requerido	No disponible
Modelo	VTS	6EP1333-2BA20

1.3.- Entradas Analógicas		
Cantidad de entradas	8	8
Reservas de entradas	20% min.	20% min.
Tarjetas	2	2
Entradas por tarjeta	8 Entradas	8 Entradas
Tipo de entrada	4 - 20mA	4 - 20mA
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido
Modelo	VTS	6ES7531-7KF00-0AB0
1.4.- Entradas Discretas		
Cantidad de entradas	4	4
Reservas de entradas	20% min.	20% min.
Tarjetas	1	1
Entradas por tarjeta	16 Entradas	16 Entradas
Tipo de entrada	120V AC, 60Hz	120/230V AC, 50/60Hz
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido
Modelo	VTS	6ES7521-1FH00-0AA0
1.5.- Salidas Discretas		
Cantidad de salidas	25	25
Reservas de salidas	20% min.	20% min.
Tarjetas	2	2
Salidas por tarjeta	16 salidas	16 salidas
Tipo de salida	Relé	Relé
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido
Modelo	VTS	6ES7522-5HH00-0AB0
2.- Gabinete		
Ubicación	Área 1624 - Almacén lubricantes	Área 1624 - Almacén lubricantes
Dimensiones (A,An,P) en mm	1200x800x300	1200x800x300
Grado de Protección	NEMA 4	NEMA 4
Color	Ral 7035	Ral 7035
Referencia	Rittal o similar	Rittal
Modelo	VTS	AE 1280.500
Tipo de montaje	Para adosar	Para adosar
Alimentación	Interruptores automáticos	Interruptores automáticos
Tomacorriente	5A, 120V AC, 60Hz	15A, 125V AC, 60Hz
Iluminación	Fluorescente, 120V AC, 60Hz	LED, 100-240V AC, 50/60Hz
Ventilación	120V AC, 60Hz	63m³/h, 115V AC, 50/60Hz

Calefacción	120V AC, 60Hz	63W , 100-240V AC, 50/60Hz
Identificación	TAG de equipo	En acero inoxidable
Portaplanos	Requerido	PVC A4
Aterramiento	Barra eléctrica e instrumentación	Barra eléctrica e instrumentación
Accesorios	Soporte	Kit de fijación mural
Pruebas	FAT	FAT

3.- Switch Ethernet

Fabricante	Hirschmann o similar	Allen Bradley
Modelo	VTS	1783-US8TG2GX
Alimentación	24V DC o VTS	24V DC
Cantidad	1	1
Tipo de montaje	Riel DIN	Riel DIN
Administrable	NO	NO

Interfaz Óptica

Interfaces 1Gbps	2 SFP (Tx/Rx)	2 SFP (Tx/Rx)
Transceptores SFP	1	1
Modelo	VTS	FOD-GLC-LH-SMD
Velocidad de transmisión	1 Gbps	1 Gbps
Tipo de conexión	LC Dúplex	LC Dúplex
Tipo de fibra	Monomodo (SM) - G.652.D	Monomodo (SM) - G.652.D
Ventana de Tx/Rx	1310nm	1310nm
Alcance	VTS	10km

Interfaz en Cobre

Puerto de comunicación	10/100 Mbps	10/100/1000 Mbps
Número de puertos	8	8
Tipo de conexión	RJ45	RJ45
Tipo de cable	STP Cat. 6A	STP Cat. 6A

4.- HMI - (Human Machine Interface)

Fabricante	VTS	Siemens
Modelo	VTS	6AV2123-2MB03-0AX0
Alimentación	24V DC o VTS	24V DC
Cantidad	1	1
Tipo pantalla	VTS	TFT
Tamaño	10" o VTS	12"
Comunicación	Ethernet/IP	Ethernet/IP, Profinet
Puertos	1P RJ45	1
Grado de Protección	IP65 o similar	IP65

5 - Caja de empalme para F.O.

Cantidad	1	1
Fabricante	Furukawa o VTS	Furukawa

Modelo	VTS	DIO BW12
Tipo	Para montaje en interior	Instalación ambiente interno
Pigtail	24 unidades tipo LC	24 unidades tipo LC
Adaptadores ópticos	12 unidades LC Dúplex	12 unidades LC Dúplex
Bandeja ordenadora	Incluye	Incluye en caja de empalme
Patchcord	1 unidad LC-LC Dúplex	1 unidad LC-LC Dúplex
6 - Baliza y Sirena		
Cantidad	1	1
Fabricante	VTS	Werma
Modelo	VTS	42412067
Tipo	Adosado al tablero	Montaje mural
Grado de Protección	IP65 o similar	IP65
Alimentación	120V AC, 60Hz	115V AC, 60Hz
Color	Rojo	Rojo
Notas		
1.- VTS = especificado por el vendedor.		
2.- El montaje del gabinete será mediante soporte/adosado y estará ubicado en campo.		
3.- Rótulo de identificación de tablero en acero inoxidable con letras en color negro.		
<i>Nota:</i> Adaptado de HLC Ingeniería y Construcción (2019).		

Hoja de datos del tablero remoto I/O 1628-RIO-001

HOJA DE DATOS DEL TABLERO REMOTO I/O (1628-RIO-001)		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	PROPUESTA
1.- Unidad Remota		
Fabricante	VTS	Siemens
Modelo	VTS	6ES7155-5AA00-0AA0
Tipo	Remoto I/O	IM 155-5 PN BA
Cantidad	1	1
Capacidad	VTS	hasta 12 módulos IO
Alimentación	24V DC	24V DC
Procesador	No Requerido	No Requerido
Comunicación	Ethernet/IP	Ethernet/IP
1.1.- Módulo Ethernet/IP		
Dispositivo	Requerido	Integrado
Cantidad de puertos	1	2
Modelo	VTS	Integrado
1.2.- Módulo de Fuente de Alimentación		
Voltaje Entrada	120V AC, 60Hz	85-132V AC, 47-63Hz
Voltaje Salida	24V DC	24V DC

Corriente Salida	5A o VTS	5A
Redundancia	No Requerido	No disponible
Modelo	VTS	6EP1333-2BA20
1.3.- Entradas Analógicas		
Cantidad de entradas	1	1
Reservas de entradas	20% min.	20% min.
Tarjetas	1	1
Entradas por tarjeta	8 Entradas	8 Entradas
Tipo de entrada	4 - 20mA	4 - 20mA
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido
Modelo	VTS	6ES7531-7KF00-0AB0
1.4.- Entradas Discretas		
Cantidad de entradas	6	6
Reservas de entradas	20% min.	20% min.
Tarjetas	1	1
Entradas por tarjeta	16 Entradas	16 Entradas
Tipo de entrada	120V AC, 60Hz	120/230V AC, 50/60Hz
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido
Modelo	VTS	6ES7521-1FH00-0AA0
1.5.- Salidas Discretas		
Cantidad de salidas	4	4
Reservas de salidas	20% min.	20% min.
Tarjetas	1	1
Salidas por tarjeta	16 salidas	16 salidas
Tipo de salida	Relé	Relé
Fusible individual	Incluido	Bornera portafusible
Indicación	Incluido	Incluido
Modelo	VTS	6ES7522-5HH00-0AB0
2.- Gabinete		
Ubicación	Área 1628 - Lavado de camiones	Área 1628 - Lavado de camiones
Dimensiones (A,An,P) en mm	1200x800x300	1200x800x300
Grado de Protección	NEMA 4	NEMA 4
Color	Ral 7035	Ral 7035
Referencia	Rittal o similar	Rittal
Modelo	VTS	AE 1280.500
Tipo de montaje	Para adosar	Para adosar
Alimentación	Interruptores automáticos	Interruptores automáticos

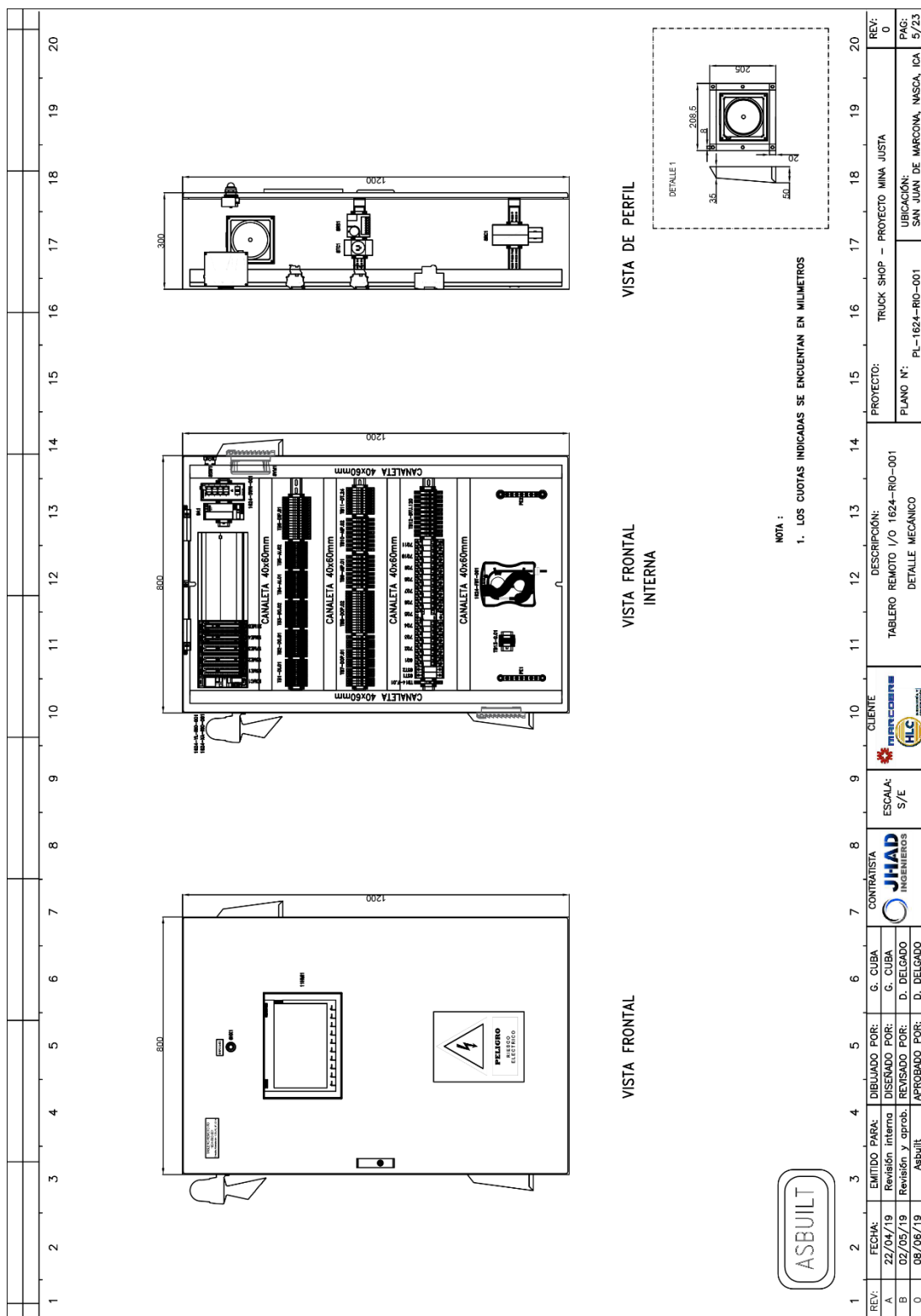
Tomacorriente	5A, 120V AC, 60Hz	15A, 125V AC, 60Hz
Iluminación	Fluorescente, 120V AC, 60Hz	LED, 100-240V AC, 50/60Hz
Ventilación	120V AC, 60Hz	63m³/h, 115V AC, 50/60Hz
Calefacción	120V AC, 60Hz	63W, 100-240V AC, 50/60Hz
Identificación	TAG de equipo	En acero inoxidable
Portaplanos	Requerido	PVC A4
Aterramiento	Barra eléctrica e instrumentación	Barra eléctrica e instrumentación
Accesorios	Soporte	Kit de fijación mural
Pruebas	FAT	FAT
3.- Switch Ethernet		
Fabricante	Hirschmann o similar	Allen Bradley
Modelo	VTS	1783-US8TG2GX
Alimentación	24V DC o VTS	24V DC
Cantidad	1	1
Tipo de montaje	Riel DIN	Riel DIN
Administrable	NO	NO
Interfaz Óptica		
Interfaces 1Gbps	2 SFP (Tx/Rx)	2 SFP (Tx/Rx)
Transceptores SFP	1	1
Modelo	VTS	FOD-GLC-LH-SMD
Velocidad de transmisión	1 Gbps	1 Gbps
Tipo de conexión	LC Dúplex	LC Dúplex
Tipo de fibra	Monomodo (SM) - G.652.D	Monomodo (SM) - G.652.D
Ventana de Tx/Rx	1310nm	1310nm
Alcance	VTS	10km
Interfaz en Cobre		
Puerto de comunicación	10/100 Mbps	10/100/1000 Mbps
Número de puertos	8	8
Tipo de conexión	RJ45	RJ45
Tipo de cable	STP Cat. 6A	STP Cat. 6A
4 - Caja de empalme para F.O.		
Cantidad	1	1
Fabricante	Furukawa o VTS	Furukawa
Modelo	VTS	DIO BW12
Tipo	Para montaje en interior	Instalación ambiente interno
Pigtail	24 unidades tipo LC	24 unidades tipo LC
Adaptadores ópticos	12 unidades LC Dúplex	12 unidades LC Dúplex
Bandeja ordenadora	Incluye	Incluye en caja de empalme
Patchcord	1 unidad LC-LC Dúplex	1 unidad LC-LC Dúplex

5 - Baliza y Sirena		
Cantidad	1	1
Fabricante	VTS	Werma
Modelo	VTS	42412067
Tipo	Adosado al tablero	Montaje mural
Grado de Protección	IP65 o similar	IP65
Alimentación	120V AC, 60Hz	115V AC, 60Hz
Color	Rojo	Rojo
Notas		
1.- VTS = especificado por el vendedor.		
2.- El montaje del gabinete será mediante soporte/adosado y estará ubicado en campo.		
3.- Rótulo de identificación de tablero en acero inoxidable con letras en color negro.		
<i>Nota:</i> Adaptado de HLC Ingeniería y Construcción (2019).		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FECHA:	22/04/19	REVISIÓN:	02/05/19	APROBADO:	08/06/19	EMITIDO PARA:	Revisión interna	Revisión y aprob.	Revisión y aprob.	DEBUIADO POR:	G. CUBA	CONTRATISTA:	JHAD INGENIEROS	ESCALA:	S/E	CLIENTE:	TRUCK SHOP - PROYECTO MINA JUSTA	PROYECTO:	TRUCK SHOP - PROYECTO MINA JUSTA
REV:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAG:	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13	13/13
UBICACIÓN:	SAN JUAN DE MARCONA, NASCA, ICA																		
PLANO N°:	PL-1636-PCC-0001																		

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	MARCA	PARTLIST
1	TABLERO ADOSABLE DE CHAPA DE ACERO, COLOR RAL 7035, IP66/NEMA4 - DIMENSIONES 1200x800x30mm (AL=AN=PR)	1	UND	RITTAL	1280500
2	GUÍA PARA MONTAJE INTERIOR PARA PROFUNDIDAD 30mm	1	UND	RITTAL	2583100
3	PORTAPIANOS DE POLIESTIRENO CON GUÍAS AUTODIRIGIDAS DIN A4	1	UND	RITTAL	2514000
4	SOPORTE PARA FIBRACIÓN MICROAL PARA 3x1, 6x1, 8x1, 12x1	1	UND	RITTAL	2508010
5	LUMINARIA L1D-600mm, 100-240V AC, 50-60Hz, 7W, COLOR 4000K (BLANCO NEUTRO)	1	UND	RITTAL	2500110
6	INTERRUPTOR DE PUERTA PARA LUMINARIA L1D	1	UND	RITTAL	2500460
7	VENTILADOR CON FILTRO TOPTHERM, 52/63 mm/1, 115 V AC, 50/60 Hz, ALXANPR 148.5x148.5x16mm	1	UND	RITTAL	3238110
8	REJILLA CON FILTRO, ALXAN 148.5x148.5mm	1	UND	RITTAL	3238200
9	RESISTENCIA CALIENTA PARA 63-75W, 110-240V AC, 50-60Hz	1	UND	RITTAL	3105350
10	TERMOESTATO PARA INTERIOR DE TUBERÍAS, CAMPO DE REGULACIÓN 5-55°C	1	UND	RITTAL	3110000
11	SIEMATIC S7-1500, CPU 1511-1 PN, 150KB RAM, 2 PUERTOS ETHERNET	1	UND	SIEMENS	6ES7511-1AG02-0A00
12	SIEMATIC S7-1500, PERIL DE SOPORTE DE 160mm PARA EL MONTAJE DEL CPU Y LOS MÓDULOS	1	UND	SIEMENS	6ES7509-1AB00-0A00
13	MÓDULO DE COMUNICACIÓN CP 1542-2 PARA CONECTAR EL SIEMATIC S7-1500 A PROFIBUS DP MAESTRO	1	UND	SIEMENS	6ES7542-3EX00-0XED
14	SIEMATIC S7-1500, MÓDULO DE ENTRADA DIGITAL DI16/DI16 PARA 16x120V/230V AC, 50/60Hz	1	UND	SIEMENS	6ES7511-1H000A00
15	SIEMATIC S7-1500, CONECTOR FRONTAL DE 40 PINES CONEXIÓN PARA TORNILLO	1	UND	SIEMENS	6ES7592-1A000A00
16	FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONECTADA ENTRADA, 85-132V AC, 47-60Hz, SALIDA, 24V DC / 3A	1	UND	SIEMENS	6ES7133-2BA20
17	DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES TIPO 2, 1 POLO, INPUT=200V AC, 40A	2	UND	SIEMENS	5SD7461-0
18	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR, 250A, Icu=20kA/120V AC	1	UND	SIEMENS	5SL420-7RC
19	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR, 250A, Icu=20kA/120V AC	1	UND	SIEMENS	5SL420-7RC
20	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR, 25A, Icu=30kA/120V AC	4	UND	SIEMENS	5SL420-7RC
21	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR, 25A, Icu=30kA/120V AC	2	UND	SIEMENS	5SL420-7RC
22	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR, 250A, Icu=20kA, 30mA	1	UND	SIEMENS	5SV5312-0
23	PILOTO INDICADOR PARA TABLERO DIÁMETRO 50mm, 120V AC, COLOR ROJO, NEMA44	1	UND	SCHNEIDER	900KPSLR89
24	SWITCH ADMINISTRABLE STRATIX-500 8P RJ-45, 48P SI OTIS 10Mbps, 100mm, 10mm, LC DUPLEX	1	UND	ALLEN BRADLEY	1781-INHS17-FCGN
25	TRANSCEIVER SFP PARA FIBRA MONOMODO 1000BASE-LX/LH, 1310nm, 10mm, LC DUPLEX	2	UND	CISCO	GLC-LH-SMD-
26	BORNERAS CON PROTECTOR CONTRA TRANSIENTES, 0.14-4mm2	16	UND	ALLEN BRADLEY	1492-IDSS3
27	TOMACORRUIR: RIEL DIN, 15A/120V AC	1	UND	PHOENIX CONTACT	2963860
28	BORNERA DE PASO SIMPLE UPE, 0.14-6mm2	2	UND	PHOENIX CONTACT	3044102
29	BORNERA DE TIERRA UTP-PE, 0.14-6mm2	5	UND	PHOENIX CONTACT	3044128
30	BORNERA PARA VISUALIZACIÓN DE PASO (DOPILI) PISO 0.2-4mm2	27	UND	PHOENIX CONTACT	3067204
31	TAPA FINAL, LONGITUD 7mm, ANCHURA 2.2mm, ALTURA, 59.5mm, COLOR GRIS	1	UND	PHOENIX CONTACT	3077028
32	MARCADOR DE REGLETAS DE BORNES PARA LA SEÑALIZACIÓN DE REGLETAS	6	UND	PHOENIX CONTACT	1004348
33	BORNERA TOPE FINAL	13	UND	PHOENIX CONTACT	1201442
34	CANALLETIA PLÁSTICA RANURADA CON TAPA DIMENSIONES 40x60x2000mm	4	UND	LEGEND	36207
35	CAJA DE ENPALEME PARA FIBRA ÓPTICA DE 24 HILOS PARA INSTALACIÓN INTERIOR	1	UND	FURUKAWA	DIO-BW12
36	ADAPTADOR DUPLEX LC, MONOMODO OS2, COLOR AZUL	24	UND	PANDUIT	CNDSLCZBU
37	CABLE REGLET DE FIBRA ÓPTICA, SIMPLEX LC, MONOMODO OS2, 1m, AZUL	48	UND	PANDUIT	F01BN1NNSNM001
38	PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA DUPLEX LC, MONOMODO OS2, 2m	2	UND	PANDUIT	PZER1N1NNSNM002
39	PATCH CORD STP 100Mbps, CAT. 6A, 2m, AZUL, LSZH	1	UND	PANDUIT	STP6X2ABU
40	BARRA DE COBRE PARA TIERRA ELÉCTRICA	1	UND	FAB NACIONAL	-----
41	BARRA DE COBRE PARA TIERRA DE INSTRUMENTACIÓN CON AISLADORES	1	UND	FAB NACIONAL	-----
42	RIEL DIN TROPICALIZADO L=2000mm	1	UND	FAB NACIONAL	-----
43	ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DE TABLERO EN ACERO INOXIDABLE	1	GLB	FAB NACIONAL	-----
44	TIQUITA DE SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO EN ACRILICO	1	UND	FAB NACIONAL	-----

Lista de componentes del tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia.

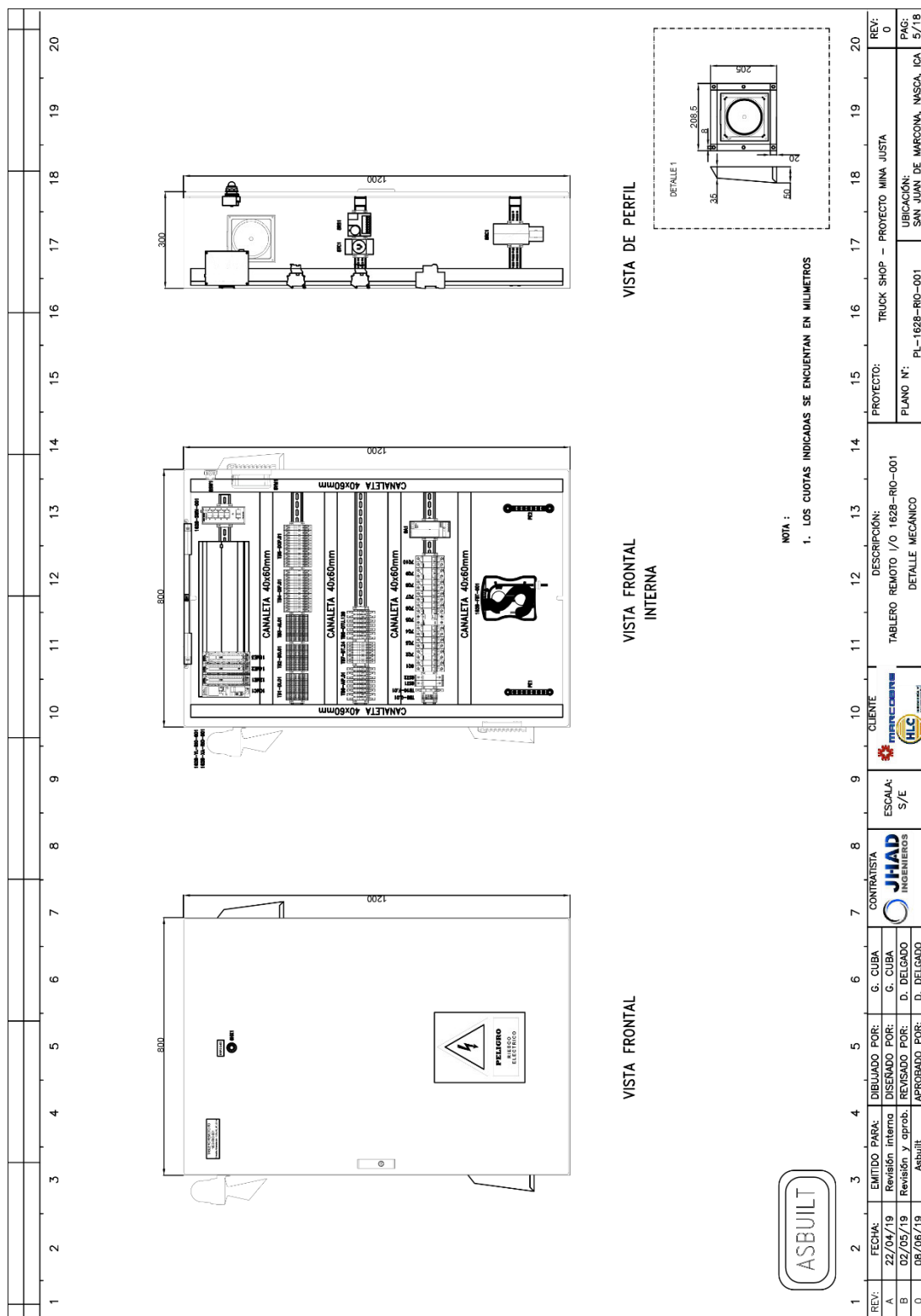


Plano mecánico del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	MARCA	PARTIST
1	TABLERO ADOSABLE DE CHAPA DE ACERO, COLOR RAL 7035, IP66/NEMA4, DIMENSIONES 1200x600x300mm (ALCANAPR)	1	UND	RITTAL	128090
2	GUÍA PARA MONTAJE INTERIOR PARA PROFUNDIDAD 300mm	1	UND	RITTAL	3183000
3	PORTAPIANOS DE POLIESTIRENO CON GUÍAS AUTODIRECCIONADAS DIN A4	1	UND	RITTAL	2514000
4	SOPORTE PARA FIJACION MURAL PARA KLT, EB, BG, AE	1	UND	RITTAL	2508010
5	LUMINARIA L110 600mm, 100-240V AC, 90-60Hz, 7W, COLOR 1000K (BIANCO NEUTRO)	1	UND	RITTAL	2500140
6	INTERRUPTOR DE PUERTA PARA LUMINARIA LED	1	UND	RITTAL	2500440
7	VENTILADOR CON FILTRO TOPHERM, 52/63 mm/70, 115V AC, 50/60 Hz, ALCANAPR 148.5x148.5x160mm	1	UND	RITTAL	3238110
8	REJILLA CON FILTRO, ALKAN 148.5x148.5mm	1	UND	RITTAL	3238200
9	RESISTENCIA CALEFACTORA 65-75W, 110-240V AC, 90-60Hz	1	UND	RITTAL	3105350
10	TERMOSTATO PARA INTERIOR DE TABLERO, CAMPO DE REGULACION 5-55°C	1	UND	RITTAL	3110000
11	SIMATIC ET 200MP PROFINET IO MÓDULO DE INTERFAZ IM155-3 PN	1	UND	SIEMENS	6ES715-5EA00-0AA0
12	SIMATIC S7-300, PIRIL DE SOPORTE DE: 160mm PARA EL MONTAJE DEL CPU Y LOS MÓDULOS	1	UND	SIEMENS	6ES7590-1A100-0AA0
13	SIMATIC S7-300, MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES DI 16x120/230V AC, 90/60Hz	1	UND	SIEMENS	6ES7521-1H100-0AA0
14	SIMATIC S7-300, MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES DO 16x120/230V AC, 2A, 90/60Hz	2	UND	SIEMENS	6ES7522-5H100-0AB0
15	SIMATIC S7-300, MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS AI 8xU/RTD/CT, 16 BIT DE RESOLUCIÓN	2	UND	SIEMENS	6ES7531-7EX00-0AB0
16	SIMATIC S7-300, CONECTOR FRONTAL DE 40 PINES CONEXION PARA TORILLO	5	UND	SIEMENS	6ES7592-1AM00-0XB0
17	SIMATIC IM1, KPI200 BASIC PANEL, TÁCTIL, PANTALLA TFT DE 12", INTERFAZ PROFINET	1	UND	SIEMENS	6AV2123-2MB03-0AX0
18	FUENTE DE ALIMENTACION, CONMUTADA ENTRADA 85-132V AC, 47-63Hz, SALIDA 24V DC / 5A	1	UND	SIEMENS	6EP1333-2BA20
19	DISCARGADOR DE SOBRETENSIONES TIPO 2, 1 POLO, INPUT 120V AC, 40kA	2	UND	SIEMENS	5SD16140
20	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 250A, Icu=20kA/120V AC	1	UND	SIEMENS	5SL4230-7RC
21	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 250A, Icu=20kA/120V AC	1	UND	SIEMENS	5SL4206-7RC
22	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 25A, Icu=20kA/120V AC	6	UND	SIEMENS	5SL4204-7RC
23	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 25A, Icu=20kA/120V AC	2	UND	SIEMENS	5SL4202-7RC
24	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR 25A, 30mA	1	UND	SIEMENS	5SV512-2A
25	PIRÓMETRO INDICADOR PARA TABLERO, DIÁMETRO 90mm, 120V AC, COLOR ROJO, NEMA4	1	UND	SCHNEIDER	900IKF58LR89
26	SWITCH NO ADMINISTRABLE STRATIX 2000 8P RJ-45, 28IP SLOTS 1Gbps, 1310nm, F.O. MONOMODO	1	UND	ALLEN BRADLEY	1783-UST8TGXN
27	TRANSIVIER SIP PARA FIBRA MONOMODO 1000BASIS-XLII, 1310nm, 106m, 10cm, 1 C DUPLIX	1	UND	CISCO	GLC-LH-SMD=
28	BORNERSAS CON PROTECTOR CONTRA TRANSIENTES, 0.14-4mm2	80	UND	ALLEN BRADLEY	1492-JDSS
29	IONACORRIENTE RIEL DIN, 15A/120V AC	1	UND	PHOENIX CONTACT	2963860
30	BORNERSA DE PASO SIMPLE UI14, 0.14-6mm2	18	UND	PHOENIX CONTACT	3041102
31	BORNERSA DE TIERRA UI14P, 0.14-6mm2	17	UND	PHOENIX CONTACT	3041138
32	BORNERSA PORTAUSBI F, BORNERSA DE PASO DOBLE PISO 0.2-4mm2	86	UND	PHOENIX CONTACT	3070204
33	TAPE FINAL, LONGITUD: 47mm, ANCHURA: 2.2mm, ALTURA: 39.8mm, COLOR: GRIS	4	UND	PHOENIX CONTACT	3070208
34	MARCADOR DE RIGLITAS DE BORNERSAS PARA LA SEÑALIZACIÓN DE RIGLITAS	14	UND	PHOENIX CONTACT	1004348
35	BORNERSA TOP: FINAL	27	UND	PHOENIX CONTACT	1201442
36	CANALETAS PLÁSTICAS RANURADAS CON TAPA DIMENSIONES 40x60x200mm	4	UND	LEGRAND	36207
37	CANA DE EMPALME PARA FIBRA ÓPTICA DE 24 FIBRAS PARA INSTALACION INTERIOR	1	UND	FURUKAWA	DIO-4WJ2
38	ADAPTADOR DUPLEX LC, MONOMODO OS2, COLOR AZUL	12	UND	PANDUIT	CMDSLC2BU
39	CABLE PIGTAIL DE FIBRA ÓPTICA, SIMPLEX LC, MONOMODO OS2, 1m, AZUL	24	UND	PANDUIT	F91BN1NNSNNM001
40	PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA DUPLEX LC, MONOMODO OS2, 2m	1	UND	PANDUIT	PZERN1NNSNNM002
41	PATCH CORD STP 10Gbps CAT 6A, 2m, AZUL, 15/2H	2	UND	PANDUIT	STP6X2MBU
42	BARRA DE COBRE PARA TIERRA ELÉCTRICA	1	UND	FAB. NACIONAL	-----
43	BARRA DE COBRE PARA TIERRA DE INSTRUMENTACIÓN CON AISLADORES	1	UND	FAB. NACIONAL	-----
44	RIEL DIN TROPICALIZADO 1-2000mm	1	UND	FAB. NACIONAL	-----
45	ROTULO DE IDENTIFICACION DE TABLERO EN ACHTO INOXIDABLE	1	GLB	FAB. NACIONAL	-----
46	ETIQUETA DE SEÑALIZACIÓN DE RESGO ELÉCTRICO EN ACRÍLICO	1	UND	FAB. NACIONAL	-----
47	BALIZA SIRENA 115V AC, BALIZA CORD ROJO, SIRENA 98dB, 1P65	1	UND	WERMIA	42412067

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
REV: A	FECHA: 22/04/19	EMITIDO POR: Revisión interna	DIBUJADO POR: G. CUBA	CONTRATISTA: JHAD INGENIEROS	ESCALA: S/E	CLIENTE: HLC	DESCRIPCIÓN: TABLERO REMOTO I/O 1624-RIO-001	PROYECTO: TRUCK SHOP - PROYECTO MINA JUSTA	REV: 0										
B	02/05/19	Revisión y aprob.	DISEÑADO POR: G. CUBA	D. DELGADO	S/E	HLC	LISTA DE COMPONENTES	PLANO N°: PL-1624-RIO-001	PAG: 23/23										
0	08/06/19	As-built	APROBADO POR: D. DELGADO	D. DELGADO	S/E	HLC	UBICACIÓN: SAN JUAN DE MARCONA, NASCA, ICA												

Lista de componentes del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.



Plano mecánico del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

REV:	FECHA:	EMITIDO POR:	DIBUJADO POR:	G. CUBA	CONTRATISTA	ESCALA:	CLIENTE	DESCRIPCIÓN:	PROYECTO:	TRUCK SHOP - PROYECTO MINA JUSTA	REV:
A	22/04/19	Revisión Interna	DISEÑADO POR:	G. CUBA	JHAD INGENIEROS	S/E	HLC	TABLERO REMOTO I/O 1628-RIO-001	PLANO N°:	PL-1628-RIO-001	PAG: 0
B	02/05/19	Revisión y aprob.	REVISADO POR:	D. DELGADO				LISTA DE COMPONENTES	UBICACIÓN:	SAN JUAN DE MARCONA, NASCA, ICA	18/18
0	08/05/19	As-built	APROBADO POR:	D. DELGADO							

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MARCA	PARTLIST
1	TABLERO ADOSABLE DE CHAPA DE ACERO, COLOR RAL 7035, IP66/NEMA4, DIMENSIONES 1200x800x300mm (ALxANxPR)	1	UND	RTITAL	1280500
2	GUÍA PARA MONTAJE INTERIOR PARA PROFUNDIDAD 300mm	1	UND	RTITAL	2383300
3	PORTAPLANOS DE POLIESTIRENO CON GUÍAS AUTOADHESIVAS DIN A4	1	UND	RTITAL	2514000
4	SOPORTE PARA ELABORACIÓN MURAL PARA KL, EB, BG, AE	1	UND	RTITAL	2580010
5	LUMINARIA LED 600mm, 100-240V AC, 50-60Hz, 7W, COLOR 4000K (BLANCO NEUTRO)	1	UND	RTITAL	2500110
6	INTERRUPTOR DE PUERTA PARA LUMINARIA LED	1	UND	RTITAL	2500460
7	VENTILADOR CON FILTRO TOP/TERM. 52/63 m/3h, 115 V AC, 30/60 W, ALXANSPR 118.5x118.5x16mm	1	UND	RTITAL	3238110
8	REJILLA CON FILTRO, ALXAN 118.5x118.5x16mm	1	UND	RTITAL	3238200
9	RESISTENCIA CALEFACTORA 65-75W, 110-240V AC, 50-60Hz	1	UND	RTITAL	3105350
10	TERMOSTATO PARA INTERIOR DE TABLEROS, CAMPO DE REGULACIÓN 5-55°C	1	UND	RTITAL	3110000
11	SIMATIC S7-1500, PERFIL DE SOPORTE DE 16mm PARA EL MONTAJE DEL CPU Y LOS MÓDULOS	1	UND	SIEMENS	6ES7155-5AA00-0AA0
12	SIMATIC S7-1500, MÓDULO DE SOPORTE DE 16mm PARA EL MONTAJE DEL CPU Y LOS MÓDULOS	1	UND	SIEMENS	6ES7590-1A060-0AA0
13	SIMATIC S7-1500, MÓDULO DE ENTRADAS DIGITALES DI 16x120/24V AC, 50/60Hz	1	UND	SIEMENS	6ES7521-1FH00-0AA0
14	SIMATIC S7-1500, MÓDULO DE SALIDAS DIGITALES DIQ 16x120/24V AC, 2A, 50/60Hz	1	UND	SIEMENS	6ES7522-5H1000-0AA0
15	SIMATIC S7-1500, MÓDULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS AI 8x12UR/DI/C, 16 BIT DE RESOLUCIÓN	1	UND	SIEMENS	6ES7531-7KF00-0AB0
16	SIMATIC S7-1500, CONECTOR FRONTAL DE 40 PINES CONEXIÓN PARA TORNILLO	3	UND	SIEMENS	6ES7522-1AM00-0AB0
17	FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONECTADA ENTRADA 85-135V AC, 47-63Hz, SALIDA 24V DC / 5A	1	UND	SIEMENS	6ES7333-2BA30
18	DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES TIPO 2, 1 POLO, INPUT=120V AC, 40KA	2	UND	SIEMENS	5SD7461-0
19	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 2x20A, I _{CU} =20kA/120V AC	1	UND	SIEMENS	5SL4220-7RC
20	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 266A, I _{CU} =20kA/120V AC	1	UND	SIEMENS	5SL4206-7RC
21	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 264A, I _{CU} =20kA/120V AC	5	UND	SIEMENS	5SL4204-7RC
22	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO BIPOLAR, 2x2A, I _{CU} =20kA/120V AC	2	UND	SIEMENS	5SI4202-7RC
23	INTERRUPTOR DIFERENCIAL BIPOLAR, 2x25A, 90mA	1	UND	SIEMENS	5SY512-0
24	PILOTO INDICADOR PARA TABLERO, DIÁMETRO 30mm, 120V AC, COLOR ROJO, NEMA4	1	UND	SCHNEIDER	9001RP28LRR9
25	SWITCH NO ADMINISTRABLE STRATIX 2000 8P R4-45, 250P SLOTS 10bps, 1310nm, F.O. MONOMODO	1	UND	ALLEN BRADLEY	1781-US1T2C2X
26	TRANSCEIVER SEP PARA FIBRA MONOMODO 1000BASE-LX/LH, 1310nm, 10km, LC DUPLEX	1	UND	CISCO	GLC-LF-SMD=
27	BORNIERAS CON PROTECTOR CONTRA TRANSIENTES, 0.14-4mm ²	48	UND	ALLEN BRADLEY	1402-JDS5S
28	CONACORRIENTE RIEL DIN, 15A/120V AC	1	UND	PHOENIX CONTACT	2963660
29	BORNIERA DE PASEO SIMPLE, UI 6, 0.14-6mm ²	10	UND	PHOENIX CONTACT	304102
30	BORNIERA DE TIERRA UI 4-PE, 0.14-6mm ²	8	UND	PHOENIX CONTACT	304428
31	BORNIERA PORTAFUSIBLE - BORNIERA DE PASEO DOBLE PISO 0.2-4mm ²	56	UND	PHOENIX CONTACT	3007201
32	TAPA FINAL, LONGITUD: 47mm, ANCHURA: 2.2mm, ALTURA: 39.8mm, COLOR: GRIS	3	UND	PHOENIX CONTACT	3047028
33	MARCADOR DE REGLETAS DE BORNES, PARA LA SEÑALIZACIÓN DE REGLETAS	10	UND	PHOENIX CONTACT	1004348
34	BORNIERA TOP/ FINAL	24	UND	PHOENIX CONTACT	1201412
35	CANALITA PLÁSTICA RANURADA CON TAPA DIMENSIONES 40x60x200mm	4	UND	LICOR AND	36207
36	CAJA DE EMPALME PARA FIBRA ÓPTICA DE 24 HILOS PARA INSTALACIÓN INTERIOR	1	UND	FURUKAWA	DIO-BW12
37	ADAPTADOR DUPLEX LC, MONOMODO OS2, COLOR AZUL	12	UND	PANDUIT	CMDSI C7R1
38	CABLE DIGITAL DE FIBRA ÓPTICA, SIMPLEX LC, MONOMODO OS2, 1m, AZUL	24	UND	PANDUIT	P91EN1NNSNN001
39	PATCH CORD DE FIBRA ÓPTICA DUPLEX LC, MONOMODO OS2, 2m	1	UND	PANDUIT	P92ER1N1NNSNN002
40	PATCH CORD STP 10Gbps CAT. 6A, 2m, AZUL, 15ZH	1	UND	PANDUIT	STP6X2MBU
41	BARRA DE CORRE PARA TIERRA ELÉCTRICA	1	UND	FAB NACIONAL	-----
42	BARRA DE CORRE PARA TIERRA DE INSTRUMENTACIÓN CON AISLADORES	1	UND	FAB NACIONAL	-----
43	RIEL DIN TIPOCALIZADO L=3000mm	1	UND	FAB NACIONAL	-----
44	ROTULO DE IDENTIFICACIÓN DE TABLERO EN ACERO INOXIDABLE	1	UND	FAB NACIONAL	-----
45	ETIQUETA DE SEÑALIZACIÓN DE RIESGO ELÉCTRICO EN AGRÍCOLO	1	UND	FAB NACIONAL	-----
46	BALIZA SIRENA 115V AC BALIZA COLOR ROJO, SIRENA 98dB IP65	1	UND	WIERMA	42412067



Lista de componentes del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

Anexo G: Diagramas P&ID

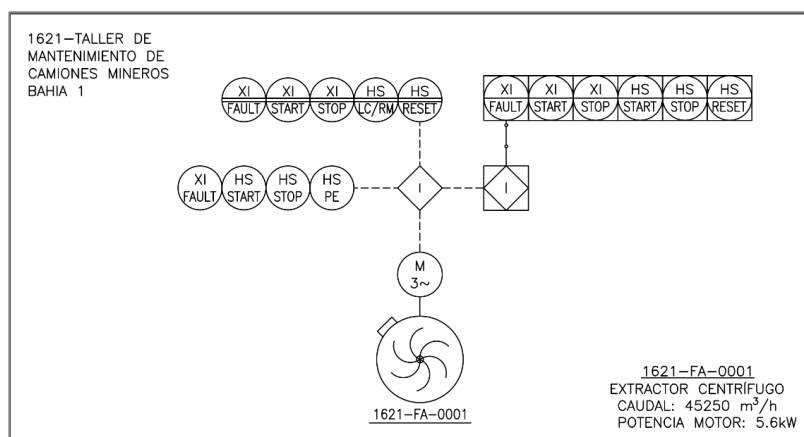


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1621-FA-0001. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

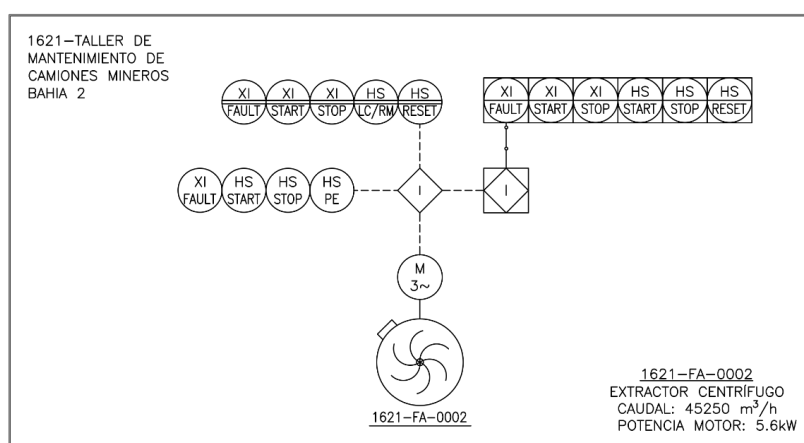


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1621-FA-0002. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

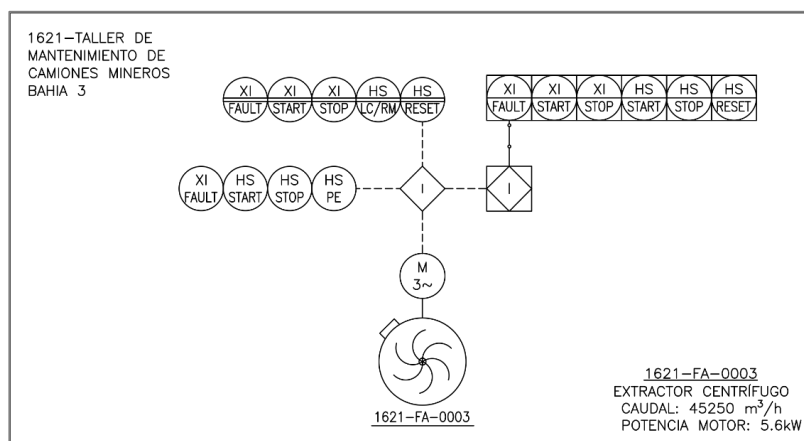


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1621-FA-0003. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

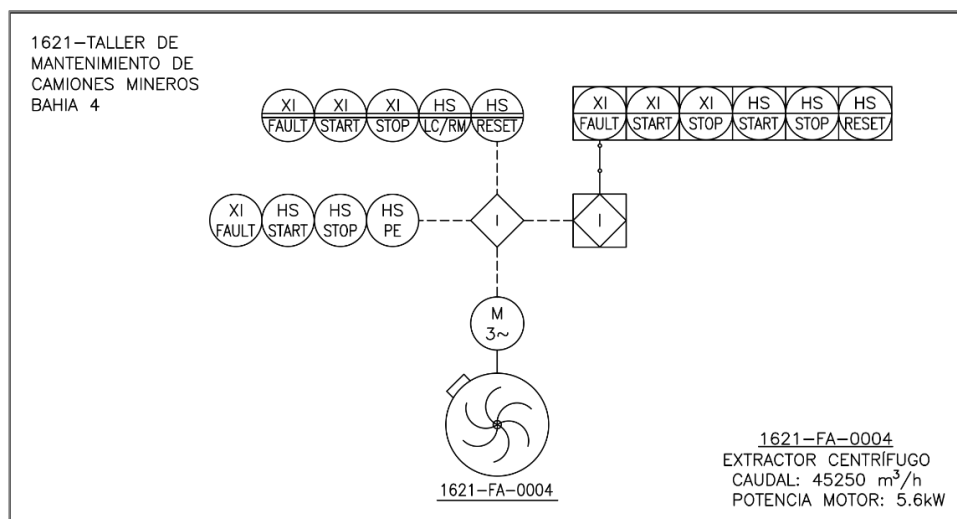


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1621-FA-0004. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

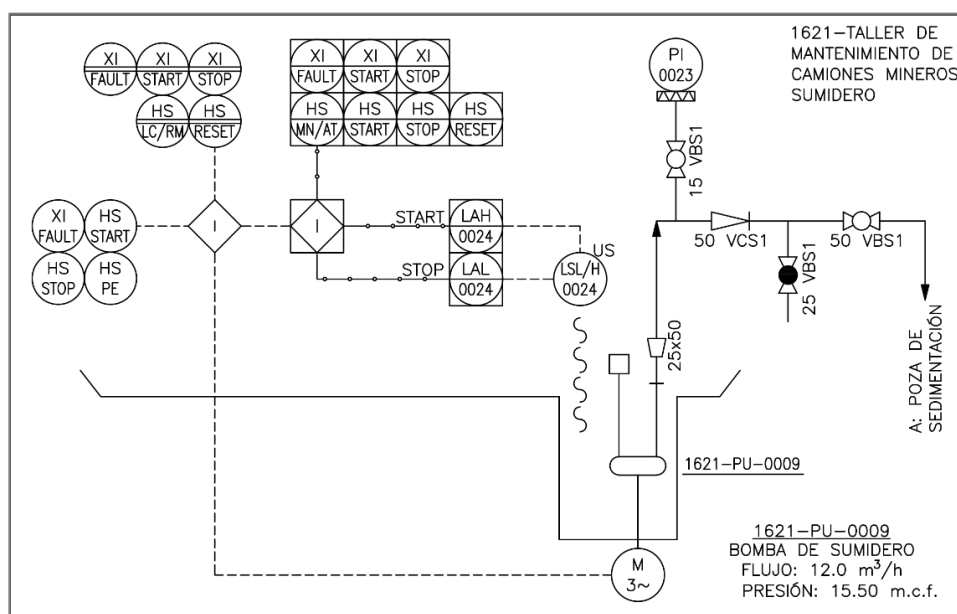


Diagrama P&ID de la bomba de sumidero 1621-PU-0009. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

Diagrama P&ID - aceite hidráulico SAE 10. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

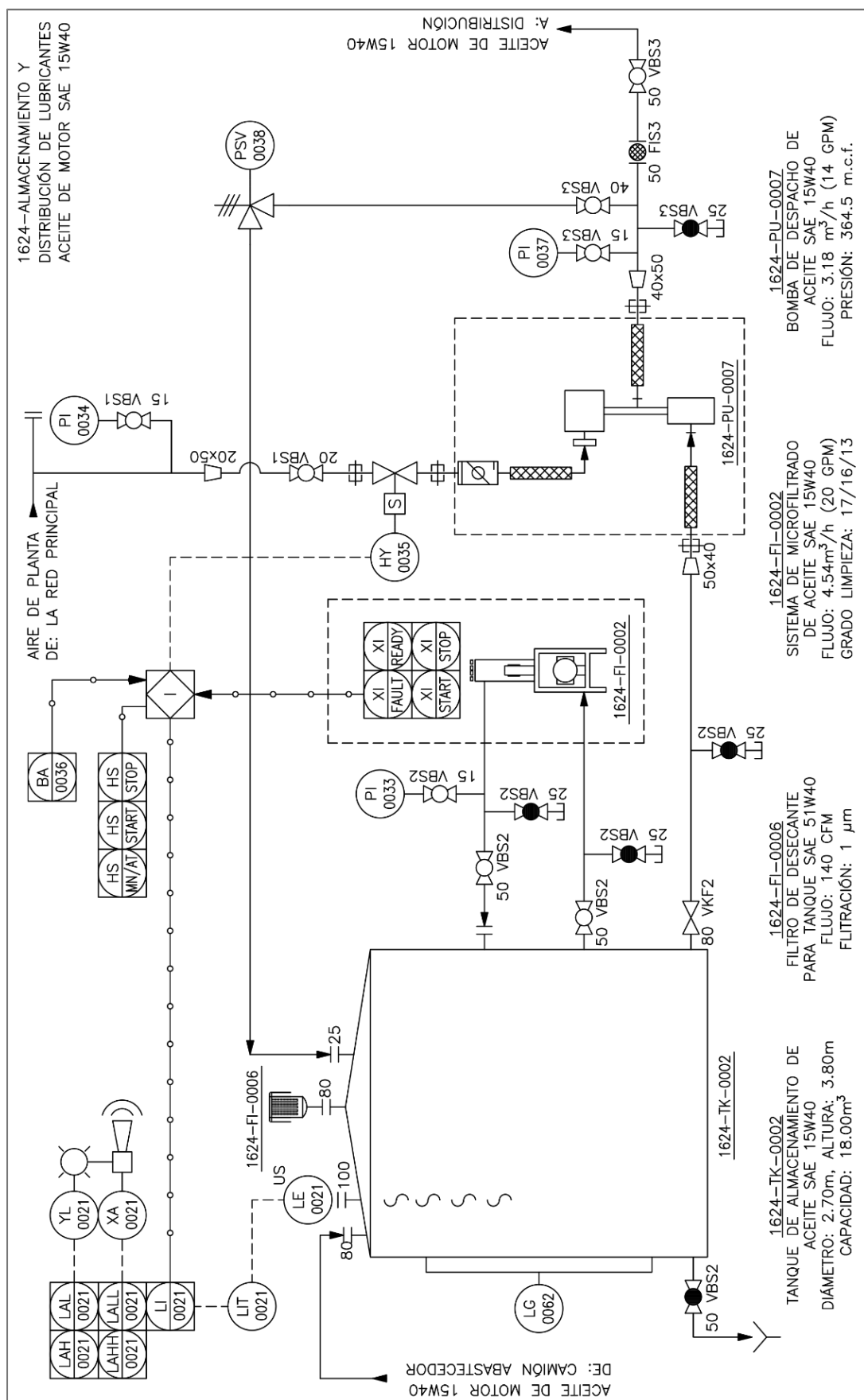


Diagrama P&ID - aceite de motor SAE 15W40. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

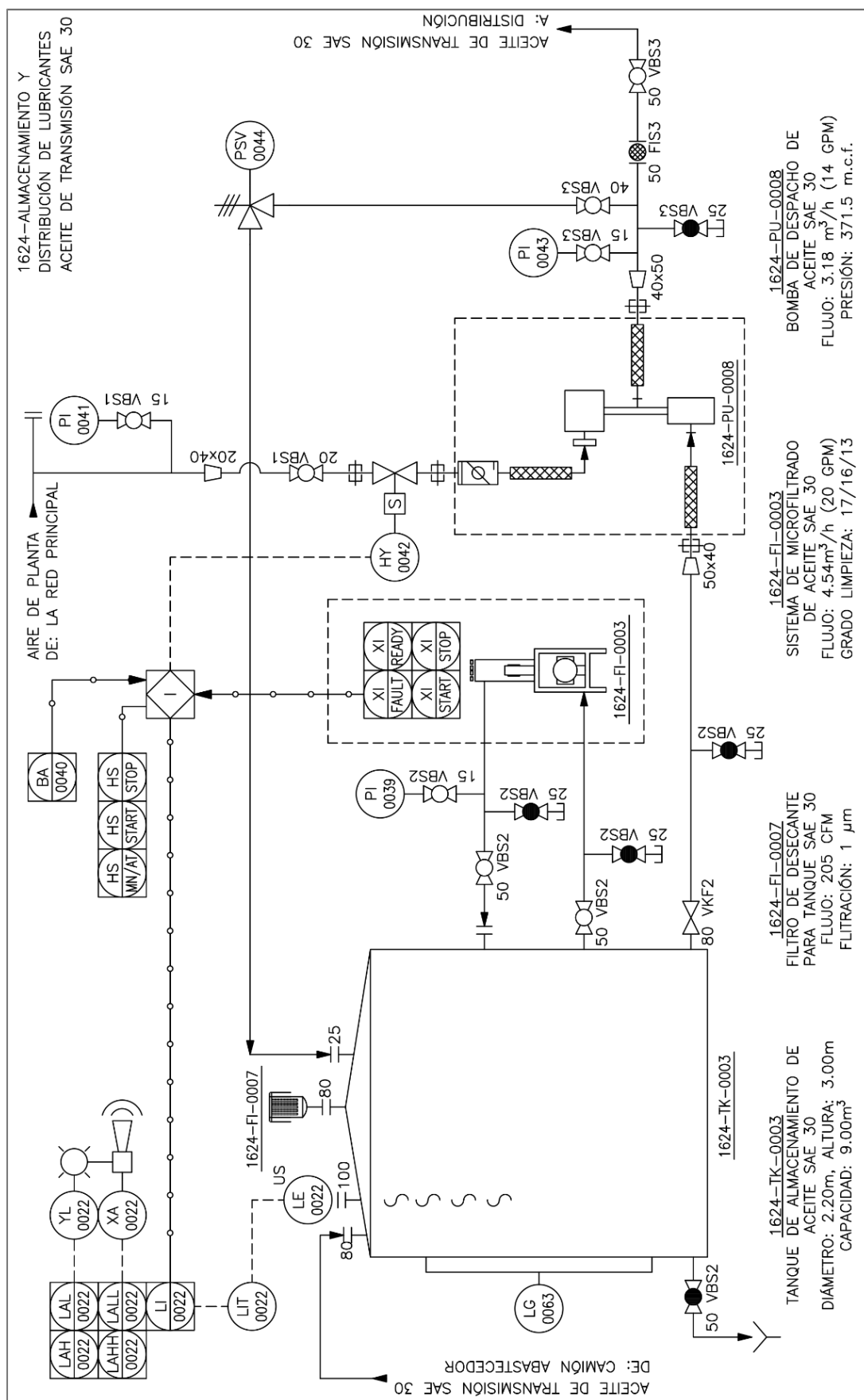


Diagrama P&ID - aceite de transmisión SAE 30. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

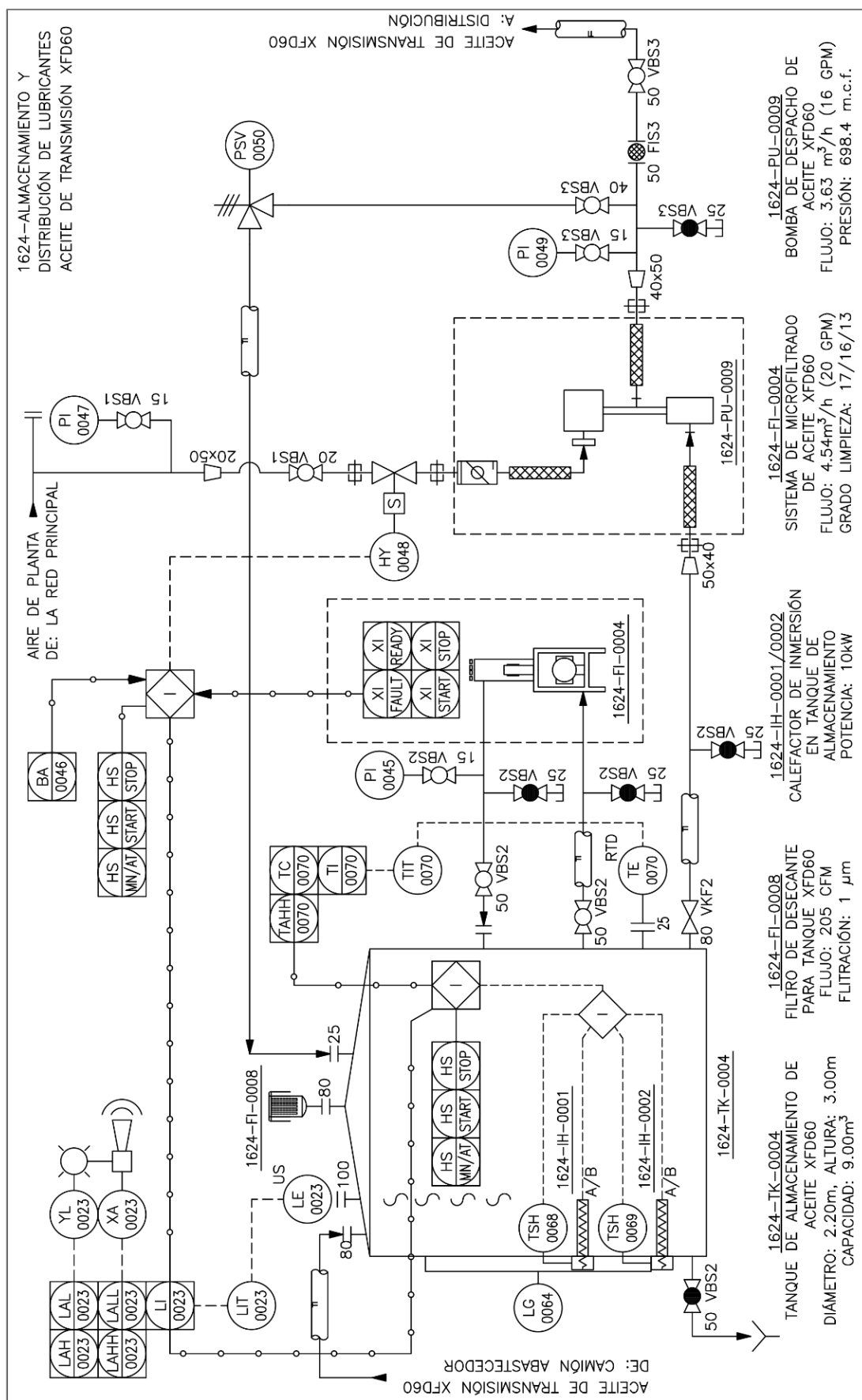


Diagrama P&ID - aceite de transmisión XFD60. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

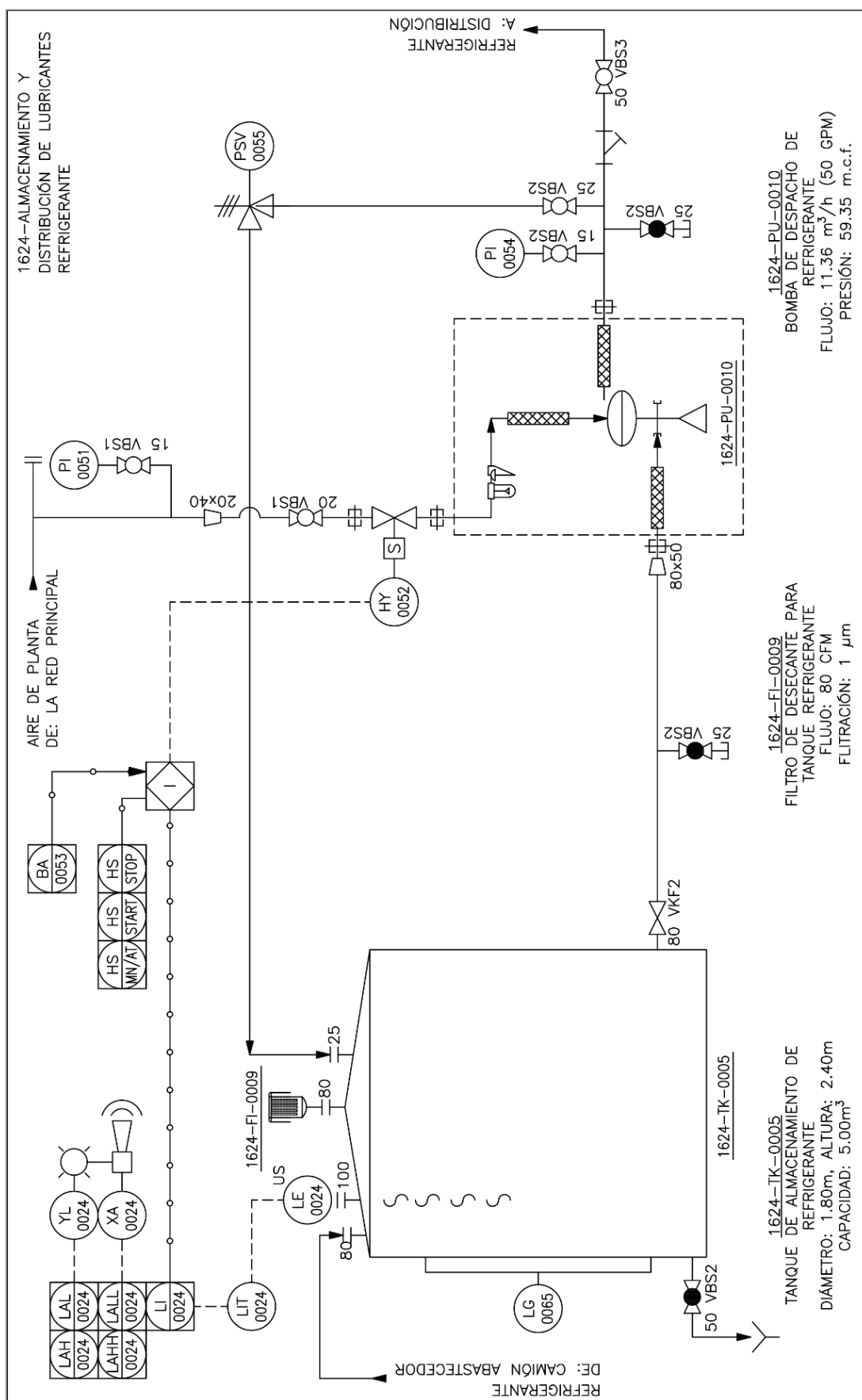


Diagrama P&ID – refrigerante. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

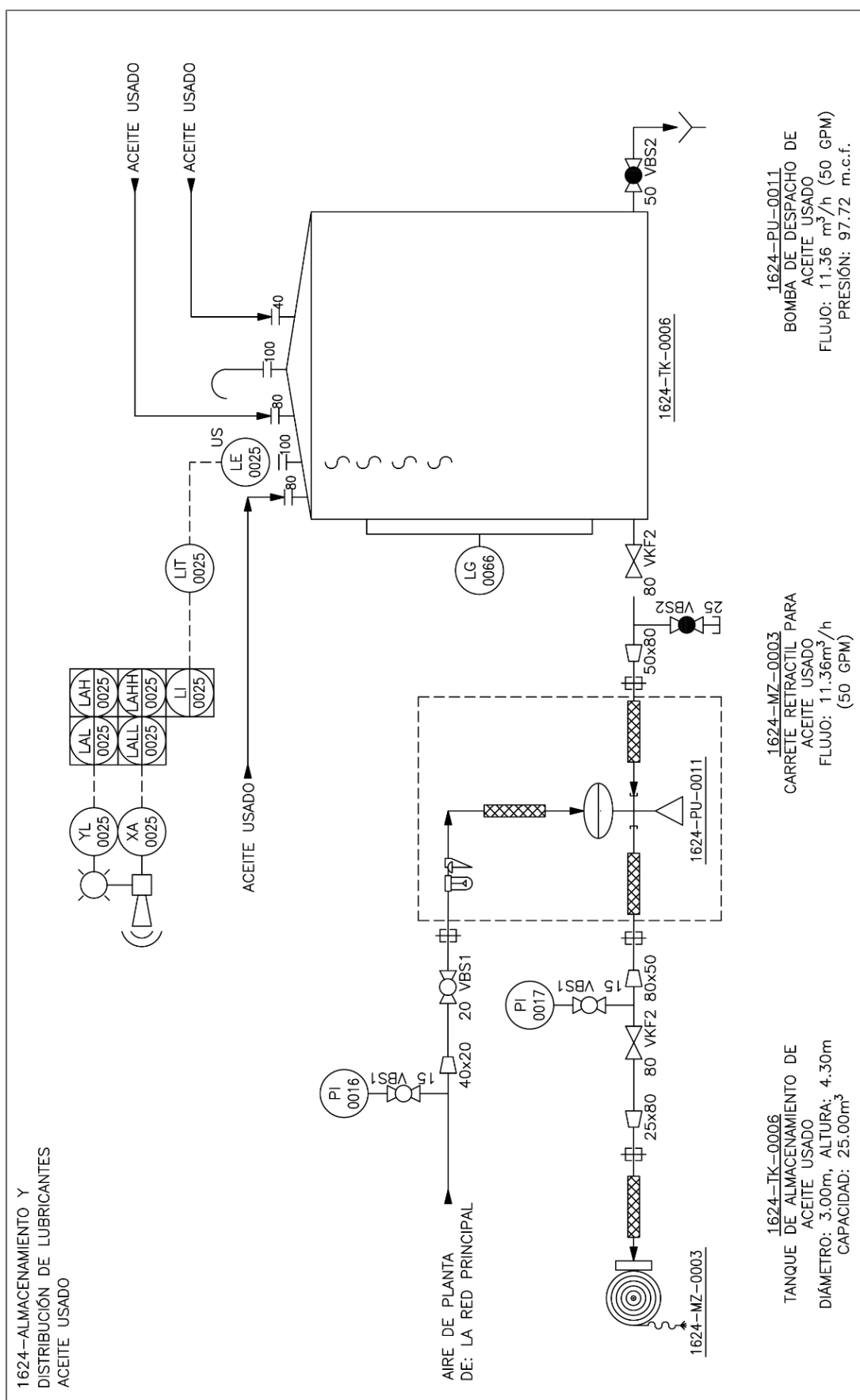


Diagrama P&ID – aceite usado. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

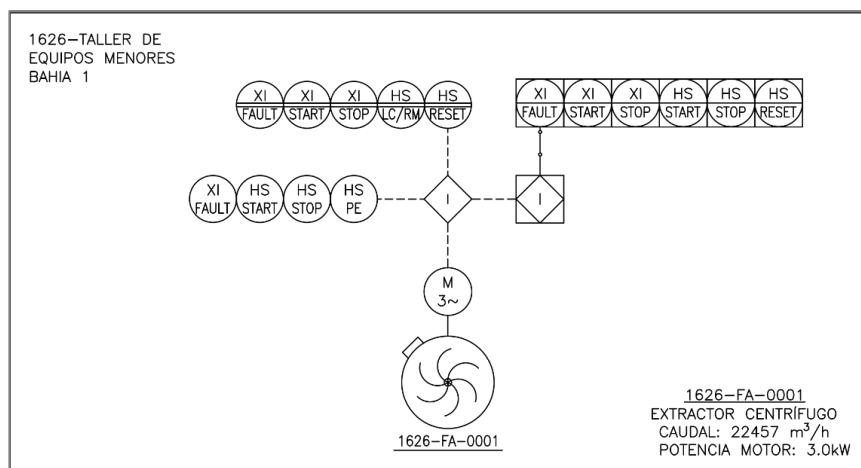


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1626-FA-0001. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

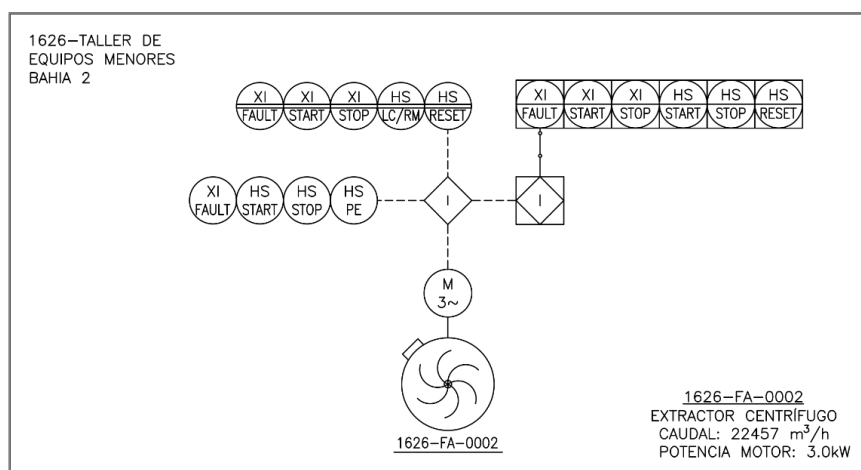


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1626-FA-0002. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

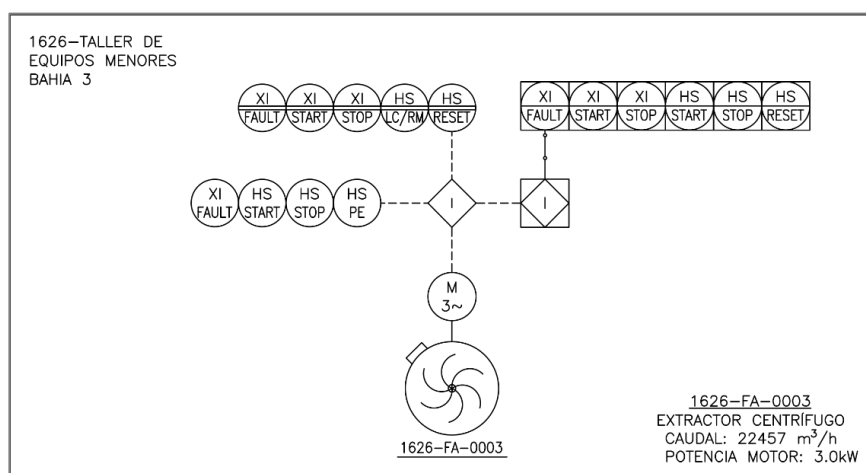


Diagrama P&ID del extractor centrífugo 1626-FA-0003. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

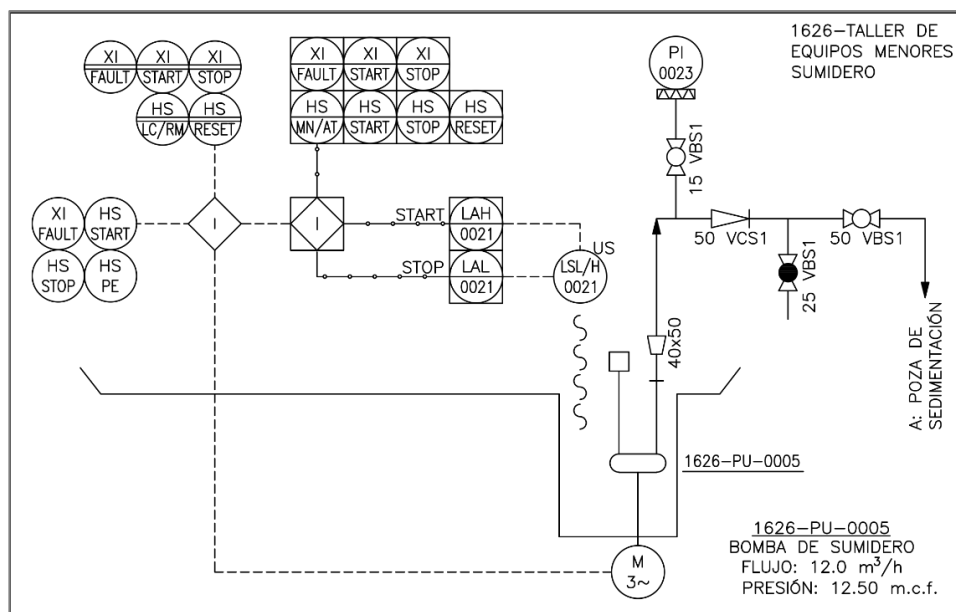


Diagrama P&ID de la bomba de sumidero 1626-PU-0005. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

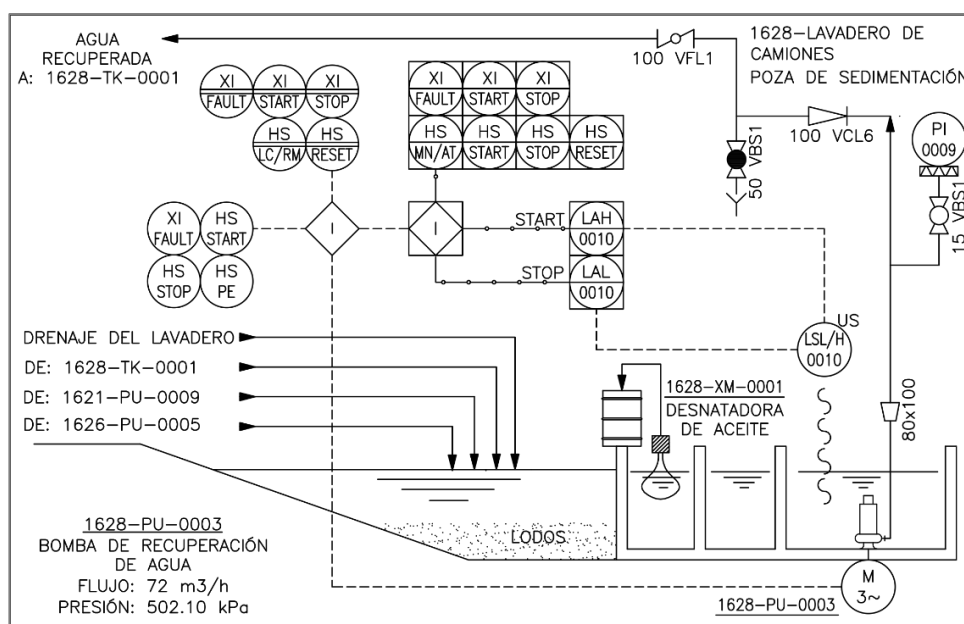


Diagrama P&ID de la bomba de recuperación 1628-PU-0003. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

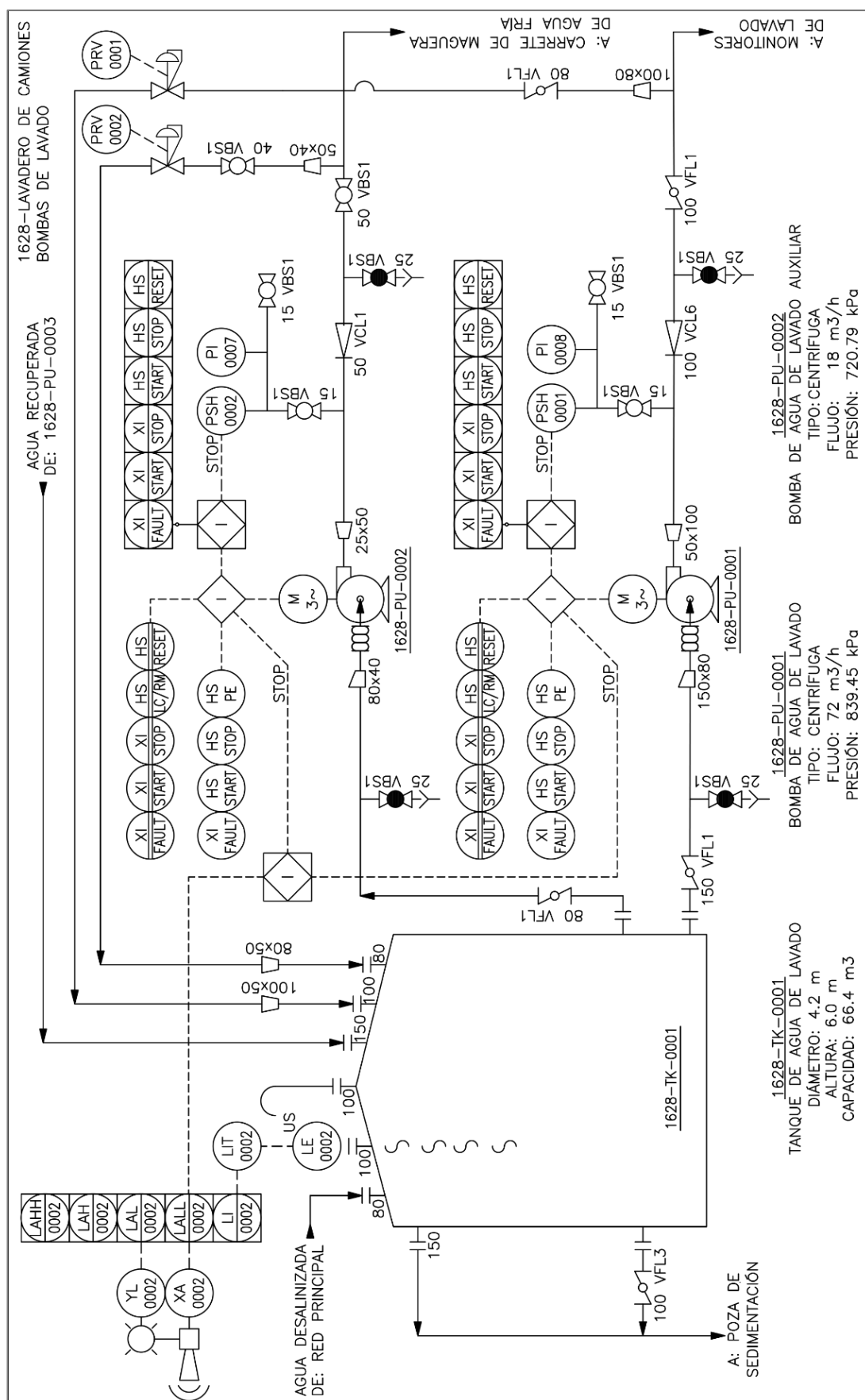
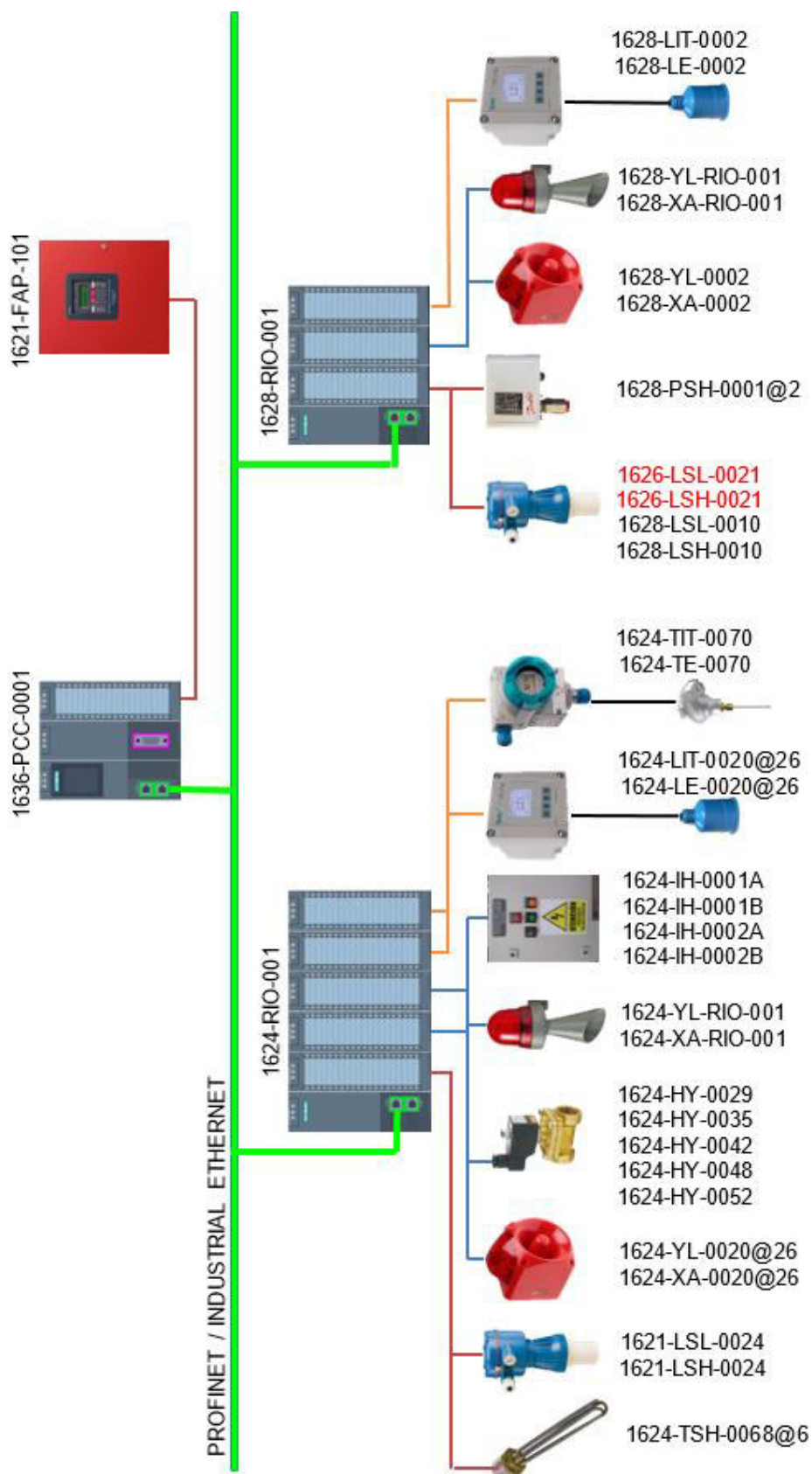
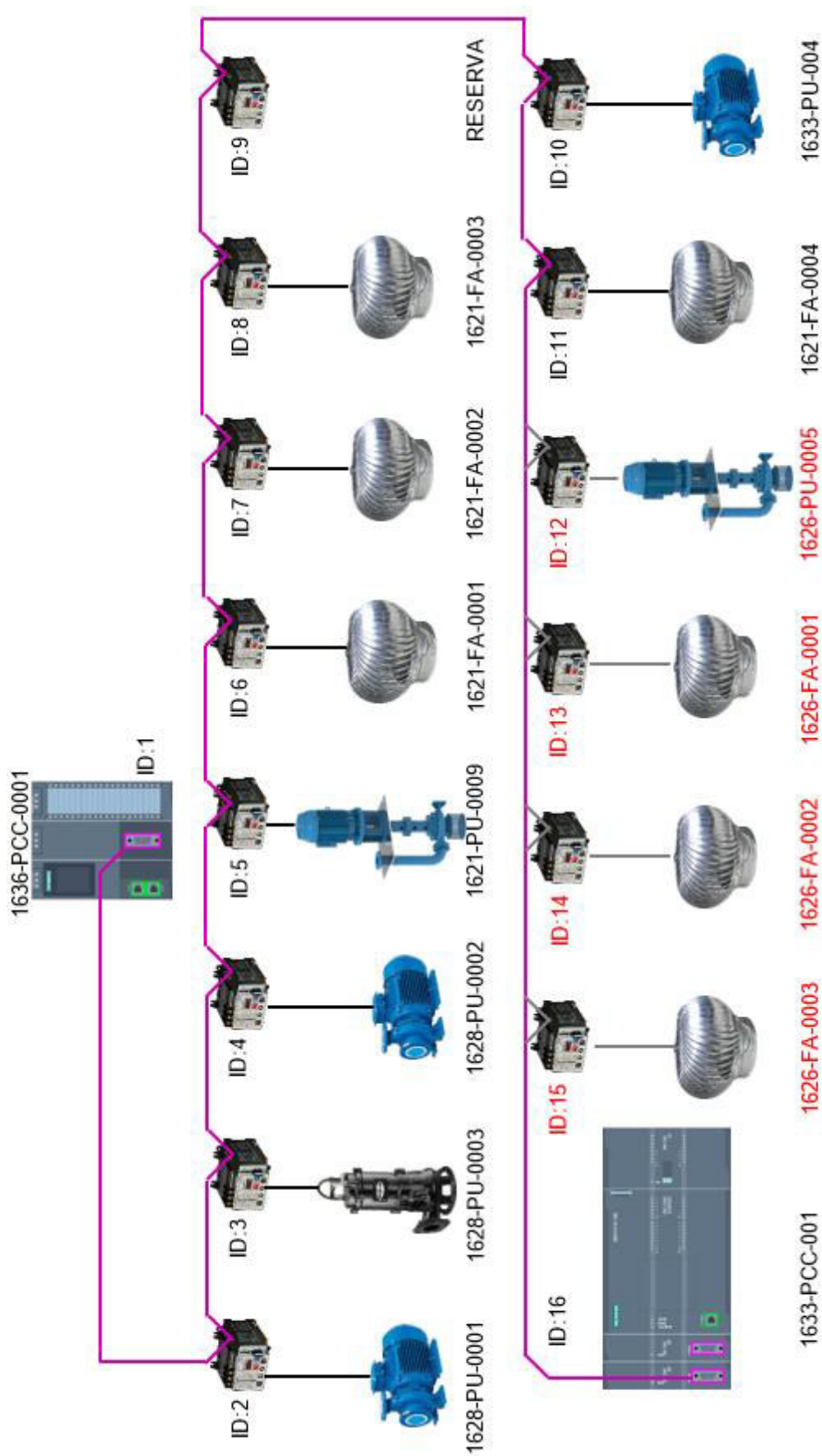


Diagrama P&ID de las bombas de lavado 1628-PU-0001/2. Fuente: HLC Ingeniería y Construcción (2019).

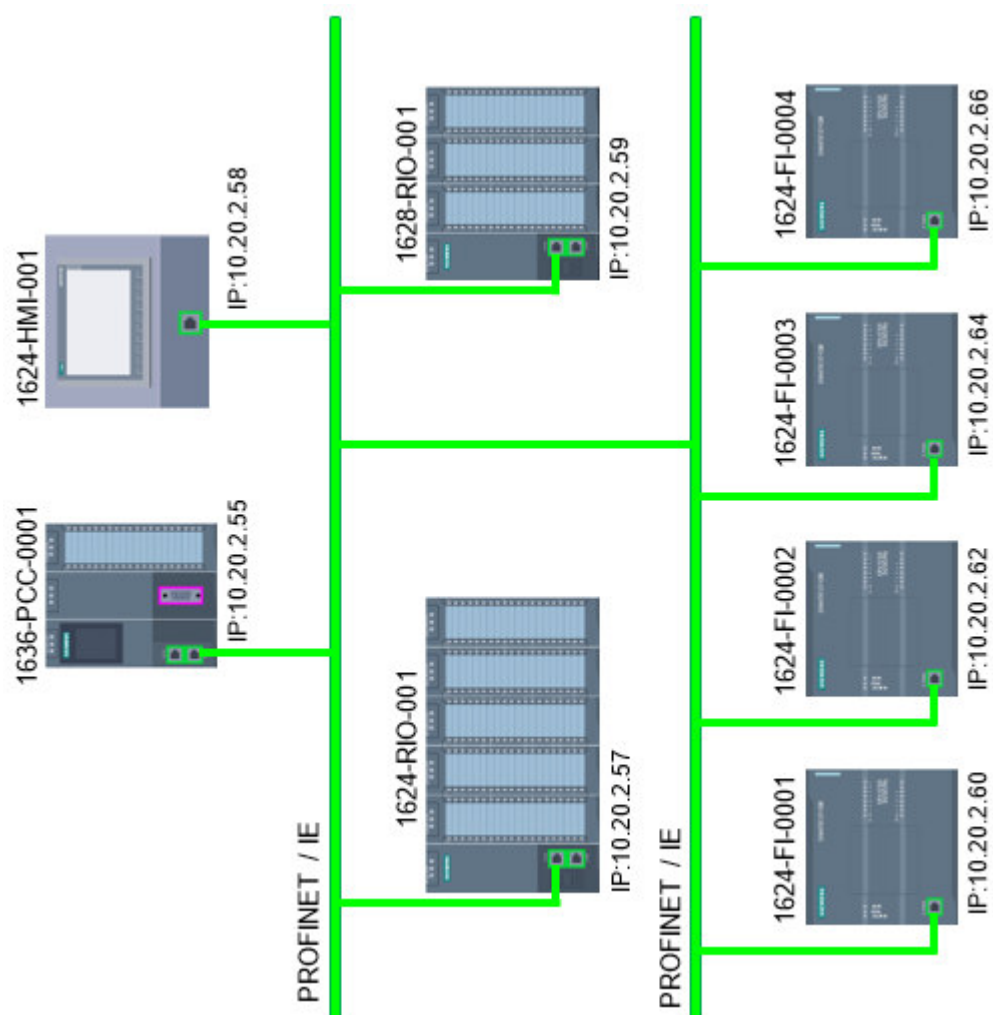
Anexo H: Diagramas de señales y redes



Señales de los módulos digitales y analógicos. Fuente: Elaboración propia.

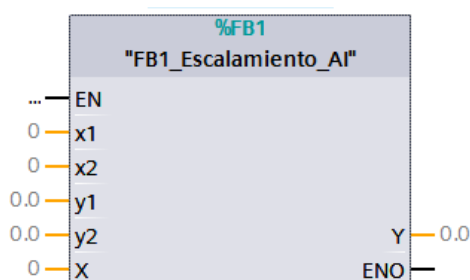


Red profibus DP del truck shop. Fuente: Elaboración propia.

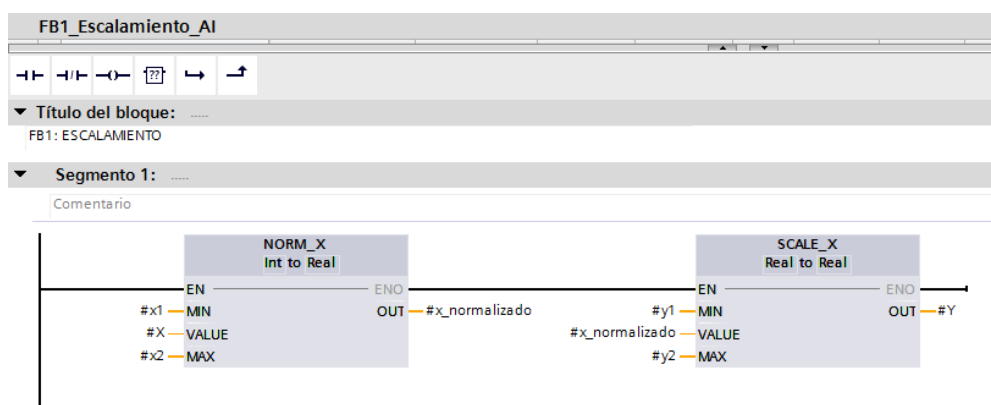


Red profinet del truck shop. Fuente: Elaboración propia.

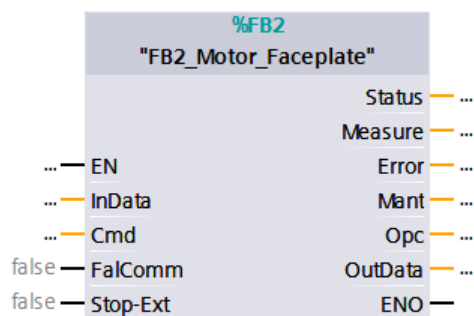
Anexo I: Programación de los bloques de función FB



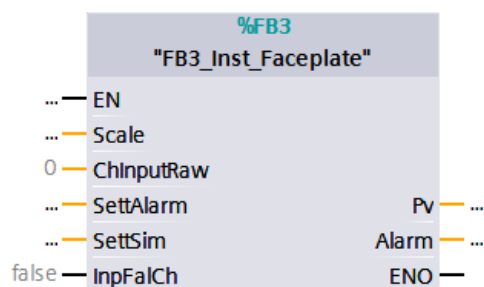
FB1_Escalamiento_AI. Fuente: Elaboración propia



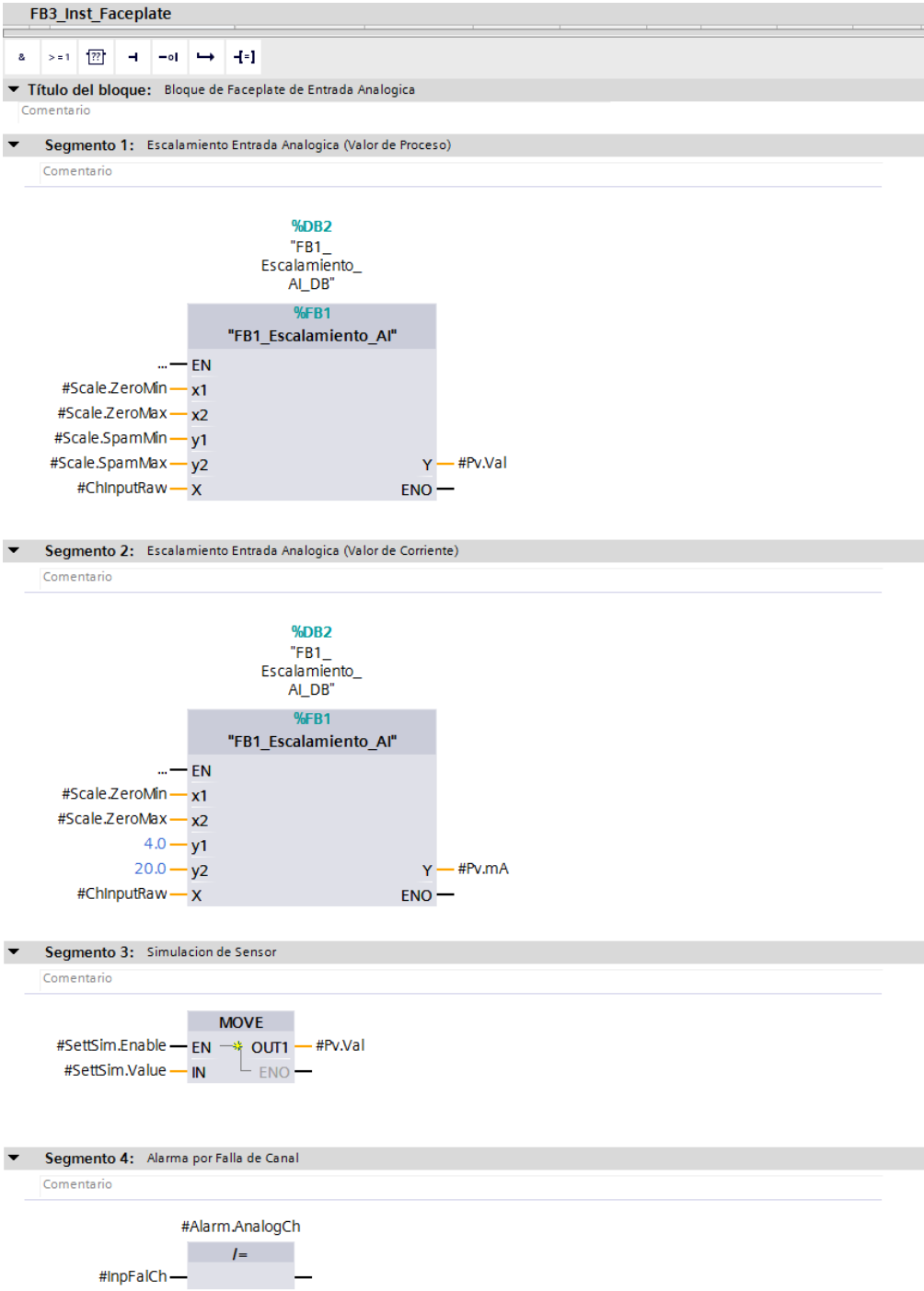
Contenido del FB1_Escalamiento_AI. Fuente: Elaboración propia

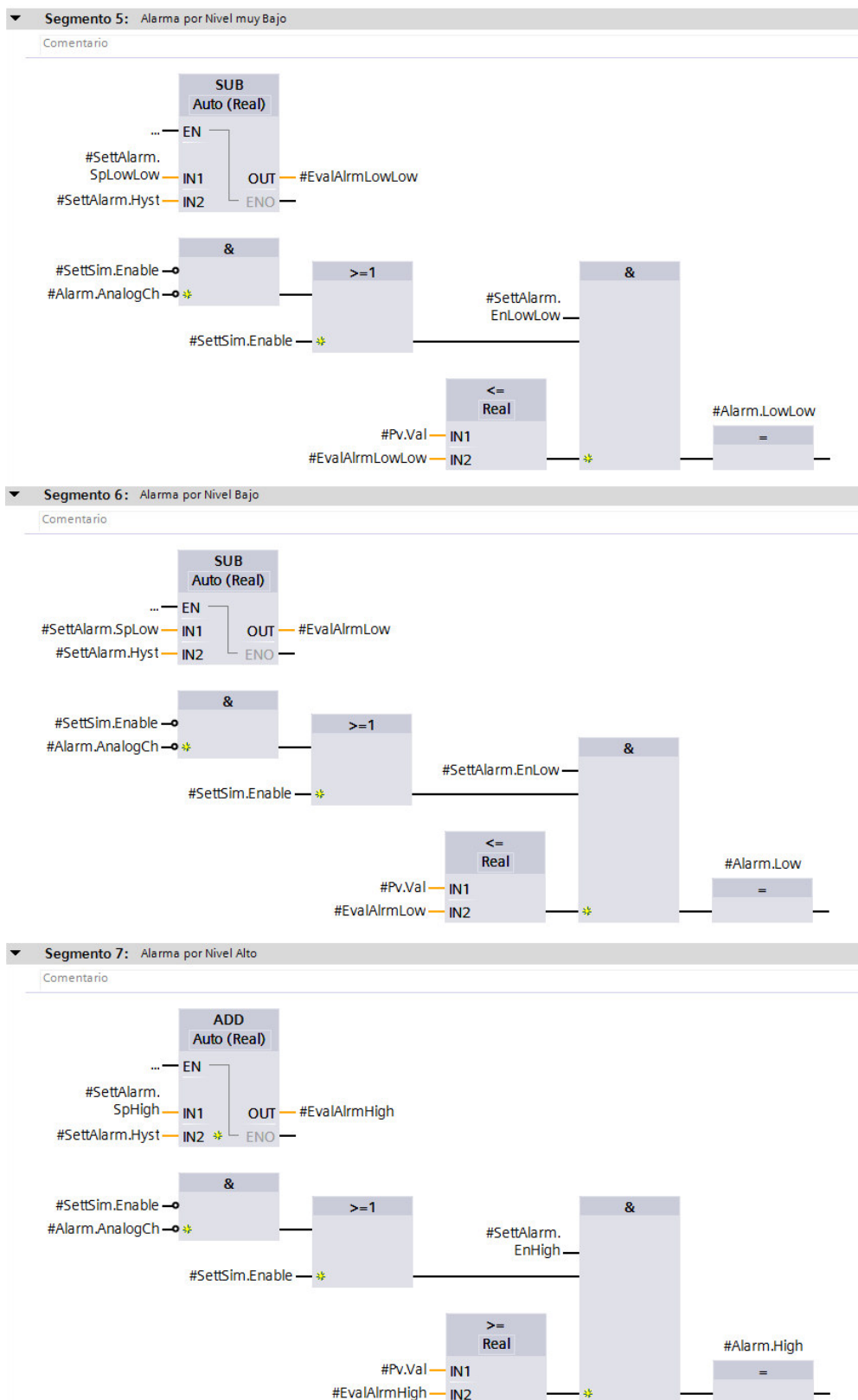


FB2_Motor_Faceplate. Fuente: Elaboración propia

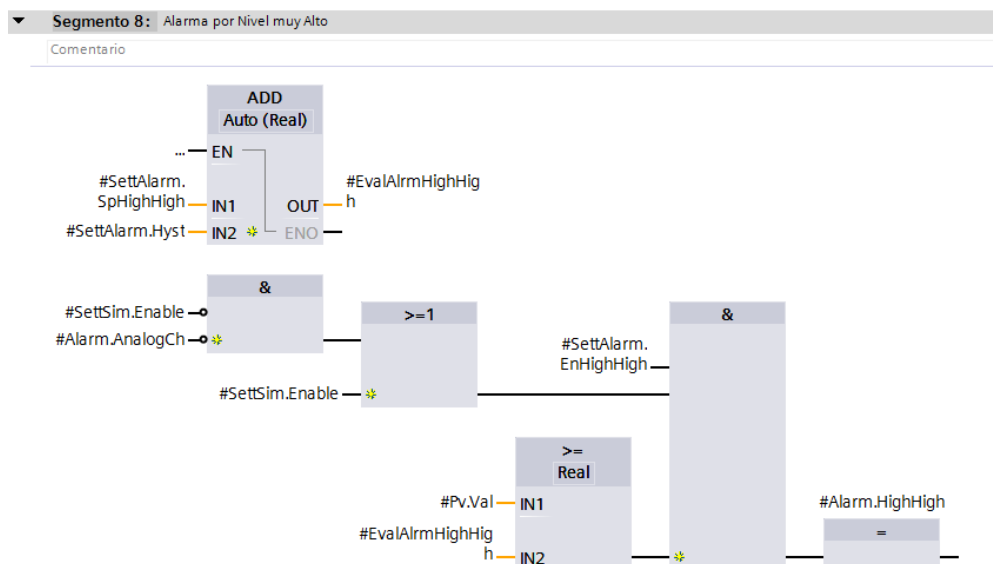


FB3_Inst_Faceplate. Fuente: Elaboración propia

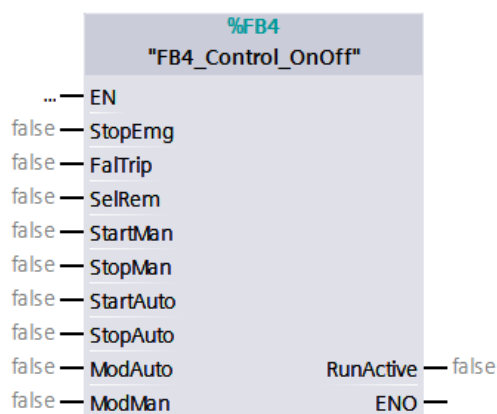




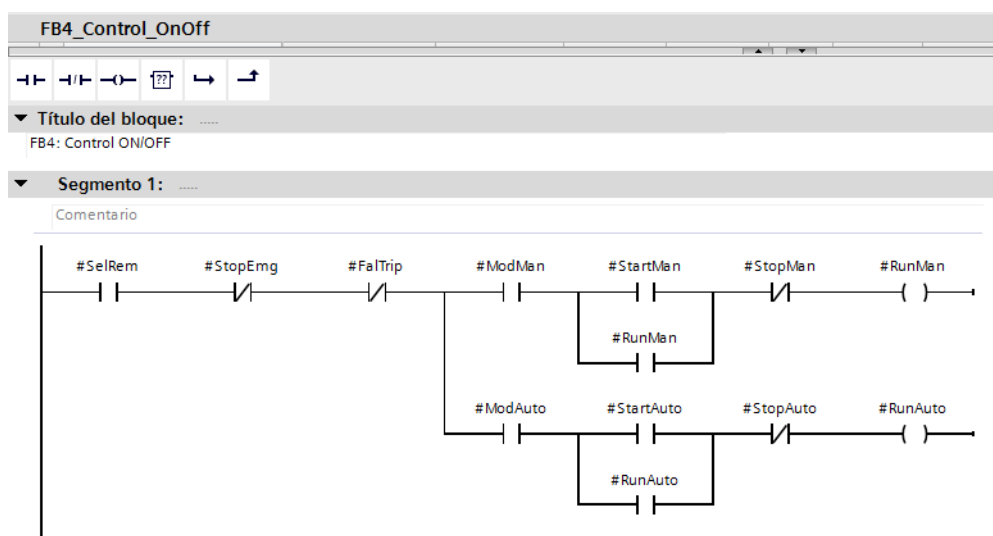
Contenido del FB3_Inst_Faceplate 2 de 3. Fuente: Elaboración propia



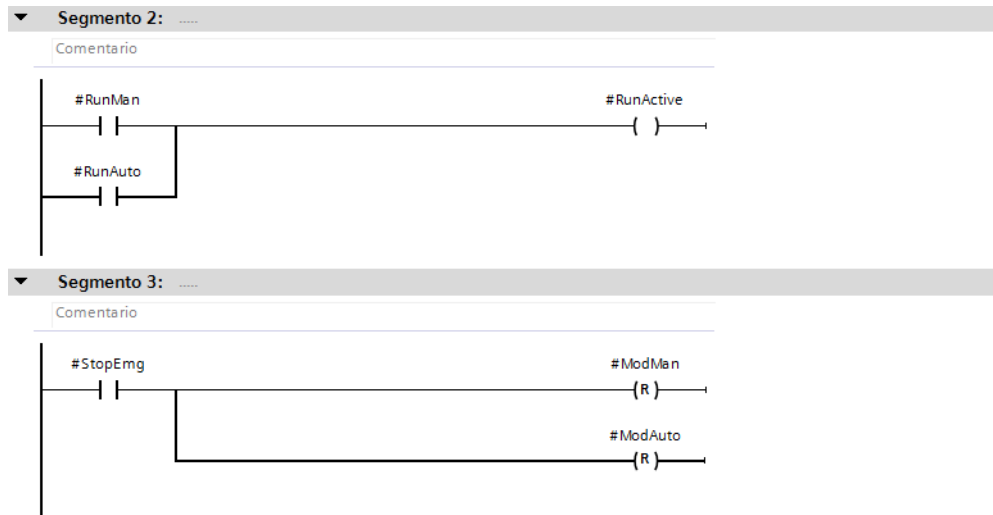
Contenido del FB3_Inst_Faceplate 3 de 3. Fuente: Elaboración propia



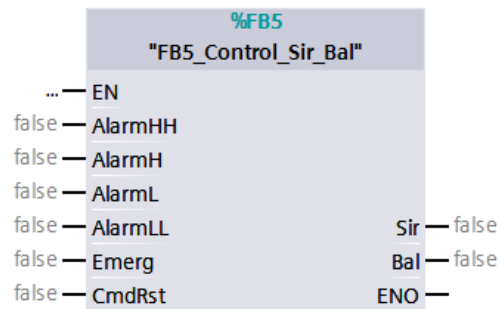
FB4_Control_OnOff. Fuente: Elaboración propia



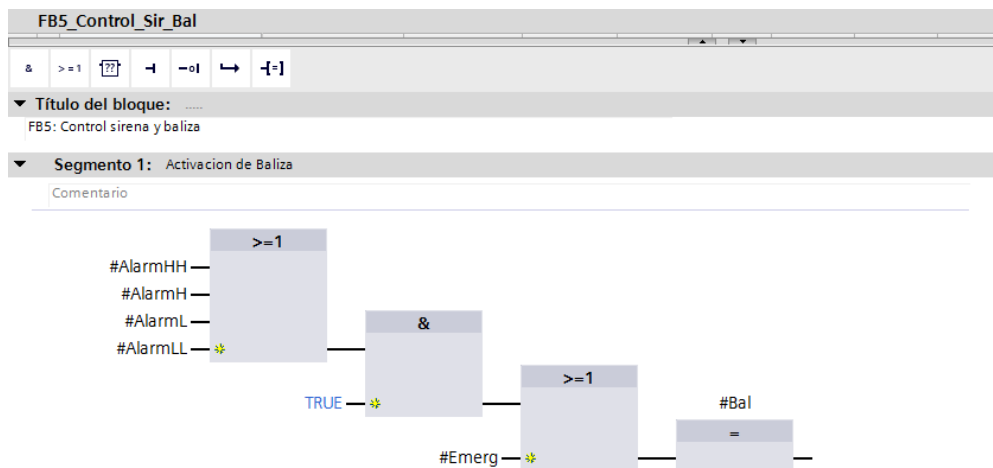
Contenido del bloque FB4_Control_OnOff 1 de 2. Fuente: Elaboración propia



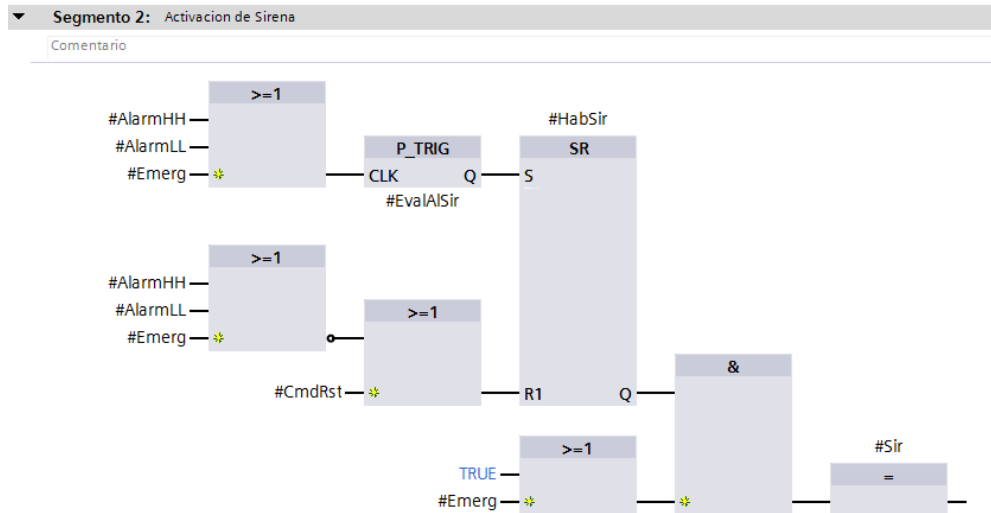
Contenido del bloque FB4_Control_OnOff 2 de 2. Fuente: Elaboración propia



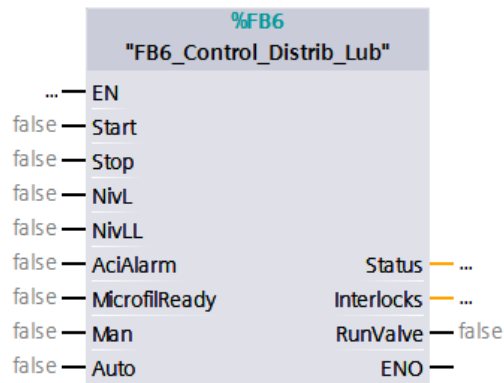
FB5_Control_Sir_Bal. Fuente: Elaboración propia



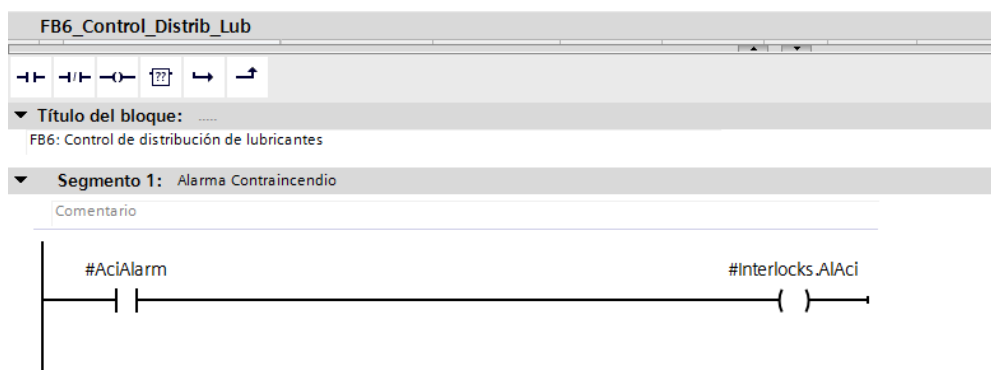
Contenido del bloque FB5_Control_Sir_Bal 1 de 2. Fuente: Elaboración propia



Contenido del bloque FB5_Control_Sir_Bal 2 de 2. Fuente: Elaboración propia



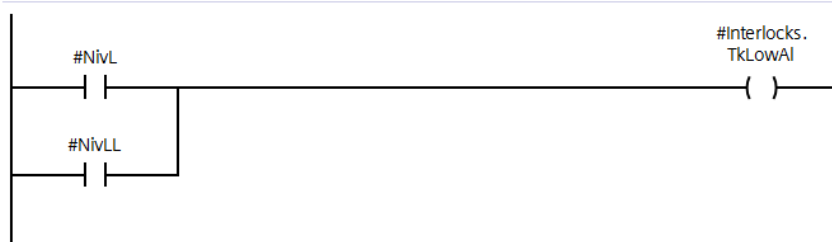
FB6_Control_Distrib_Lub. Fuente: Elaboración propia



Contenido del bloque FB6_Control_Distrib_Lub 1 de 3. Fuente: Elaboración propia

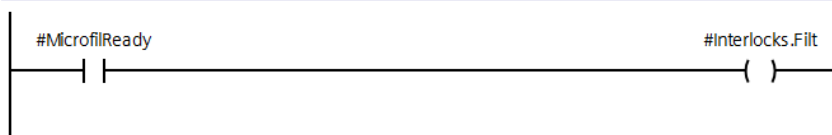
▼ Segmento 2: Alarma por Nivel Bajo o Muy Bajo de Tanque

Comentario



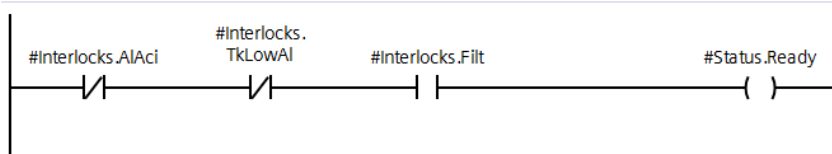
▼ Segmento 3: Sistema de Microfiltrado

Comentario



▼ Segmento 4: Sistema Listo para Operación

Comentario



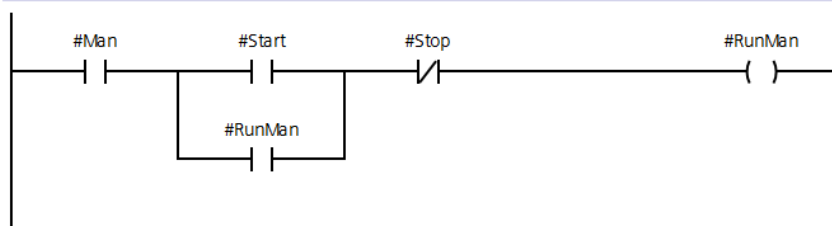
▼ Segmento 5: Sistema en Alarma

Comentario



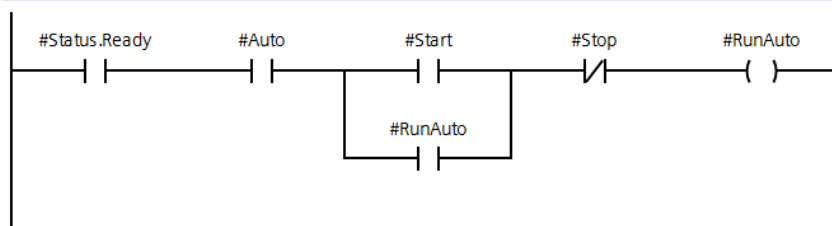
▼ Segmento 6: Funcionamiento en Manual

Comentario

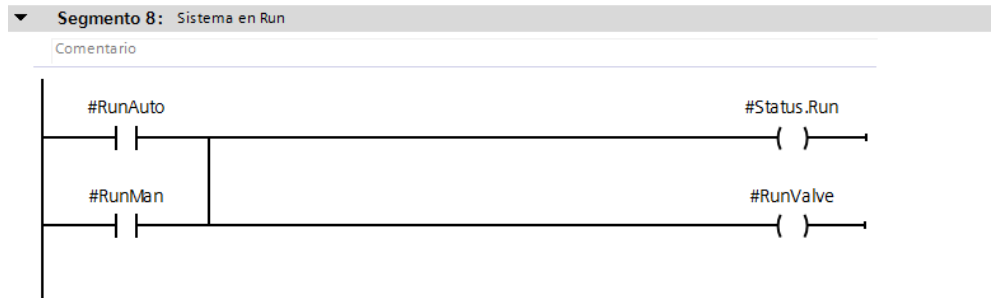


▼ Segmento 7: Funcionamiento en Automático

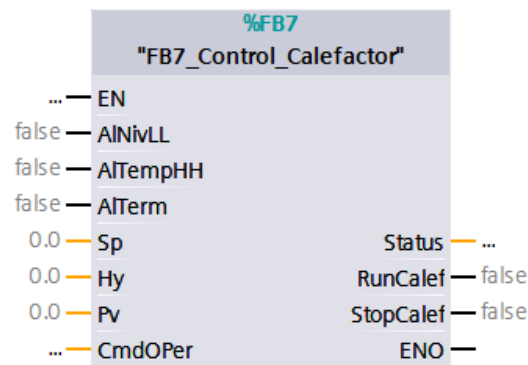
Comentario



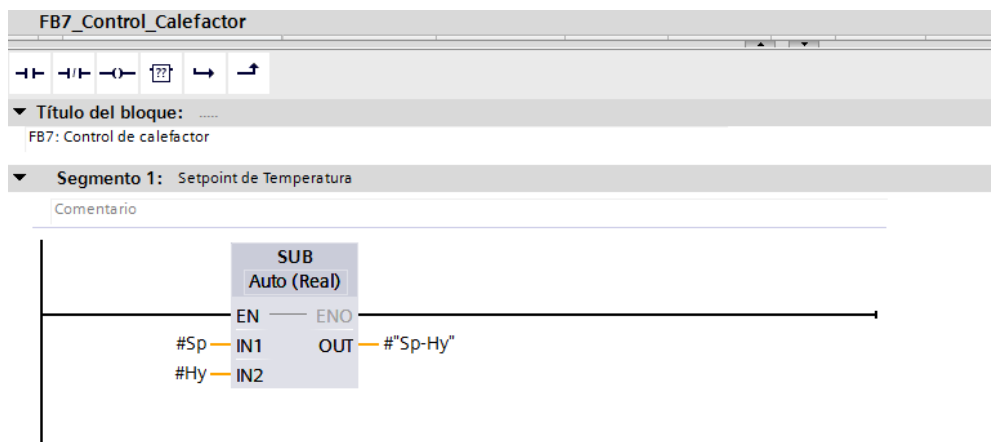
Contenido del bloque FB6_Control_Distrib_Lub 2 de 3. Fuente: Elaboración propia



Contenido del bloque FB6_Control_Distrib_Lub 3 de 3. Fuente: Elaboración propia



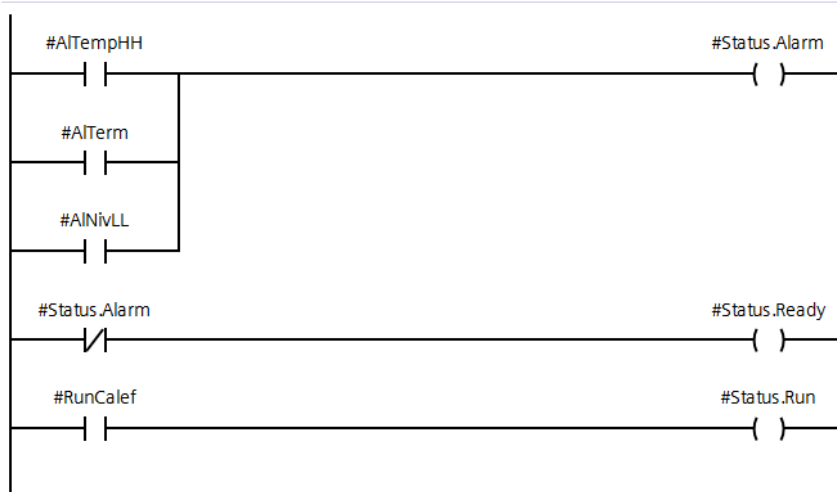
FB7_Control_Calefactor. Fuente: Elaboración propia



Contenido del bloque FB7_Control_Calefactor 1 de 3. Fuente: Elaboración propia

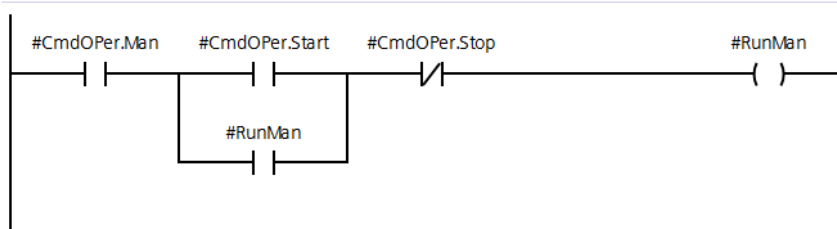
Segmento 2: Status Calefactor

Comentario



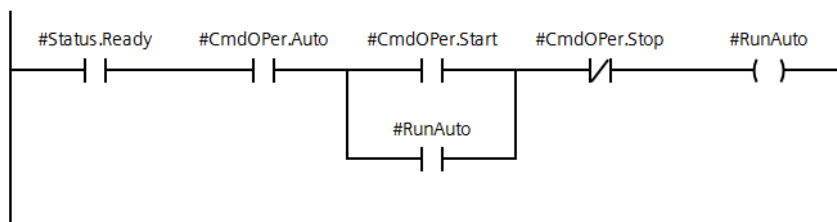
Segmento 3: Control Manual

Comentario



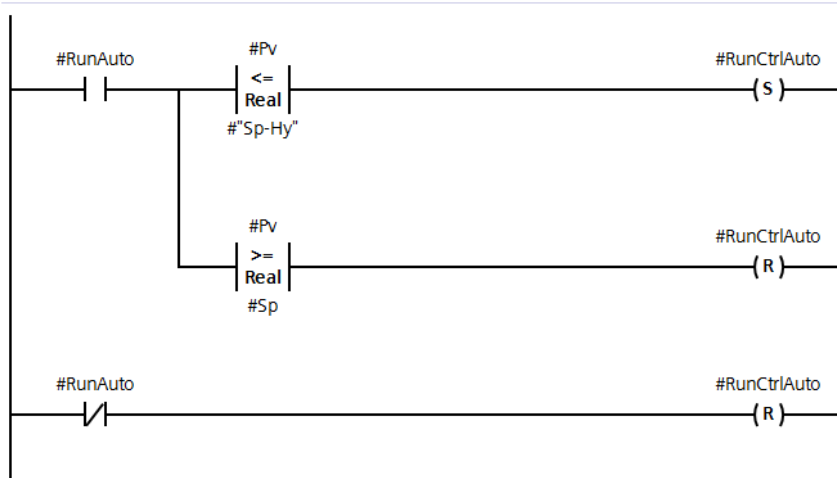
Segmento 4: Control Automático

Comentario

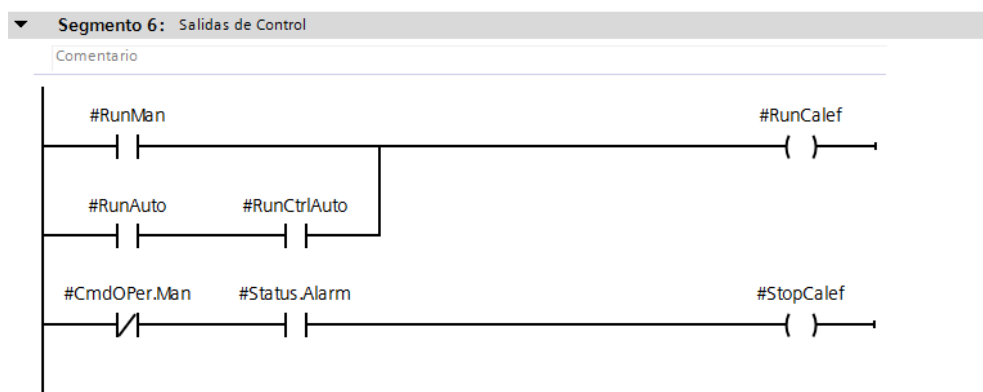


Segmento 5:

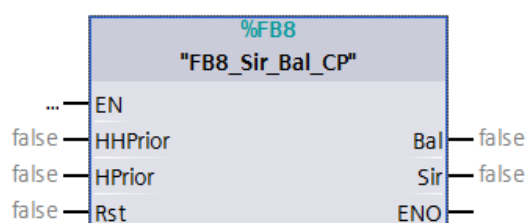
Comentario



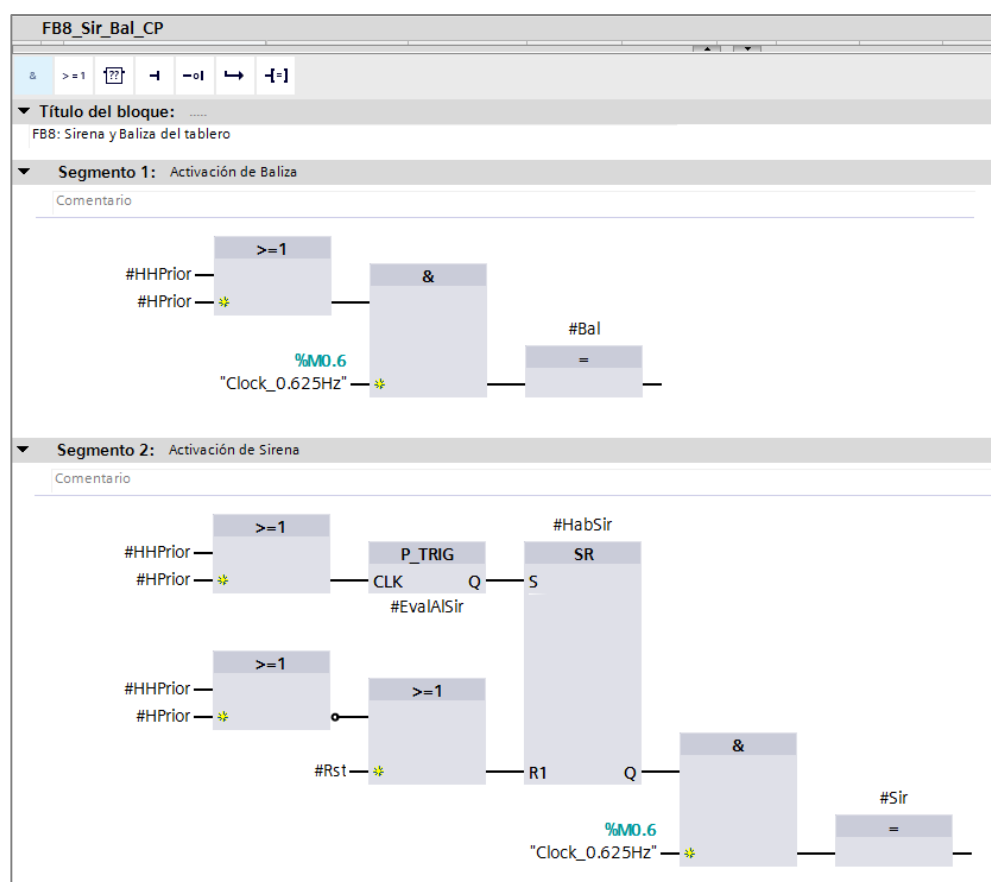
Contenido del bloque FB7_Control_Calefactor 2 de 3. Fuente: Elaboración propia



Contenido del bloque FB7_Control_Calefactor 3 de 3. Fuente: Elaboración propia



FB8_Sir_Bal_CP. Fuente: Elaboración propia

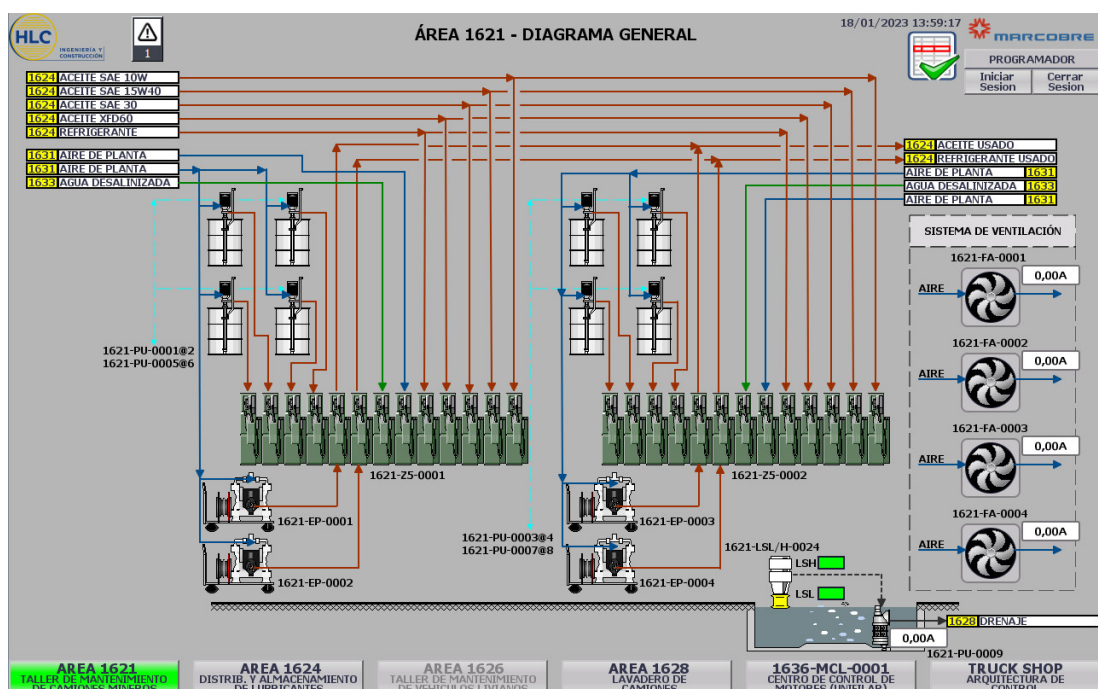


Contenido del bloque FB8_Sir_Bal_CP. Fuente: Elaboración propia

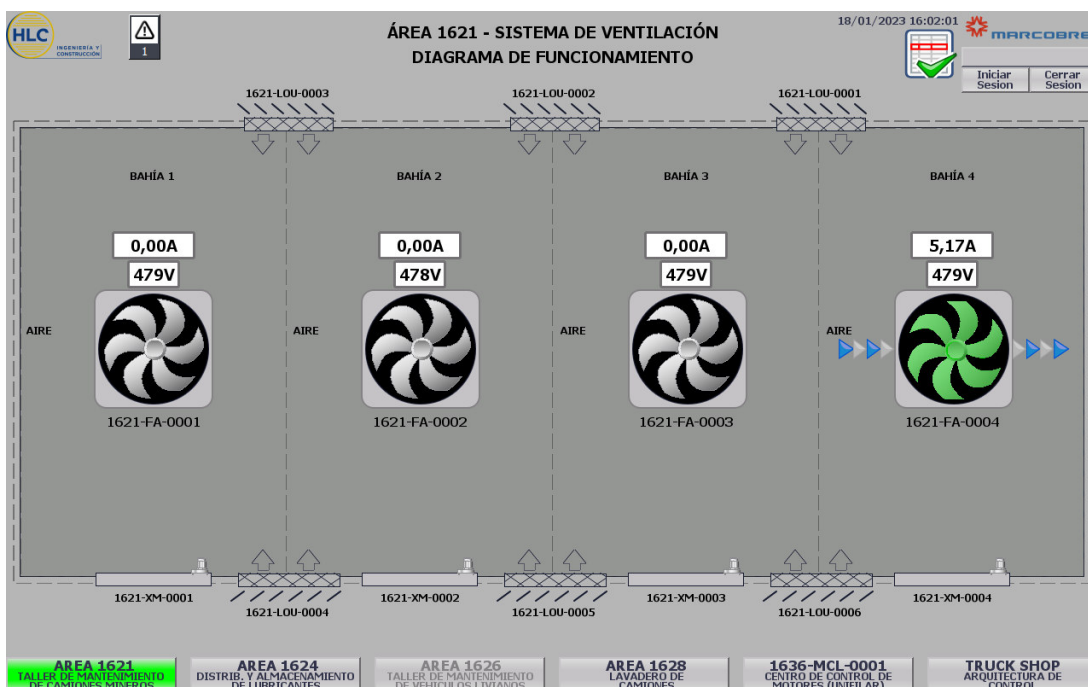
Anexo J: Pantallas de HMI

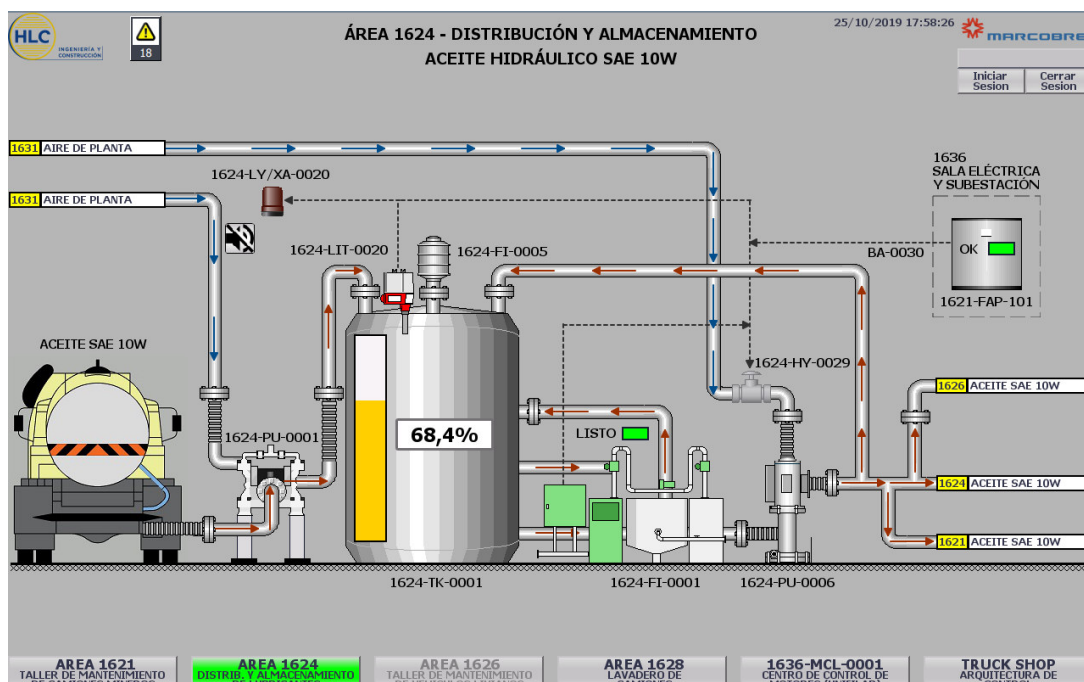


Pantalla de presentación. Fuente: Elaboración propia

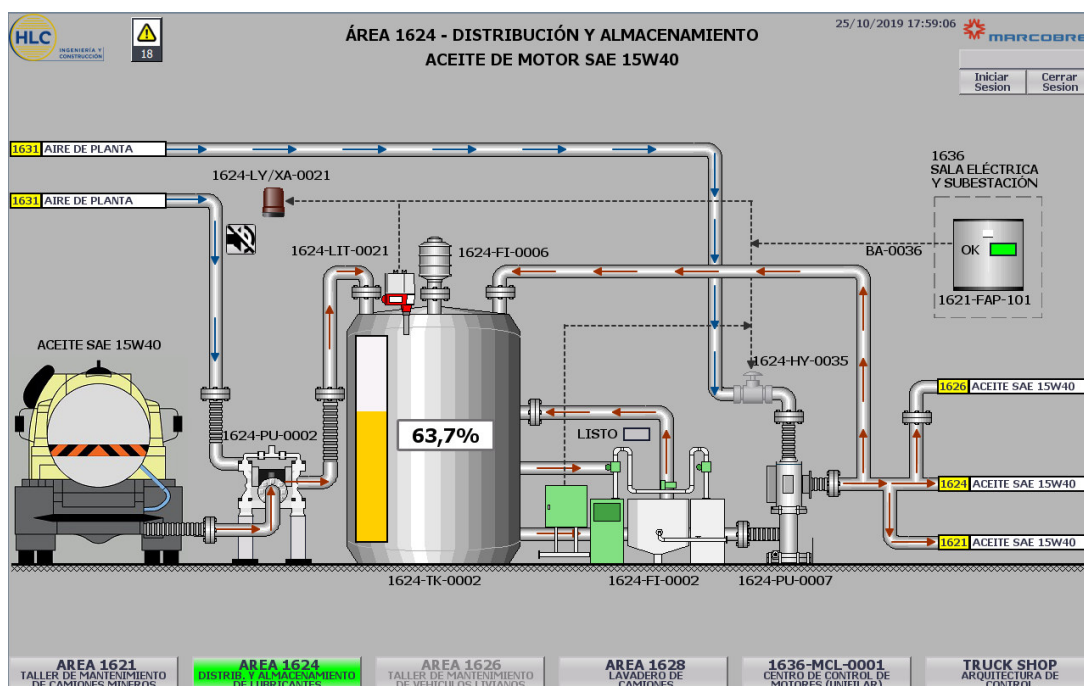


Pantalla del área 1621. Fuente: Elaboración propia

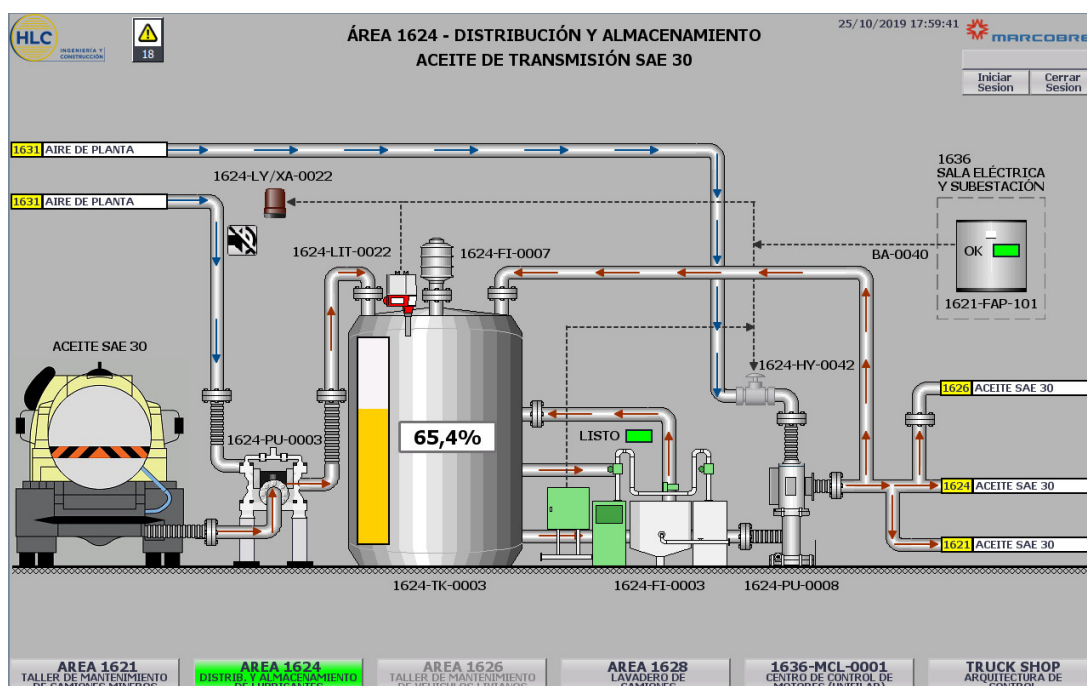




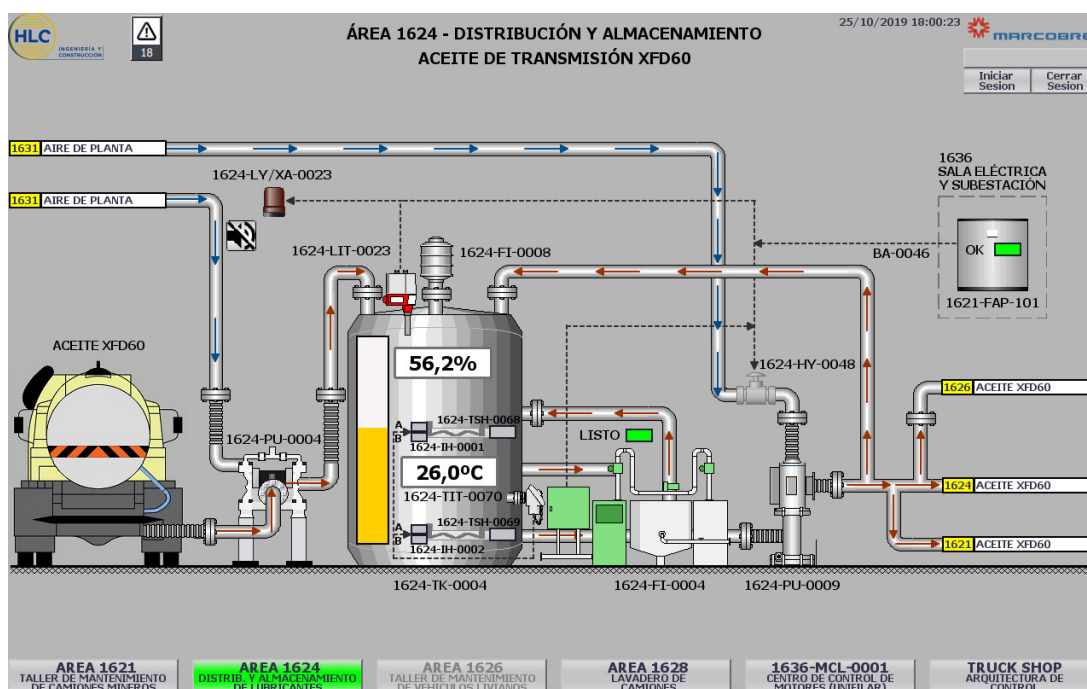
Pantalla del área 1624 para el aceite hidráulico SAE 10W. Fuente: Elaboración propia



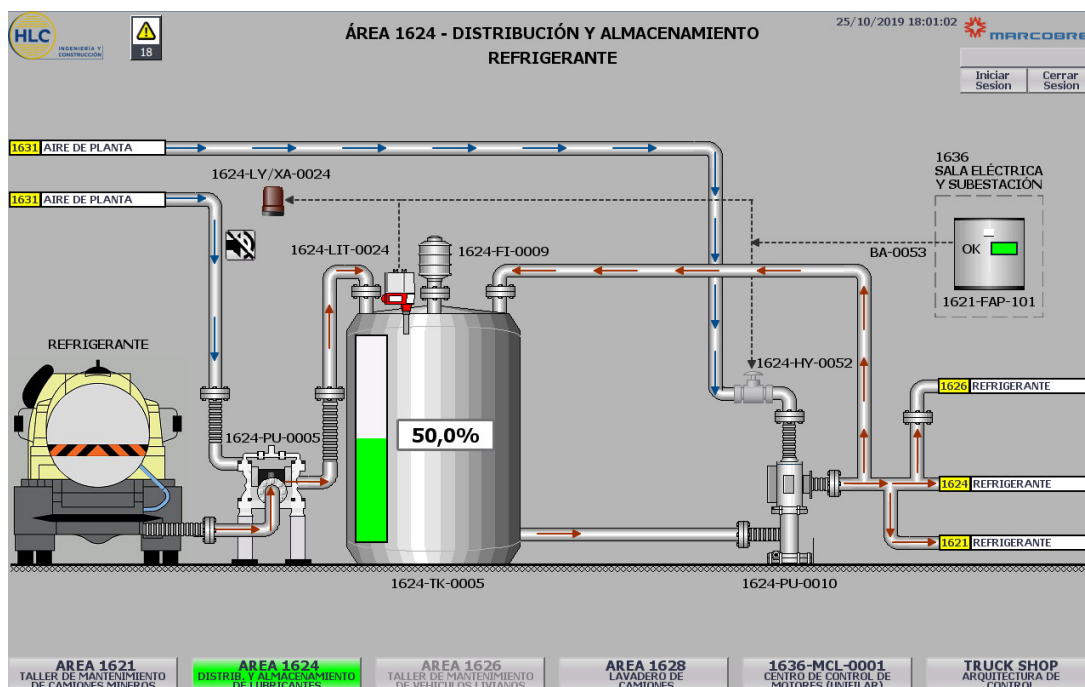
Pantalla del área 1624 para el aceite de motor SAE 15W40. Fuente: Elaboración propia



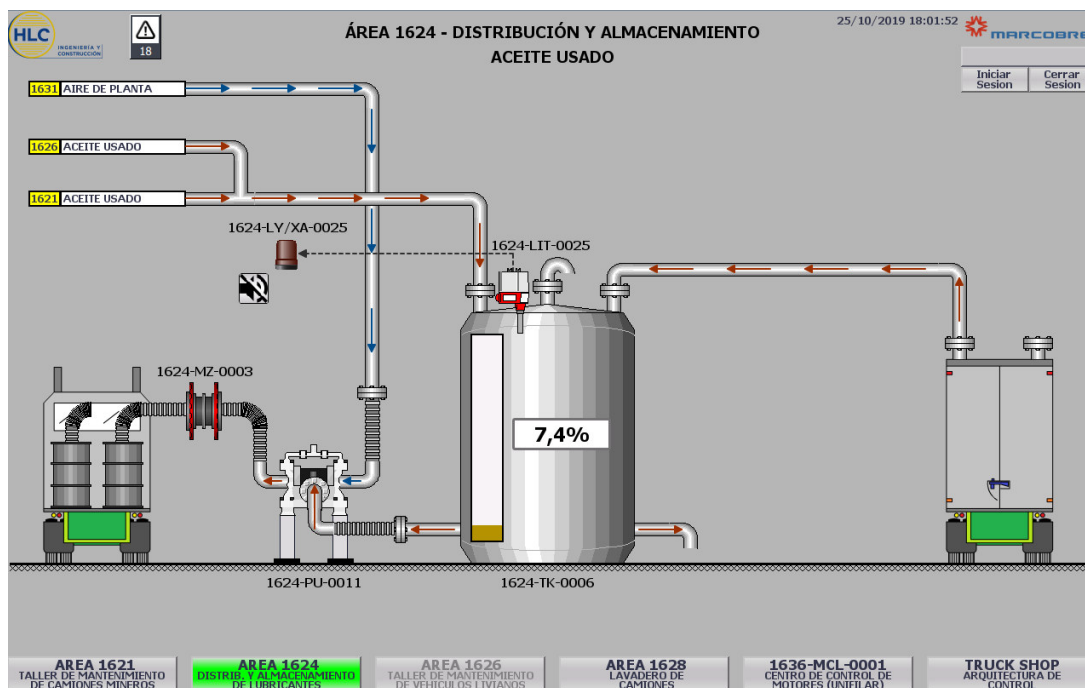
Pantalla del área 1624 para el aceite de transmisión SAE 30. Fuente: Elaboración propia



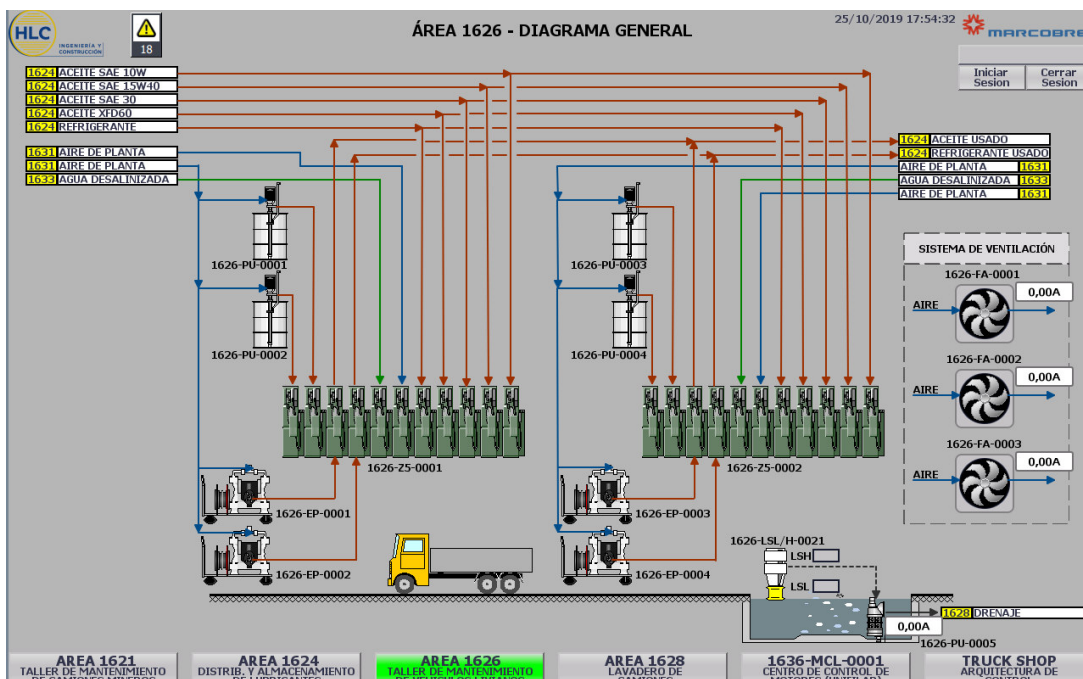
Pantalla del área 1624 para el aceite de transmisión XFD60. Fuente: Elaboración propia

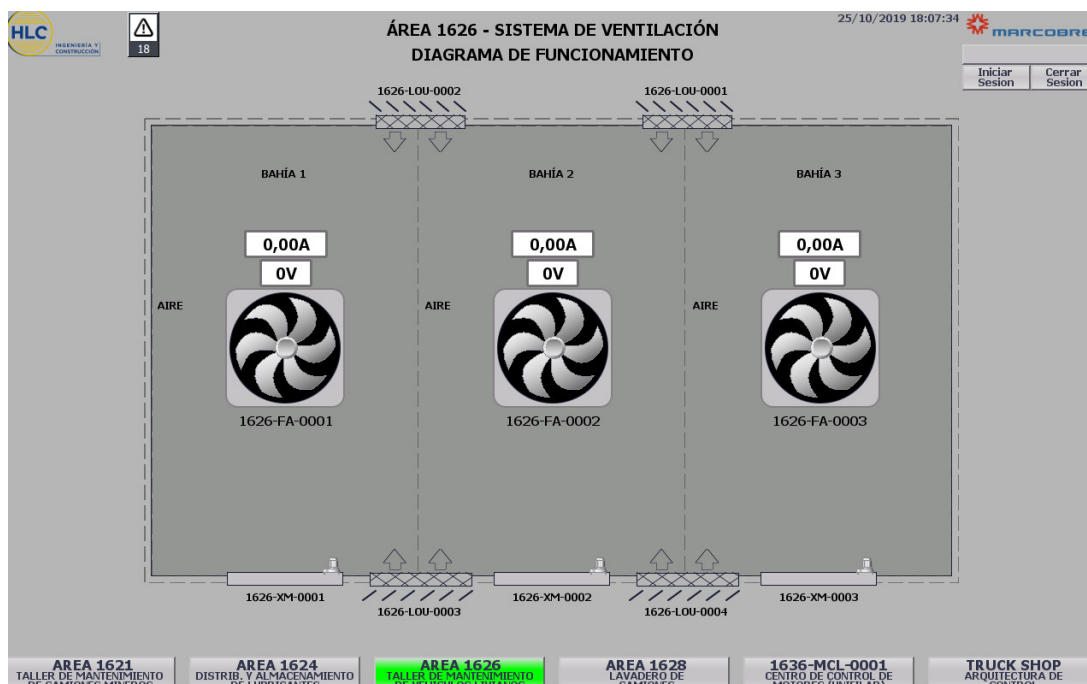


Pantalla del área 1624 para el refrigerante. Fuente: Elaboración propia

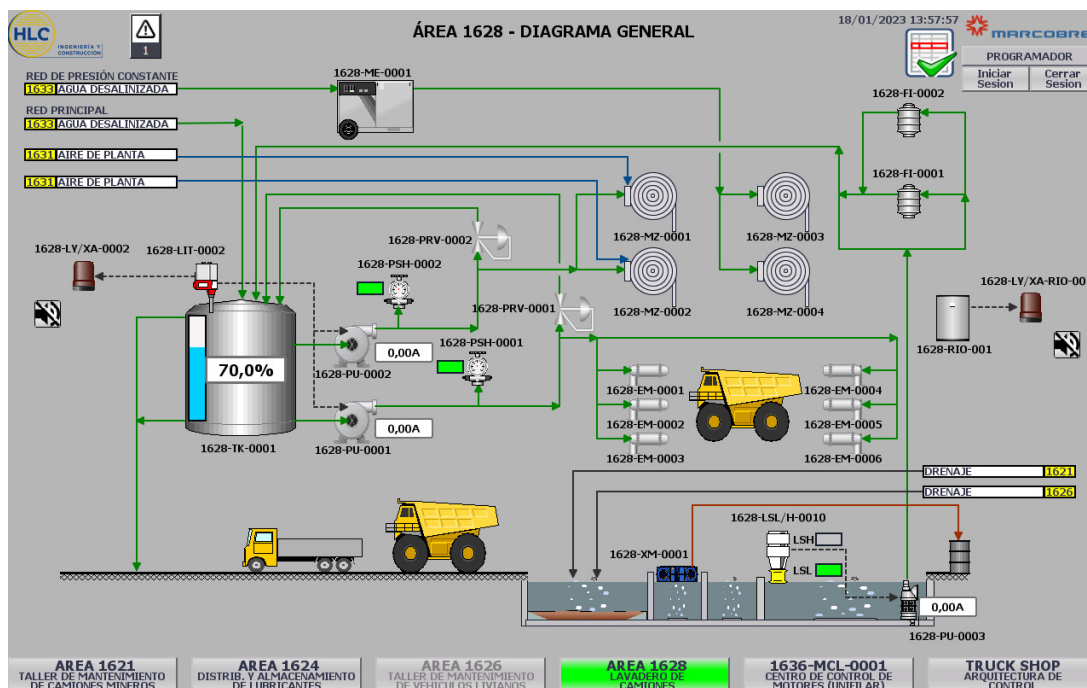


Pantalla del área 1624 para el aceite usado. Fuente: Elaboración propia

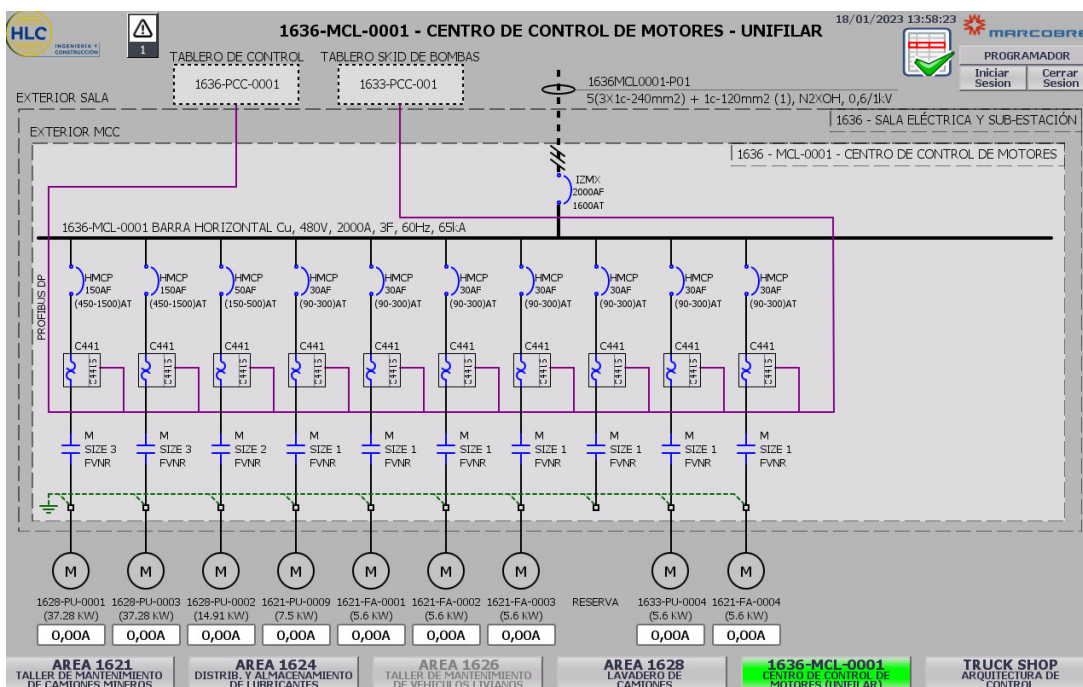




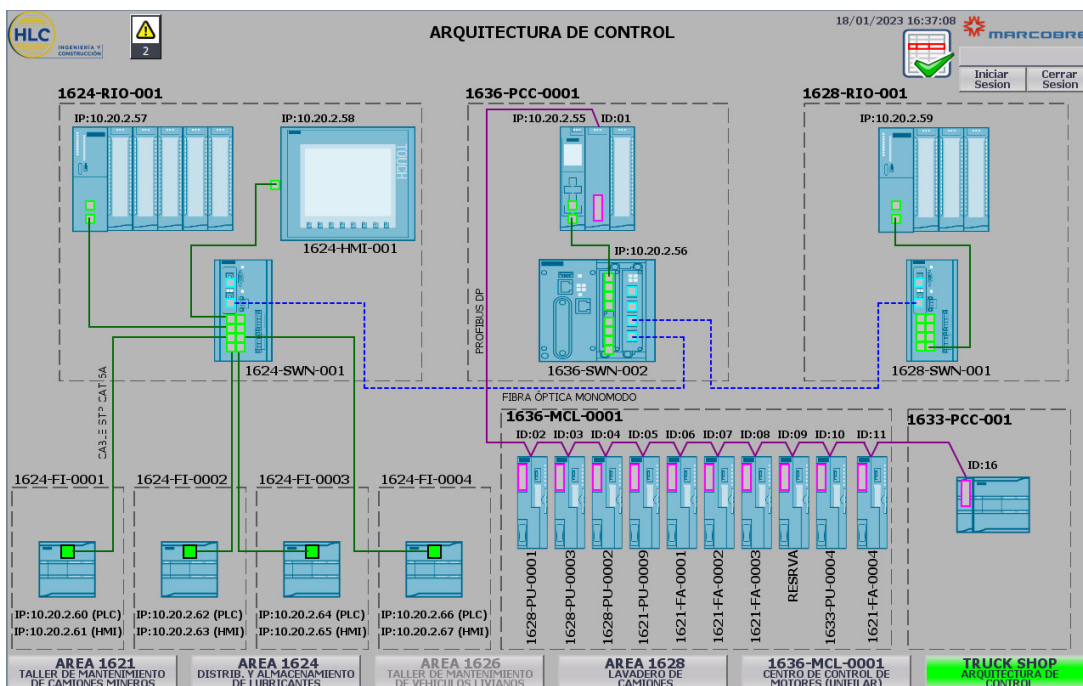
Pantalla del área 1626 para el sistema de ventiladores. Fuente: Elaboración propia



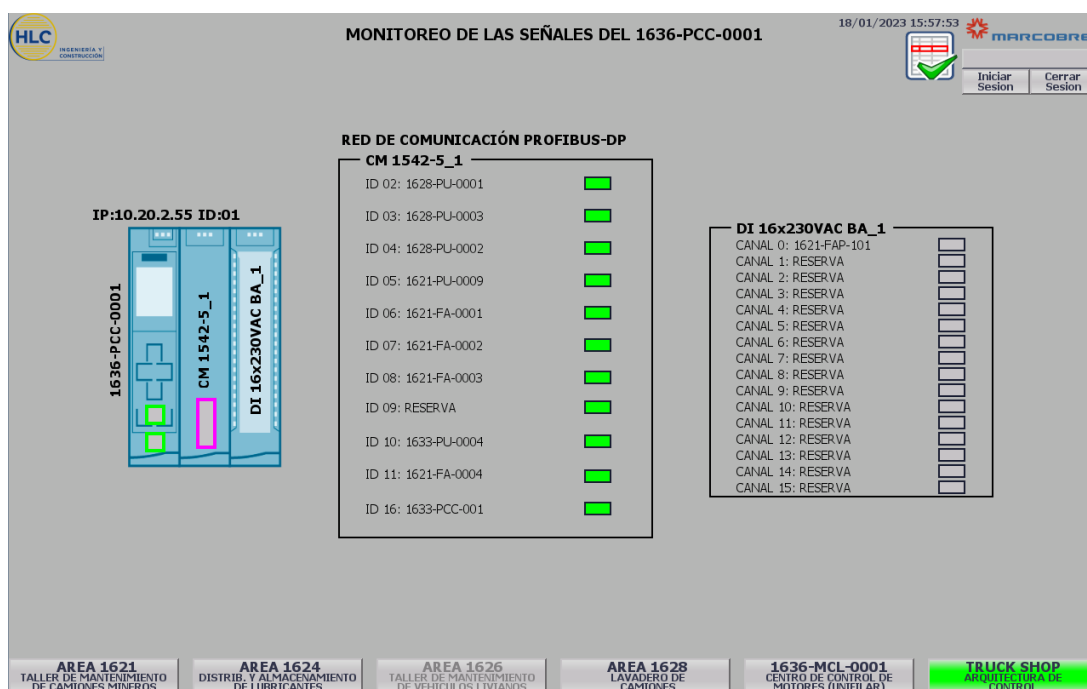
Pantalla del área 1628. Fuente: Elaboración propia



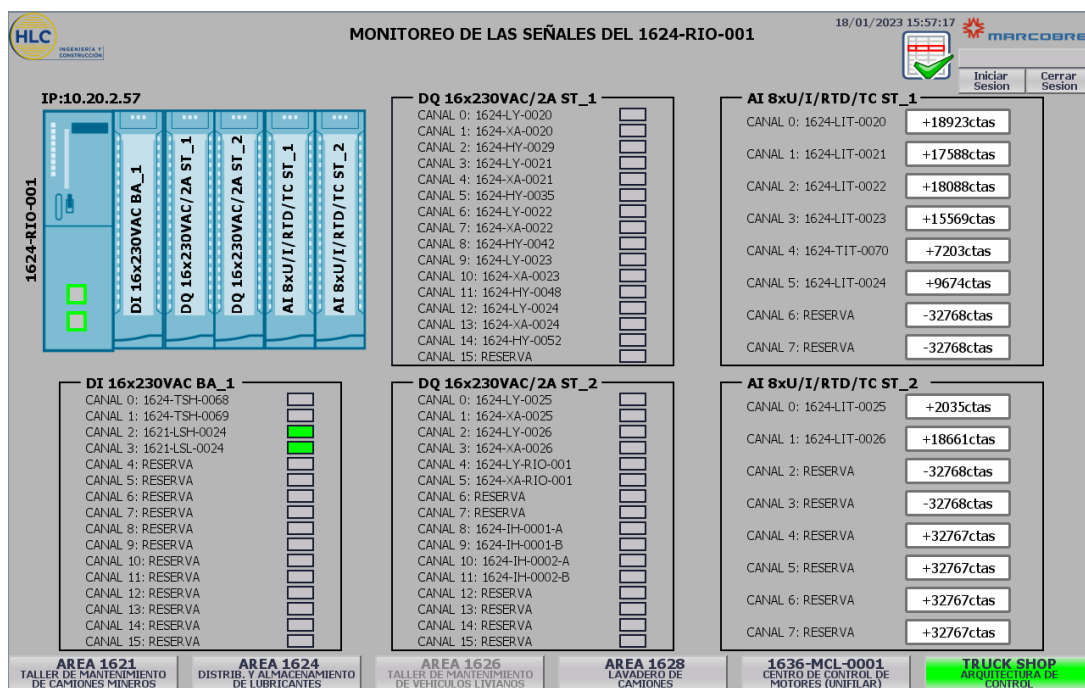
Pantalla del diagrama unifilar del CCM. Fuente: Elaboración propia



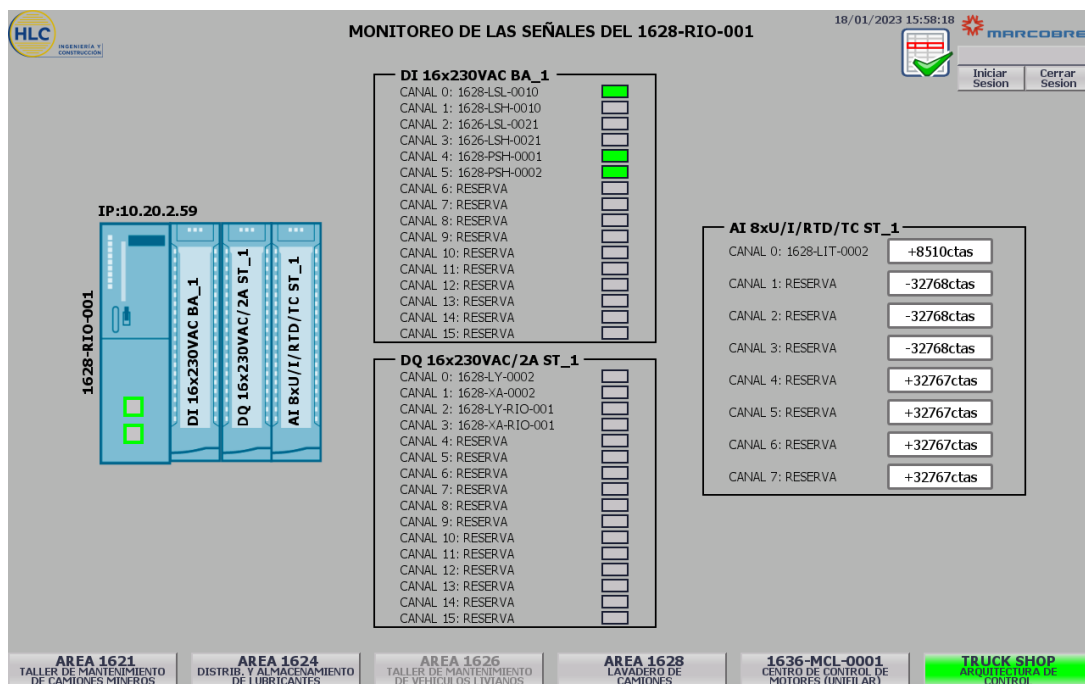
Pantalla de la arquitectura de control. Fuente: Elaboración propia



Pantalla de monitoreo de señales del tablero 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia



Pantalla de monitoreo de señales del tablero 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia



Pantalla de monitoreo de señales del tablero 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia

HISTORIAL DE ALARMAS 07/11/2019 13:01:11

N.º	Hora	Fecha	Estado	Texto
95	12:57:50	07/11/2019	EA	1628-PU-0003 - Parada de emergencia
103	12:57:45	07/11/2019	EA	1624-TITAL-0070 - Falla de canal analogico
101	12:57:43	07/11/2019	EA	1624-LITAL-0025 - Falla de canal analogico
22	12:57:41	07/11/2019	EA	1621-FA-0004 - Parada de emergencia
14	12:57:16	07/11/2019	EA	1621-FA-0002 - Parada de emergencia
6	12:27:11	07/11/2019	EA	1621-PU-0009 - Parada de emergencia
6	11:21:38	07/11/2019	E	1621-PU-0009 - Parada de emergencia
14	11:21:38	07/11/2019	E	1621-FA-0002 - Parada de emergencia
10	11:21:38	07/11/2019	E	1621-FA-0001 - Parada de emergencia
22	11:21:38	07/11/2019	E	1621-FA-0004 - Parada de emergencia
18	11:21:38	07/11/2019	E	1621-FA-0003 - Parada de emergencia
97	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0021 - Falla de canal analogico
96	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0020 - Falla de canal analogico
98	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0022 - Falla de canal analogico
100	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0024 - Falla de canal analogico
99	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0023 - Falla de canal analogico
101	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0025 - Falla de canal analogico
103	11:21:38	07/11/2019	E	1624-TITAL-0070 - Falla de canal analogico
102	11:21:38	07/11/2019	E	1624-LITAL-0026 - Falla de canal analogico
69	11:21:38	07/11/2019	E	1626-FA-0001 - Parada de emergencia
65	11:21:38	07/11/2019	E	1626-PU-0005 - Parada de emergencia
77	11:21:38	07/11/2019	E	1626-FA-0003 - Parada de emergencia
73	11:21:38	07/11/2019	E	1626-FA-0002 - Parada de emergencia
87	11:21:38	07/11/2019	E	1628-PU-0001 - Parada de emergencia
104	11:21:38	07/11/2019	E	1628-LITAL-0002 - Falla de canal analogico
95	11:21:38	07/11/2019	E	1628-PU-0003 - Parada de emergencia
91	11:21:38	07/11/2019	E	1628-PU-0002 - Parada de emergencia
100	11:21:38	07/11/2019	E	1628-PU-0004 - Parada de emergencia

VOLVER

Pantalla del historial de alarmas. Fuente: Elaboración propia

Anexo K: Formatos de pruebas FAT

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS TABLEROS DE CONTROL SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL		CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-FAT-20190603-001																																																													
			FECHA: 3-06-2019 REVISION: 0																																																													
	NOMBRE PROYECTO: MINA JUSTA NOMBRE PLANTA: TRUCK SHOP DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN																																																															
TAG DE TABLERO:		1636-PCC-0001																																																														
DESCRIPCIÓN:		TABLERO DE CONTROL																																																														
UBICACIÓN DEL TABLERO:		ÁREA 1636 - SALA ELÉCTRICA																																																														
FABRICANTE:		JHAD INGENIEROS S.A.C.																																																														
MARCA:		RITTAL																																																														
MODELO:		AE 1280.500																																																														
NORMA:		NEMA 4 / IP66																																																														
AÑO DE FABRICACIÓN:		2019																																																														
TENSIÓN:		120 VAC																																																														
FASES:		1F																																																														
FRECUENCIA:		60 Hz																																																														
DETALLES DEL EQUIPO DE PRUEBA: <table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>MARCA</th> <th>MODELO</th> <th>N° DE SERIE</th> <th>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>MULTÍMETRO</td> <td>FLUKE</td> <td>87 V TRUE RMS MULTIMETER</td> <td>43740079</td> <td>CLE-0115-2019</td> <td>29/01/2019</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CALIBRADOR DE PROCESOS</td> <td>FLUKE</td> <td>726 PRECISION CALIBRATOR</td> <td>1399148</td> <td>CLE-0052-2019</td> <td>11/01/2019</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PINZA AMPERIMÉTRICA</td> <td>FLUKE</td> <td>373 TRUE RMS CLAMP METER</td> <td>43510699</td> <td>CLE-0632-2019</td> <td>23/04/2019</td> </tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA	1	MULTÍMETRO	FLUKE	87 V TRUE RMS MULTIMETER	43740079	CLE-0115-2019	29/01/2019	2	CALIBRADOR DE PROCESOS	FLUKE	726 PRECISION CALIBRATOR	1399148	CLE-0052-2019	11/01/2019	3	PINZA AMPERIMÉTRICA	FLUKE	373 TRUE RMS CLAMP METER	43510699	CLE-0632-2019	23/04/2019																																
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA																																																										
1	MULTÍMETRO	FLUKE	87 V TRUE RMS MULTIMETER	43740079	CLE-0115-2019	29/01/2019																																																										
2	CALIBRADOR DE PROCESOS	FLUKE	726 PRECISION CALIBRATOR	1399148	CLE-0052-2019	11/01/2019																																																										
3	PINZA AMPERIMÉTRICA	FLUKE	373 TRUE RMS CLAMP METER	43510699	CLE-0632-2019	23/04/2019																																																										
INSPECCIONES PREVIAS: <table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RECHAZADO</th> <th>N/A</th> <th>APROBADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>2</td><td>Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>3</td><td>Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>4</td><td>Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>5</td><td>Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>6</td><td>Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>7</td><td>Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>8</td><td>Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>9</td><td>Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>10</td><td>Verificación punto a punto de cables de comunicación</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>11</td><td>Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO	1	Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático	☐	☐	☒	2	Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra	☐	☐	☒	3	Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores	☐	☐	☒	4	Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía	☐	☐	☒	5	Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación	☐	☐	☒	6	Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente	☐	☐	☒	7	Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados	☐	☐	☒	8	Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos	☐	☐	☒	9	Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta	☐	☐	☒	10	Verificación punto a punto de cables de comunicación	☐	☐	☒	11	Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos	☐	☐	☒
ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO																																																												
1	Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático	☐	☐	☒																																																												
2	Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra	☐	☐	☒																																																												
3	Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores	☐	☐	☒																																																												
4	Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía	☐	☐	☒																																																												
5	Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación	☐	☐	☒																																																												
6	Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente	☐	☐	☒																																																												
7	Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados	☐	☐	☒																																																												
8	Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos	☐	☐	☒																																																												
9	Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta	☐	☐	☒																																																												
10	Verificación punto a punto de cables de comunicación	☐	☐	☒																																																												
11	Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos	☐	☐	☒																																																												
VERIFICACIONES FUNCIONALES <table border="1"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RECHAZADO</th> <th>N/A</th> <th>APROBADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>2</td><td>Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>3</td><td>Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>4</td><td>Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>5</td><td>Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>6</td><td>Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>7</td><td>Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>8</td><td>Verificación del circuito de calefacción del tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>9</td><td>Verificación del circuito de ventilación del tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>10</td><td>Verificación del circuito de iluminación del tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO	1	Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica	☐	☐	☒	2	Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada	☐	☐	☒	3	Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero	☐	☐	☒	4	Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.	☐	☐	☒	5	Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc	☐	☐	☒	6	Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.	☐	☐	☒	7	Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)	☐	☐	☒	8	Verificación del circuito de calefacción del tablero	☐	☐	☒	9	Verificación del circuito de ventilación del tablero	☐	☐	☒	10	Verificación del circuito de iluminación del tablero	☐	☐	☒					
ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO																																																												
1	Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica	☐	☐	☒																																																												
2	Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada	☐	☐	☒																																																												
3	Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero	☐	☐	☒																																																												
4	Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.	☐	☐	☒																																																												
5	Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc	☐	☐	☒																																																												
6	Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.	☐	☐	☒																																																												
7	Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)	☐	☐	☒																																																												
8	Verificación del circuito de calefacción del tablero	☐	☐	☒																																																												
9	Verificación del circuito de ventilación del tablero	☐	☐	☒																																																												
10	Verificación del circuito de iluminación del tablero	☐	☐	☒																																																												
OBSERVACIONES:																																																																
APROBACIÓN: APROBADO																																																																
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____																																																												

Formato FAT del tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia.

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS TABLEROS DE CONTROL SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL	CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-FAT-20190603-002																																																																
		FECHA: 3-06-2019 REVISION: 0																																																																
NOMBRE PROYECTO: MINA JUSTA																																																																		
NOMBRE PLANTA: TRUCK SHOP																																																																		
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN																																																																		
TAG DE TABLERO:	1624-RIO-001																																																																	
DESCRIPCIÓN:	TABLERO REMOTO I/O																																																																	
UBICACIÓN DEL TABLERO:	ÁREA 1624 - ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE LUBRICANTES																																																																	
FABRICANTE:	JHAD INGENIEROS S.A.C.																																																																	
MARCA:	RITTAL																																																																	
MODELO:	AE 1280.500																																																																	
NORMA:	NEMA 4 / IP66																																																																	
AÑO DE FABRICACIÓN:	2019																																																																	
TENSIÓN:	120 VAC																																																																	
FASES:	1F																																																																	
FRECUENCIA:	60 Hz																																																																	
DETALLES DEL EQUIPO DE PRUEBA: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>MARCA</th> <th>MODELO</th> <th>N° DE SERIE</th> <th>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>MULTÍMETRO</td> <td>FLUKE</td> <td>87 V TRUE RMS MULTIMETER</td> <td>43740079</td> <td>CLE-0115-2019</td> <td>29/01/2019</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CALIBRADOR DE PROCESOS</td> <td>FLUKE</td> <td>726 PRECISION CALIBRATOR</td> <td>1399148</td> <td>CLE-0052-2019</td> <td>11/01/2019</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PINZA AMPERIMÉTRICA</td> <td>FLUKE</td> <td>373 TRUE RMS CLAMP METER</td> <td>43510699</td> <td>CLE-0632-2019</td> <td>23/04/2019</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA	1	MULTÍMETRO	FLUKE	87 V TRUE RMS MULTIMETER	43740079	CLE-0115-2019	29/01/2019	2	CALIBRADOR DE PROCESOS	FLUKE	726 PRECISION CALIBRATOR	1399148	CLE-0052-2019	11/01/2019	3	PINZA AMPERIMÉTRICA	FLUKE	373 TRUE RMS CLAMP METER	43510699	CLE-0632-2019	23/04/2019																																				
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA																																																												
1	MULTÍMETRO	FLUKE	87 V TRUE RMS MULTIMETER	43740079	CLE-0115-2019	29/01/2019																																																												
2	CALIBRADOR DE PROCESOS	FLUKE	726 PRECISION CALIBRATOR	1399148	CLE-0052-2019	11/01/2019																																																												
3	PINZA AMPERIMÉTRICA	FLUKE	373 TRUE RMS CLAMP METER	43510699	CLE-0632-2019	23/04/2019																																																												
INSPECCIONES PREVIAS: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RECHAZADO</th> <th>N/A</th> <th>APROBADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>2</td><td>Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>3</td><td>Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>4</td><td>Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>5</td><td>Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>6</td><td>Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>7</td><td>Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>8</td><td>Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>9</td><td>Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>10</td><td>Verificación punto a punto de cables de comunicación</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>11</td><td>Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </tbody> </table>							ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO	1	Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático	☐	☐	☒	2	Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra	☐	☐	☒	3	Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores	☐	☐	☒	4	Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía	☐	☐	☒	5	Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación	☐	☐	☒	6	Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente	☐	☐	☒	7	Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados	☐	☐	☒	8	Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos	☐	☐	☒	9	Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta	☐	☐	☒	10	Verificación punto a punto de cables de comunicación	☐	☐	☒	11	Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos	☐	☐	☒
ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO																																																														
1	Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático	☐	☐	☒																																																														
2	Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra	☐	☐	☒																																																														
3	Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores	☐	☐	☒																																																														
4	Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía	☐	☐	☒																																																														
5	Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación	☐	☐	☒																																																														
6	Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente	☐	☐	☒																																																														
7	Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados	☐	☐	☒																																																														
8	Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos	☐	☐	☒																																																														
9	Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta	☐	☐	☒																																																														
10	Verificación punto a punto de cables de comunicación	☐	☐	☒																																																														
11	Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos	☐	☐	☒																																																														
VERIFICACIONES FUNCIONALES <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RECHAZADO</th> <th>N/A</th> <th>APROBADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>2</td><td>Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>3</td><td>Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>4</td><td>Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>5</td><td>Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>6</td><td>Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>7</td><td>Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>8</td><td>Verificación del circuito de calefacción del tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>9</td><td>Verificación del circuito de ventilación del tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> <tr><td>10</td><td>Verificación del circuito de iluminación del tablero</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☒</td></tr> </tbody> </table>					ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO	1	Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica	☐	☐	☒	2	Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada	☐	☐	☒	3	Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero	☐	☐	☒	4	Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.	☐	☐	☒	5	Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc	☐	☐	☒	6	Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.	☐	☐	☒	7	Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)	☐	☐	☒	8	Verificación del circuito de calefacción del tablero	☐	☐	☒	9	Verificación del circuito de ventilación del tablero	☐	☐	☒	10	Verificación del circuito de iluminación del tablero	☐	☐	☒							
ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO																																																														
1	Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica	☐	☐	☒																																																														
2	Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada	☐	☐	☒																																																														
3	Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero	☐	☐	☒																																																														
4	Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.	☐	☐	☒																																																														
5	Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc	☐	☐	☒																																																														
6	Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.	☐	☐	☒																																																														
7	Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)	☐	☐	☒																																																														
8	Verificación del circuito de calefacción del tablero	☐	☐	☒																																																														
9	Verificación del circuito de ventilación del tablero	☐	☐	☒																																																														
10	Verificación del circuito de iluminación del tablero	☐	☐	☒																																																														
OBSERVACIONES:																																																																		
APROBACIÓN: APROBADO																																																																		
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____																																																																

Formato FAT del tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS TABLEROS DE CONTROL SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL	CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-FAT-20190603-003 FECHA: 3-06-2019 REVISION: 0				
NOMBRE PROYECTO: MINA JUSTA						
NOMBRE PLANTA: TRUCK SHOP						
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN						
TAG DE TABLERO:	1628-RIO-001					
DESCRIPCIÓN:	TABLERO REMOTO I/O					
UBICACIÓN DEL TABLERO:	ÁREA 1628 - LAVADO DE CAMIONES					
FABRICANTE:	JHAD INGENIEROS S.A.C.					
MARCA:	RITTAL					
MODELO:	AE 1280.500					
NORMA:	NEMA 4 / IP66					
AÑO DE FABRICACIÓN:	2019					
TENSIÓN:	120 VAC					
FASES:	1F					
FRECUENCIA:	60 Hz					
DETALLES DEL EQUIPO DE PRUEBA:						
ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	N° DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA
1	MULTÍMETRO	FLUKE	87 V TRUE RMS MULTIMETER	43740079	CLE-0115-2019	29/01/2019
2	CALIBRADOR DE PROCESOS	FLUKE	726 PRECISION CALIBRATOR	1399148	CLE-0052-2019	11/01/2019
3	PINZA AMPERIMÉTRICA	FLUKE	373 TRUE RMS CLAMP METER	43510699	CLE-0632-2019	23/04/2019
INSPECCIONES PREVIAS:						
ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO		
1	Identificación de tablero y circuito de alimentación eléctrica conforme a plano esquemático	☐	☐	☒		
2	Verificación de correcto montaje y conexiones de puesta a tierra	☐	☐	☒		
3	Ajuste correcto de terminales de cables, bornes de conductores e interruptores	☐	☐	☒		
4	Verificación de continuidad de circuitos alimentarios de energía	☐	☐	☒		
5	Identificación de tablero y equipos en arquitectura de comunicación	☐	☐	☒		
6	Equipos, caja de empalme, switch, distribuidores, etc. Soportados adecuadamente	☐	☐	☒		
7	Verificar que los patchcords, cables STP, cables de señal, etc. Se encuentren ordenados	☐	☐	☒		
8	Verificar las conexiones de los terminales de FO, RJ45, distribuidores y switches se encuentren fijos	☐	☐	☒		
9	Verificar que no haya obstrucción de cables con la manipulación de la puerta	☐	☐	☒		
10	Verificación punto a punto de cables de comunicación	☐	☐	☒		
11	Rotulación y etiquetado en los terminales de conexión a los puertos de equipos	☐	☐	☒		
VERIFICACIONES FUNCIONALES						
ITEM	DESCRIPCIÓN	RECHAZADO	N/A	APROBADO		
1	Verificación de operatividad de interruptores de alimentación eléctrica	☐	☐	☒		
2	Medición de tensión y secuencia de fases en la alimentación de llegada	☐	☐	☒		
3	Verificación de presencia de tensión en los indicadores de tablero	☐	☐	☒		
4	Verificación de encendido de switch, fuente de alimentación, etc.	☐	☐	☒		
5	Verificación de habilitación de puertos en la caja de empalme, switch, etc	☐	☐	☒		
6	Verificación de parpadeo de puertos conectados a equipos.	☐	☐	☒		
7	Verificación de comunicación punto a punto hacia los equipos locales (LED's)	☐	☐	☒		
8	Verificación del circuito de calefacción del tablero	☐	☐	☒		
9	Verificación del circuito de ventilación del tablero	☐	☐	☒		
10	Verificación del circuito de iluminación del tablero	☐	☐	☒		
OBSERVACIONES:						
APROBACIÓN: APROBADO						
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		APROBO NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		

Formato FAT del tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia.

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS TABLEROS DE CONTROL SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL		CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-FAT-20190603-004
			FECHA: 3-06-2019 REVISION: 0
NOMBRE PROYECTO: MINA JUSTA NOMBRE PLANTA: TRUCK SHOP DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN			
EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DEL PLC Y HMI CONTEMPLA:			
NAVEGACIÓN ENTRE LAS PANTALLAS Y FACEPLATE CORRECTAMENTE EN EL HMI			
VALORES MOSTRADOS CORRECTAMENTE			
LÓGICA DE CONTROL Y ANIMACIÓN CORRECTA			
Pantalla	Desarrollo PLC y HMI	Observaciones	
a) "PANTALLA DE BIENVENIDA"	☒		
b) "1621 TALLER DE MANTENIMIENTO DE CAMIONES MINEROS"	☒		
c) "1624 DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LUBRICANTES"	☒		
d) "1626 TALLER DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS LIVIANOS"	N/A	Área será construida en el futuro	
e) "1628 LAVADERO DE CAMIONES"	☒		
f) "1636-MCL-0001 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (UNIFILAR)"	☒		
g) "TRUCK SHOP ARQUITECTURA DE CONTROL"	☒		
h) "HISTORIAL DE ALARMAS"	☒		
CONTROL DE USUARIOS EN EL HMI			
NOMBRE DE USUARIO	CONTRASEÑA	PERMISOS EN HMI	Observaciones
1 OPERADOR	12345	☒	
2 MANTENIMIENTO	MANTMJ	☒	
3 SUPERVISORMINA	SUPERMJ	☒	
4 SUPERVISORHLC	HLCING	☒	
5			
OBSERVACIONES:			
La navegación por el área 1626 está deshabilitada			
La prueba contempla el sistema de ventilación del área 1621			
La prueba contempla las pantallas individuales de los tanques del área 1624			
La prueba contempla las pantallas de monitoreo de señales de la arquitectura de control			
APROBACIÓN: APROBADO			
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	

Formato FAT pruebas de programación. Fuente: Elaboración propia



Equipos de prueba para realización de las FAT. Fuente: Elaboración propia.



CARTA DE GARANTÍA

JHAD INGENIEROS S.A.C. garantiza los productos suministrados durante el lapso de 12 meses.

Esta garantía corresponde al:

Suministro: Tableros de control

Tag: 1636-PCC-0001, 1624-RIO-001 y 1628-RIO-001

De orden de compra **GC17601003-0369** debidamente endosado con su factura.

JHAD INGENIEROS SAC solo respaldará las piezas que llegaran a tener fallas de origen o que sus daños se hayan producido por el uso adecuado y ordenado del equipamiento.

Esta garantía No tiene valor alguno en el caso de que la falla producida sea por causas naturales, como rayos o humedad, errores de conexión, falsos contactos.

Los gastos originados por el transporte o envío de pieza(s), maniobras, mano de obra por trabajos adicionales, gastos de traslado y viáticos de los técnicos deberán ser cubiertos por el cliente.

JHAD INGENIEROS SAC se reserva el derecho de realizar cambios físicos de material antes de su revisión en planta, en estos casos, la(s) pieza(s) citada(s) como dañada(s), deberá(n) ser entregada(s) dentro de los siguientes 15 días hábiles para su evaluación.

Para hacer válida la garantía deberá demostrarse que los componentes hayan sido manipulados correctamente.

JHAD INGENIEROS SAC, se reserva el derecho de cambiar o reparar las piezas dañadas una vez que se haya dictaminado que procede la garantía.

Atentamente.

Gerencia General
JHAD INGENIEROS S.A.C
RUC: 20600226828

Lima, junio 2019

Cal. 4Mza. G lote. 01 A.H. Víctor Raúl Haya de la Torre - Lima - Chorrillos
Email: proyectos@jhadingenieros.com
www.jhadingenieros.com

Formato de carta de garantía. Fuente: Elaboración propia.

Anexo L: Formatos de pruebas CAT

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS CAT SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL		CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-CAT-20191204-001																																																																														
			FECHA: 4-12-2019 REVISION: 0																																																																														
	PROYECTO: EPC MINE MAINTENANCE - PROYECTO MINA JUSTA																																																																																
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN																																																																																	
TAG INSTRUMENTO:		1621-FAP-101																																																																															
DESCRIPCIÓN:		INTERRUPTOR DEL PANEL DE DETECCIÓN DE INCENDIO																																																																															
UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :		SALA ELÉCTRICA 1636 EN EL PANEL DE DETECCIÓN DE INCENDIO																																																																															
P&ID :		JU-001-06-0517-1624-10-37-0001@0003																																																																															
MEDIO FÍSICO:		VOLTAJE																																																																															
RANGO CALIBRADO:		N/A																																																																															
TIPO DE DATO:		BOOL																																																																															
DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):		1636-PCC-0001 / 0 / 3 / 0																																																																															
DIRECCIÓN LÓGICA:		%I0.0																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">PRUEBAS DE SEÑALES</th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>VALOR EN CAMPO</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR EN PLC</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR / INDICADOR EN EL HMI</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>120</td> <td>VAC</td> <td>0</td> <td>VAC</td> <td>Animación Color Gris</td> <td>0: Desactivado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>VAC</td> <td>120</td> <td>VAC</td> <td>Animación Color Rojo</td> <td>1: Activado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ALARMAS EN EL PLC</th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>TAG / NOMBRE</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1624-BA-0030</td> <td>Alarma contraincendio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1624-BA-0036</td> <td>Alarma contraincendio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1624-BA-0040</td> <td>Alarma contraincendio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1624-BA-0046</td> <td>Alarma contraincendio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1624-BA-0053</td> <td>Alarma contraincendio</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					PRUEBAS DE SEÑALES							ITEM	VALOR EN CAMPO	UNIDAD	VALOR EN PLC	UNIDAD	VALOR / INDICADOR EN EL HMI	COMENTARIOS	1	120	VAC	0	VAC	Animación Color Gris	0: Desactivado	2	0	VAC	120	VAC	Animación Color Rojo	1: Activado	3							4							5							ALARMAS EN EL PLC				ITEM	TAG / NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS	1	1624-BA-0030	Alarma contraincendio		2	1624-BA-0036	Alarma contraincendio		3	1624-BA-0040	Alarma contraincendio		4	1624-BA-0046	Alarma contraincendio		5	1624-BA-0053	Alarma contraincendio	
PRUEBAS DE SEÑALES																																																																																	
ITEM	VALOR EN CAMPO	UNIDAD	VALOR EN PLC	UNIDAD	VALOR / INDICADOR EN EL HMI	COMENTARIOS																																																																											
1	120	VAC	0	VAC	Animación Color Gris	0: Desactivado																																																																											
2	0	VAC	120	VAC	Animación Color Rojo	1: Activado																																																																											
3																																																																																	
4																																																																																	
5																																																																																	
ALARMAS EN EL PLC																																																																																	
ITEM	TAG / NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS																																																																														
1	1624-BA-0030	Alarma contraincendio																																																																															
2	1624-BA-0036	Alarma contraincendio																																																																															
3	1624-BA-0040	Alarma contraincendio																																																																															
4	1624-BA-0046	Alarma contraincendio																																																																															
5	1624-BA-0053	Alarma contraincendio																																																																															
OBSERVACIONES:																																																																																	
APROBACIÓN: APROBADO																																																																																	
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____																																																																													

Formato CAT para dispositivo de entrada digital. Fuente: Elaboración propia

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS CAT SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL	CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-CAT-20191204-010																																																																		
		FECHA: 4-12-2019 REVISION: 0																																																																		
PROYECTO: EPC MINE MAINTENANCE - PROYECTO MINA JUSTA																																																																				
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">TAG INSTRUMENTO:</td> <td>1624-LY-0020</td> </tr> <tr> <td>DESCRIPCIÓN:</td> <td>BALIZA</td> </tr> <tr> <td>UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :</td> <td>PRÓXIMO AL TANQUE 1624-TK-0001</td> </tr> <tr> <td>P&ID :</td> <td>JU-001-06-0517-1624-10-37-0001</td> </tr> <tr> <td>MEDIO FÍSICO:</td> <td>VOLTAJE</td> </tr> <tr> <td>RANGO CALIBRADO:</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE DATO:</td> <td>BOOL</td> </tr> <tr> <td>DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):</td> <td>1624-RIO-001 / 0 / 3 / 0</td> </tr> <tr> <td>DIRECCIÓN LÓGICA:</td> <td>%Q0.0</td> </tr> </table>			TAG INSTRUMENTO:	1624-LY-0020	DESCRIPCIÓN:	BALIZA	UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :	PRÓXIMO AL TANQUE 1624-TK-0001	P&ID :	JU-001-06-0517-1624-10-37-0001	MEDIO FÍSICO:	VOLTAJE	RANGO CALIBRADO:	N/A	TIPO DE DATO:	BOOL	DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):	1624-RIO-001 / 0 / 3 / 0	DIRECCIÓN LÓGICA:	%Q0.0																																																
TAG INSTRUMENTO:	1624-LY-0020																																																																			
DESCRIPCIÓN:	BALIZA																																																																			
UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :	PRÓXIMO AL TANQUE 1624-TK-0001																																																																			
P&ID :	JU-001-06-0517-1624-10-37-0001																																																																			
MEDIO FÍSICO:	VOLTAJE																																																																			
RANGO CALIBRADO:	N/A																																																																			
TIPO DE DATO:	BOOL																																																																			
DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):	1624-RIO-001 / 0 / 3 / 0																																																																			
DIRECCIÓN LÓGICA:	%Q0.0																																																																			
PRUEBAS DE SEÑALES <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>VALOR EN CAMPO</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR EN PLC</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR / INDICADOR EN EL HMI</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>VAC</td> <td>120</td> <td>VAC</td> <td>Animación Color Rojo Oscuro</td> <td>0: Desactivado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>120</td> <td>VAC</td> <td>0</td> <td>VAC</td> <td>Animación Color Rojo Encendido</td> <td>1: Activado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> CAUSAS DE ACTIVACIÓN: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ITEM</th> <th>TAG / NOMBRE</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1624-LAHH-0020</td> <td>Alarma por nivel muy alto</td> <td>Activó</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1624-LAH-0020</td> <td>Alarma por nivel alto</td> <td>Activó</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1624-LAL-0020</td> <td>Alarma por nivel bajo</td> <td>Activó</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1624-LALL-0020</td> <td>Alarma por nivel muy bajo</td> <td>Activó</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR EN CAMPO	UNIDAD	VALOR EN PLC	UNIDAD	VALOR / INDICADOR EN EL HMI	COMENTARIOS	1	0	VAC	120	VAC	Animación Color Rojo Oscuro	0: Desactivado	2	120	VAC	0	VAC	Animación Color Rojo Encendido	1: Activado	3							4							5							ITEM	TAG / NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS	1	1624-LAHH-0020	Alarma por nivel muy alto	Activó	2	1624-LAH-0020	Alarma por nivel alto	Activó	3	1624-LAL-0020	Alarma por nivel bajo	Activó	4	1624-LALL-0020	Alarma por nivel muy bajo	Activó	5			
ITEM	VALOR EN CAMPO	UNIDAD	VALOR EN PLC	UNIDAD	VALOR / INDICADOR EN EL HMI	COMENTARIOS																																																														
1	0	VAC	120	VAC	Animación Color Rojo Oscuro	0: Desactivado																																																														
2	120	VAC	0	VAC	Animación Color Rojo Encendido	1: Activado																																																														
3																																																																				
4																																																																				
5																																																																				
ITEM	TAG / NOMBRE	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS																																																																	
1	1624-LAHH-0020	Alarma por nivel muy alto	Activó																																																																	
2	1624-LAH-0020	Alarma por nivel alto	Activó																																																																	
3	1624-LAL-0020	Alarma por nivel bajo	Activó																																																																	
4	1624-LALL-0020	Alarma por nivel muy bajo	Activó																																																																	
5																																																																				
OBSERVACIONES:																																																																				
APROBACIÓN: APROBADO																																																																				
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____																																																																		

Formato CAT para dispositivo de salida digital. Fuente: Elaboración propia

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS CAT SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL		CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-CAT-20191204-039																																																																																											
			FECHA: 4-12-2019 REVISION: 0																																																																																											
	PROYECTO: EPC MINE MAINTENANCE - PROYECTO MINA JUSTA																																																																																													
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN																																																																																														
<table border="1"> <tr> <td>TAG INSTRUMENTO:</td> <td>1624-LIT-0020</td> </tr> <tr> <td>DESCRIPCIÓN:</td> <td>TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL</td> </tr> <tr> <td>UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :</td> <td>TANQUE DE ACEITE 1624-TK-0001</td> </tr> <tr> <td>P&ID :</td> <td>JU-001-06-0517-1624-10-37-0001</td> </tr> <tr> <td>MEDIO FÍSICO:</td> <td>CORRIENTE</td> </tr> <tr> <td>RANGO CALIBRADO:</td> <td>4-20mA</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE DATO:</td> <td>WORD</td> </tr> <tr> <td>DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):</td> <td>1624-RIO-001 / 0 / 5 / 0</td> </tr> <tr> <td>DIRECCIÓN LÓGICA:</td> <td>%IW58</td> </tr> </table>					TAG INSTRUMENTO:	1624-LIT-0020	DESCRIPCIÓN:	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL	UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :	TANQUE DE ACEITE 1624-TK-0001	P&ID :	JU-001-06-0517-1624-10-37-0001	MEDIO FÍSICO:	CORRIENTE	RANGO CALIBRADO:	4-20mA	TIPO DE DATO:	WORD	DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):	1624-RIO-001 / 0 / 5 / 0	DIRECCIÓN LÓGICA:	%IW58																																																																								
TAG INSTRUMENTO:	1624-LIT-0020																																																																																													
DESCRIPCIÓN:	TRANSMISOR INDICADOR DE NIVEL																																																																																													
UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO :	TANQUE DE ACEITE 1624-TK-0001																																																																																													
P&ID :	JU-001-06-0517-1624-10-37-0001																																																																																													
MEDIO FÍSICO:	CORRIENTE																																																																																													
RANGO CALIBRADO:	4-20mA																																																																																													
TIPO DE DATO:	WORD																																																																																													
DIRECCIÓN FÍSICA (TAG DE TABLERO / RACK / SLOT / CANAL):	1624-RIO-001 / 0 / 5 / 0																																																																																													
DIRECCIÓN LÓGICA:	%IW58																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">PRUEBAS DE SEÑALES</th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>VALOR EN CAMPO</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR EN PLC</th> <th>UNIDAD</th> <th>VALOR / INDICADOR EN EL HMI</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>4.0</td> <td>mA</td> <td>4.0</td> <td>mA</td> <td>0%</td> <td>Calibrado (Und. Ing.): 0 Metros</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8.0</td> <td>mA</td> <td>8.0</td> <td>mA</td> <td>25%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12.0</td> <td>mA</td> <td>12.0</td> <td>mA</td> <td>50%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16.0</td> <td>mA</td> <td>16.0</td> <td>mA</td> <td>75%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>20.0</td> <td>mA</td> <td>20.0</td> <td>mA</td> <td>100%</td> <td>Calibrado (Und. Ing.): 3.8 Metros</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">ALARMAS EN EL PLC</th> </tr> <tr> <th>ITEM</th> <th>TAG / NOMBRE</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SET</th> <th>UNIDAD</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1624-LAHH-0020</td> <td>Alarma por nivel muy alto</td> <td>90</td> <td>%</td> <td>Habilitado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1624-LAH-0020</td> <td>Alarma por nivel alto</td> <td>75</td> <td>%</td> <td>Habilitado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1624-LAL-0020</td> <td>Alarma por nivel bajo</td> <td>25</td> <td>%</td> <td>Habilitado</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1624-LALL-0020</td> <td>Alarma por nivel muy bajo</td> <td>15</td> <td>%</td> <td>Habilitado</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1624-LITAL-0020</td> <td>Falla de canal analógico</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>Rotura de hilo</td> </tr> </tbody> </table>					PRUEBAS DE SEÑALES						ITEM	VALOR EN CAMPO	UNIDAD	VALOR EN PLC	UNIDAD	VALOR / INDICADOR EN EL HMI	COMENTARIOS	1	4.0	mA	4.0	mA	0%	Calibrado (Und. Ing.): 0 Metros	2	8.0	mA	8.0	mA	25%		3	12.0	mA	12.0	mA	50%		4	16.0	mA	16.0	mA	75%		5	20.0	mA	20.0	mA	100%	Calibrado (Und. Ing.): 3.8 Metros	ALARMAS EN EL PLC						ITEM	TAG / NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SET	UNIDAD	COMENTARIOS	1	1624-LAHH-0020	Alarma por nivel muy alto	90	%	Habilitado	2	1624-LAH-0020	Alarma por nivel alto	75	%	Habilitado	3	1624-LAL-0020	Alarma por nivel bajo	25	%	Habilitado	4	1624-LALL-0020	Alarma por nivel muy bajo	15	%	Habilitado	5	1624-LITAL-0020	Falla de canal analógico	-	-	Rotura de hilo
PRUEBAS DE SEÑALES																																																																																														
ITEM	VALOR EN CAMPO	UNIDAD	VALOR EN PLC	UNIDAD	VALOR / INDICADOR EN EL HMI	COMENTARIOS																																																																																								
1	4.0	mA	4.0	mA	0%	Calibrado (Und. Ing.): 0 Metros																																																																																								
2	8.0	mA	8.0	mA	25%																																																																																									
3	12.0	mA	12.0	mA	50%																																																																																									
4	16.0	mA	16.0	mA	75%																																																																																									
5	20.0	mA	20.0	mA	100%	Calibrado (Und. Ing.): 3.8 Metros																																																																																								
ALARMAS EN EL PLC																																																																																														
ITEM	TAG / NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SET	UNIDAD	COMENTARIOS																																																																																									
1	1624-LAHH-0020	Alarma por nivel muy alto	90	%	Habilitado																																																																																									
2	1624-LAH-0020	Alarma por nivel alto	75	%	Habilitado																																																																																									
3	1624-LAL-0020	Alarma por nivel bajo	25	%	Habilitado																																																																																									
4	1624-LALL-0020	Alarma por nivel muy bajo	15	%	Habilitado																																																																																									
5	1624-LITAL-0020	Falla de canal analógico	-	-	Rotura de hilo																																																																																									
OBSERVACIONES:																																																																																														
APROBACIÓN: APROBADO																																																																																														
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____																																																																																										

Formato CAT para dispositivo de entrada analógica. Fuente: Elaboración propia

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS CAT SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL		CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-CAT-20191206-001																																																																																																																																																																			
			FECHA: 6-12-2019 REVISION: 0																																																																																																																																																																			
	NOMBRE PROYECTO: MINA JUSTA NOMBRE PLANTA: TRUCK SHOP DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN																																																																																																																																																																					
TAG EQUIPO MECÁNICO:	1628-PU-0001	DESCRIPCIÓN:	BOMBA PARA LAVADO																																																																																																																																																																			
TIPO DE ARRANQUE:	ARRANQUE DIRECTO	UBIC. ARRANQUE:	1636-MCL-0001																																																																																																																																																																			
PROTOCOLO:	PROFIBUS-DP	MEDIO FÍSICO:	SERIAL RS485																																																																																																																																																																			
MÓDULO DE COMUNICACIÓN:	C441S	DIRECCIÓN PROFIBUS DP:	2																																																																																																																																																																			
VERSIÓN FIRMWARE:	GSD V3.00.0009	VELOCIDAD DE TX:	187.5 kbits/s																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETRO</th> <th>TIPO DE DATO</th> <th>REGISTRO</th> <th>SEÑAL</th> <th>CONFORMIDAD</th> <th>COMENTARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Remoto</td> <td>Lectura</td> <td>%IW200.0</td> <td>1 bit</td> <td>☒</td> <td>1:Remoto</td> </tr> <tr> <td>Local</td> <td>Lectura</td> <td>%IW200.1</td> <td>1 bit</td> <td>☒</td> <td>1:Local</td> </tr> <tr> <td>Encendido</td> <td>Lectura</td> <td>%IW200.2</td> <td>1 bit</td> <td>☒</td> <td>1:Encendido y 0:Apagado</td> </tr> <tr> <td>Parada de emergencia</td> <td>Lectura</td> <td>%IW200.3</td> <td>1 bit</td> <td>☒</td> <td>0:Parada de emergencia activada</td> </tr> <tr> <td>Falla de red</td> <td>Lectura</td> <td>"DB42_Estado_Esc_Profibus", "1628-PU-0001_W"</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td>0:No hay falla Diferente de cero: Hay un error</td> </tr> <tr> <td>Horómetro</td> <td>Lectura</td> <td>%IW204</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Número de arranques</td> <td>Lectura</td> <td>%IW206</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corriente IL1</td> <td>Lectura</td> <td>%IW208</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corriente IL2</td> <td>Lectura</td> <td>%IW210</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corriente IL3</td> <td>Lectura</td> <td>%IW212</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Voltaje L1-L2</td> <td>Lectura</td> <td>%IW214</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Voltaje L2-L3</td> <td>Lectura</td> <td>%IW216</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Voltaje L3-L1</td> <td>Lectura</td> <td>%IW218</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia activa</td> <td>Lectura</td> <td>%IW220</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desbalance de voltaje</td> <td>Lectura</td> <td>%IW222</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desbalance de corriente</td> <td>Lectura</td> <td>%IW224</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Factor de potencia</td> <td>Lectura</td> <td>%IW226</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corriente residual</td> <td>Lectura</td> <td>%IW228</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Frecuencia de línea</td> <td>Lectura</td> <td>%IW230</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Memoria térmica</td> <td>Lectura</td> <td>%IW232</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Razón de falla</td> <td>Lectura</td> <td>%IW260</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Código de alarma</td> <td>Lectura</td> <td>%IW264</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Marcha/Parada</td> <td>Escritura</td> <td>%QW200.0</td> <td>1 bit</td> <td>☒</td> <td>1:Marcha y 0:Parada</td> </tr> <tr> <td>Borrar falla</td> <td>Escritura</td> <td>%QW202.0</td> <td>1 bit</td> <td>☒</td> <td>1:Borrar falla</td> </tr> <tr> <td>Comando de registro</td> <td>Escritura</td> <td>%QW204</td> <td>1 word</td> <td>☒</td> <td>16#0066: Reset horómetro</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>☒</td> <td>16#00BB: Reset contador de arranques</td> </tr> </tbody> </table>					PARÁMETRO	TIPO DE DATO	REGISTRO	SEÑAL	CONFORMIDAD	COMENTARIOS	Remoto	Lectura	%IW200.0	1 bit	☒	1:Remoto	Local	Lectura	%IW200.1	1 bit	☒	1:Local	Encendido	Lectura	%IW200.2	1 bit	☒	1:Encendido y 0:Apagado	Parada de emergencia	Lectura	%IW200.3	1 bit	☒	0:Parada de emergencia activada	Falla de red	Lectura	"DB42_Estado_Esc_Profibus", "1628-PU-0001_W"	1 word	☒	0:No hay falla Diferente de cero: Hay un error	Horómetro	Lectura	%IW204	1 word	☒		Número de arranques	Lectura	%IW206	1 word	☒		Corriente IL1	Lectura	%IW208	1 word	☒		Corriente IL2	Lectura	%IW210	1 word	☒		Corriente IL3	Lectura	%IW212	1 word	☒		Voltaje L1-L2	Lectura	%IW214	1 word	☒		Voltaje L2-L3	Lectura	%IW216	1 word	☒		Voltaje L3-L1	Lectura	%IW218	1 word	☒		Potencia activa	Lectura	%IW220	1 word	☒		Desbalance de voltaje	Lectura	%IW222	1 word	☒		Desbalance de corriente	Lectura	%IW224	1 word	☒		Factor de potencia	Lectura	%IW226	1 word	☒		Corriente residual	Lectura	%IW228	1 word	☒		Frecuencia de línea	Lectura	%IW230	1 word	☒		Memoria térmica	Lectura	%IW232	1 word	☒		Razón de falla	Lectura	%IW260	1 word	☒		Código de alarma	Lectura	%IW264	1 word	☒		Marcha/Parada	Escritura	%QW200.0	1 bit	☒	1:Marcha y 0:Parada	Borrar falla	Escritura	%QW202.0	1 bit	☒	1:Borrar falla	Comando de registro	Escritura	%QW204	1 word	☒	16#0066: Reset horómetro					☒	16#00BB: Reset contador de arranques
PARÁMETRO	TIPO DE DATO	REGISTRO	SEÑAL	CONFORMIDAD	COMENTARIOS																																																																																																																																																																	
Remoto	Lectura	%IW200.0	1 bit	☒	1:Remoto																																																																																																																																																																	
Local	Lectura	%IW200.1	1 bit	☒	1:Local																																																																																																																																																																	
Encendido	Lectura	%IW200.2	1 bit	☒	1:Encendido y 0:Apagado																																																																																																																																																																	
Parada de emergencia	Lectura	%IW200.3	1 bit	☒	0:Parada de emergencia activada																																																																																																																																																																	
Falla de red	Lectura	"DB42_Estado_Esc_Profibus", "1628-PU-0001_W"	1 word	☒	0:No hay falla Diferente de cero: Hay un error																																																																																																																																																																	
Horómetro	Lectura	%IW204	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Número de arranques	Lectura	%IW206	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Corriente IL1	Lectura	%IW208	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Corriente IL2	Lectura	%IW210	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Corriente IL3	Lectura	%IW212	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Voltaje L1-L2	Lectura	%IW214	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Voltaje L2-L3	Lectura	%IW216	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Voltaje L3-L1	Lectura	%IW218	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Potencia activa	Lectura	%IW220	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Desbalance de voltaje	Lectura	%IW222	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Desbalance de corriente	Lectura	%IW224	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Factor de potencia	Lectura	%IW226	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Corriente residual	Lectura	%IW228	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Frecuencia de línea	Lectura	%IW230	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Memoria térmica	Lectura	%IW232	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Razón de falla	Lectura	%IW260	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Código de alarma	Lectura	%IW264	1 word	☒																																																																																																																																																																		
Marcha/Parada	Escritura	%QW200.0	1 bit	☒	1:Marcha y 0:Parada																																																																																																																																																																	
Borrar falla	Escritura	%QW202.0	1 bit	☒	1:Borrar falla																																																																																																																																																																	
Comando de registro	Escritura	%QW204	1 word	☒	16#0066: Reset horómetro																																																																																																																																																																	
				☒	16#00BB: Reset contador de arranques																																																																																																																																																																	
OBSERVACIONES: La bomba 1628-PU-0001 se apagará ante la presencia de la alarma 1628-LALL-0002 en modo remoto, submodo manual. En modo local. La bomba 1628-PU-0001 se apagará ante la presencia de la alarma 1628-PAH-0001.																																																																																																																																																																						
APROBACIÓN: APROBADO																																																																																																																																																																						
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____		APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____																																																																																																																																																																		

Formato CAT para un equipo de la red profibus DP. Fuente: Elaboración propia

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS CAT SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL	CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-CAT-20191206-011
		FECHA: 6-12-2019
		REVISION: 0
NOMBRE PROYECTO: MINA JUSTA		
NOMBRE PLANTA: TRUCK SHOP		
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN		
TAG EQUIPO MECÁNICO:	1624-FI-0001	DESCRIPCIÓN:
MÓDULO:	6ES7212-1HE40-0XB0	UBIC. DE EQUIPO
PROTOCOLO:	PROFINET	MEDIO FÍSICO:
VERSIÓN FIRMWARE:	GSDML V2.32	DIRECCIÓN IP:
TABLERO DE MICROFILTRADO ÁREA 1624 - LUBRICANTES UTP CAT 6A 10.20.2.60		
PARÁMETRO	TIPO DE DATO	REGISTRO
Salidas a Master	Lectura	%IB6
Entradas a Master	Escritura	%QB6
Falla de red	Lectura	"DB42_Estado_Esc_Profibus"."1624-FI-0001 W"
		SEÑAL
		1 byte
		1 byte
		1 word
		CONFORMIDAD
		☒
		☒
		☒
		COMENTARIOS
		0.No hay falla
		Diferente de cero: Hay un error
TAG EQUIPO MECÁNICO:	1624-FI-0002	DESCRIPCIÓN:
MÓDULO:	6ES7212-1HE40-0XB0	UBIC. DE EQUIPO
PROTOCOLO:	PROFINET	MEDIO FÍSICO:
VERSIÓN FIRMWARE:	GSDML V2.32	DIRECCIÓN IP:
TABLERO DE MICROFILTRADO ÁREA 1624 - LUBRICANTES UTP CAT 6A 10.20.2.62		
PARÁMETRO	TIPO DE DATO	REGISTRO
Salidas a Master	Lectura	%IB7
Entradas a Master	Escritura	%QB7
Falla de red	Lectura	"DB42_Estado_Esc_Profibus"."1624-FI-0002 W"
		SEÑAL
		1 byte
		1 byte
		1 word
		CONFORMIDAD
		☒
		☒
		☒
		COMENTARIOS
		0.No hay falla
		Diferente de cero: Hay un error
TAG EQUIPO MECÁNICO:	1624-FI-0003	DESCRIPCIÓN:
MÓDULO:	6ES7212-1HE40-0XB0	UBIC. DE EQUIPO
PROTOCOLO:	PROFINET	MEDIO FÍSICO:
VERSIÓN FIRMWARE:	GSDML V2.32	DIRECCIÓN IP:
TABLERO DE MICROFILTRADO ÁREA 1624 - LUBRICANTES UTP CAT 6A 10.20.2.64		
PARÁMETRO	TIPO DE DATO	REGISTRO
Salidas a Master	Lectura	%IB8
Entradas a Master	Escritura	%QB8
Falla de red	Lectura	"DB42_Estado_Esc_Profibus"."1624-FI-0003 W"
		SEÑAL
		1 byte
		1 byte
		1 word
		CONFORMIDAD
		☒
		☒
		☒
		COMENTARIOS
		0.No hay falla
		Diferente de cero: Hay un error
TAG EQUIPO MECÁNICO:	1624-FI-0004	DESCRIPCIÓN:
MÓDULO:	6ES7212-1HE40-0XB0	UBIC. DE EQUIPO
PROTOCOLO:	PROFINET	MEDIO FÍSICO:
VERSIÓN FIRMWARE:	GSDML V2.32	DIRECCIÓN IP:
TABLERO DE MICROFILTRADO ÁREA 1624 - LUBRICANTES UTP CAT 6A 10.20.2.66		
PARÁMETRO	TIPO DE DATO	REGISTRO
Salidas a Master	Lectura	%IB9
Entradas a Master	Escritura	%QB9
Falla de red	Lectura	"DB42_Estado_Esc_Profibus"."1624-FI-0004 W"
		SEÑAL
		1 byte
		1 byte
		1 word
		CONFORMIDAD
		☒
		☒
		☒
		COMENTARIOS
		0.No hay falla
		Diferente de cero: Hay un error
OBSERVACIONES:		
APROBACIÓN: APROBADO		
REALIZÓ	REVISÓ	APROBÓ
NOMBRE: _____	NOMBRE: _____	NOMBRE: _____
FECHA: _____	FECHA: _____	FECHA: _____
FIRMA: _____	FIRMA: _____	FIRMA: _____

Formato CAT para un equipo de la red profinet. Fuente: Elaboración propia

	FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBAS CAT SISTEMA DE CONTROL PRINCIPAL	CODIGO DEL DOCUMENTO JHAD-FAT-20191212-001	
		FECHA: 12-12-2019 REVISION: 0	
PROYECTO: EPC MINE MAINTENANCE - PROYECTO MINA JUSTA			
DISCIPLINA: INSTRUMENTACIÓN			
TAG DEL PLC:	1636-PCC-0001	DIRECCIÓN IP PLC:	
TAG DEL HMI:	1624-HMI-001	DIRECCIÓN IP HMI:	
COMUNICACIONES			
ITEM	INSPECCIÓN	CONFORMIDAD	COMENTARIOS
1	COMUNICACIÓN RED PROFINET	☒	
2	COMUNICACIÓN RED PROFIBUS_DP	☒	
LÓGICA DE CONTROL EN PLC			
ITEM	INSPECCIÓN	CONFORMIDAD	COMENTARIOS
1	LÓGICA DE CONTROL MODO LOCAL	☒	
2	LÓGICA DE CONTROL MODO REMOTO - SUBMODO MANUAL	☒	
3	LÓGICA DE CONTROL MODO REMOTO - SUBMODO AUTOMÁTICO	☒	
4	LÓGICA DE ENCLAVAMIENTOS	☒	
5	LÓGICA DE ALARMAS	☒	
6	LÓGICA DE PARADAS DE EMERGENCIA	☒	
DESPLEGABLES DE SUPERVISIÓN EN HMI			
ITEM	INSPECCIÓN	CONFORMIDAD	COMENTARIOS
1	CONTROL DE USUARIOS - PERMISOS DE OPERACIÓN	☒	
2	NAVEGACIÓN, VALORES Y ANIMACIÓN DE PANTALLAS	☒	
3	NAVEGACIÓN, VALORES Y ANIMACIÓN DE FACEPLATES	☒	
4	NAVEGACIÓN, VALORES Y ANIMACIÓN DE ALARMAS	☒	
OBSERVACIONES:			
APROBACIÓN: APROBADO			
REALIZÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	REVISÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	APROBÓ NOMBRE: _____ FECHA: _____ FIRMA: _____	

Formato CAT para la puesta en marcha. Fuente: Elaboración propia

Anexo M: Lista de precios del equipamiento de los tableros

Lista de precios de los equipos

Ítem	Descripción	Cantidad	P.U (S/.)	P.T (S/.)
1	Tablero adosable de chapa de acero, color ral 7035, ip66/nema4, dimensiones 1200x800x300mm (alxanxpr)	3	913.26	2739.78
2	Guía para montaje interior para profundidad 300mm	3	97.20	291.60
3	Portaplanos de poliestireno con guías autoadhesivas din a4	3	25.42	76.26
4	Soporte para fijación mural para KL, EB, BG, AE	3	32.24	96.72
5	Luminaria led 600lm, 100-240V ac, 50-60Hz, 7W, color 4000k (blanco neutro)	3	435.86	1307.58
6	Interruptor de puerta para luminaria led	3	110.98	332.94
7	Ventilador con filtro toptherm, 52/63 m³/h, 115V ac, 50/60Hz, alxanxpr 148.5x148.5x16mm	3	287.06	861.18
8	Rejilla con filtro, alxan 148.5x148.5mm	3	71.92	215.76
9	Resistencia calefactora 63-75W, 110-240V ac, 50-60Hz	3	264.12	792.36
10	Termostato para interior de tableros, campo de regulación 5-55°C	3	82.46	247.38
11	Simatic s7-1500, cpu 1511-1 pn, 150kb para programa y 1Mb para data, 2 puertos ethernet	1	2501.40	2501.40
12	Simatic ET 200MP profinet io módulo de interfaz IM 155-5 PN	2	1518.00	3036.00
13	Simatic s7-1500, perfil de soporte de 160mm para el montaje del cpu y los módulos	3	80.52	241.56
14	Módulo de comunicación CP 1542-5 para conectar el simatic s7-1500 a profibus DP maestro	1	1970.10	1970.10
15	Simatic s7-1500, módulo de entradas digitales di 16x120/230V ac, 50/60Hz	3	961.95	2885.85

16	Simatic s7-1500, módulo de salidas digitales dq 16x120/230V ac, 2A, 50/60Hz	3	1224.30	3672.90
17	Simatic s7-1500, módulo de entradas analógicas ai 8xu/i/rtd/tc, 16 bit de resolución	3	1650.00	4950.00
18	Simatic s7-1500, conector frontal de 40 pines conexión para tornillo	9	158.40	1425.60
19	Simatic HMI, KTP1200 basic panel, táctil, pantalla TFT de 12", interfaz profinet	1	2343.00	2343.00
20	Fuente de alimentación conmutada entrada: 85-132V ac, 47-63Hz, salida: 24V dc / 5A	3	447.91	1343.73
21	Descargador de sobretensiones tipo 2, 1 polo, input=120V ac, 40kA	6	112.80	676.80
22	Interruptor termomagnético bipolar, 2x20A, icu=20kA/120V ac	3	19.27	57.81
23	Interruptor termomagnético bipolar, 2x6A, icu=20kA/120V ac	3	20.68	62.04
24	Interruptor termomagnético bipolar, 2x4A, icu=20kA/120V ac	15	36.66	549.90
25	Interruptor termomagnético bipolar, 2x2A, icu=20kA/120V ac	6	36.66	219.96
26	Interruptor diferencial bipolar, 2x25A, 30mA	3	49.35	148.05
27	Piloto indicador para tablero, diámetro 30mm, 120V ac, color rojo, nema4	3	155.21	465.63
28	Switch administrable stratix 5400 8p rj-45, 4sfp slots 1Gbps, 1310nm, f.o. monomodo	1	15785.97	15785.97
29	Switch no administrable stratix 2000 8p rj-45, 2sfp slots 1Gbps, 1310nm, f.o. monomodo	2	4534.20	9068.40
30	Tranceiver sfp para fibra monomodo 1000base-lx/lh, 1310nm, 10km, lc dúplex	4	175.00	700.00
31	Borneras con protector contra transientes, 0.14-4mm ²	144	11.53	1660.32
32	Tomacorriente riel din, 15A/120V ac	3	40.00	120.00
33	Bornera de paso simple ut4, 0.14-6mm ²	30	2.16	64.80
34	Bornera de tierra ut4-pe, 0.14-6mm ²	30	6.42	192.60
35	Bornera portafusible + bornera de paso (doble piso) 0.2-4mm ²	169	16.27	2749.63
36	Tapa final, longitud: 47mm, anchura: 2,2mm, altura: 39,8mm, color: gris	8	1.50	12.00

37	Marcador de regletas de bornes, para la señalización de regletas	30	3.10	93.00
38	Bornera tope final	64	1.97	126.08
39	Canaleta plástica ranurada con tapa dimensiones 40x60x2000mm	12	28.02	336.24
40	Caja de empalme para fibra óptica de 24 hilos para instalación interior	3	1254.00	3762.00
41	Adaptador dúplex lc, monomodo os2, color azul	48	15.60	748.80
42	Cable pigtail de fibra óptica, simplex lc, monomodo os2, 1m, azul	96	26.10	2505.60
43	Patch cord de fibra óptica dúplex lc, monomodo os2, 2m	4	124.89	499.57
44	Patch cord stp 10Gbps, cat. 6a, 2m, azul, lszh	4	48.13	192.53
45	Barra de cobre para tierra eléctrica	3	19.00	57.00
46	Barra de cobre para tierra de instrumentación con aisladores	3	28.00	84.00
47	Riel din tropicalizado l=2000mm	3	18.48	55.44
48	Rótulo de identificación de tablero en acero inoxidable	3	20.00	60.00
49	Etiqueta de señalización de riesgo eléctrico en acrílico	3	25.00	75.00
50	Baliza/sirena 115V ac, baliza color rojo, sirena 98dB, ip65	2	1045.98	2091.96

Nota: Elaboración propia

Anexo N: Fotos durante el comisionamiento y puesta en marcha



Tablero de control 1636-PCC-0001. Fuente: Elaboración propia



Tablero remoto I/O 1624-RIO-001. Fuente: Elaboración propia



Tablero remoto I/O 1628-RIO-001. Fuente: Elaboración propia



Interruptor de nivel 1628-LSL/H-0010. Fuente: Elaboración propia



Baliza y sirena 1624-YL/XA-0020. Fuente: Elaboración propia



Transmisor indicador de nivel 1624-LIT-0020. Fuente: Elaboración propia



Transmisor indicador de temperatura 1624-TIT -0070. Fuente: Elaboración propia



Sensor de temperatura 1624-TE-0070. Fuente: Elaboración propia



Válvula solenoide 1624-HY-0052. Fuente: Elaboración propia



Interruptor de presión alta 1628-PSH-0002. Fuente: Elaboración propia



Bombas de lavado 1628-PU-0001 y 1628-PU-0002. Fuente: Elaboración propia



Bomba de recuperación 1628-PU-0003. Fuente: Elaboración propia



Bomba de drenaje 1621-PU-0009. Fuente: Elaboración propia



Botonera local de bomba 1628-PU-0003. Fuente: Elaboración propia



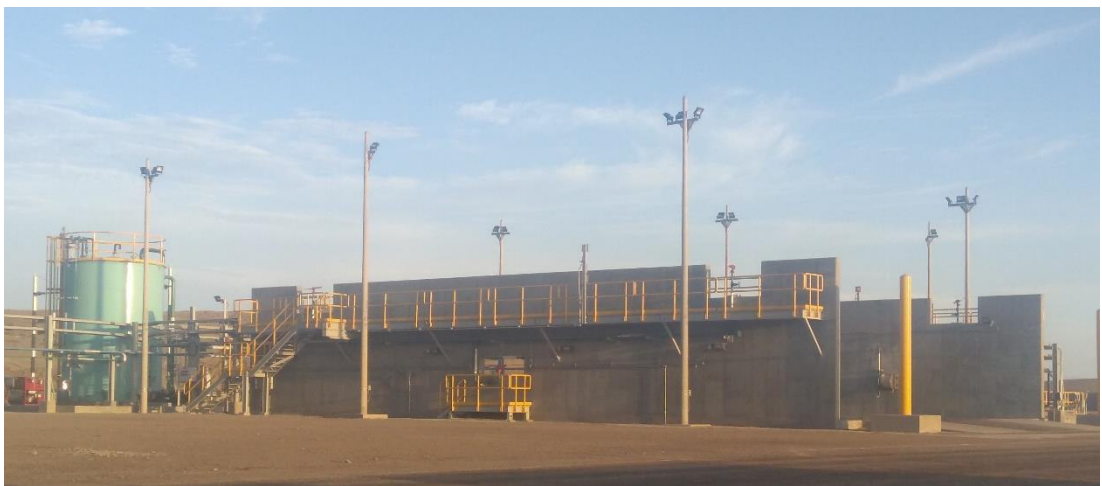
Tablero de microfiltrado 1624-FI-0003. Fuente: Elaboración propia



Área de taller de mantenimiento de camiones mineros 1621. Fuente: Elaboración propia



Área de almacenamiento y distribución de lubricantes 1624. Fuente: Elaboración propia



Área de lavado de camiones 1628. Fuente: Elaboración propia