



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**DESARROLLO DE LA LÓGICA DE CONTROL PARA EL
SISTEMA DE CHANCADO DE LA MINERA MILPO ATACOCHA
PARA EFECTOS DE AMPLIAR LA CAPACIDAD A 5000
TONELADAS**

**PRESENTADO POR
JUAN CARLOS VIVES HUAMANI**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

LIMA – PERÚ

2017



CC BY-NC-SA

Reconocimiento – No comercial – Compartir igual

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

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



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**DESARROLLO DE LA LÓGICA DE CONTROL PARA EL
SISTEMA DE CHANCADO DE LA MINERA MILPO
ATACUCHA PARA EFECTOS DE AMPLIAR LA CAPACIDAD
A 5000 TONELADAS**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO**

PRESENTADO POR

VIVES HUAMANI, JUAN CARLOS

LIMA – PERÚ

2017

Dedicatoria

A mis padres, Juan y Beatriz, por su esfuerzo y apoyo incondicional; a mi hermana, Maryori, por confiar siempre en mí. A Karen, familiares y amigos que confiaron en mi desarrollo profesional.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL	1
CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA	4
2.1 Empresa	4
2.2 Visión de la empresa	4
2.3 Misión de la empresa	4
2.4 Organigrama de la empresa	5
2.5 Proyecto profesional propuesto	6
CAPÍTULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	8
3.1 Descripción del sistema de control	9
3.2 Descripción de la operación y control	13
3.3 Modos de control	51
3.4 Sistema de control y adquisición de datos	53
3.5 Resultados del proyecto	55

CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA	57
4.1 Aporte en el área de desarrollo predominante	58
4.2 Aportes y responsabilidades	58
4.3 Desarrollo profesional	59
4.4 Necesidades atendidas	60
4.5 Prestigio social que se alcanzó	60
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
FUENTES DE INFORMACIÓN	63
ANEXOS	64

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página
Figura 1. Organigrama de la empresa	5
Figura 2. Arquitectura de comunicación.	10
Figura 3. Actuador de desalineamiento marca DUK	15
Figura 4. Actuador de tirón marca DUK	16
Figura 5. Actuador de Nivel marca DUK	16
<i>Figura 6. Actuador de rotura de faja modelo DB.</i>	16
Figura 7. Botón de parada de emergencia marca Schneider.	17
Figura 8. Sensor de velocidad cero, marca Thermo Fisher.	17
Figura 9. Relé de protección marca Eaton.	18
Figura 10. Secuencia de arranque.	22
Figura 11. Secuencia de parada.	24
Figura 13. Zona de chancado secundario.	26
Figura 14. zona de chancado terciario.	27
Figura 15. Faja transportadora N°1.	31
Figura 16. Faja transportadora N°2.	32
Figura 17. Faja transportadora N°3.	33
Figura 18. Cedazo secundario.	34
Figura 19. Faja transportadora N°7.	35
Figura 20. Chancadora secundaria.	39
Figura 21. Faja transportadora N°4.	40
Figura 22. Faja transportadora N°5.	41

Figura 23. Faja transportadora N°6.	42
Figura 24. Faja transportadora N°6B.	43
Figura 25. Cedazo terciario.	44
Figura 26. Faja transportadora N°8.	46
Figura 27. Faja transportadora N°8A.	47
Figura 28. Faja transportadora N°7A.	48
Figura 29. Faja transportadora N°9.	49
Figura 30. Electroimán N°1.	50
Figura 31. Electroimán N°2.	50
Figura 32.. Esquema de colores.	52
Figura 33. Pantalla de alarmas.	53
Figura 34. Pantalla de tendencias.	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Símbolos de instrumentación del proyecto.	28
Tabla 2. Símbolos de confirmación de arranque de motores.	29
Tabla 3. Faja 1, señales de control.	30
Tabla 4. Faja 2, señales de control.	31
Tabla 5. Faja 3, señales de control.	33
Tabla 6. Faja 7, señales de control.	35
Tabla 7. Faja4, señales de control.	39
Tabla 8. Faja 5, señales de control.	40
Tabla 9. Faja 6, señales de control.	42
Tabla 10. Faja 6B, señales de control.	43
Tabla 11. Faja 8, señales de control.	45
Tabla 12. Faja 8A, señales de control.	47
Tabla 13. Faja 7A, señales de control	48
Tabla 14. Faja 9, señales de control	49
Tabla 15. Botones de pantalla de tendencia.	54

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe la automatización y control del proceso desarrollado para la ampliación de la unidad minera Atacocha a 5,000 toneladas métricas por día (TMPD). Se adoptaron los principios de funcionamiento, criterios y estándares utilizados por la compañía minera Milpo en sus plantas concentradoras. Además, en esta investigación se describe la secuencia lógica y protecciones de los equipos involucrados en la ampliación de la unidad Atacocha a 5,000 TMPD. El objetivo del trabajo es adoptar los distintos estándares relacionados tanto en la programación como en los sistemas de supervisión, control y adquisición de datos, conocidos como sistemas SCADA.

En el desarrollo, se utilizaron como referencias los manuales elaborados para el sistema de control, así como tablas, listas y diagramas que mostraron la arquitectura del trabajo. Como conclusión, la unidad minera Atacocha, logró cumplir con las expectativas de chancar la cantidad de 5000 toneladas métricas de piedra, utilizando menos de la capacidad nominal del nuevo sistema.

Palabras clave: Estándar, Scada.

ABSTRACT

This professional upgrade work describes the automation and process control developed for the expansion of the Atacocha mining unit to 5,000 metric tons per day (MTPD). The operating principles, criteria and standards used by the mining company Milpo in its concentrator plants were adopted. In addition, this research describes the logical sequence and protecting devices involved in the upgrade of the Atacocha unit to 5,000 MTPD. The objective of the work is to adopt the relevant standards both in programming and in the monitoring systems, control and data acquisition also known as SCADA systems.

Initially the manuals developed for the control system were used as references, as well as tables, lists and diagrams that showed the work architecture. Afterwards, the Atacocha mining unit managed to meet these expectations by crushing to the amount of 5000 metric tons of stone, using less than the nominal capacity of the new system.

Keywords: Standar, Scada.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe la investigación realizada para la ampliación a 5000 TMPD en la unidad minera Milpo Atacocha. Para su desarrollo se cumplieron estándares de gestión, de instrumentación y de sistemas de visualización, que además fueron aprobadas por la entidad minera.

La unidad minera referida, está ubicada en el distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán, provincia de Pasco, departamento de Pasco, a una altitud entre 3500 y 4150 msnm. Se ubica a 15km al noreste de Cerro de Pasco, y a 324 km de Lima sobre la carretera central.

Para el desarrollo del trabajo se debió cumplir estándares de control e instrumentación, lo cual permitió que el trabajo se ejecute de manera clara y ordenada. La supervisión del sistema se dio a través de interfaces visuales conocidas como HMI (interface humano-máquina) y sistemas SCADA.

La razón de la elección de la investigación, se debió a que presenta las diferentes disciplinas que Autosystem Perú desarrolla como parte de sus actividades en ingeniería de proyectos.

Las pruebas de la lógica de control en el PLC (*programmable logic controller*), y las pruebas FAT (*factory acceptance test*) de los tableros de

control se realizaron en el laboratorio, instalado en la oficina de Autosystem Perú, en la ciudad de Lima. Luego de ser aceptadas las pruebas FAT en Lima, se procedió a la instalación de los equipos en la unidad minera, lo cual concretó las pruebas SAT (*site acceptance test*).

La estructura del trabajo de investigación comprende cuatro (4) capítulos. En el primero, se desarrolla la trayectoria profesional del autor del trabajo de investigación, revisando cronológicamente las funciones, cargos y logros obtenidos. En el segundo, se presenta información sobre la empresa Autosystem Perú, además del organigrama y puesto desempeñado por el autor.

En el tercero, se explica el diseño, desarrollo y puesta en marcha de los equipos involucrados en la ampliación de la unidad minera Milpo Atacocha, además de los estándares utilizados para el desarrollo del proyecto. Finalmente, en el cuarto capítulo, se documenta la experiencia adquirida con el desarrollo del trabajo, además de las necesidades que se atendieron.

CAPÍTULO I

TRAYECTORIA PROFESIONAL

La trayectoria profesional se detalla a continuación:

1.1 Autosystem Perú (Marzo 2012 – mayo 2012)

Puesto: Diseñador de tableros de Potencia.

Funciones:

- Elaboración de planos eléctricos y de control para tableros de distribución.
- Comisionamiento de equipos instalados en tableros de distribución.
- Revisión de planos finales conocidos como *AS BUILT*.

1.2 Autosystem Perú (Junio 2012 – enero 2014)

Puesto: Desarrollador de proyectos.

Funciones:

- Desarrollo de Filosofía de Control.
- Desarrollo de Programas de Control.
- Desarrollo de Sistema de Supervisión HMI.
- Desarrollo de Manual de Operación.
- Desarrollo de Manuales de Mantenimiento.
- Configuración de Instrumentación en campo.
- Puesta en operación de los sistemas de control en automatización.

- Charlas de capacitación.

Proyectos relevantes realizados:

- Proyecto: Automatización Planta de Floculantes, planta de Espesamiento y planta de Clarificación.
Cliente: Minera Aurífera Retamas.
- Proyecto: Automatización Circuito de Espesamiento Planta Concentradora.
Cliente: Minera Aurífera Retamas
- Proyecto: Automatización Circuito de Espesamiento Planta Concentradora.
Cliente: Compañía Minera Buenaventura – Mallay.
- Proyecto: Automatización Sistema de extracción y bombeo de agua.
Cliente: Milpo - Cerro Lindo.
- Proyecto el Porvenir 5.6K. Circuito de Chancado.
Cliente: Milpo Unidad el Porvenir.
- Proyecto: Nueva planta de chancado Jessica.
Cliente: Minera Arasi.
- Proyecto: Ingeniería de control y automatización planta de separación de minerales.
Cliente: Compañía minera Poderosa.
- Proyecto: Ampliación 5000TMPD
Cliente: Milpo - Atacocha.
- Proyecto: Integración de red devicenet al sistema de control.
Cliente: Petrolera BPZ.
- Proyecto: Sistema de conteo de cerámicas.
Cliente: Celima.

1.3 Full Automation Solution (Mayo 2014 – Actualidad)

Puesto: Project Leader

Funciones:

- Planeamiento ingenieril en el área de control e instrumentación.
- Asesoría en ingeniería de control y procesos.
- Desarrollo de Filosofía de Control.
- Desarrollo de Programas de Control.
- Desarrollo de Sistemas de Supervisión HMI.
- Charlas de capacitación en control y automatización.

Proyectos relevantes realizados:

- Proyecto: Sistema de pesaje y envasamiento Hayssen.
Cliente: Compañía nacional de chocolates.
- Proyecto: Migración de programación en Horno Cuchara Acería.
Cliente: Sider Perú.
- Proyecto: Control de Pesaje Filtro Prensa.
Cliente: Minera Buenaventura - Mallay.
- Proyecto: Integración y comunicación de la línea horno de galletas.
Cliente: Compañía nacional de chocolates.
- Proyecto: Migración de programación y sistema de supervisión
área colada continua acería.
Cliente: Sider Perú.
- Proyecto: Control de Pesaje Filtro Prensa.
Cliente: Minera los Quenuales - Yauliyacu.
- Proyecto: Planta de tratamiento de aguas industriales.
Cliente: Compañía minera Horizonte

CAPÍTULO II

CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLÓ LA EXPERIENCIA

2.1 Empresa

El presente trabajo fue planteado y desarrollado en la empresa Autosystem Perú, la cual es una empresa peruana orientada a brindar soluciones integrales e innovación tecnológica. Está formada por profesionales de alto nivel con amplios conocimientos y años de experiencia en automatización industrial, tecnologías de información, mantenimiento, ingeniería y consultoría.

La empresa Autosystem Perú cuenta con oficinas, talleres, laboratorio y sala de capacitaciones ubicadas en Paseo de la República 6227-6229, Miraflores. El área donde se desarrolló la experiencia laboral tuvo lugar en sala de proyectos, en Lima, así como en la empresa minera que más adelante se detalla.

2.2 Visión de la empresa

Ser la líder en Perú en cuanto al desarrollo de proyectos en Ingeniería, que brinda soluciones integrales e innovación tecnológica, y cuenta con sucursales tanto dentro como fuera del país.

2.3 Misión de la empresa

Autosystem Perú es una empresa que brinda soluciones mediante la innovación tecnológica y desarrolla proyectos de ingeniería, buscando la

satisfacción del cliente. Cuenta con profesionales involucrados en lograr la satisfacción de los clientes en cada uno de los proyectos realizados.

2.4 Organigrama de la empresa

En la figura 1, se muestra como está distribuida la empresa Autosystem Perú.

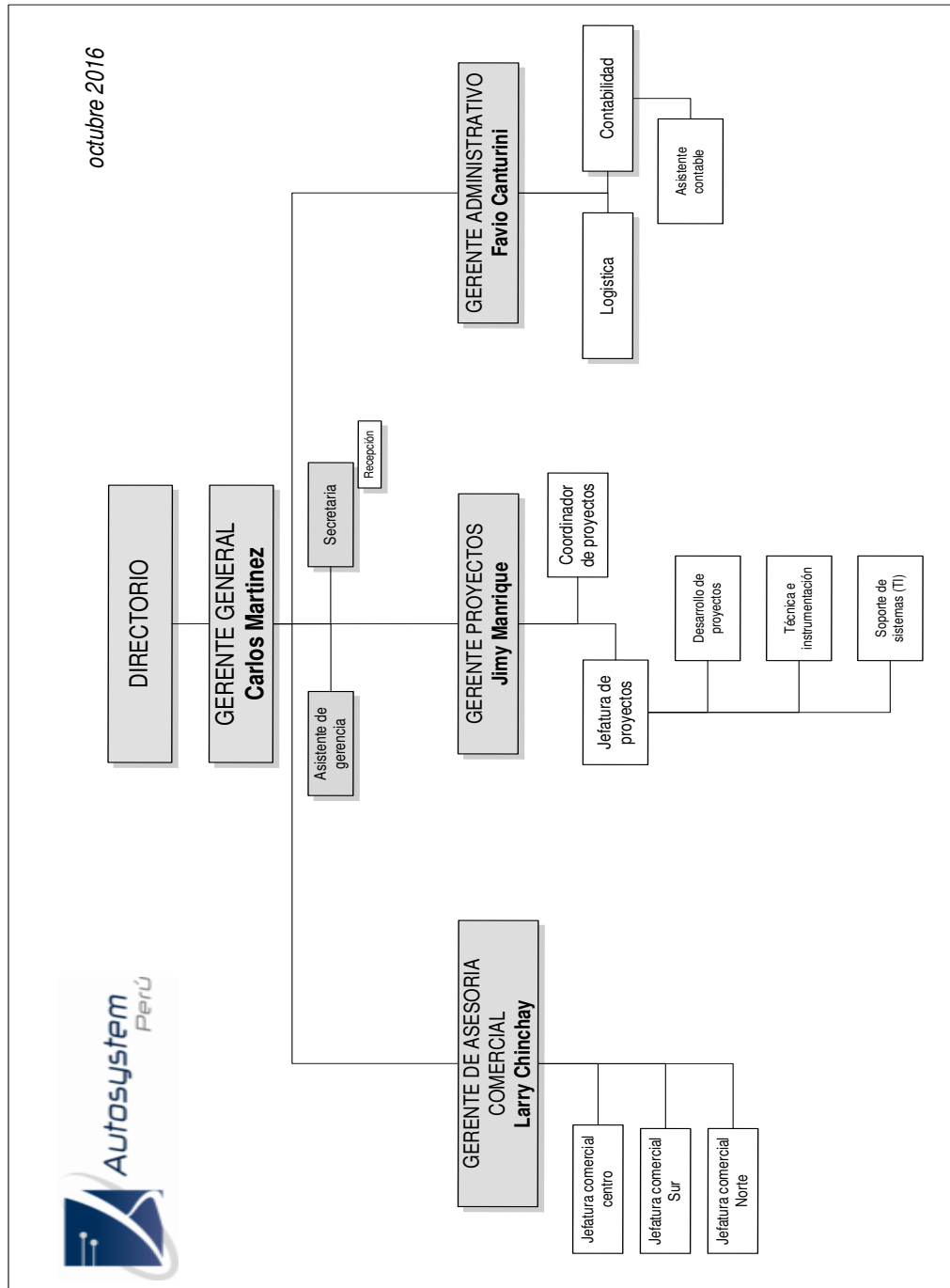


Figura 1. Organigrama de la empresa

Fuente: Autosystem Perú

2.5 Proyecto profesional propuesto

Debido a la necesidad presentada por el cliente, Milpo Unidad Atacocha, la parte de control e instrumentación del proyecto se superviso en forma completa, esto indica que para la ejecución del proyecto se realizaron todas las disciplinas y métodos que Autosystem Perú adopta como política de proyecto.

La ingeniería básica va de la mano con la ingeniería conceptual, profundizando cada punto tratado en la ingeniería conceptual. Las ventajas logradas con la ingeniería básica son los siguientes:

- Definición de ubicación de los instrumentos, de acuerdo con las normas.
- Revisión del área de trabajo requerida.
- Revisión de medida de equipos para cumplir con las normas establecidas.
- Revisión de diagramas de flujos que son elaborados para los procesos principales.
- Desarrollo de los diagramas de tubería e instrumentación (P&ID).
- Lista preliminar de equipos (válvulas, tubería, instrumentos y cables).

Luego se debe realizar la ingeniería de detalle, que se concreta para obtener el diseño final de cómo se instalaron los dispositivos en campo. Se obtienen los siguientes puntos:

- Plano P&ID.
- Ingeniería básica de los dispositivos.
- Plano de ubicación de equipos.
- Especificaciones de equipos, materiales y obras.

Finalmente, se procede con la ingeniería de implementación, en que se procura generar fechas de entregables, así como la culminación del proyecto. En esta ingeniería se toman los siguientes puntos.

- Los equipos son instalados de acuerdo con las normas establecidas.

- Se establecen las instrucciones para el arranque y parada en automático.
- Operación Manual.
- Secuencia de para normal o por accionamiento de un dispositivo de parada de emergencia.
- Entrega de filosofías de control.
- Capacitación ingenieril.

CAPÍTULO III

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

El autor del trabajo de suficiencia fue el responsable de la supervisión y puesta en marcha de la lógica de control del proyecto, asimismo, fue el encargado de las pruebas FAT (de las siglas pruebas de aceptación en fábrica) y las pruebas SAT (de las siglas pruebas de aceptación en el campo) para la aceptación del trabajo por el cliente. También fue responsable de la elaboración del sistema de supervisión y adquisición de datos SCADA, para lo cual se realizaron reuniones periódicas antes y durante el proyecto, con el fin de contar con todos los datos de importancia necesarios para la correcta operación del nuevo sistema.

En la actualidad, el control de procesos es una disciplina bastante utilizada por las empresas mineras, esto debido a que reduce el costo de elaboración del producto o proceso realizado. Además, se obtienen mejoras en cuanto al rendimiento de las máquinas. La eliminación de errores en el proceso y aumentar la seguridad de estos, es otra ventaja del uso de esta técnica de control. Cabe resaltar, que anteriormente el hombre era el encargado de ejecutar técnicas que implicaban tanto trabajos físicos como de cálculo para la ejecución de un proceso industrial. En la actualidad, con la

contribución del desarrollo y aplicación de las técnicas modernas de control, ahora las computadoras son las encargadas de la elaboración de cálculos, y ejecución de pasos de control requeridos para el cumplimiento del proceso. El sistema de control se basa fundamentalmente, en la retroalimentación del estado de sus instrumentos, que permite mantener al controlador lógico realizar secuencias de seguridad correctivas en cuanto sea necesario.

3.1 Descripción del sistema de control

El sistema de control del proceso, está basado en:

- Gabinetes de E/S (entradas y salidas) remotas, que en adelante se denominaron RIO's (*remote input output*).
- Gabinetes de control, a los cuales en adelante se les denominaron LIO's (*local input output*). Con más detalles en el anexo 1.
- Plataforma de supervisión y control a través de SCADA (*supervisory control and data acquisition*).

En el nivel de control, se considera el uso de controladores de la familia ControlLogix, con redundancia de CPU (controlador), backplane (base de módulos) y fuentes de alimentación. El backplane consta del controlador, tarjeta de comunicación y módulo para la sincronización de redundancia. En un backplane separado se encuentran las tarjetas de comunicación para el enlace con los CCM's (Centro de control de motores), y RIO's. La topología utilizada para la comunicación entre tarjetas de comunicación en este trabajo fue de tipo anillo.

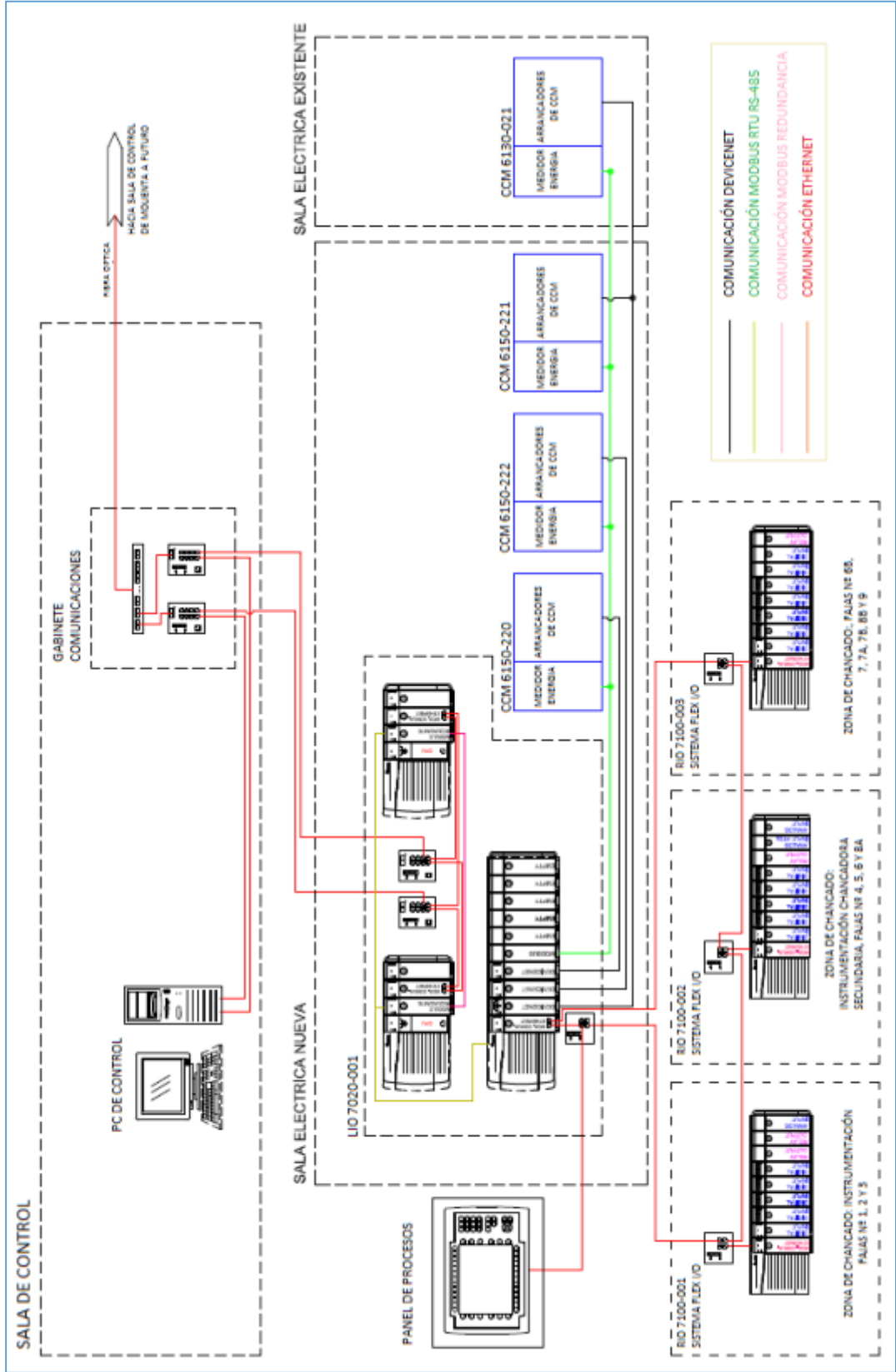


Figura 2. Arquitectura de comunicación.

Elaboración: el autor

A continuación, se describen las instalaciones y equipos que intervienen para el control del sistema.

3.1.1 Sala de control

En la sala de control, se encuentra el operador de turno, es desde este punto se puede supervisar, controlar, monitorear y operar el sistema de chancado. Como se observa en la figura 2, en la sala de control se encuentra la computadora en la que se encuentra instalado el sistema Scada que permite la operación y supervisión de todo el sistema. Además, se halla el tablero de comunicaciones que permite el enlace entre el controlador y el sistema Scada, punto donde también se conectó el autor del informe para poder acceder tanto a los controladores lógicos y a la vez al sistema Scada.

Para la puesta en marcha, el autor de la investigación se instaló en esta sala, con el fin de poder monitorear y corregir los problemas que se presentaran durante el arranque, ya que como se comentó antes, se puede acceder a todos los tableros de control y además estaciones remotas.

El SCADA, basado en la plataforma del software In Touch de WonderWare, está compuesto por dos estaciones de operación, una ubicada en la nueva sala de control de chancado secundario y la otra en la sala de control de molienda existente. También se contó con un servidor de históricos, donde se almacenaron las variables del proceso. Todo éste equipamiento estuvo enlazado a la red LAN del Proceso, que recibió el nombre de red de control. Se detalla la red en el anexo 2.

La red de control, está basada en comunicación Ethernet IP (estándar de Rockwell), y utilizará topología en anillo como redundancia. Para distancias menores a 100 metros, se utilizó cable de cobre STP, y para distancias mayores se considera el uso de fibra óptica mono-modo ADSS.

3.1.2 Sala eléctrica nueva

En la sala eléctrica nueva se encuentran todos los equipos eléctricos de fuerza de media tensión. Como se observa en la figura 2, en la sala eléctrica nueva se encuentra el tablero de control principal (LIO 7020-001) que es donde se encuentran los controladores lógicos programables.

Además, se hallan las estaciones de centro de control nuevas (CCM6150-20, CCM6150-21 y CCM6150-22) que es donde se ubican los arrancadores y variadores de las fajas que intervienen en el sistema de chancado.

Para el comando y supervisión de parámetros de los arrancadores en los CCM's, se realizó mediante protocolo DeviceNet. Por cuestiones de diseño, se debe considerar como máximo 30 nodos por cada escáner Devicenet, pueden ser menos y dependen de los cálculos para dimensionamiento de la red, dependientes de la distancia, voltaje de alimentación, velocidad, tamaño de información, etc. Los equipos instalados en cada CCM son detallados en el anexo 3.

3.1.3 Sala eléctrica existente

En esta sala se encuentran los medidores de energía del área de chancado. Estos medidores no fueron reemplazados para el nuevo sistema ya que cumplen funciones para otro sistema que es utilizado por los ingenieros eléctricos de la planta para obtener el reporte diario de la energía consumida por los equipos de la etapa de chancado. Además, en esta sala está instalada la fuente de energización de la nueva sala eléctrica. Esta sala eléctrica se puede observar en la figura 2.

3.1.4 Tableros remotos

El proyecto cuenta con 3 tableros remotos como se observa en la zona inferior de la figura 2. En el tablero remoto 1 (RIO 7100-001) se encuentran las señales de campo de las fajas 2 y 3. En el tablero remoto 2 (RIO 7100-002) se encuentran las señales de campo de las fajas 4, 5, 6 y 8A, además de las señales de instrumentación de la chancadora secundaria. En el tablero remoto 3 (RIO 7100-003) se encuentran las señales de las fajas 6B, 7A, 7B, 8B y 9.

Cada área de proceso contó con un tablero de control (tablero con controladores redundantes) independiente. La comunicación entre los controladores del proceso, se realizará por mensajes entre éstos, utilizando la red de control. Las señales de E/S digitales, analógicas, lectura de RTD's (detector de temperatura resistivo), contadores, etc., para protección del equipamiento o propias del proceso, fueron centralizadas en gabinetes RIO,

los cuales estarán basados en módulos Flex IO. Estos se enlazaron al gabinete LIO correspondiente por medio de comunicación Ethernet IP con topología en anillo. Este nivel de comunicación fue nombrado como bus de campo. El anillo se generó entre el gabinete LIO y los gabinetes RIO. Los tags de los equipos están detallados en el anexo 4.

3.2 Descripción de la operación y control

En las siguientes secciones se describen los equipos utilizados, así como también la operación y control del sistema.

3.2.1 Terminología empleada

Controlador: Equipo compuesto por CPU, fuente de alimentación, interfaces de comunicación y que maneja la información que ingresa y sale por los módulos de entrada/salida (E/S). Por la potencialidad de efectuar el control en lazo cerrado de variables analógicas o del control secuencial del arranque y parada de equipos, puede ser clasificado en un Controlador propiamente, un PLC o un Control híbrido (mezcla de Controlador y PLC).

Control Local: Se ejecuta a través de uno o más controladores, que procesa la información que ingresa y sale por los módulos de entrada/salida que proviene de instrumentos o dispositivos localizados dentro de la misma área geográfica, o forman parte de la misma etapa del proceso industrial. Se ubica en la sala eléctrica local, y su comunicación con el operador es a través de la estación de trabajo local, llamado también Panel de Procesos (*Process Panel*).

Control Central: Todos los controladores locales se conectan en red con topología en anillo a una sala de control central, desde donde se puede ejecutar el control automático y manual de cada equipo, instrumento o dispositivo, a través de una estación de control central, llamada también HMI, por su significado en inglés: Human Machine Interface.

Redundancia de Control: Si el controlador tiene dos CPU, y generalmente dos fuentes de alimentación, se dice que posee redundancia de control. Si el CPU activo y/o la fuente activa falla, el sistema conmuta para que entre a

operar el CPU y/o fuente que se encontraba en espera (*stand by*), esto hace muy confiable al sistema.

Redundancia de Comunicaciones: Si el controlador y los tableros de módulos E/S, y otros equipos se conectan en una red en anillo o en bus doble, se dice que posee conexión para redundancia en comunicaciones. En todos los equipos deben existir dos puertos de comunicaciones para el mismo protocolo.

ECL: Estación de Control Local, es el tablero de mandos localizado en el campo al lado del equipo, que dispone de botoneras de Arranque (ST), Parada (SP) y Parada de Emergencia (PE). Existen ECL para los motores y para las válvulas ON/OFF, en este último caso las botoneras son de apertura (OP) y cierre (CL), no hay botón de parada de emergencia y cuentan con selector local/remoto.

Estación de trabajo local: En el caso de los controladores del proceso (PCS), el panel de procesos estará instalado cerca al área de influencia del controlador (deberá estar instalado fuera de la sala eléctrica para evitar que el personal operador ingrese a la sala eléctrica). En el caso de los PLCs y controladores secundarios (Stand Alone), el panel estará instalado en el gabinete de control ubicado en campo.

Tablero RIO (Remote Input/Output): Tablero concentrador de señales (analógicas, digitales, RTD's, etc.) de campo, ubicados estratégicamente en cada área del proceso para el manejo y supervisión de las variables del proceso. La información obtenida en sus múltiples tarjetas de entrada/salida son transmitidas al controlador por comunicación (Ethernet IP).

Tablero LIO (Local Input/Output): Tablero que alberga al controlador y puede contener tarjetas de entradas/salidas analógicas y/o digitales para control y/o supervisión. Se encuentran ubicadas en el interior de las salas eléctricas. Dependiendo de la complejidad y/o importancia del proceso podrán contar con controladores redundantes, pero indistintamente de la cantidad de controladores, cuentan con comunicación redundante con las estaciones de trabajo central.

Alarma, muestra las señales que saltan como preventivas a un paro inesperado.

Permisivo, señal que inhibe el arranque del equipo.

Enclavamiento, señal que luego de haber arrancado el sistema, genera la parada total de equipo.

3.2.2 Equipos instalados para el control del sistema

A continuación, se describen los instrumentos y equipos que fueron instalados en campo para la obtención de señales y datos para la optimización del control del sistema.

- Actuador de desalineamiento de faja marca DUK: En la figura 3, se muestra el actuador, el cual se activa cuando la faja transportadora pierde posición con respecto a su posición inicial. Su estado lógico puede ser el valor 0 o 1 para posición de accionamiento.



Figura 3. Actuador de desalineamiento marca DUK

Fuente: DUK instrumentation

- Actuador de tirón por cable de fajas marca DUK: En la figura 4, se muestra el actuador de tirón. Este dispositivo conocido como *pull cord* debido a su nombre en inglés, se encuentra en una o más posiciones a lo largo de la faja. Su longitud máxima es de 100 metros de alcance. Cuenta con contacto de acción rápida con apertura positiva. Nivel de protección IP66.



Figura 4. Actuador de tirón marca DUK

Fuente: DUK instrumentation

- Actuador de nivel marca Veto: En la figura 5, se muestra el actuador de nivel. Es un instrumento diseñado para detectar nivel bajo o alto en un silo que contenga polvo o materiales granulados. Principio de operación de sistema resonante. Cuando el producto cubre la barra, el dispositivo envía una señal digital hacia el controlador indicando que se ha accionado.



Figura 5. Actuador de Nivel marca DUK

Fuente: DUK instrumentation

- Actuador de Rotura de faja Modelo DB: Advierten al personal de supervisión sobre fallas inminentes de la correa debido a rasgaduras, pinchazos, fallas de empalme u objetos afilados que sobresalen a través de la tela de la correa. En la figura 6, se muestra el actuador.



Figura 6. Actuador de rotura de faja modelo DB.

Fuente: DB instrumentation

- Botón de parada de emergencia marca Schneider: El Botón de parada de emergencia mostrado en la figura 7, se utiliza para detener inmediatamente cualquier sistema ante situaciones peligrosas.



Figura 7. Botón de parada de emergencia marca Schneider.

Fuente: Schneider electric

- Sensor de velocidad cero, marca Thermo Fisher: en la figura 8, se muestra el sensor de velocidad cero Modelo 60-23P, el cual controla la velocidad al detectar un elemento ferroso conectado al eje o equipo giratorio. El detector genera impulsos del elemento ferroso y cierra el contacto de alarma cuando el tiempo entre impulsos es mayor que el tiempo ajustado por el punto de ajuste. Su rango de trabajo es entre 60 y 600 pulsos por minuto.



Figura 8. Sensor de velocidad cero, marca Thermo Fisher.

Fuente: Thermo Fisher

- Relé de Sobre carga marca Eaton: En la figura 9, se muestra el relé de sobrecarga C441 Motor Insight, este relé trabaja como protección del motor de bajo voltaje más avanzado de Eaton. La capacidad de calcular la energía permite que los clientes no solo monitoreen el rendimiento del motor, sino también el rendimiento de la carga y el consumo de energía. Es el relé perfecto para las cargas críticas del sistema, las cargas de bombeo y los clientes cuya prioridad es la energía.



Figura 9. Relé de protección marca Eaton.

Fuente: Eaton

3.2.3 General

El sistema de control está compuesto por varios subsistemas distribuidos geográfica y funcionalmente, de acuerdo con las diferentes áreas del proceso, y estarán enlazadas a un SCADA (PCS).

En la unidad Atacocha, se cuenta con un sistema de control de procesos (PCS) basado en un SCADA Factorylink y PLC's Stand Alone. En el proyecto de ampliación, se mantendrá esta arquitectura, pero se utiliza otro sistema SCADA, y se optimizará y reforzará con la implementación de controladores, nuevas estaciones de operación y un servidor de datos históricos. Todas las estaciones de operación y servidor de históricos, están conectadas a la red de controladores de la planta, y desde éstas se podrá supervisar y controlar todas las áreas de la planta.

Para manejar las nuevas señales para comando y/o supervisión del nuevo equipamiento, se añadirán tableros de señales en campo (RIO) y tableros de control (LIO), considerando un 20% (20% de la capacidad instalada de cada tablero individualmente) como reserva, pensados para modificaciones y/o cambios futuros del proyecto o de la operación.

3.2.3.1 Pruebas FAT

Las pruebas de aceptación en fabrica (FAT), se realizaron con el objetivo de inspeccionar el hardware y software que serían enviados a la unidad minera. Para estas pruebas se tienen en consideración todos los módulos que conforman los tableros de control, tanto las estaciones

remotas como la estación principal que es donde se encuentran los controladores lógicos (PLC). Para ello se debe llenar un formato de pruebas, que muestra una lista de verificación de parámetros de funcionalidad de cada entrada o salida correspondiente a los módulos, esto con el fin de garantizar que las señales de campo podrán ser conectadas a los módulos y estas no presentaron ningún inconveniente.

Las pruebas se desarrollaron junto con el cliente en las instalaciones de la empresa en Lima, entregándole conocimientos a primera mano sobre la funcionalidad del sistema.

3.2.3.2 Pruebas SAT

Las pruebas de aceptación en terreno (SAT), se desarrollaron en la unidad minera, esto para garantizar que los tableros no presentan ningún inconveniente luego del transporte desde Lima hasta el lugar final.

Al realizar las pruebas SAT, se debe llenar un formato de pruebas en el cual se verifica la funcionalidad de cada entrada y salida correspondiente a los módulos ubicados en los tableros, con ello se garantiza un inicio de la puesta en marcha del sistema de control sin problemas.

Al igual que las pruebas FAT, Las pruebas fueron realizadas junto con el cliente para asegurar que los tableros no presentan ningún problema desde que se realizaron las pruebas FAT.

3.2.3.3 Lógica de control en automático

A continuación, se describirán los pasos seguidos para la elaboración de la lógica de control en automático del sistema de chancado:

- Paso 1: Selección de modo Remoto

Para que el sistema trabaje en modo automático, se debe colocar la señal digital del selector Local_Rem en 1, siendo el valor 0 local y 1 remoto.

La selección del modo de operación local o remota debe ser seleccionada desde los selectores físicos ubicados en la puerta frontal de cada arrancador.

En operación local, el equipo solo puede ser arrancado o detenido desde las botoneras de control local (ECL) ubicadas en campo (ubicación cercana al motor del equipo), pero el estado del motor y todos los parámetros de trabajo del arrancador podrán ser supervisados desde el scada.

En operación remota, el equipo sólo puede ser arrancado o detenido remotamente mediante el controlador (PLC).

- Paso 2: Selección de modo automático

Como siguiente permisivo del sistema en automático, el valor de la señal digital Manual_Auto debe estar en valor 1, siendo 0 manual y 1 automático.

En operación manual, el equipo es controlado independientemente, a través de botones en el hmi o scada, permitiendo al operador hacer pruebas de funcionamiento de cada uno de los equipos.

En operación automática, el equipo solo podrá ser arrancado o detenido de acuerdo a la secuencia de arranque o parada que se muestra en la figura 10 y figura 11 correspondientemente.

- Paso 3: Equipo listo para operación

Los equipos involucrados en el sistema no deben presentar fallas activas y deben contar con todos sus permisivos en estado 0, esto activa un bit de equipo listo para operación.

- Paso 4: Inicio del Sistema en automático

En el sistema scada, el operador cuenta con una pantalla para el control en automático. Al presionar el botón Iniciar el sistema iniciara la secuencia de arranque según lo mostrado en la figura 10.

- Paso 5: Ingreso de tiempo de alarma de inicio

Antes de que los equipos inicien su trabajo, el operador ingresa un tiempo de sonido de sirena, el cual alerta a todos los trabajadores involucrados en las labores de que el sistema va a iniciar, esto con el fin de evitar posibles accidentes.

- Paso 6: Secuencia de arranque

Una vez liberados y despejados los ambientes cercanos a los equipos involucrados (descritos en los puntos anteriores), la secuencia de arranque inicia siguiendo el orden que se describe a continuación:

- Faja 9,
- Fajas transportadoras 7 y 7A,
- Faja transportadora 6B,
- Faja transportadora 6,
- Chancadora terciaria, como no se tiene control de este equipo, se debe incluir una señal que indique que la chancadora está funcionando para habilitar al siguiente equipo de la secuencia,
- Cedazo terciario,
- Faja transportadora 5,
- Faja transportadora 8A,
- Faja transportadora 8,
- Chancadora secundaria Sandvik H6800 y motores auxiliares,
- Cedazo secundario, como no se tiene control de este equipo, se debe incluir una señal que indique que el cedazo está funcionando para habilitar al siguiente equipo de la secuencia,
- Faja transportadora 4,
- Faja transportadora 3, junto con su electroimán,
- Chancadora de quijada Metso C110, como no se tiene control de éste equipo, se debe incluir una señal que indique que la chancadora está funcionando para habilitar al siguiente equipo de la secuencia,
- Faja transportadora 2,
- Faja transportadora 1, como no se tiene control de este equipo, se debe incluir una señal que habilite el arranque de este motor, Alimentadores.

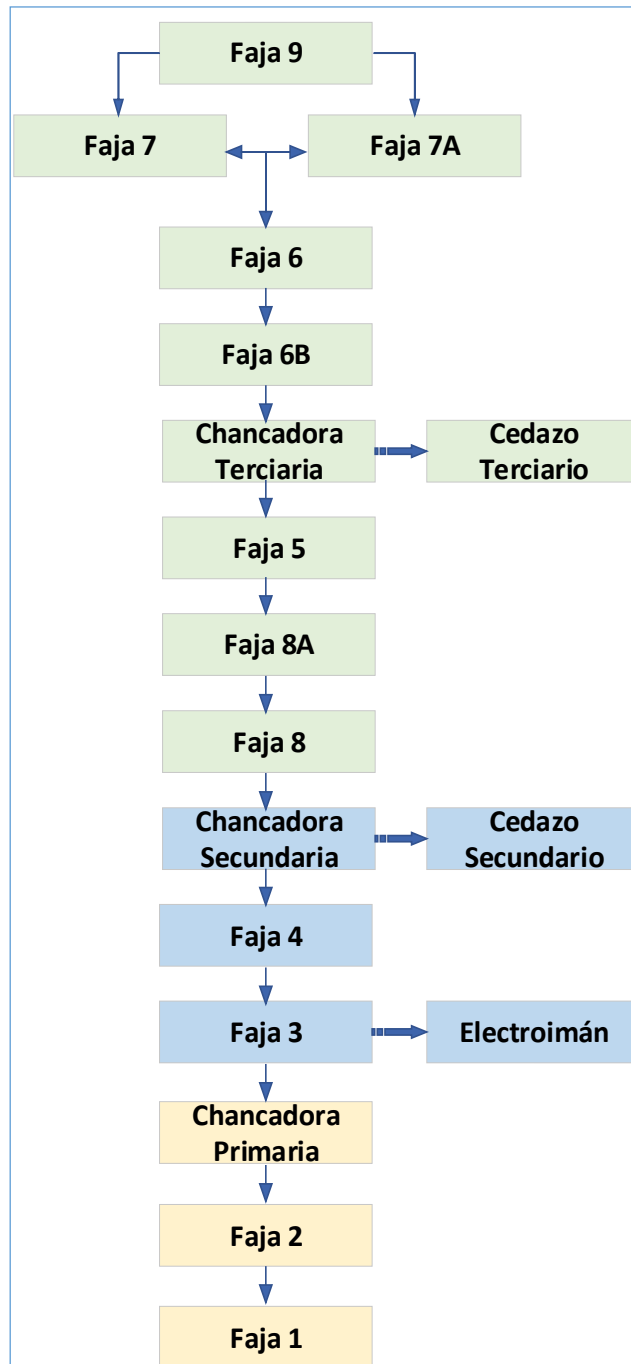


Figura 10. Secuencia de arranque.

Elaboración: el autor

- Paso 7: supervisión de enclavamientos en el sistema

Luego de haber iniciado todo el sistema, se activa la etapa de detección de enclavamientos, las cuales son señales de fallas de los arrancadores o accionamientos de sensores de seguridad en campo. Si algún enclavamiento se activa, la carga es detenida, así como

también las cargas que dosifican de mineral a esta. Como ejemplo si se detectase un enclavamiento activado en la faja 4, se detienen la faja 3, faja 2 y el habilitador de la faja 1, con el fin de que la faja 4 no se llene de producto y esto complique el reinicio de trabajo de la faja. Los equipos que van luego de la faja con enclavamiento detectado continúan su trabajo con el fin de descargar todo el producto en circulación.

- Paso 8: Secuencia de parada

La secuencia de parada, determina que equipos deberán detenerse aguas arriba del proceso en caso otro equipo se detenga de manera imprevista o de manera deseada por el operador. La secuencia considerada, tomando en cuenta el nuevo equipamiento será:

- Alimentadores,
- Habilitadora faja transportadora 1,
- Faja transportadora 2,
- Faja transportadora 3, junto con su electroimán,
- Cedazo secundario,
- Chancadora secundaria Sandvik H6800 y motores auxiliares,
- Faja transportadora 4,
- Faja transportadora 6B,
- Faja transportadora 6,
- Faja transportadora 5,
- Faja transportadora 8A,
- Faja transportadora 8,
- electroimán de la faja 5,
- Cedazo terciario,
- Fajas transportadoras 7 y 7A,
- Faja tripper 9.

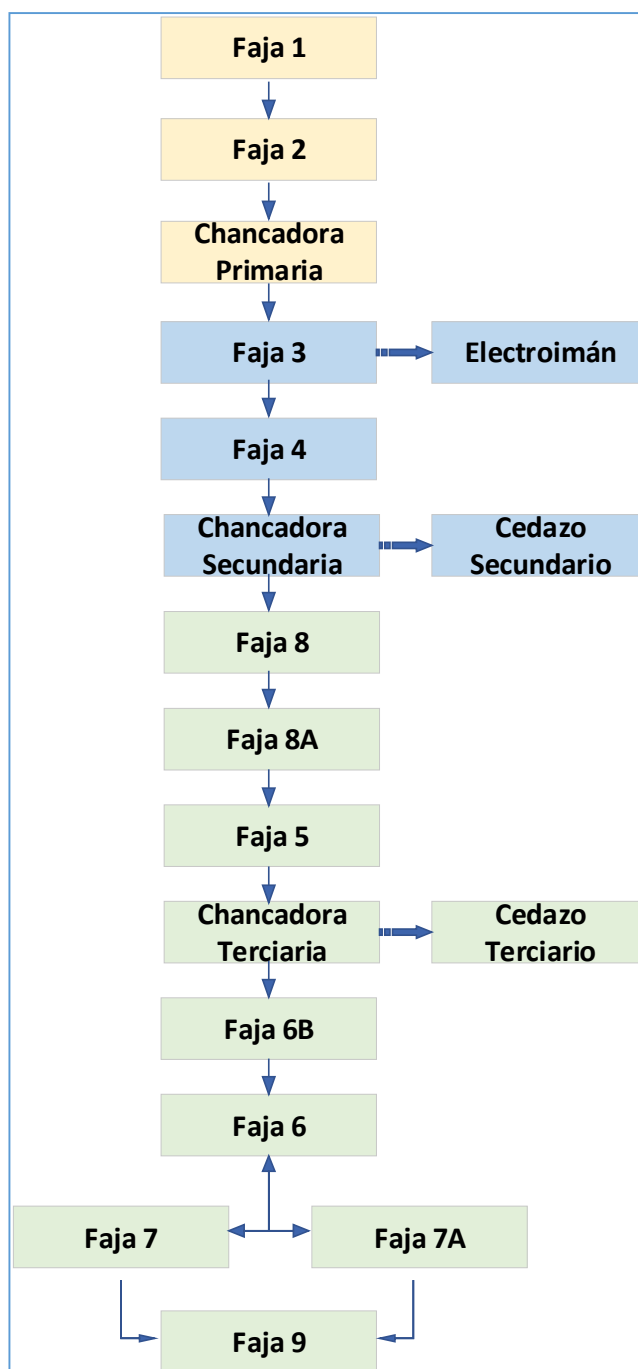


Figura 11. Secuencia de parada.

Elaboración: el autor

3.2.4 Subsistemas del proyecto (área 210/220)

El sistema está dividido en subsistemas, los cuales son: chancado primario, secundario y terciario.

Los equipos principales considerandos en esta ampliación son:

- Faja transportadora 2 (06-200-4403-002),

- Faja transportadora 3 (06-200-4403-003),
- Electroimán 1 (06-200-4321-001),
- Chancadora secundaria Sandvik H6800 (06-200-4092-001),
- Faja transportadora 4 (06-200-4403-004),
- Faja transportadora 5 (06-200-4403-005),
- Electroimán 2 (06-200-4321-002),
- Faja transportadora 6 (06-200-4403-006),
- Faja transportadora 6B (06-200-4403-006B),
- Cedazo terciario (06-200-4112-002),
- Faja transportadora 7 (06-200-4403-007),
- Faja transportadora 7A (06-200-4403-007A),
- Faja transportadora 8 (06-200-4403-008),
- Faja transportadora 8A (06-200-4403-008A),
- Faja tripper 9 (06-200-4403-009)

3.2.5 Descripción del proceso

El circuito de chancado primario inicia en el interior de mina. El material es vertido sobre la faja transportadora 1, la cual posteriormente descarga sobre la faja 2. La faja 2 vierte el producto sobre la chancadora primaria. El resultado de este chancado es dosificado sobre la chancadora secundaria a través de la faja transportadora 3. En la faja 3, se encuentra instalado un electroimán, cuya función es retirar las piezas metálicas que pueden dañar la chancadora secundaria. El circuito de chancado primario se muestra en la figura 12.

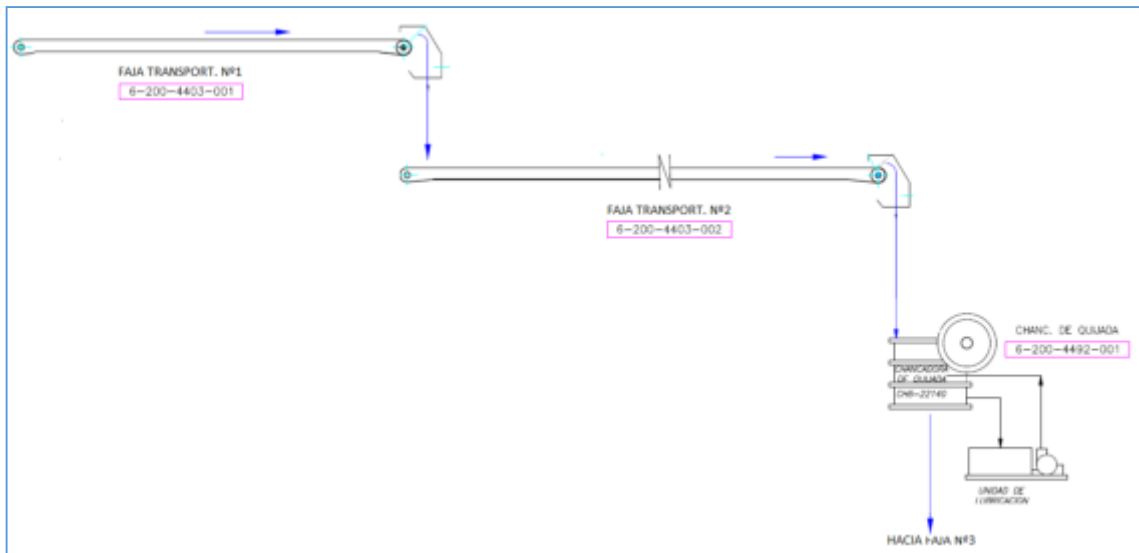


Figura 12. Zona de chancado Primario.

Elaboración: el autor

La faja 3 alimenta al cedazo secundario, que se encarga de clasificar el estado del material, separando el producto fino para ser llevado por la faja 7 directamente a la faja 9. El producto grueso es vertido a la chancadora secundaria, el resultado del chancado es transportado por la faja 4, el cual lleva el producto al nuevo circuito de chancado terciario como se muestra en la figura 13.

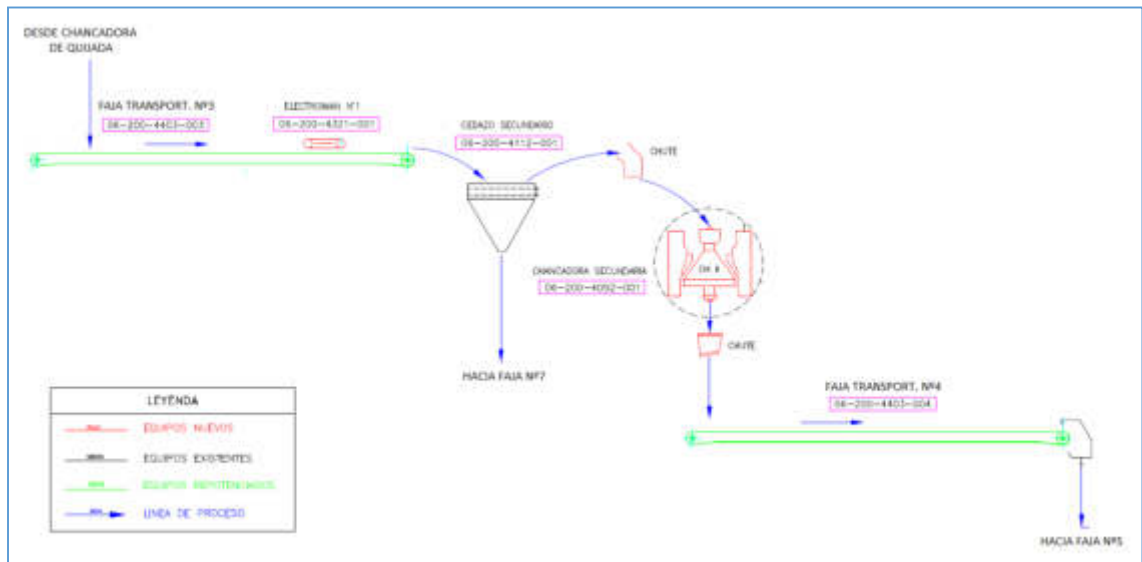


Figura 123. Zona de chancado secundario.

Elaboración: el autor

El producto obtenido de la chancadora secundaria es transportado por las fajas 5, 6(nueva) y 6B. La faja 5 cuenta con un electroimán, el cual se encarga de retirar las piezas metálicas que pueden dañar el sistema. El material es clasificado a través del cedazo terciario, llevando los finos hacia la faja 7ª y luego a la faja 9. En la faja 7ª se encuentra una balanza, el cual indica la cantidad total de materia fina obtenida luego del proceso de chancado. Los gruesos son llevados a la chancadora terciaria y el producto es devuelto al circuito de chancado terciario como se muestra en la figura 14.

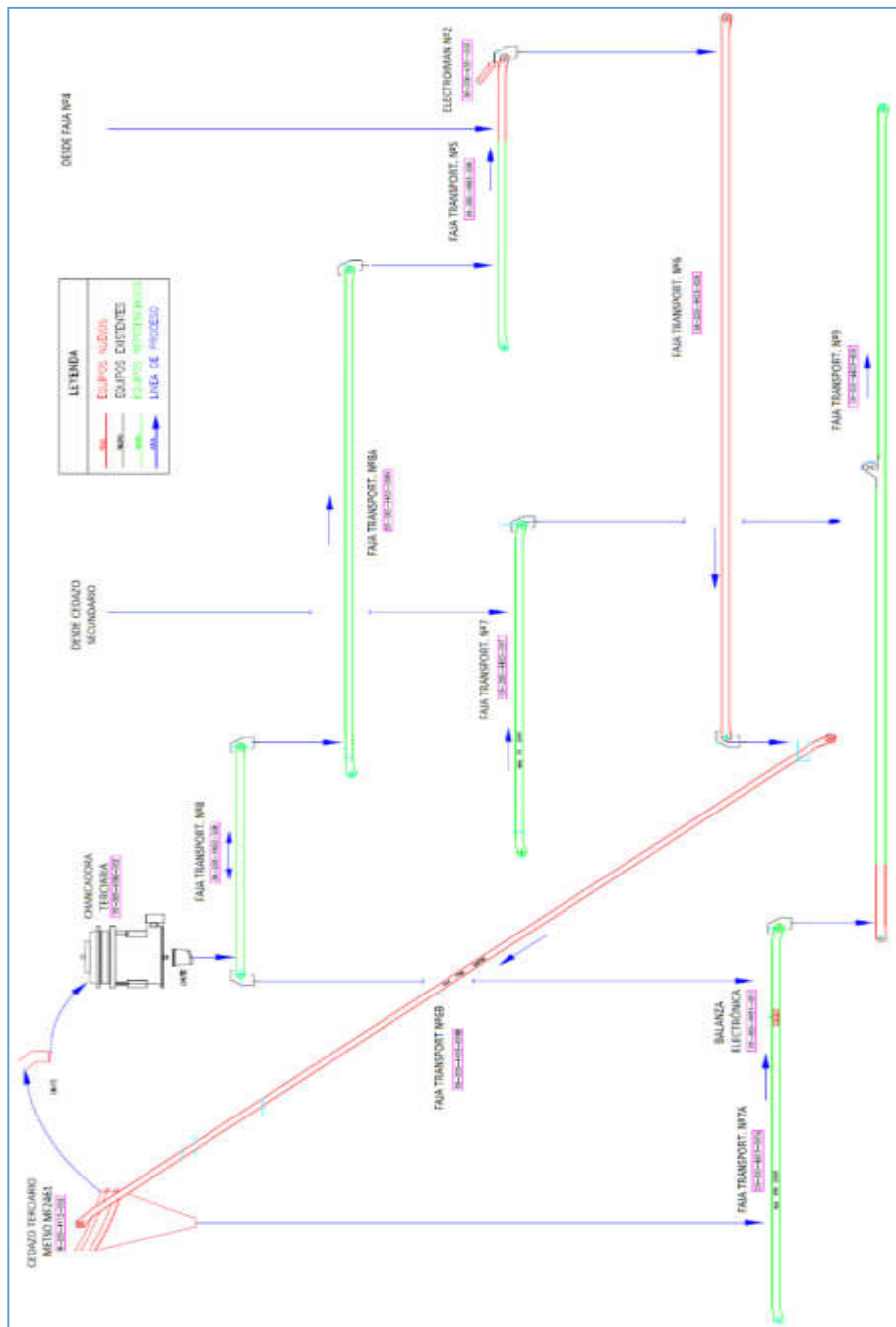


Figura 13. zona de chancado terciario.

Elaboración: el autor

3.2.7 Lógica de control de equipos principales

Se describen y detallan los permisivos, alarmas y enclavamientos considerados para cada equipo que forma parte del alcance de la ampliación. Adicionalmente, se detallarán las alarmas y enclavamientos de los equipos que afectan indirectamente al nuevo equipamiento, y aquellos equipos cuyos arrancadores serán reemplazados.

Para el control de permisivos, enclavamientos y alarmas se deben tener en cuenta los símbolos ISA (sociedad de instrumentos americanos por sus siglas en inglés) utilizados para la designación de los instrumentos utilizados en el nuevo sistema detallados en la tabla 1. En la tabla 2, se muestran los símbolos de confirmación de arranque de cada faja del sistema, además de la confirmación de las chancadoras, ya que estas son necesarias para el control en automático del sistema propuesto.

Tabla 1. Símbolos de instrumentación del proyecto.

Símbolo ISA	Descripción
KM	Motor de faja transportadora requerida funcionando.
SSL	Señal de interruptor de velocidad cero.
ZA1	Señal de alarma por desalineamiento en cola de faja.
ZS1	Señal de tripeo por desalineamiento en cola de faja .
ZA2	Señal de alarma por desalineamiento en cabeza de faja.
ZS2	Señal de tripeo por desalineamiento en cabeza de faja.
HSS	Señal de tripeo por accionamiento de interruptor de parada de emergencia .
XS	Señal de tripeo por accionamiento de interruptor de detección de faja rota.
LSH	Señal de nivel alto de chute de descarga.
PE	Señal de parada de emergencia.
OL	Señal de sobrecarga en el motor.
IAH	Alarma de corriente alta en el motor.
CM	Comando de arranque/parada.

Elaboración: el autor

Tabla 2. Símbolos de confirmación de arranque de motores.

Símbolo ISA	Descripción
M-20228	Motor de faja transportadora 2.
CH-QUIJA	Motor de chancadora de quijada.
M-20229	Motor de faja transportadora 3.
ZAR-SEC	Motor de zaranda secundaria.
M-2028	Motor de chancadora secundaria.
M-20230	Motor de Faja Transportadora 4.
M-20231	Motor de faja transportadora 5.
M-20232	Motor de faja transportadora 6.
M-20213	Motor de faja transportadora 6B.
M-20353	Motor de faja transportadora 7.
M-20233	Motor de la faja transportadora 7A.
M-20212	Motor de Zaranda terciaria .
CH-TERC	Motor de chancadora terciaria.
M-20254	Motor de la faja transportadora 8.
M-20215	Motor de faja transportadora 8A.
M-20334	Motor de faja transportadora 9.

Elaboración: el autor

3.2.7.1 Faja Transportadora 1 (06-200-4403-001)

La Faja Transportadora 1 recibe producto de los alimentadores, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 15. Esta faja cuenta con un arrancador sin posibilidad de ser enlazado por comunicaciones a la red de CCM's, por lo tanto, la operación de ésta faja

no fue controlada desde el sistema de control a ser instalado; sin embargo y de acuerdo a lo indicado en la secuencia de operación. Esta faja depende funcionalmente de la faja transportadora 2, tanto para el arranque como para su funcionamiento, por lo cual se debe integrar a la lógica cableada del arrancador de la faja 1 una señal que confirme que la faja 2 está funcionando.

Tabla 3.Faja 1, señales de control.

FAJA 1 (ZONA 22101)	
PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS
M-20228-KM1	M-20228-KM1
	SSL-22101
	ZA1-22101
	ZS1-22101 (nota 1)
	ZA2-22101
	ZS2-22101
	HSS-22101 (nota 2)
	XS-22101
	LSH-22101

Elaboración: el autor

Las Fajas de la zona de chancado primario y secundario cuentan con una baliza visual y sonora, la cual cumple la siguiente función:

Indicar que el equipo ha recurrido en uno de los enclavamientos que sirven para la protección de la faja.

Indicar que la faja parte si es que el operador ha configurado esta función. Por defecto se encuentra deshabilitada.

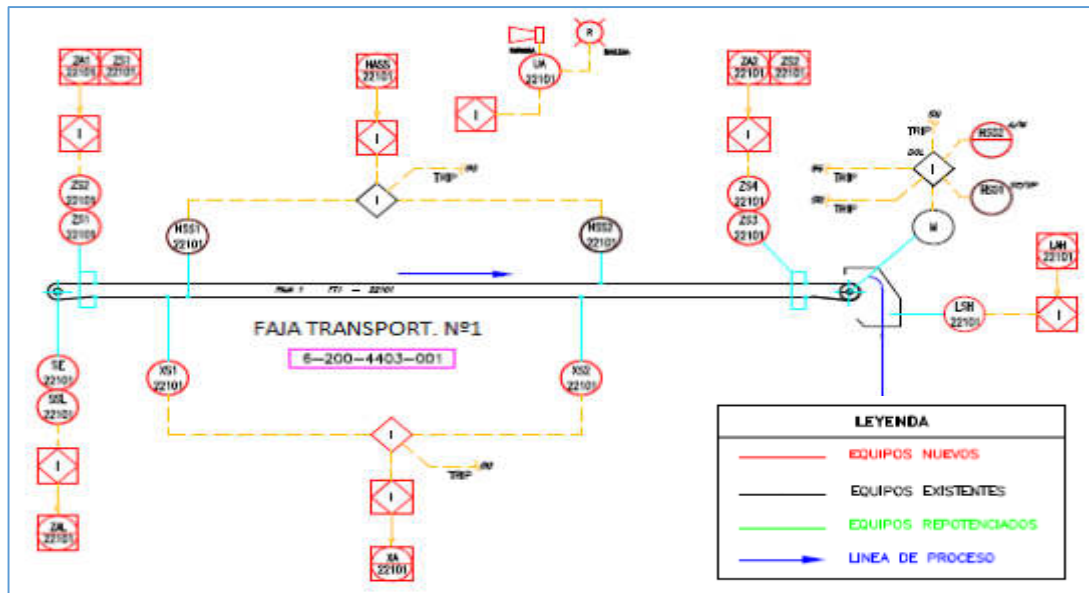


Figura 14. Faja transportadora N°1.

Elaboración: el autor

3.2.7.2 Faja Transportadora 2 (06-200-4403-002)

La Faja Transportadora 2 recibe carga de la Faja Transportadora 1, a través de un chute de transferencia. En el sistema de control se deberán considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 4.

Tabla 4. Faja 2, señales de control.

FAJA 2 (ZONA 22102)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22102	ZS1-22102	SSL-22102	M-20228-CM
ZA2-22102	ZS2-22102	ZS1-22102	
M-20228-IAH	HSS-22102	ZS2-22102	
	LSH-22102	HSS-22102	
	LSH-22103 (nota 1)	LSH-22102	
	XS-22102	XS-22102	
	M-20228-PE	LSHH-22103 (nota 2)	
	M-20228-OL	M-20228-PE	
	CH-QUIJA-KM1	M-20228-OL	
		M-20228-KM	
		CH-QUIJA-KM1	

Elaboración: el autor

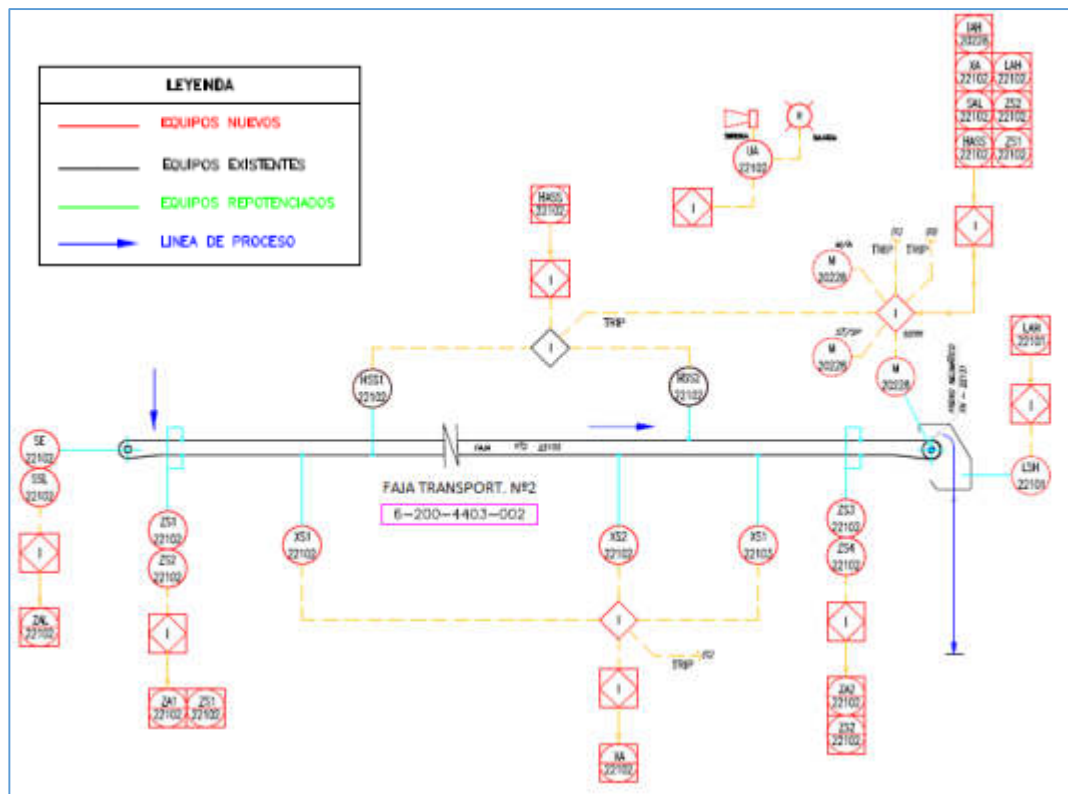


Figura 15. Faja transportadora N°2.

Elaboración: el autor

3.2.7.3 Chancadora de Quijada (06-200-4492-001)

La chancadora de quijada (chancador primario) recibe carga de la Faja Transportadora 2, a través de un chute de transferencia. La chancadora no puede ser enlazada por comunicación con el centro de control de motores, por lo tanto, la operación de ésta chancadora no será controlada desde el sistema SCADA. Además, la chancadora no se ve afectada por la falla de otros equipos en el sistema, ya que no es conveniente detener la chancadora con carga, es decir, si el equipo ubicado aguas debajo de la chancadora se detiene, debe detenerse el equipo que alimenta a la chancadora, pero no la chancadora propiamente.

3.2.7.4 Faja Transportadora 3 (06-200-4403-003)

La Faja Transportadora 3 recibe carga de la Chancadora de Quijada (chancadora primaria), a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 17. En el sistema de control se deben considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 5.

Tabla 5. Faja 3, señales de control.

FAJA 3 (ZONA 22203)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22203	ZS1-22203	SSL-22203	M-20229-CM
ZA2-22203	ZS2-22203	ZS1-22203	
M-20229-IAH	HSS-22203	ZS2-22203	
	M-20229-PE	HSS-22203	
	M-20229-OL	M-20229-PE	
	ZAR-SEC-KM1	M-20229-OL	
		M-20229-KM	
		ZAR-SEC-KM1	

Elaboración: el autor

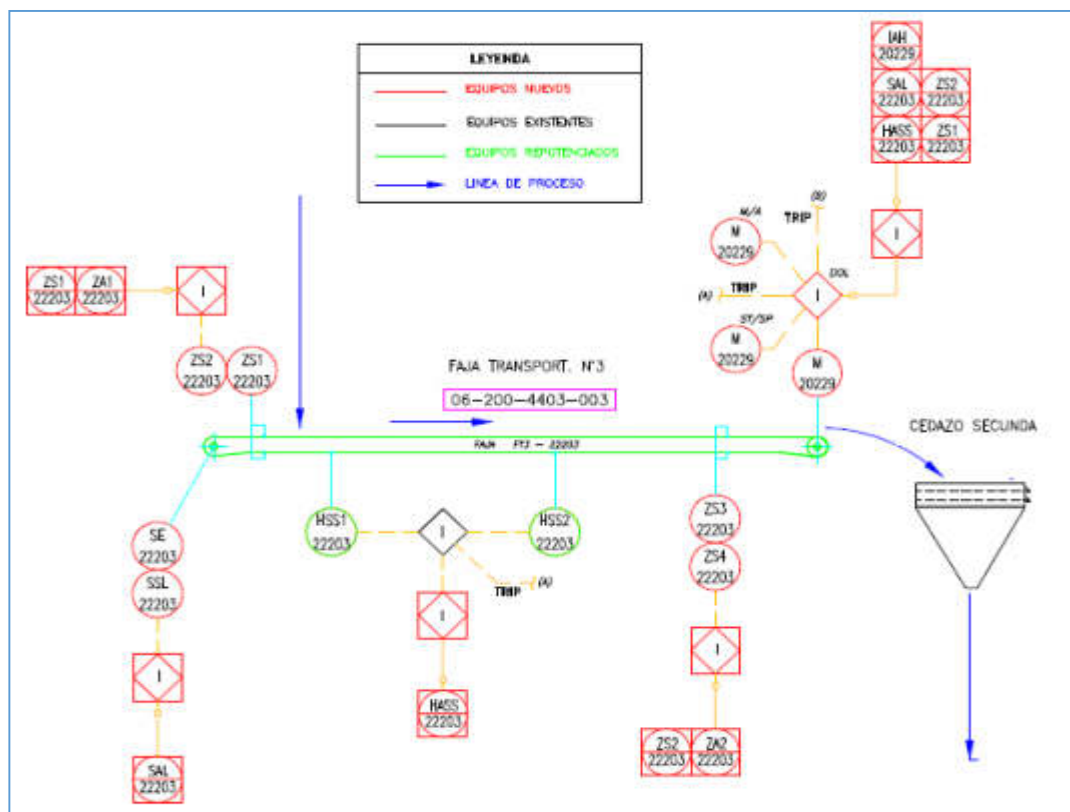


Figura 16. Faja transportadora N°3.

Elaboración: el autor

3.2.7.5 Cedazo Secundario (06-200-4431-002)

El Cedazo Secundario recibe carga de la Faja Transportadora 3, a través de un chute de transferencia como se muestra en

la figura 18. El cedazo secundario cuenta con un arrancador sin posibilidad de ser enlazado por comunicaciones a la red de CCM's, por lo tanto la operación de éste cedazo no será controlada desde el sistema de control a ser instalado; sin embargo y de acuerdo a lo indicado en la secuencia de operación, este cedazo depende funcionalmente de la chancadora secundaria y de la faja transportadora 7, tanto para el arranque como para su funcionamiento, que se debe integrar a la lógica cableada del arrancador del cedazo secundario una señal que confirme que la chancadora secundaria y la faja transportadora 7 están funcionando.

Esta señal fue configurada en el sistema de control, y es proporcionada desde el RIO 7100-002, desde donde se cablea hasta el arrancador del cedazo secundario. Esta señal trabajará como:

Permisivos (inhiben el arranque del equipo):

- M-20281-53-KM1 – Motor de chancadora secundaria y faja transportadora 7 funcionando.

Enclavamientos (generan la parada del equipo):

- M-20281-53-KM1 – Motor de chancadora secundaria y faja transportadora 7 funcionando.

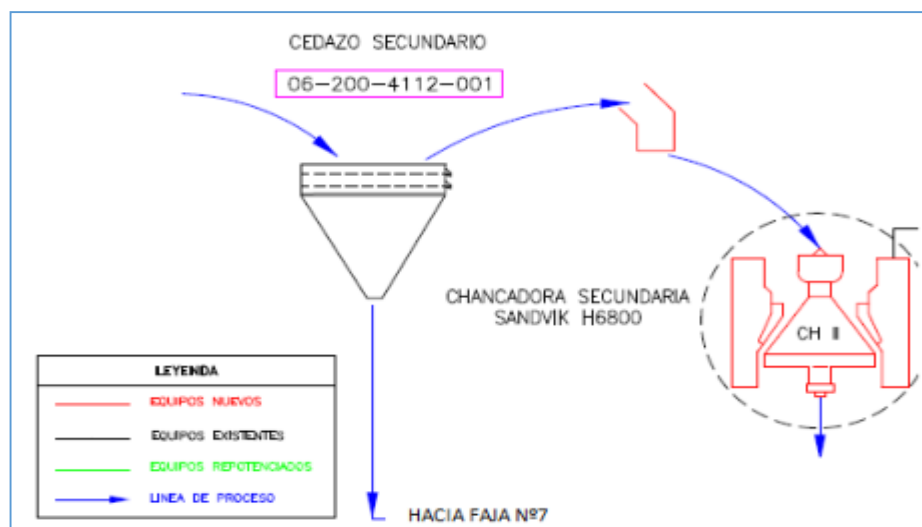


Figura 17. Cedazo secundario.

Elaboración: el autor

3.2.7.6 Faja Transportadora 7 (06-200-4403-007)

La Faja Transportadora 7 recibe carga del Cedazo Secundario, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 19. En el sistema de control se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 6.

Tabla 6. Faja 7, señales de control.

FAJA 7 (ZONA 22307)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22307	ZS1-22307	SSL-22307	M-20353-CM
ZA2-22307	ZS2-22307	ZS1-22307	
M-20353-IAH	HSS-22307	ZS2-22307	
	M-20353-PE	HSS-22307	
	M-20353-OL	M-20353-PE	
	M-20234-KM	M-20353-OL	
		M-20353-KM	
		M-20234-KM	

Elaboración: el autor

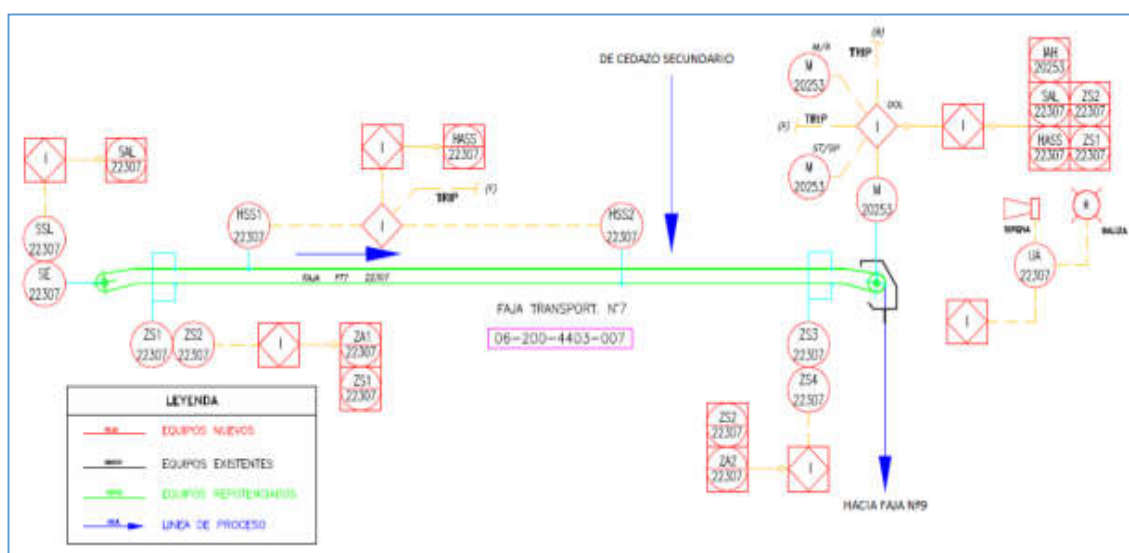


Figura 18. Faja transportadora N°7.

Elaboración: el autor

3.2.7.7 Chancadora Secundaria (06-220-4092-001)

La chancadora secundaria recibe carga del cedazo secundario, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura

20. En el sistema de control, se debe considerar las siguientes alarmas, permisivos y enclavamientos:

Alarmas (preventivo):

- TAH-22201A – Alarma de temperatura alta, fase R de motor de chancadora,
- TAH-22201B – Alarma de temperatura alta, fase S de motor de chancadora,
- TAH-22201C – Alarma de temperatura alta, fase T de motor de chancadora,
- TAH-22202A – Alarma de temperatura alta, rodamiento (lado libre) de motor de chancadora,
- TAH-22202B – Alarma de temperatura alta, rodamiento (lado acople) de motor de chancadora,
- VAH-22201 – Alarma de vibración alta en motor de chancadora,
- PAL-22201A – Alarma filtro “A” de aceite de lubricación sucio (requiere limpieza),
- PAL-22201B – Alarma filtro “B” de aceite de lubricación sucio (requiere limpieza),
- M-20281-IAH – Alarma corriente alta, motor de chancadora secundaria.

Permisivos (inhiben el arranque del equipo):

- TAHH-22201A – Temperatura muy alta, fase R de motor de chancadora,
- TAHH-22201B – Temperatura muy alta, fase S de motor de chancadora,
- TAHH-22201C – temperatura muy alta, fase T de motor de chancadora,
- TAHH-22202A – Temperatura muy alta, rodamiento (lado libre) de motor de chancadora,
- TAHH-22202B – Temperatura muy alta, rodamiento (lado acople) de motor de chancadora,
- VAHH-22201 – Vibración muy alta en motor de chancadora,

- TSH-22203A – Temperatura de aceite de retorno a unidad hidráulica muy alta (>63°C),
- TSH-22203C – Temperatura de aceite en reservorio de unidad hidráulica menor a 30°C,
- FSL-22201 – Flujo de aceite de retorno a unidad hidráulica muy bajo,
- M-20281A-KM – Motor de unidad de lubricación detenido,
- M-20230-KM – Motor de Faja Transportadora 4 detenido.

Enclavamientos (generan la parada del equipo):

- TAHH-22201A –Temperatura muy alta, fase R de motor de chancadora,
- TAHH-22201B – Temperatura muy alta, fase S de motor de chancadora,
- TAHH-22201C – temperatura muy alta, fase T de motor de chancadora,
- TAHH-22202A – Temperatura muy alta, rodamiento (lado libre) de motor de chancadora,
- TAHH-22202B – Temperatura muy alta, rodamiento (lado acople) de motor de chancadora,
- VAHH-22201 – Vibración muy alta en motor de chancadora,
- TSH-22203A – Temperatura de aceite de retorno a unidad hidráulica muy alta (>63°C),
- FSL-22201 – Flujo de aceite de retorno a unidad hidráulica muy bajo,
- M-20281A-KM – Motor de unidad de lubricación detenido,
- M-20281-KM – Motor de la propia chancadora funcionando (deberá considerarse un retardo).

Siempre que se active un enclavamiento, independientemente de si este ha sido repuesto en campo o CCM, en el sistema de control se mantendrá activo dicho enclavamiento, hasta que el operador reconozca (reseteo) el evento; es evidente que si el instrumento o arrancador que dio origen a la parada no ha sido repuesto (reseteado o corregido), el operador no podrá reconocer y resetear el evento, para proceder con un nuevo arranque.

Para evitar que el operador no cumpla con la secuencia de parada, se deben programar permisivos de parada, los cuales no permitirán al operador detener los motores auxiliares de la chancadora si no se ha cumplido con los tiempos y pasos indicados.

Nota: Los niveles alto (AH) y muy alto (AHH) deben ser seteados durante la puesta en marcha, de acuerdo a la recomendación del proveedor del equipo, o según lo indicado en el manual de operación del equipo. Sin embargo, para los sensores de vibración, puede considerarse:

El nivel alto del sensor de vibración debe ser indicado por el proveedor del motor o puede considerarse como un valor mayor igual a 4.5mm/s (según norma ISO/DIS 10816-3, para motores con potencia mayor a 300kW), que es considerado como insatisfactorio y limita la operación a largo plazo (deben tomarse acciones preventivas).

El nivel muy alto del sensor de vibración debe ser indicado por el proveedor del motor o puede considerarse como un valor mayor igual a 7mm/s (según norma ISO/DIS 10816-3, para motores con potencia mayor a 300kW), que es considerado como inaceptable y propenso al daño del equipo (deben tomarse acciones correctivas).

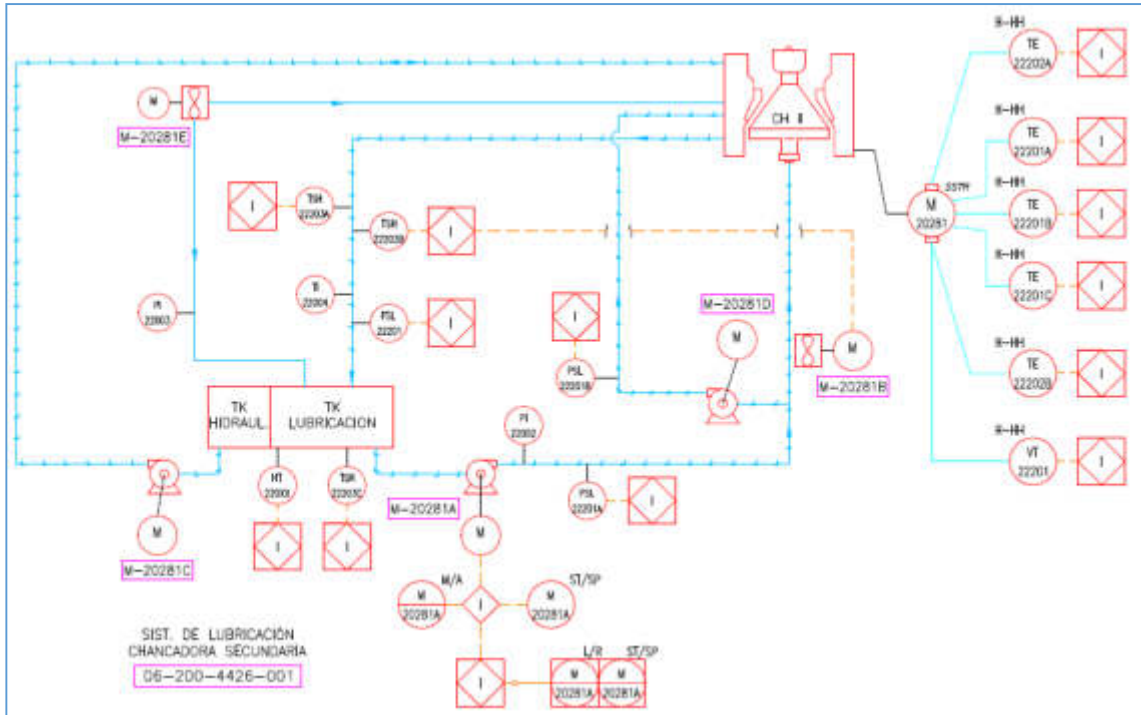


Figura 19. Chancadora secundaria.

Elaboración: el autor

3.2.7.8 Faja Transportadora 4 (06-200-4403-004)

La Faja Transportadora 4 recibe carga de la Chancadora Secundaria, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 21. En el sistema de control, se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 7.

Tabla 7. Faja4, señales de control.

FAJA 4 (ZONA 22204)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22204	ZS1-22204	SSL-22204	M-20230-CM
ZA2-22204	ZS2-22204	ZS1-22204	
M-20230-IAH	HSS-22204	ZS2-22204	
	M-20230-PE	HSS-22204	
	M-20230-OL	M-20230-PE	
	M-20231-KM	M-20230-OL	
		M-20230-KM	
		M-20231-KM	

Elaboración: el autor

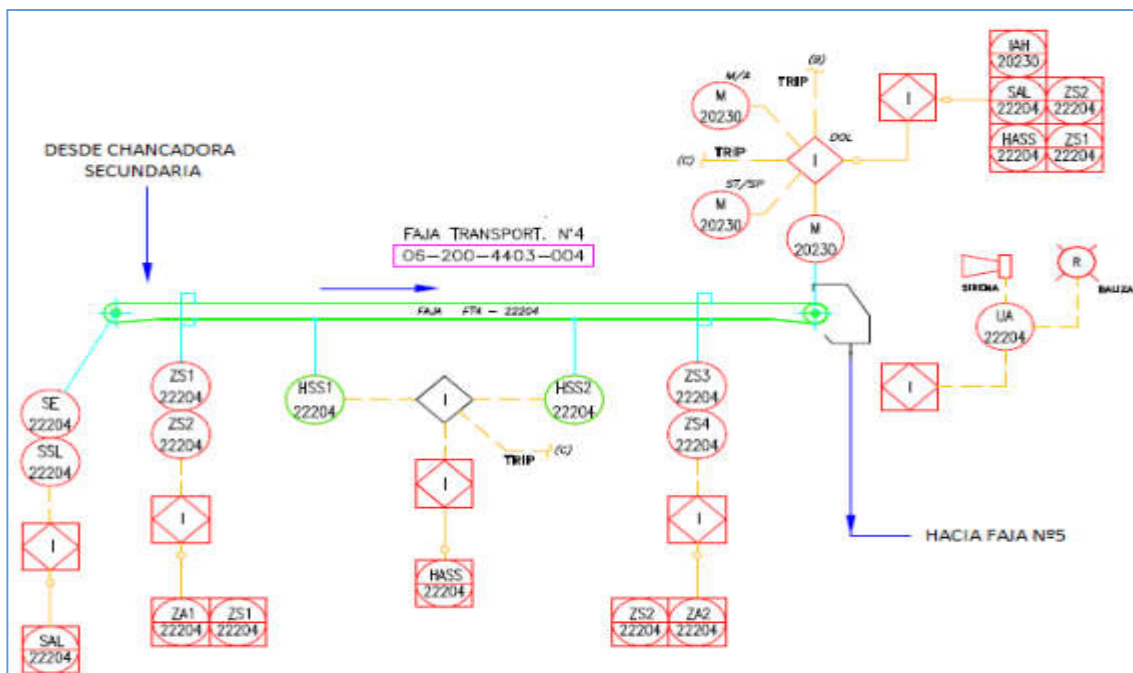


Figura 20. Faja transportadora N°4.

Elaboración: el autor

3.2.7.9 Faja Transportadora 5 (06-200-4403-005)

La Faja Transportadora 5 recibe carga de las fajas transportadoras 4 y 8A, a través de chutes de transferencia como se muestra en la figura 22. En el sistema de control, se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 8.

Tabla 8. Faja 5, señales de control.

FAJA 5 (ZONA 22305)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22305	ZS1-22305	SSL-22305	M-20231- CM
ZA2-22305	ZS2-22305	ZS1-22305	
M-20231-IAH	HSS-22305	ZS2-22305	
	M-20231-PE	HSS-22305	
	M-20231-OL	M-20231-PE	
	M-20232-KM	M-20231-OL	
	ENC-LOG (ver nota1)	M-20231-KM	
		M-20232-KM	
		ENC-LOG (ver nota1)	

Elaboración: el autor

Nota1: Debido a que el circuito de chancado terciario genera un bucle o realimentación, formado por los equipos:

- Faja transportadora 5,
- Faja transportadora 6,
- Faja transportadora 6A,
- Cedazo terciario,
- Chancadora terciaria,
- Faja transportadora 8,
- Faja transportadora 8ª.

Se debe configurar un enclavamiento (parada) adicional. Este enclavamiento debe considerar lo siguiente: si todos los equipos indicados están operando y uno de estos se detiene, todos los demás equipos deben también detenerse al mismo tiempo, con excepción de la chancadora terciaria, siendo ENC-LOG='1', señal que genera la parada de los equipos involucrados. Para entender la lógica en bloques, ver el anexo 5. Esto deberá ser tenido en cuenta con todos los equipos involucrados en la etapa de chancado terciario.

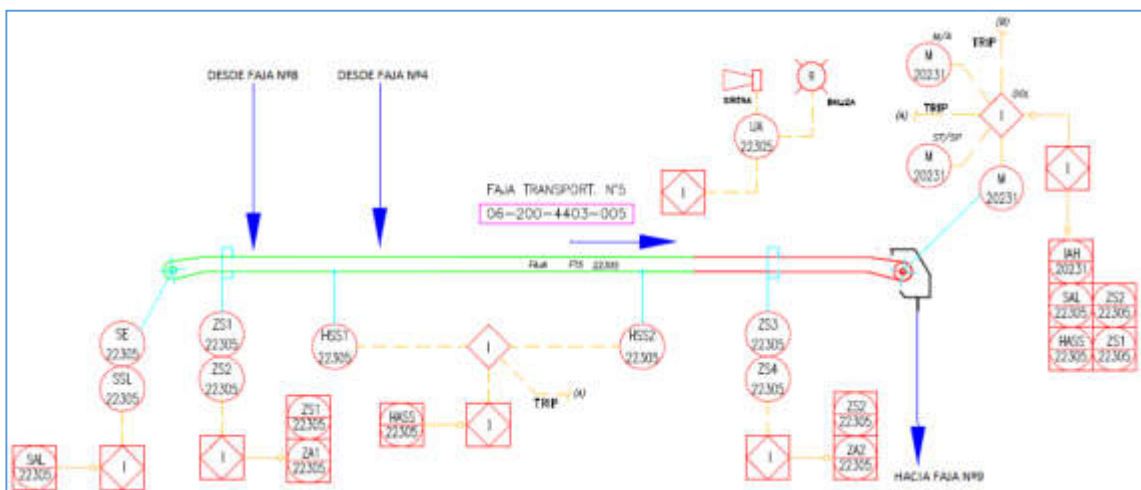


Figura 21. Faja transportadora N°5.

Elaboración: el autor

3.2.7.10 Faja Transportadora 6 (06-200-4403-006)

La Faja Transportadora 6 recibe carga de las fajas transportadoras 5, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 23. En el sistema de control se deberán considerar las alarmas, permisivos y enclavamientos descritos en la tabla 9.

Tabla 9. Faja 6, señales de control.

FAJA 6 (ZONA 22306)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22306	ZS1-22306	SSL-22306	M-20232-CM
ZA2-22306	ZS2-22306	ZS1-22306	
M-20232-IAH	HSS-22306	ZS2-22306	
	M-20232-PE	HSS-22306	
	M-20232-OL	M-20232-PE	
	M-20213-KM	M-20232-OL	
	ENC-LOG (ver nota1)	M-20232-KM	
		M-20213-KM	
		ENC-LOG (ver nota1)	

Elaboración: el autor

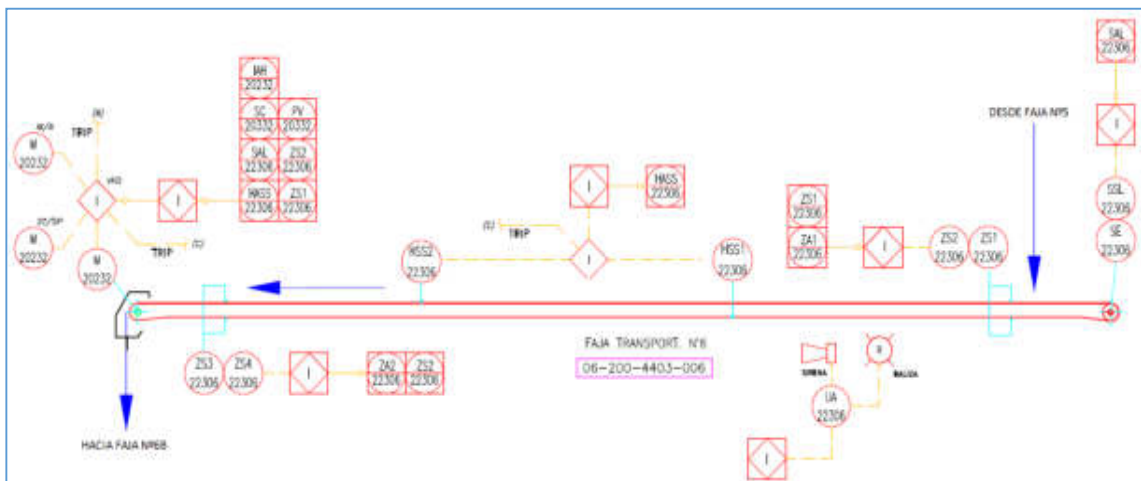


Figura 22. Faja transportadora N°6.

Elaboración: el autor

3.2.7.11 Faja Transportadora 6B (06-200-4403-006B)

La Faja Transportadora 6B recibe carga de las fajas transportadoras 6, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 24. En el sistema de control se deberán considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 10.

Tabla 10.Faja 6B, señales de control.

FAJA 6B (ZONA 22306B)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22306B	ZS1-22306B	SSL-22306B	M-20213-CM
ZA2-22306B	ZS2-22306B	ZS1-22306B	
M-20213-IAH	HSS-22306B	ZS2-22306B	
	M-20213-PE	M-20213-PE	
	M-20213-OL	M-20213-OL	
	M-20212-KM	M-20212-KM	
	ENC-LOG (ver nota1)	M-20213-KM	
		ENC-LOG (ver nota1)	

Elaboración: el autor

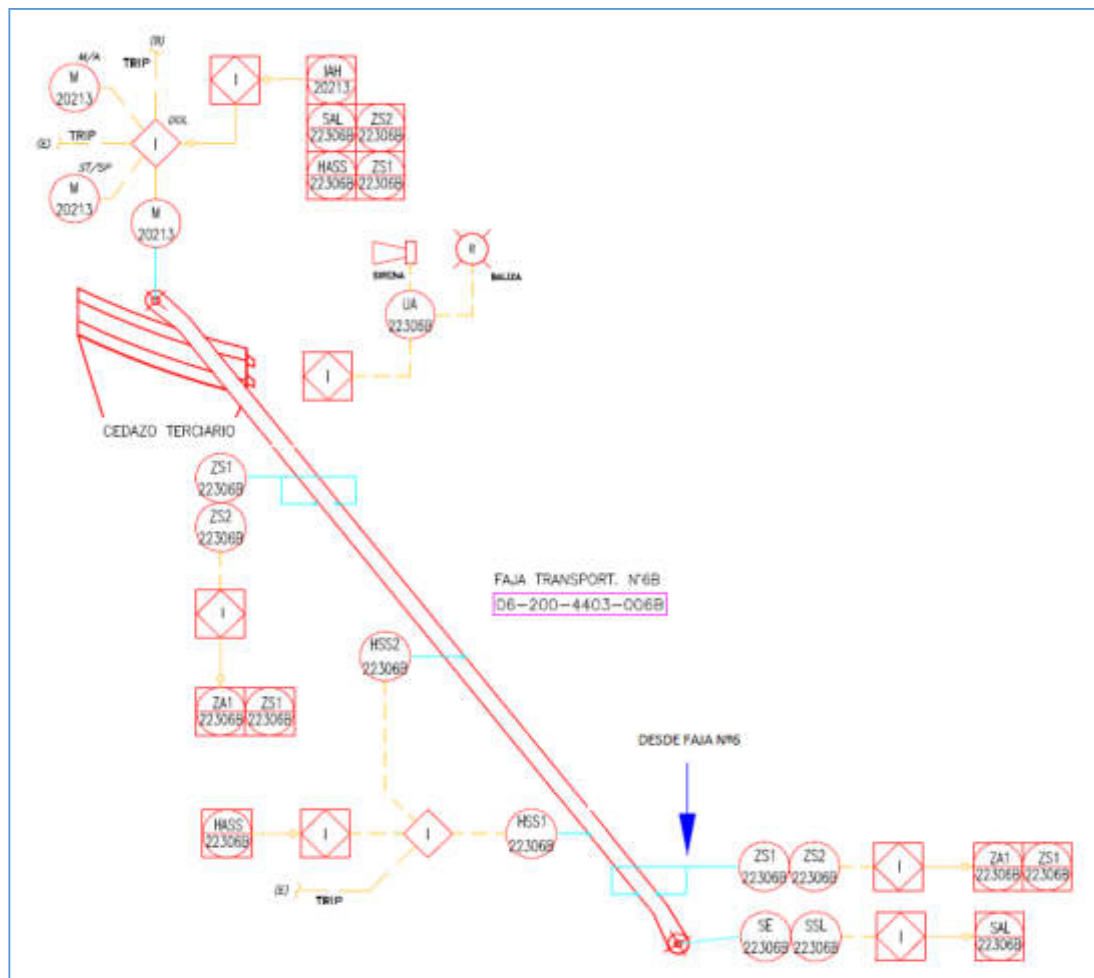


Figura 23. Faja transportadora N°6B.

Elaboración: el autor

3.2.7.12 Cedazo Terciario (06-200-4112-002)

El cedazo terciario recibe carga de las fajas transportadoras 6B, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 25. En el sistema de control, se debe considerar las siguientes alarmas, permisos y enclavamientos:

Alarmas (preventivo):

- M-20212-IAH – Alarma corriente alta, motor del cedazo terciario.

Permisivos (inhiben el arranque del equipo):

- M-20212-PE – Parada de emergencia activa,
- M-20212-OL – Motor sobrecargado,
- M-20233-KM – Motor de la faja transportadora 7A funcionando,
- CH-TERC-KM1 – Motor de chancadora terciaria funcionando.

Enclavamientos (generan la parada del equipo):

- M-20212-PE – Parada de emergencia activa,
- M-20212-OL – Motor sobrecargado,
- M-20212-KM – Motor del propio cedazo (deberá considerarse un retardo),
- M-20233-KM – Motor de la faja transportadora 7A funcionando,
- CH-TERC-KM1 – Motor de chancadora terciaria funcionando.

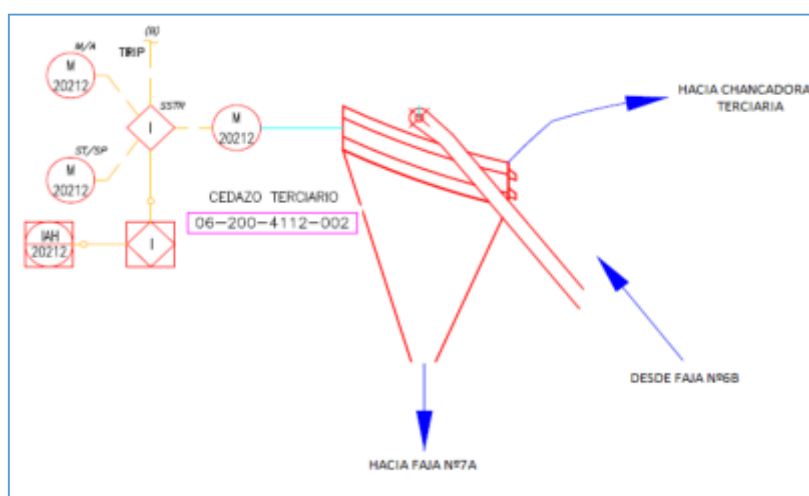


Figura 24. Cedazo terciario.

Elaboración: el autor

3.2.7.13 Chancadora Terciaria Metso HP500

La chancadora terciaria se instalará como un sistema aislado, el cual será alimentado a través del cedazo terciario. El arranque de la chancadora no se ve enlazada con el sistema de arranque y parada del sistema, lo que implica que la chancadora no fue controlada desde el sistema SCADA. Se debe tener en cuenta que, al ser un sistema aislado, las condiciones de operación de los demás sistemas no afectaran a la chancadora, teniendo que, si el dispositivo siguiente a la chancadora falla, esta no se detiene, lo que significara que el sistema debe detener el equipo que alimenta a la chancadora.

3.2.7.14 Faja Transportadora 8 (06-200-4403-008)

La Faja Transportadora 8 recibe carga de la chancadora terciaria, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 26. En el sistema de control se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 11.

Tabla 11. Faja 8, señales de control.

FAJA 8 (ZONA 22308)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22308	ZS1-22308	SSL-22308	M-20254-CM
ZA2-22308	ZS2-22308	ZS1-22308	
M-20254-IAH	HSS-22308	ZS2-22308	
	M-20254-PE	HSS-22308	
	M-20254-OL	M-20254-PE	
	M-20215-KM	M-20254-OL	
	ENC-LOG (ver nota1)	M-20254-KM	
		M-20215-KM	
		ENC-LOG (ver nota1)	

Elaboración: el autor

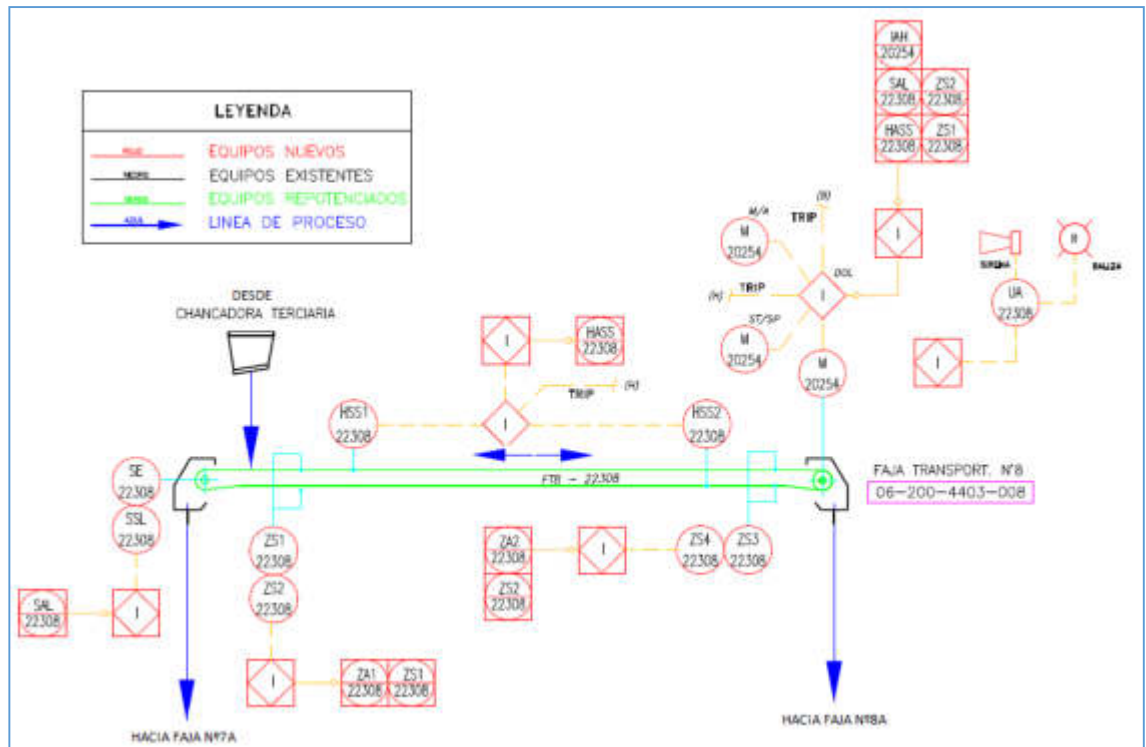


Figura 25. Faja transportadora N°8.

Elaboración: el autor

3.2.7.15 Faja Transportadora 8A (06-200-4403-008A)

La Faja Transportadora 8A recibe carga de la faja transportadora 8, a través de un chute de transferencia como se muestra en la figura 27. Esta faja no depende funcionalmente de otra faja para arrancar.

En el sistema de control se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 12.

Tabla 12. Faja 8A, señales de control.

FAJA 8A (ZONA 22308A)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22308A	ZS1-22308A	SSL-22308A	M-20215-CM
ZA2-22308A	ZS2-22308A	ZS1-22308A	
M-20215-IAH	HSS-22308A	ZS2-22308A	
	M-20215-PE	HSS-22308A	
	M-20215-OL	M-20215-PE	
	ENC-LOG (ver nota1)	M-20254-OL	
		M-20215-KM	
		ENC-LOG (ver nota1)	

Elaboración: el autor

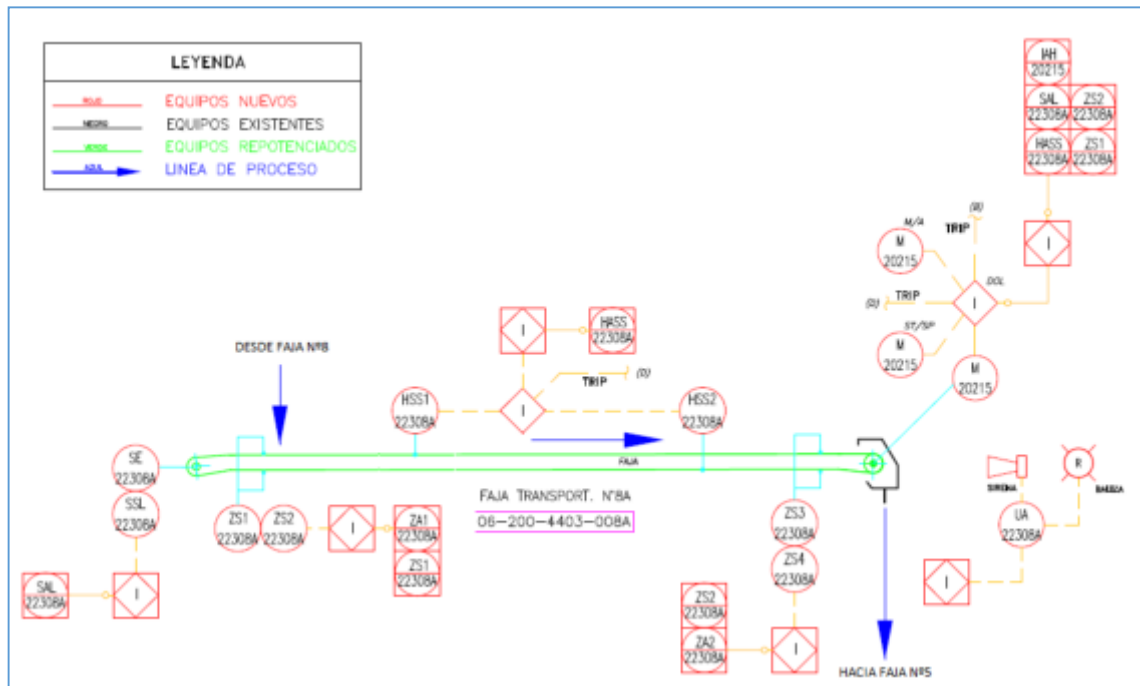


Figura 26. Faja transportadora N°8A.

Elaboración: el autor

3.2.7.16 Faja Transportadora 7A (06-200-4403-007A)

En la figura 28, se muestra como la Faja Transportadora 7A recibe carga del cedazo terciario, a través de un chute de transferencia. En el sistema de control se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 13.

Tabla 13. Faja 7A, señales de control

FAJA 7A (ZONA 22307A)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22307A	ZS1-22307A	ZS1-22307A	M-20233-CM
ZA2-22307A	ZS2-22307A	ZS1-22307A	
M-20233-IAH	HSS-22307A	ZS2-22307A	
	M-20233-PE	HSS-22307A	
	M-20234-KM	M-20233-PE/ OL	
	ENC-LOG (ver nota1)	M-20233-KM	
		M-20234-KM	
		ENC-LOG (ver nota1)	

Elaboración: el autor

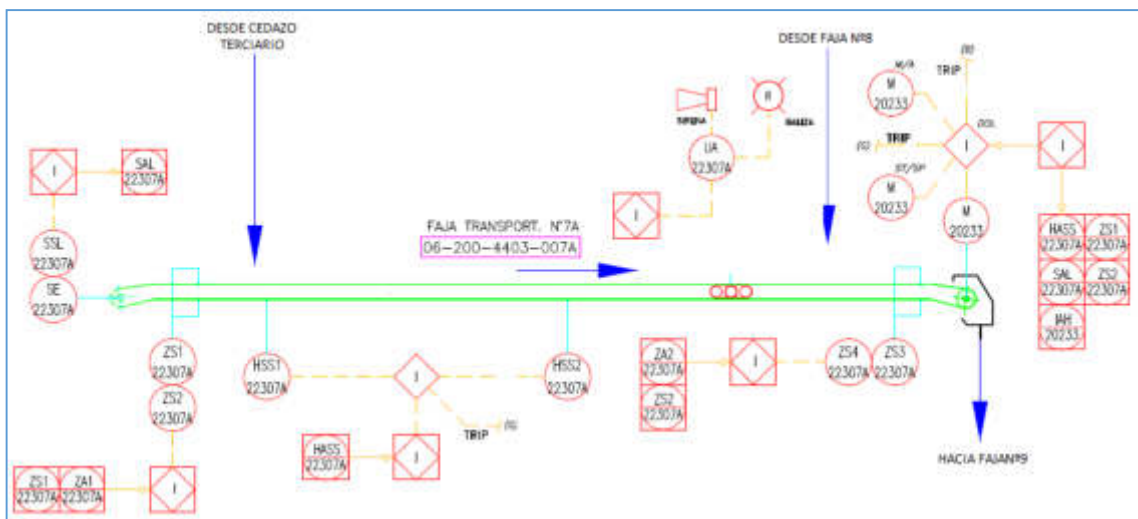


Figura 27. Faja transportadora N°7A.

Elaboración: el autor

3.2.7.17 Faja Transportadora 9 (06-200-4403-009)

La Faja Transportadora 9 recibe carga de las fajas transportadoras 7 y 7A como se muestra en la figura 29. Esta faja no depende funcionalmente de otra faja para arrancar. En el sistema de control se debe considerar las alarmas, permisos y enclavamientos descritos en la tabla 14.

Tabla 14. Faja 9, señales de control

FAJA 9 (ZONA 22309)			
ALARMAS	PERMISIVOS	ENCLAVAMIENTOS	COMANDO
ZA1-22309	ZS1-22309	ZS1-22309	M-20234-CM
ZA2-22309	ZS2-22309	ZS1-22309	
M-20234-IAH	HSS-22309	ZS2-22309	
	M-20234-PE	HSS-22309	
	M-20234-OL	M-20234-PE	
		M-20234-OL	
		M-20234-KM	

Elaboración: el autor

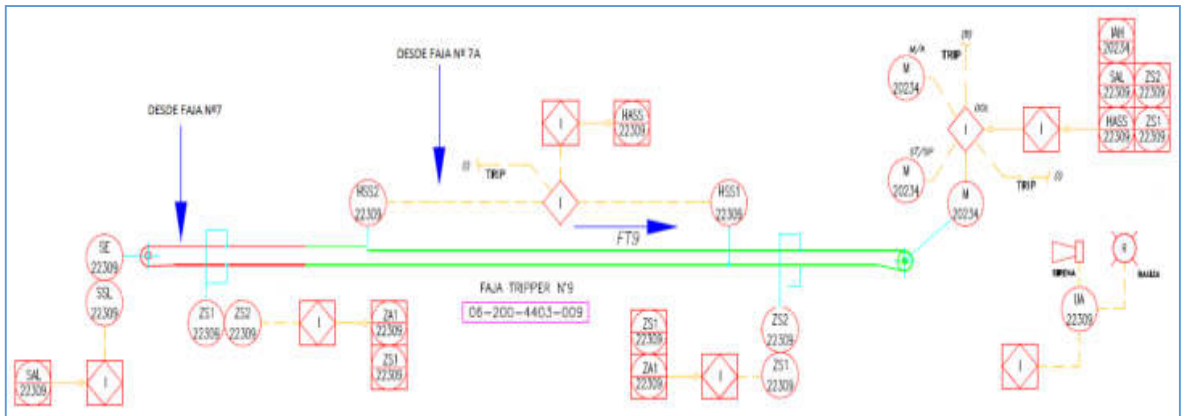


Figura 28. Faja transportadora N°9.

Elaboración: el autor

3.2.8 Lógica de control de equipos auxiliares

3.2.8.1 Electroimán 1 de Faja 3 (06-200-4321-001)

Como se muestra en la figura 30, el electroimán está ubicado en la faja transportadora 3 (06-200-4403-003), este deberá trabajar siempre que la faja 3 esté funcionando. Este equipo no forma parte de la secuencia de arranque o parada, por lo cual no se consideran permisos para el arranque, y los enclavamientos sólo están relacionados con las protecciones propias del equipo. Los enclavamientos son:

- M-20221-PE – Parada de emergencia activa,
- M-20221-OL – Motor de electroimán sobrecargado,

- M-20221-KM – Motor del propio electroimán funcionando (deberá considerarse un retardo).

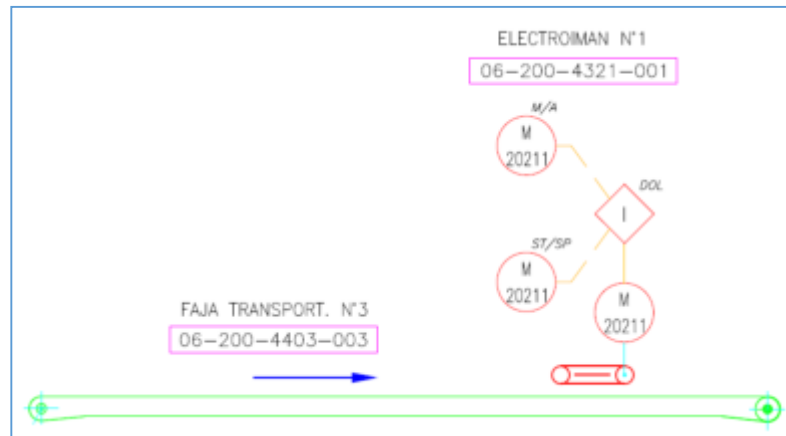


Figura 29. Electroimán N°1.

Elaboración: el autor

3.2.8.2 Electroimán 2 de Faja 5 (06-200-4321-002)

Como se muestra en la figura 31, el electroimán se encuentra ubicado en la faja transportadora 5 (06-200-4403-005), este deberá trabajar siempre que la faja 5 esté funcionando. Este equipo no forma parte de la secuencia de arranque o parada, por lo cual no se consideran permisivos para el arranque, y los enclavamientos sólo estarán relacionados con las protecciones propias del equipo. Los enclavamientos serán:

- M-20227-PE – Parada de emergencia activa,
- M-20227-OL – Motor de electroimán sobrecargado,
- M-20227-KM – Motor del propio electroimán funcionando (deberá considerarse un retardo).

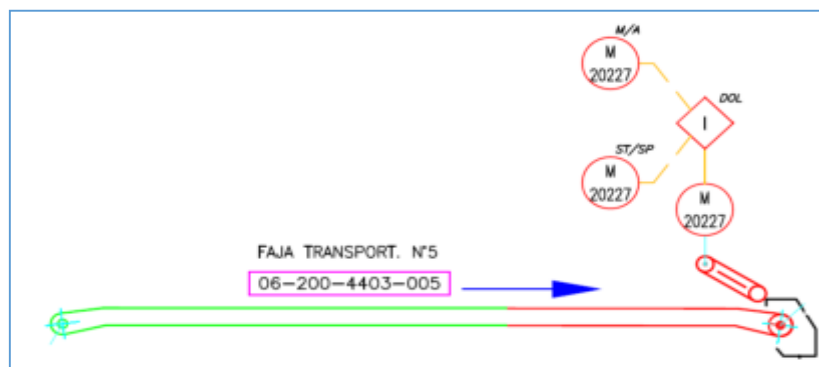


Figura 30. Electroimán N°2.

Elaboración: el autor

3.3 Modos de control

Aquí se describe la manera de cómo se quiere controlar el proceso de producción y el proceso de los servicios complementarios o utilidades.

3.3.1 Modos de operación de motores

El control de la planta debe ser consistente con la filosofía de control propuesta. La selección del Automático/Manual y Local/Remoto entre otras secuencias comunes serán descritas a continuación.

3.3.1.1 Selección Local/Remoto

La selección del modo de operación local o remota será seleccionada desde el selector físico ubicado en la puerta frontal de cada equipo. Este modo es observado desde la estación SCADA, ya que el selector está conectado a una entrada discreta del arrancador, el cual esta enlazado al PLC.

Para la operación Local, los equipos solo podrán ser arrancados o detenidos desde los botones ubicados cerca a los equipos (ECL), pero el estado del motor es monitoreado en tiempo real desde el sistema SCADA.

En modo remoto, el equipo sólo podrá ser arrancado o detenido mediante las estaciones de Scada o HMI's en campo (por comunicaciones), a través de los controladores del PCS. Para controlar los equipos se desarrollarán faceplates (ventanas emergentes), donde se podrá observar información del equipo además de los permisivos, enclavamientos y alarmas que hayan sido configuradas para esta. Se creó una pantalla para poder acceder a los faceplates generados para el control de los equipos mediante el sistema SCADA.

El modo de control remoto, tendrá la capacidad de trabajar en modo automático (dependiendo del proceso), en caso de contar con lazos de control cerrado, dependencia entre equipos (equipos auxiliares) u otros. La selección de este modo de control, habilitado sólo en modo remoto, debe ser implementado mediante lógica en los controladores, y será manipulado desde el SCADA.

Notas:

En cualquiera de los modos de operación: local, remoto manual o remoto automático, se puede visualizar el estado del motor desde las estaciones de operación central.

En cualquiera de los modos de operación: Local, Remoto Manual o Remoto Automático, el botón de parada de emergencia siempre estará activo.

3.3.2 Esquema de colores

Como se muestra en la figura 32, los colores que deben ser considerados para indicar el estado de los equipos son los siguientes:

Rojo = Motor funcionando = válvula cerrada.

Verde = Motor detenido = válvula abierta.

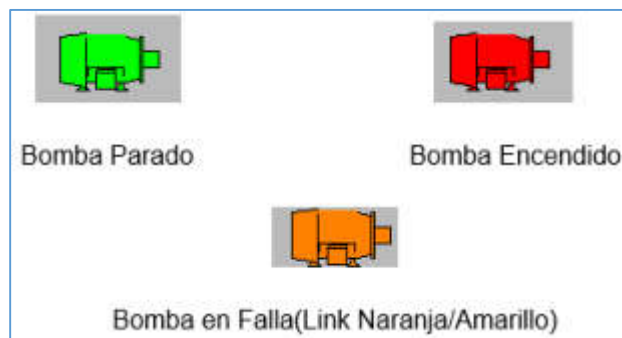


Figura 31.. Esquema de colores.

Elaboración: el autor

3.3.3 Estrategias de control

El programador deberá implementar diferentes estrategias de control, de acuerdo a las necesidades del proceso, pudiendo ser: control on/off, control proporcional (PID), control por ancho de pulsos (PWM), entre otros. La implementación de las estrategias contempla el diseño o asignación de los parámetros de operación de los controles implementados (como por ejemplo parámetros proporcional, integrativo y derivativo de un control PID).

3.4 Sistema de control y adquisición de datos

En el Scada se deben crear las diferentes pantallas referentes al proceso, en donde se deberán mostrar todos los equipos intervinientes, de acuerdo a los flujos del proceso.

El diseño de las pantallas deberá permitir una operación intuitiva, con links para despliegue de faceplates para supervisión y comando de motores y otros actuadores.

Por otro lado, se deben configurar tendencias, históricos y alarmas de acuerdo a:

3.4.1 Manejo de alarmas

Se desarrolló una ventana para el control de alarmas. En esta ventana, se podrán observar los equipos que presentan problemas, indicando la hora, fecha, descripción y el tag del equipo con falla. Estas alarmas son clasificadas de acuerdo a grupos de severidad del problema. La alarma solo podrá ser desactivada del sistema de visualización si el operador reconoce que ya fue solucionado el problema. Sumado a esto, en sistema se debe activar un sonido indicando al operador que el sistema ha detectado una falla en alguno de los equipos configurados.

Date	Time	Alarm	Status	Type	Severity	Location	Operator	Comment
01/10/2012	12:00:00	AL-001	Active	High	Critical	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:05:00	AL-002	Active	Medium	Warning	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:10:00	AL-003	Active	Low	Info	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:15:00	AL-004	Active	High	Critical	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:20:00	AL-005	Active	Medium	Warning	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:25:00	AL-006	Active	Low	Info	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:30:00	AL-007	Active	High	Critical	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:35:00	AL-008	Active	Medium	Warning	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:40:00	AL-009	Active	Low	Info	Plant	Operator	Plant shutdown
01/10/2012	12:45:00	AL-010	Active	High	Critical	Plant	Operator	Plant shutdown

Figura 32. Pantalla de alarmas.

Elaboración: el autor

En la figura 33, se aprecia el estado de las alarmas activas donde te indica la fecha, la hora y te da un comentario del motivo de la alarma.

3.4.2 Tendencias e históricos de datos

En el Scada se debe considerar la generación de gráficos de tendencia para todas las señales de protección de los equipos como se muestra en la figura 34, dichas tendencias deben ser agrupadas de acuerdo con el equipo y tipo de señal, ejemplo, las señales de los sensores de temperatura del motor de la chancadora secundaria.

Adicionalmente, estas señales deberán ser almacenadas, para así contar con tendencias históricas, con tiempo máximo de almacenamiento de 1 semana, y una tomar de datos de 0.5 segundos, es decir, casi 3000 muestras por día, por cada señal.

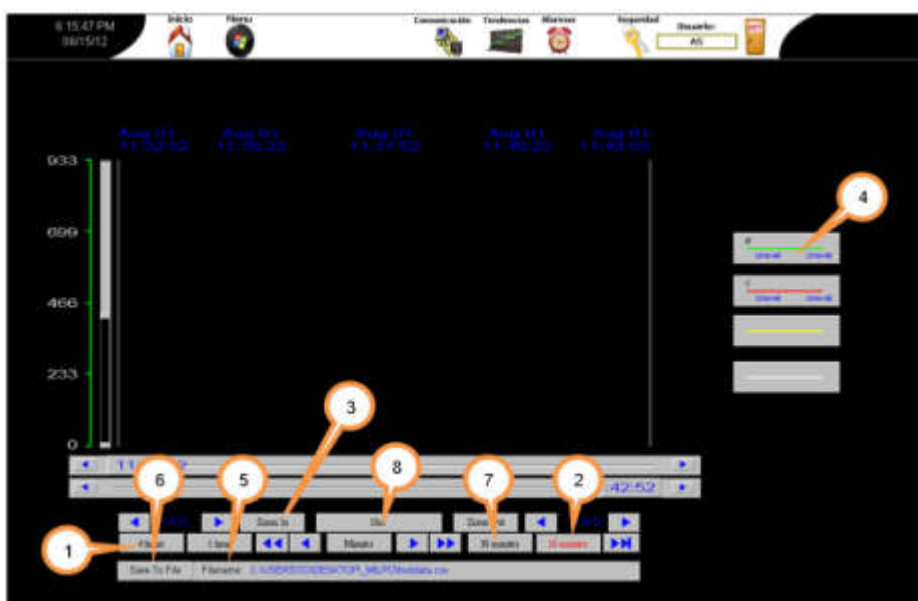


Figura 33. Pantalla de tendencias.

Elaboración: el autor

Tabla 15. Botones de pantalla de tendencia.

Numeración	Descripción
1	Setea a 4 horas el rango de tiempo.
2	Setea a 10 minutos el rango de tiempo.

3	Cambio de zoom gradualmente.
4	Muestra el valor de lectura en un tiempo definido
5	Setea a 1 hora el rango de tiempo.
6	Salvar datos del trend.
7	Setea a 30 minutos el rango del tiempo.
8	Indicador de rango de tiempo.

3.5 Resultados del proyecto

Como se describió en este capítulo, antes de que los tableros de control salieran de los talleres de Autosystem Perú, se desarrollaron las pruebas FAT (pruebas en fabrica), de las cuales se obtuvo como resultado la aprobación de los tableros de control por parte del cliente, permitiendo ser entregados para su distribución.

En la unidad minera Atacocha, al iniciar el desarrollo de la secuencia de control del sistema de chancado, se desarrollaron las pruebas SAT (Pruebas en sitio), las cuales permitieron monitorear las señales de campo que aterrizan sobre los módulos de control ubicados en los tableros de control. Esto permitió asegurar que la secuencia de control no presentaría ningún inconveniente en cuanto a la recepción de las señales, validando todas las señales de seguridad.

Una vez terminada la lógica de control, se procedió a realizar las pruebas en vacío, validando las tablas y procedimientos utilizados para la automatización y secuencias de arranque y parada. Además, luego de la demostración del sistema al personal de la unidad minera, los operadores y personal de mantenimiento no manifestaron ningún inconveniente en manipular el sistema SCADA para el control de todo el sistema.

Finalmente se firmó el acta de conformidad que se muestra en el anexo 6, en la cual el cliente confirmó el correcto funcionamiento del nuevo sistema planteado para el control de todo el sistema de chancado de la unidad minera.

CAPÍTULO IV

REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA

El trabajo se desarrolló con el objetivo de simplificar el control de la planta de chancado para el operador en campo. Para ello se tuvo que diseñar la lógica de control ordenada por permisivos, enclavamientos y alarmas, que permiten el control optimizado ante cualquier inconveniente que comprometa el correcto funcionamiento del sistema.

Este trabajo ha permitido mejorar la mecánica de trabajo en planta de beneficio, debido a que el personal encargado de las labores cotidianas, ahora tiene implementado un sistema de control y adquisición de datos (SCADA), el cual le permite observar el proceso de chancado de minerales e identificar exactamente donde se encuentran los problemas en caso de que un equipo se encuentre en falla.

Además, permite un fácil manejo de los equipos en campo, a través de la interface del operador y la máquina (HMI), que facilita al personal manipular el sistema tanto en manual como en automático, que permita que el personal realice otras labores que también son importantes.

El trabajo realizado aporta ventajas en otras áreas de la compañía, ya que también facilita las labores al personal encargado del mantenimiento mecánico, ya que puede realizar cronogramas de mantenimientos

preventivos, ya sean de motores, fajas transportadoras, electro imanes entre otros, debido a que el sistema implementado cuenta con horómetros (tiempo de funcionamiento de un equipo) y contadores de eventos de falla de cada equipo en el sistema implementado.

Para el desarrollo del proyecto presentado, es importante destacar que los cursos de especialidades necesarios para su ejecución son: Circuitos eléctricos, Circuitos electrónicos, Máquinas eléctricas, Control industrial, y Arquitectura de redes. Estos cursos permiten entender los principios de cada proyecto realizado durante la carrera profesional.

Asimismo, se deben estudiar cursos adicionales como lo son: Automatización y control industrial, Instrumentación de equipos industriales, e Integración de sistemas de automatización.

4.1 Aporte en el área de desarrollo predominante

Trabajar en la rama de instrumentación, control y automatización, brinda la posibilidad de interactuar con equipos de última generación. Permite desarrollar la carrera profesional en constante investigación, debido a que en cada proyecto a desarrollar se instalan equipos con nueva tecnología, lo cual implica revisar y entender manuales de operación y en muchas ocasiones encontrar soluciones luego de pruebas en laboratorios.

4.2 Aportes y responsabilidades

El haber desarrollado la carrera profesional en el ámbito de la automatización y control de procesos, ha permitido adquirir muchos conocimientos sobre diferentes procesos, como lo son en el rubro de la minería, petróleo, pesquera e industrias alimentarias.

En cada proyecto desarrollado se encontraron distintos tipos de problemas, los cuales fueron solucionados luego de haber investigado y realizado pruebas tanto en laboratorios como en campo, esto permitió elaborar distintos tipos de manuales para el conocimiento interno de la empresa en la que se desarrolló la carrera profesional.

Además, la responsabilidad profesional con las personas bajo el cargo que se asignó, es instruir y comunicar sobre las nuevas tecnologías en el mercado, para que se encuentren capacitados y aptos para el desarrollo de proyectos, y al implementar nuevos sistemas no tengan inconvenientes en caso se encuentren con problemas ya antes solucionados.

4.3 Desarrollo profesional

Como parte del desarrollo profesional, fue de suma importancia mantenerse en constante aprendizaje, esto debido a que luego de culminar los estudios universitarios se contaba con los conocimientos básicos para el desenvolvimiento profesional, pero no se tenía el conocimiento acerca de la tecnología, software y técnicas de implementación de proyectos en el área de control y automatización.

Para poder competir en el campo donde se desarrolló la carrera profesional, fue necesario adquirir conocimientos en los siguientes softwares:

- RSLogix500 Rockwell software, para implementar micro controladores de la marca Allen Bradley.
- RSLogix5000 Rockwell software, para implementar controladores de alta gama de la marca Allen Bradley.
- Studio 5000 Rockwell software,
- Drive executive Rockwell software, para la configuración de variadores de velocidad.
- Connected components workbench Rockwell software, para la configuración de Plc's de gama baja y pantallas de operador de gama baja.
- Factory talk view rockwell software, para la elaboración de pantallas de operador de campo y sistemas de adquisición de datos.
- Simatic Step 7 Siemens Software, para configuración de Plc's de la marca Siemens.
- Tia Portal Siemens software, para configuración de Plc's de la marca Siemens.

- WinCC Siemens Software, para configuración de pantallas de la marca Siemens.
- Intouch Invensys software, para la configuración de sistemas de adquisición de datos de la marca Invensys.
- Unity Pro Schneider software, para la configuración de Plc's de la marca Schneider.
- Vijeo Designer Schneider software, para la configuración de pantallas de la marca Schneider.

4.4 Necesidades atendidas

Ante la necesidad que presentaba la compañía minera por aumentar la capacidad de procesamiento de la materia prima (chancado de mineral), la solución presentada al área de control y automatización de la compañía minera, resultó útil y viable ingenierilmente para tal fin.

Al ejecutar el proyecto presentado, se ayudó a liberar recurso humano en planta de beneficio, lo que contribuye a redistribuir personal para otras labores o mejorar en la estadística financiera.

4.5 Prestigio social que se alcanzó

Con la culminación del proyecto presentado, y con los resultados favorables obtenidos, la empresa Autosystem Perú obtuvo nuevos contratos con la compañía minera Milpo en otras unidades, como lo son la unidad El Porvenir y la unidad Cerro lindo. En la unidad El Porvenir, se desarrolló al igual que el proyecto presentado la etapa de chancado y además la etapa molienda y flotación de minerales, lo cual engloba la totalidad de supervisión de la planta de beneficio.

Actualmente, se continúan ejecutando servicios de automatización, instrumentación y migración de sistemas obsoletos en la compañía minera.

CONCLUSIONES

1. La distribución de equipos por etapas en el proceso, facilita la integración de sistemas de alarmas y agiliza la respuesta del sistema de redundancia ante eventos críticos.
2. Con el sistema implementado, las detecciones de los eventos en el proceso de producción se realizan de forma relativamente simple, debido a que el sistema SCADA indica donde se encuentra activado y en que consiste el evento.
3. El cumplimiento de las normas y estándares, relacionadas con la automatización, garantizan el desempeño óptimo en la ejecución del proyecto, obteniendo un modo de trabajo eficaz y reduciendo el riesgo de problemas en la ejecución de las labores.
4. La implementación de sistemas con historiadores de datos, optimizan la elaboración de planificación de mantenimientos preventivos, maximizando el rendimiento de los equipos en planta antes de su reemplazo por el tiempo de servicio.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se describen a continuación, son mejoras implementadas en otras unidades, que se han sugerido a la unidad minera Atacocha:

1. Debido a que la unidad minera Atacocha cuenta con un sistema de mantenimiento adecuado, se le recomienda implementar sistemas que enfoquen la mejora a nivel administrativo, lo cual implica desde mantenimiento proactivo, obtención de datos en tiempo real hacia las áreas administrativas como lo son reporte de insumos consumidos y activos obtenidos, sistemas de monitoreo de planta basados en accesos vía HTML5, lo que ayuda a los ingenieros a una acción más rápida ante cualquier evento en el lugar que se encuentre, enlaces a softwares de gestión de industrias como por ejemplo Sap o IBM, entre otras.
2. Se plantea implementar el sistema de control sobre el área de flotación y molienda, lo que entregaría control total sobre la planta de beneficio, que a su vez implementando lo mencionado en el punto anterior, aseguraría el control administrativo, logístico y de planeamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

ANSI/ISA 5.1. (2009). Identificación y simbología de instrumentación.

ANSI/ISA 101.01. (2015). Interfaces HMI para sistemas de procesos de automatización.

Autosystem Perú. (2015). Filosofía de control del sistema de chancado, Milpo Atacocha.

Autosystem Perú. (2015). Manual de operación del sistema de chancado, Unidad minera Milpo Atacocha.

Eaton, powering business worldwide. (2015). C441, Devicenet Module

ANEXOS

1. ANEXO 1. EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL
2. ANEXO 2. RED ETHERNET
3. ANEXO 3. RED DE COMUNICACIÓN DEVICENET
4. ANEXO 4. LISTA DE TAGS DEL SISTEMA.
5. ANEXO 5. ENCLAVAMIENTOS ZONA DE CHANCADO 3
6. ANEXO 6. ACTA DE CONFORMIDAD DE LA UNIDAD MINERA ATACOCHA

ANEXO 1. EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL



		LISTA DE EQUIPOS			
Ciente: MILPO Proyecto: "Ampliación Atacocha 5000 TMPD"					
Item	Tag / Part Number	Descripción	Medrado		
			Cant.	Un	
1		TABLERO DE CONTROL AUTOSOPORTADO CON CONTROLADORES REDUNDANTES, ALIMENTACION 120V AC	1	Un	
		TAG DEL TABLERO: LIO 7020-001			
101		<u>CHASIS DE CONT</u> 1756 Chassis 4 slots			
	1756-A4	-	2	Un	
	1756-EN2TR	- EtherNet 10-100M Bridge Module (2-Ports)	2	Un	
	1756-EN2T	- EtherNet 10-100M Bridge Module	2	Un	
	1756-L72	- Logix5572 Processor With 4 Mbytes Memory	2	Un	
	1756-PA72	- 85-265 VAC Power Supply (5V @ 10 Amp)	2	Un	
	1756-RM	- Redundancy Module	2	Un	
	1756-RM C1	- Redundancy Module Cable, 1M	1	Un	
102		<u>CHASIS DE COMUNICACIONES</u>			
	1756-PA72	- 85-265 VAC Power Supply (5V @ 10 Amp)	1	Un	
	1756-EN2TR	- EtherNet 10-100M Bridge Module (2-Ports)	1	Un	
	MV156-MCM	- Modbus Master/Slave Communication Module	1	Un	
	1756-A10	- 1756 Chassis 10 slots	1	Un	
	1756-DNB	- DeviceNet Bridge/Scanner Module	3	Un	
	1756-N2	- Empty Slot Filler for 1756 Chassis	5	Un	
103		<u>MODULO PARA TOPOLOGIA RING</u>			
	1783-ETAP	- EtherNet/IP Tap3 copper ports	1	Un	
104		<u>CONECTORES Y ACCESORIOS</u>			
	35120170	- Patch Cord de data, U/UTP GigaLAN CAT. 6 T568A - 1.0 metro	5	Un	
105		<u>FUENTE DE ALIMENTACION</u>			
	1606-XLE240E	- Essential Power Supply, 24-28V DC, 240 W, 120/240V AC Input Voltage	1	Un	
106		<u>TABLERO DE CONTROL</u>			
	8286500	- Gabinete autosoportado, TS8, acero al carbono, 1200*1800*600 mm (An*Al*Pr).	1	Un	
	8186235	- Paredes laterales, 1800*600 mm	1	Kit	
	8601200	- Zocalo frontal y posterior, 1200*100 mm	1	Kit	
	8601060	- Zocalo laterales, 600*100 mm	1	Kit	
	2514000	- Portaesquemas plástico DIN A4 vert.	1	Un	
	4315520	- Interruptor de puerta con cable 600 mm, color naranja	1	Un	
	3325117	- Ventilador c/filtro, 265 m3/h, 115VAC, 60Hz, 255*255 mm.	1	Un	
	3325207	- Rejilla c/filtro de salida, 255*255 mm.	1	Un	
	3110000	- Termostato, 230/115/60/48/24 VCA, 60/48/24 VCC, rango: 5 - 60°C.	1	Un	
	3115000	- Resistencias calefactora, potencia calorífica permanente 30 W, 64*110*45 mm.	1	Un	
	4139140	- Lámpara fluo rescente p/armario 14W, 100 - 240V, 50/60Hz, 452 mm, c/difusor	2	Un	
	4315100	- Cable de conexión de 3 mts para lámpara	1	Un	

Figura 1.1. Equipos utilizados para el control automático

ANEXO 2. RED ETHERNET

Tabla 2.1. Direcciones IP de los equipos en el proyecto

DIRECCION IP MODULOS DE COMUNICACION			
	Ubicacion	Catalogo	Direccion IP
Modulo Comunicacion Ethernet	LIO-Chasis Controllogix	1756-EN2T	192.168.1.10
Modulo Comunicacion Ethernet	LIO-Chasis Controllogix	1756-EN2TR	192.168.1.11
Modulo Comunicacion Ethernet	LIO-Chasis DBN	1756-EN2TR	192.168.1.15
Modulo Comunicacion Flex I/O	RIO-01	1794-AENT	192.168.1.20
Modulo Comunicacion Flex I/O	RIO-02	1794-AENT	192.168.1.21
Modulo Comunicacion Flex I/O	RIO-03	1794-AENT	192.168.1.22

ANEXO 3. RED DE COMUNICACIÓN DEVICENET

Tabla 3.1. Red Devicent centro de control 1

RED DEVICENET 1 (CCM - 6150 - 220)		
Nodo	Equipo	Descripción
1	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 08A
2	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 6B
3	Arrancador C441K	Colector de Polvo 2
4	Arrancador C441K	Bomba colector de polvo 2
5	Arrancador C441K	Reserva
6	Arrancador C441K	Bomba lubricación CH-2
7	Arrancador C441K	Ventilador para aceite de lubricante CH-2
8	Arrancador C441K	Heater CH-2
9	Arrancador C441K	Bomba piñón CH-2
10	Arrancador C441K	Bomba Sobrepresión CH-2
11	Arrancador C441K	Electroimán 1
12	D77D-DNA	Faja Transportadora 2
13	Arrancador C441K	Zaranda Terciaria

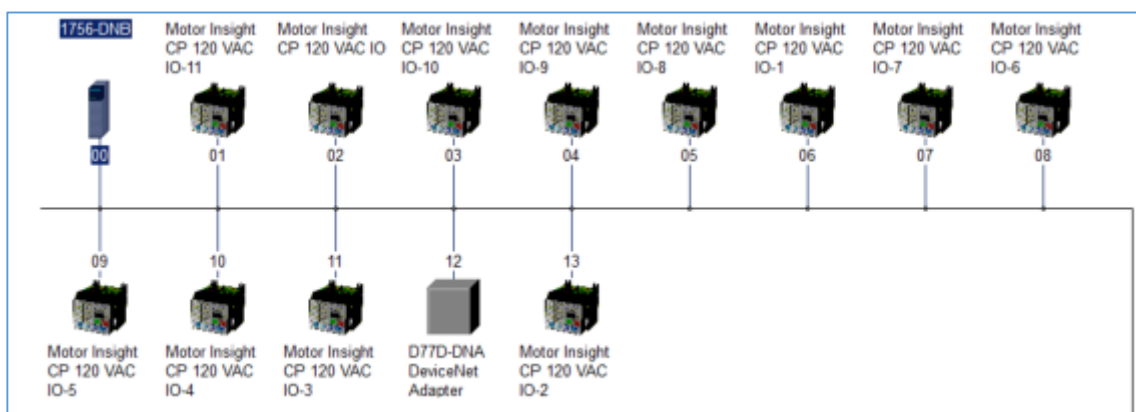


Figura 3.1. Red devicenet CCM 1.

Tabla 3.2. Red Devicent centro de control 2

RED DEVICENET 2 (CCM - 6150 - 221)		
Nodo	Equipo	Descrpcion
1	Arrancador C441K	Reserva
2	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 07A
3	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 05
4	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 03
5	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 09
6	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 07A
7	Arrancador C441K	Reserva
8	Arrancador C441K	Electroiman 2
9	D77D-DNA	Chancadora Primaria
10	SVX9000	Faja Transportadora N° 6A
11	Arrancador C441K	Reserva

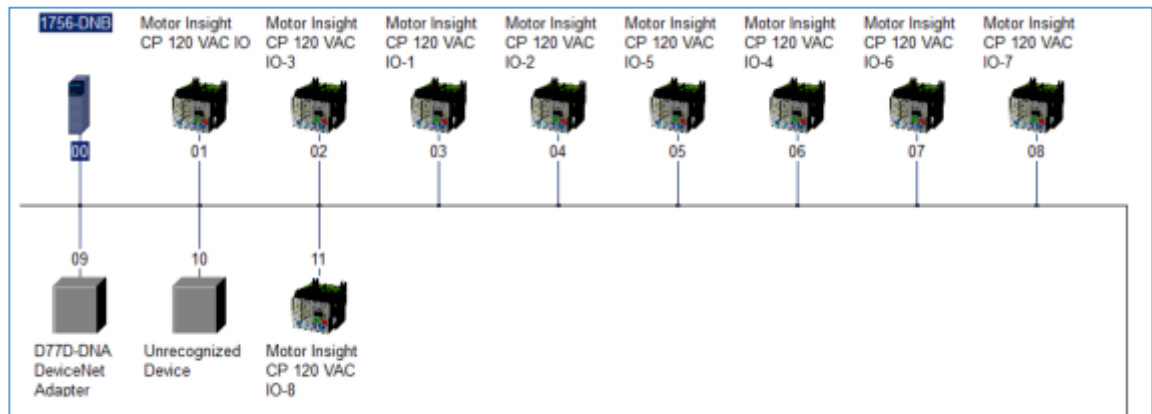


Figura 3.2. Red devicenet CCM 2.

Tabla 3.3. Red Devicenet centro de control 3

RED DEVICENET 3 (CCM - 6150 - 222)		
Nodo	Equipo	Descrpcion
1	Arrancador C441K	Zaranda Secundaria
2	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 08
3	Arrancador C441K	Bomba Colector de Polvo 1
4	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 07B
5	Arrancador C441K	Reserva
6	Arrancador C441K	Electroiman 3
8	D77D-DNA	Faja Transportadora N° 06A
10	Arrancador C441K	Faja Transportadora N° 04
12	Arrancador C441K	Zaranda Terciaria
13	Arrancador C441K	Reserva

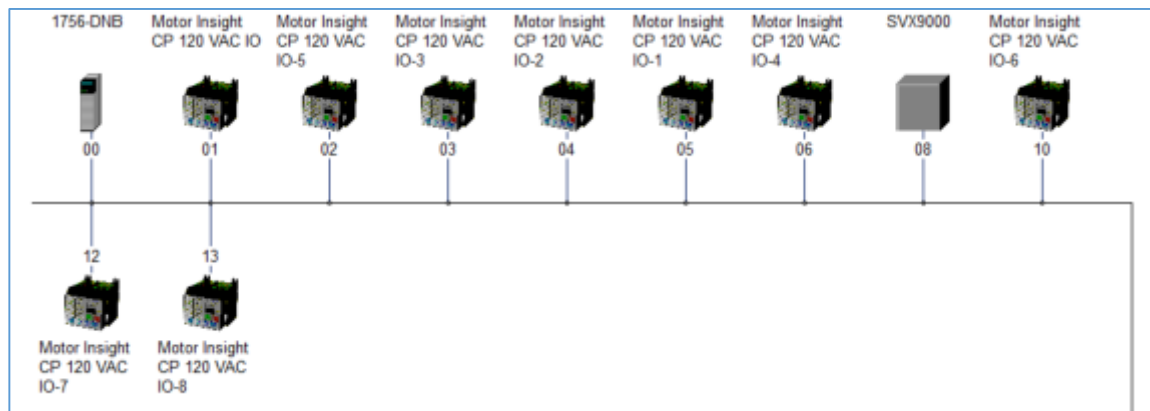


Figura 3.3. Red devicenet CCM 3.

Tabla 3.4. Lectura del arrancador C441K

Nombre	Tipo de dato	Descripción	Acceso
Sts_Trip	BOOL	Arrancador en Falla	Read/Write
Sts_Warning	BOOL	Arrancador con Alarma	Read/Write
Sts_Output_1	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_Output_2	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_Input_1	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_Input_2	BOOL	Confirmacion de arranque motor	Read/Write
Sts_Input_3	BOOL	Arrancador listo para operar	Read/Write
Sts_Input_4	BOOL	Arrancador en Modo Remoto	Read/Write
Sts_Overload_Power_Lost	BOOL	Arrancador sin energia	Read/Write
Sts_UndefinedData_0	BOOL	No utilizado	Read/Write
4.5Sts_UndefinedData_1	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_UndefinedData_2	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_UndefinedData_3	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_UndefinedData_4	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_UndefinedData_5	BOOL	No utilizado	Read/Write
Sts_UndefinedData_6	BOOL	No utilizado	Read/Write
AvgCurrent	INT	No utilizado	Read/Write
Trip_Fault_Lockout	BOOL	Trip Fault Lockout	Read/Write
Trip_Relay_Off_Command	BOOL	Trip Relay Off Command	Read/Write
Trip_Contactor_Failure	BOOL	Trip Contactor Failure	Read/Write
Trip_Under_Current	BOOL	Trip Under Current	Read/Write
Trip_Overload	BOOL	Trip Overload	Read/Write
Trip_Ground_Fault	BOOL	Trip Ground Fault	Read/Write
Trip_Current_Unbalance	BOOL	Trip Current Unbalance	Read/Write
Trip_Current_Single_Phase	BOOL	Trip Current Single Phase	Read/Write
Trip_Reserved	BOOL	No utilizado	Read/Write
Trip_High_Power_kW	BOOL	Trip High Power kW	Read/Write
Trip_Over_Voltage	BOOL	Trip Over Voltage	Read/Write
Trip_Under_Voltage	BOOL	Trip Under Voltage	Read/Write
Trip_Voltage_Unbalance	BOOL	Trip Voltage Unbalance	Read/Write
Trip_Over_Current	BOOL	Trip Over Current	Read/Write
Trip_Low_Power_kW	BOOL	Trip Low Power kW	Read/Write
Trip_Phase_Reversal	BOOL	Trip Phase Reversal	Read/Write
FaultCode	INT	Codigo de Falla Rele	Read/Write

Tabla 3.5. Escritura en el arrancador C441K

Nombre	Tipo de dato	Descripción	Acceso
Out_1	BOOL	Comando de arranque directo	Read/Write
Out_2	BOOL	Comando de arranque inverso	Read/Write
Fault_Reset	BOOL	Reset de falla	Read/Write
UndefinedData_0	BOOL	No utilizado	Read/Write
UndefinedData_1	BOOL	No utilizado	Read/Write
Remote_Trip	BOOL	No utilizado	Read/Write
UndefinedData_2	BOOL	No utilizado	Read/Write
UndefinedData_3	BOOL	No utilizado	Read/Write
Data_SINT	SINT	Grupo de datos Out	Read/Write

ANEXO 4. LISTA DE TAGS DEL SISTEMA.

MILPO		LISTA DE ENTRADAS/SALIDAS RIO-7100-001										Autosystem				
Cliente: MILPO Proyecto: "Ampliación Atacocha 5000 TMPD"												IOLIST Diseñado por: J.Vives Revisión: 1 Fecha: 03-dic-12				
Tablero	Rack	Slot	Canal	IOTAG	Señal	Nivel	Dirección	Est. Uno	Est. Inicial	Descripción	Ubicación	Bornera	Bornes	Rev		
RIO-7100-01	1794-1A81	3	01	00	SSL_22101	DI	120VAC	3 01 00	Activo	Desactivo	Switch Velocidad Cero	FT-01	TBS 3.01	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	01	01	ZS1_22101	DI	120VAC	3 01 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 3.01	01A/01B	1	
RIO-7100-01		3	01	02	ZS2_22101	DI	120VAC	3 01 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.01	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	01	03	ZS3_22101	DI	120VAC	3 01 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.01	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	01	04	ZS4_22101	DI	120VAC	3 01 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.01	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	01	05	HSS_22101	DI	120VAC	3 01 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad PULL CORD		TBS 3.01	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	01	06	XS_22101	DI	120VAC	3 01 06	Activo	Desactivo	Switch de Rotura de Faja		TBS 3.01	06A/06B	1	
RIO-7100-01	3	01	07	LSH_22101	DI	120VAC	3 01 07	Activo	Desactivo	Switch Chute Atorado	TBS 3.01	07A/07B	1			
RIO-7100-01	1794-1A81	3	02	00	SSL_22102	DI	120VAC	3 02 00	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-02	TBS 3.02	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	02	01	ZS1_22102	DI	120VAC	3 02 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 3.02	01A/01B	1	
RIO-7100-01		3	02	02	ZS2_22102	DI	120VAC	3 02 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 3.02	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	02	03	ZS3_22102	DI	120VAC	3 02 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.02	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	02	04	ZS4_22102	DI	120VAC	3 02 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.02	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	02	05	HSS_22102	DI	120VAC	3 02 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad de Pull Cord		TBS 3.02	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	02	06	XS_22102	DI	120VAC	3 02 06	Activo	Desactivo	Switch de Rotura de Faja		TBS 3.02	06A/06B	1	
RIO-7100-01	3	02	07	LSH_22102	DI	120VAC	3 02 07	Activo	Desactivo	Switch Chute Atorado	TBS 3.02	07A/07B	1			
RIO-7100-01	1794-1A81	3	03	00	SSL_22203	DI	120VAC	3 03 00	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-03	TBS 3.03	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	03	01	ZS1_22203	DI	120VAC	3 03 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 3.03	01A/01B	1	
RIO-7100-01		3	03	02	ZS2_22203	DI	120VAC	3 03 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 3.03	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	03	03	ZS3_22203	DI	120VAC	3 03 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.03	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	03	04	ZS4_22203	DI	120VAC	3 03 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 3.03	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	03	05	HS_22203	DI	120VAC	3 03 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord		TBS 3.03	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	03	06	M_20228_LR	DI	120VAC	3 03 06	Activo	Desactivo	LOCAL - REMOTO		TBS 3.03	06A/06B	1	
RIO-7100-01	3	03	07	M_20228_PE	DI	120VAC	3 03 07	Activo	Desactivo	PARADA DE EMERGENCIA	TBS 3.03	07A/07B	1			
RIO-7100-01	1794-1A81	3	04	00	M_20229_PE	DI	120VAC	3 04 00	Activo	Desactivo	PARADA DE EMERGENCIA	FT-03	TBS 3.04	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	04	01	M_20211_PE	DI	120VAC	3 04 01	Activo	Desactivo	PARADA DE EMERGENCIA, Motor de Electroimán		EL-01	TBS 3.04	01A/01B	1
RIO-7100-01		3	04	02	CH_OULJA_KM1	DI	120VAC	3 04 02	Activo	Desactivo	Confirmación de Arranque, Motor Chancadora Prim		CH-OULJA-PR1	TBS 3.04	02A/02B	1
RIO-7100-01		3	04	03	ZAR_SEC_KM1	DI	120VAC	3 04 03	Activo	Desactivo	Confirmación de Arranque, Motor Zaranda Secund		ZAR-SEC	TBS 3.04	03A/03B	1
RIO-7100-01		3	04	04	RESERVA	DI	120VAC	3 04 04	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 3.04	04A/04B	1
RIO-7100-01		3	04	05	RESERVA	DI	120VAC	3 04 05	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 3.04	05A/05B	1
RIO-7100-01		3	04	06	RESERVA	DI	120VAC	3 04 06	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 3.04	06A/06B	1
RIO-7100-01	3	04	07	RESERVA	DI	120VAC	3 04 07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.04	07A/07B	1		
RIO-7100-01	1794-1A81	3	05	00	RESERVA	DI	120VAC	3 05 00	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.05	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	05	01	RESERVA	DI	120VAC	3 05 01	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.05	01A/01B	1	
RIO-7100-01		3	05	02	RESERVA	DI	120VAC	3 05 02	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.05	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	05	03	RESERVA	DI	120VAC	3 05 03	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.05	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	05	04	RESERVA	DI	120VAC	3 05 04	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.05	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	05	05	RESERVA	DI	120VAC	3 05 05	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.05	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	05	06	RESERVA	DI	120VAC	3 05 06	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.05	06A/06B	1	
RIO-7100-01	3	05	07	RESERVA	DI	120VAC	3 05 07	Activo	Desactivo	RESERVA	TBS 3.05	07A/07B	1			
RIO-7100-01	1794-1A81	3	06	00	RESERVA	DI	120VAC	3 06 00	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.06	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	06	01	RESERVA	DI	120VAC	3 06 01	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.06	01A/01B	1	
RIO-7100-01		3	06	02	RESERVA	DI	120VAC	3 06 02	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.06	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	06	03	RESERVA	DI	120VAC	3 06 03	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.06	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	06	04	RESERVA	DI	120VAC	3 06 04	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.06	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	06	05	RESERVA	DI	120VAC	3 06 05	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.06	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	06	06	RESERVA	DI	120VAC	3 06 06	Activo	Desactivo	RESERVA		TBS 3.06	06A/06B	1	
RIO-7100-01	3	06	07	RESERVA	DI	120VAC	3 06 07	Activo	Desactivo	RESERVA	TBS 3.06	07A/07B	1			
RIO-7100-01	1794-OB16	3	07	00	UA_22101	DO	24VDC	3 07 00	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-01	TBS 3.07	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	07	01	UA_22102	DO	24VDC	3 07 01	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza		FT-02	TBS 3.07	01A/01B	1
RIO-7100-01		3	07	02	UA_22203	DO	24VDC	3 07 02	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-03	TBS 3.07	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	07	03	RESERVA	DO	24VDC	3 07 03	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	07	04	RESERVA	DO	24VDC	3 07 04	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	07	05	RESERVA	DO	24VDC	3 07 05	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	07	06	RESERVA	DO	24VDC	3 07 06	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	06A/06B	1	
RIO-7100-01		3	07	07	RESERVA	DO	24VDC	3 07 07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	07A/07B	1	
RIO-7100-01		3	07	08	M_20229_KM1	DO	24VDC	3 07 08	Activo	Desactivo	COMANDO	FT-02	TBS 3.07	08A/08B	1	
RIO-7100-01		3	07	09	RESERVA	DO	24VDC	3 07 09	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	09A/09B	1	
RIO-7100-01		3	07	10	RESERVA	DO	24VDC	3 07 10	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	10A/10B	1	
RIO-7100-01		3	07	11	RESERVA	DO	24VDC	3 07 11	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	11A/11B	1	
RIO-7100-01		3	07	12	RESERVA	DO	24VDC	3 07 12	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	12A/12B	1	
RIO-7100-01		3	07	13	RESERVA	DO	24VDC	3 07 13	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	13A/13B	1	
RIO-7100-01		3	07	14	RESERVA	DO	24VDC	3 07 14	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	14A/14B	1	
RIO-7100-01	3	07	15	RESERVA	DO	24VDC	3 07 15	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 3.07	15A/15B	1		
RIO-7100-01	1794-FB1H	3	08	00	LT-22103	AI	24VDC	3 08 00	4 - 20 mAmp	0 - 100%	Nivel de Mineral en Chute de Alimentación a Chant	CH. QUILADA	TBS 3.08	00A/00B	1	
RIO-7100-01		3	08	01	RESERVA	AI	24VDC	3 08 01	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA		TBS 3.08	01A/01B	1	
RIO-7100-01		3	08	02	RESERVA	AI	24VDC	3 08 02	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA		TBS 3.08	02A/02B	1	
RIO-7100-01		3	08	03	RESERVA	AI	24VDC	3 08 03	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA		TBS 3.08	03A/03B	1	
RIO-7100-01		3	08	04	RESERVA	AI	24VDC	3 08 04	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA		TBS 3.08	04A/04B	1	
RIO-7100-01		3	08	05	RESERVA	AI	24VDC	3 08 05	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA		TBS 3.08	05A/05B	1	
RIO-7100-01		3	08	06	RESERVA	AI	24VDC	3 08 06	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA		TBS 3.08	06A/06B	1	
RIO-7100-01	3	08	07	RESERVA	AI	24VDC	3 08 07	4 - 20 mAmp	0 - 100%	RESERVA	TBS 3.08	07A/07B	1			

Figura 4.1. Lista de entradas y salidas del tablero remoto RIO 7100-001



LISTA DE ENTRADAS/SALIDAS RIO-7100-002



IOLIST

Cliente: MILPO
Proyecto: "Ampliación Atacocha 5000 TMPD"

Diseñado por: J.Vives
Revisión: 1
Fecha: 04-nov-12

Tablero	Rack	Slot	Canal	IOTAG	Señal	Nivel	Dirección	Est Uno	Est. Inicial	Descripción	Ubicación	Bornera	Bornes	Rev	
RIO-7100-02	4	01	00	RESERVA	DI	120VAC	4.01.00	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	00A/00B	1	
RIO-7100-02	4	01	01	RESERVA	DI	120VAC	4.01.01	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	01A/01B	1	
RIO-7100-02	4	01	02	RESERVA	DI	120VAC	4.01.02	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	02A/02B	1	
RIO-7100-02	4	01	03	RESERVA	DI	120VAC	4.01.03	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	03A/03B	1	
RIO-7100-02	4	01	04	RESERVA	DI	120VAC	4.01.04	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	04A/04B	1	
RIO-7100-02	4	01	05	RESERVA	DI	120VAC	4.01.05	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	05A/05B	1	
RIO-7100-02	4	01	06	RESERVA	DI	120VAC	4.01.06	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	06A/06B	1	
RIO-7100-02	4	01	07	RESERVA	DI	120VAC	4.01.07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.01	07A/07B	1	
RIO-7100-02	4	02	00	TSH 22203A	DI	120VAC	4.02.00	Activo	Desactivo	INTERLOCK Motor Chancadora - T > 63°C	Chancadora (UL - 22241)	Reserv. Aceite para motor	TBS 4.02	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	02	01	TSH 22203B	DI	120VAC	4.02.01	Activo	Desactivo	Arranque / Parada Automatica de Ventilador - T > 45°C			TBS 4.02	01A/01B	1
RIO-7100-02	4	02	02	TSH 22203C	DI	120VAC	4.02.02	Activo	Desactivo	Encendido / Apagado Automatico de Calefactor Tk. Aceite - T > 35°C			TBS 4.02	02A/02B	1
RIO-7100-02	4	02	03	FSL 22201	DI	120VAC	4.02.03	Activo	Desactivo	INTERLOCK Motor Chancadora			TBS 4.02	03A/03B	1
RIO-7100-02	4	02	04	PSL 22201A	DI	120VAC	4.02.04	Activo	Desactivo	Presión línea < 0.22MPa Aceite Lub. Pihon (Filtro Sucio Faja)			TBS 4.02	04A/04B	1
RIO-7100-02	4	02	05	PSL 22201B	DI	120VAC	4.02.05	Activo	Desactivo	Presión línea < 0.22MPa Aceite Lub. Chancadora (Filtro Sucio)			TBS 4.02	05A/05B	1
RIO-7100-02	4	02	06	SSL 22204	DI	120VAC	4.02.06	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-04		TBS 4.02	06A/06B	1
RIO-7100-02	4	02	07	ZS1 22204	DI	120VAC	4.02.07	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja			TBS 4.02	07A/07B	1
RIO-7100-02	4	03	00	ZS2 22204	DI	120VAC	4.03.00	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja	FT-04		TBS 4.03	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	03	01	ZS3 22204	DI	120VAC	4.03.01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja				TBS 4.03	01A/01B
RIO-7100-02	4	03	02	ZS4 22204	DI	120VAC	4.03.02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja			TBS 4.03	02A/02B	1
RIO-7100-02	4	03	03	HS2 22204	DI	120VAC	4.03.03	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad Pull Cord			TBS 4.03	03A/03B	1
RIO-7100-02	4	03	04	SSL 22305	DI	120VAC	4.03.04	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-05		TBS 4.03	04A/04B	1
RIO-7100-02	4	03	05	ZS1 22305	DI	120VAC	4.03.05	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja				TBS 4.03	05A/05B
RIO-7100-02	4	03	06	ZS2 22305	DI	120VAC	4.03.06	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja			TBS 4.03	06A/06B	1
RIO-7100-02	4	03	07	ZS3 22305	DI	120VAC	4.03.07	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja			TBS 4.03	07A/07B	1
RIO-7100-02	4	04	00	ZS4 22305	DI	120VAC	4.04.00	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja	FT-05		TBS 4.04	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	04	01	HS2 22305	DI	120VAC	4.04.01	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord				TBS 4.04	01A/01B
RIO-7100-02	4	04	02	SSL 22306	DI	120VAC	4.04.02	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero			TBS 4.04	02A/02B	1
RIO-7100-02	4	04	03	ZS1 22306	DI	120VAC	4.04.03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja	FT-06		TBS 4.04	03A/03B	1
RIO-7100-02	4	04	04	ZS2 22306	DI	120VAC	4.04.04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja				TBS 4.04	04A/04B
RIO-7100-02	4	04	05	ZS3 22306	DI	120VAC	4.04.05	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja			TBS 4.04	05A/05B	1
RIO-7100-02	4	04	06	ZS4 22306	DI	120VAC	4.04.06	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja			TBS 4.04	06A/06B	1
RIO-7100-02	4	04	07	HS2 22306	DI	120VAC	4.04.07	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord			TBS 4.04	07A/07B	1
RIO-7100-02	4	05	00	M 20230 KM1	DI	120VAC	4.05.00	Activo	Desactivo	Confirmación de Arranque, Motor de FT-04	FT-04		TBS 4.05	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	05	01	M 20231 PE	DI	120VAC	4.05.01	Activo	Desactivo	Parada de Emergencia, Motor de FT-05	FT-05		TBS 4.05	01A/01B	1
RIO-7100-02	4	05	02	M 20227 PE	DI	120VAC	4.05.02	Activo	Desactivo	Parada de Emergencia, Motor de Electroimán N°2			TBS 4.05	02A/02B	1
RIO-7100-02	4	05	03	M 20232 PE	DI	120VAC	4.05.03	Activo	Desactivo	Parada de Emergencia, Motor de FT-06	FT-06		TBS 4.05	03A/03B	1
RIO-7100-02	4	05	04	M 20215 PE	DI	120VAC	4.05.04	Activo	Desactivo	Parada de Emergencia, Motor de FT-08A	FT-08A		TBS 4.05	04A/04B	1
RIO-7100-02	4	05	05	RESERVA	DI	120VAC	4.05.05	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.05	05A/05B	1	
RIO-7100-02	4	05	06	M 20281A PE	DI	120VAC	4.05.06	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de Bomba Lubricación Chancadora Secundaria	CH-SEC-LUB		TBS 4.05	06A/06B	1
RIO-7100-02	4	05	07	M 20281 PE	DI	120VAC	4.05.07	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de Chancadora Secundaria	CH-SEC		TBS 4.05	07A/07B	1
RIO-7100-02	4	06	00	UA 22201	DO	24VDC	4.06.00	Activo	Desactivo	Sirena Chancadora Secundaria CH660	CH-SEC		TBS 4.06	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	06	01	RESERVA	DO	24VDC	4.06.01	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	01A/01B	1	
RIO-7100-02	4	06	02	UA 22204	DO	24VDC	4.06.02	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-04		TBS 4.06	02A/02B	1
RIO-7100-02	4	06	03	UA 22305	DO	24VDC	4.06.03	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-05		TBS 4.06	03A/03B	1
RIO-7100-02	4	06	04	UA 22306	DO	24VDC	4.06.04	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-06		TBS 4.06	04A/04B	1
RIO-7100-02	4	06	05	RESERVA	DO	24VDC	4.06.05	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	05A/05B	1	
RIO-7100-02	4	06	06	RESERVA	DO	24VDC	4.06.06	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	06A/06B	1	
RIO-7100-02	4	06	07	RESERVA	DO	24VDC	4.06.07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	07A/07B	1	
RIO-7100-02	4	06	08	M 20281 KM1	DO	24VDC	4.06.08	Activo	Desactivo	Enclavamiento Cadazo Secundario			TBS 4.06	08A/08B	1
RIO-7100-02	4	06	09	RESERVA	DO	24VDC	4.06.09	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	09A/09B	1	
RIO-7100-02	4	06	10	RESERVA	DO	24VDC	4.06.10	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	10A/10B	1	
RIO-7100-02	4	06	11	RESERVA	DO	24VDC	4.06.11	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	11A/11B	1	
RIO-7100-02	4	06	12	RESERVA	DO	24VDC	4.06.12	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	12A/12B	1	
RIO-7100-02	4	06	13	RESERVA	DO	24VDC	4.06.13	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	13A/13B	1	
RIO-7100-02	4	06	14	RESERVA	DO	24VDC	4.06.14	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	14A/14B	1	
RIO-7100-02	4	06	15	RESERVA	DO	24VDC	4.06.15	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 4.06	15A/15B	1	
RIO-7100-02	4	07	00	TE 22201A	AI	24VDC	4.07.00	ohmios	0 - 100%	RTD Chancadora Secundaria CH660	CH-SEC		TBS 4.07	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	07	01	TE 22201B	AI	24VDC	4.07.01	ohmios	0 - 100%	RTD Chancadora Secundaria CH660	CH-SEC		TBS 4.07	01A/01B	1
RIO-7100-02	4	07	02	TE 22201C	AI	24VDC	4.07.02	ohmios	0 - 100%	RTD Chancadora Secundaria CH660	CH-SEC		TBS 4.07	02A/02B	1
RIO-7100-02	4	07	03	TE 22202A	AI	24VDC	4.07.03	ohmios	0 - 100%	RTD Chancadora Secundaria CH660	CH-SEC		TBS 4.07	03A/03B	1
RIO-7100-02	4	07	04	TE 22202B	AI	24VDC	4.07.04	ohmios	0 - 100%	RTD Chancadora Secundaria CH660	CH-SEC		TBS 4.07	04A/04B	1
RIO-7100-02	4	07	05	RESERVA	AI	24VDC	4.07.05	ohmios	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.07	05A/05B	1	
RIO-7100-02	4	07	06	RESERVA	AI	24VDC	4.07.06	ohmios	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.07	06A/06B	1	
RIO-7100-02	4	07	07	RESERVA	AI	24VDC	4.07.07	ohmios	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.07	07A/07B	1	
RIO-7100-02	4	08	00	VT 22201	AI	24VDC	4.08.00	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	Secundaria CH660, Transmisor de Vibración	CH-SEC		TBS 4.08	00A/00B	1
RIO-7100-02	4	08	01	RESERVA	AI	24VDC	4.08.01	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.08	01A/01B	1	
RIO-7100-02	4	08	02	RESERVA	AI	24VDC	4.08.02	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.08	02A/02B	1	
RIO-7100-02	4	08	03	RESERVA	AI	24VDC	4.08.03	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.08	03A/03B	1	
RIO-7100-02	4	08	04	WT-22207A	AI	24VDC	4.08.04	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	Balanza de Faja Transportadora N°7A	FT-07A		TBS 4.08	04A/04B	1
RIO-7100-02	4	08	05	RESERVA	AI	24VDC	4.08.05	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.08	05A/05B	1	
RIO-7100-02	4	08	06	RESERVA	AI	24VDC	4.08.06	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.08	06A/06B	1	
RIO-7100-02	4	08	07	RESERVA	AI	24VDC	4.08.07	4 - 20 mAmp.	0 - 100%	RESERVA	RESERVA	TBS 4.08	07A/07B	1	

Figura 4.2. Lista de entradas y salidas del tablero remoto RIO 7100-002



LISTA DE ENTRADAS/SALIDAS RIO-7100-003



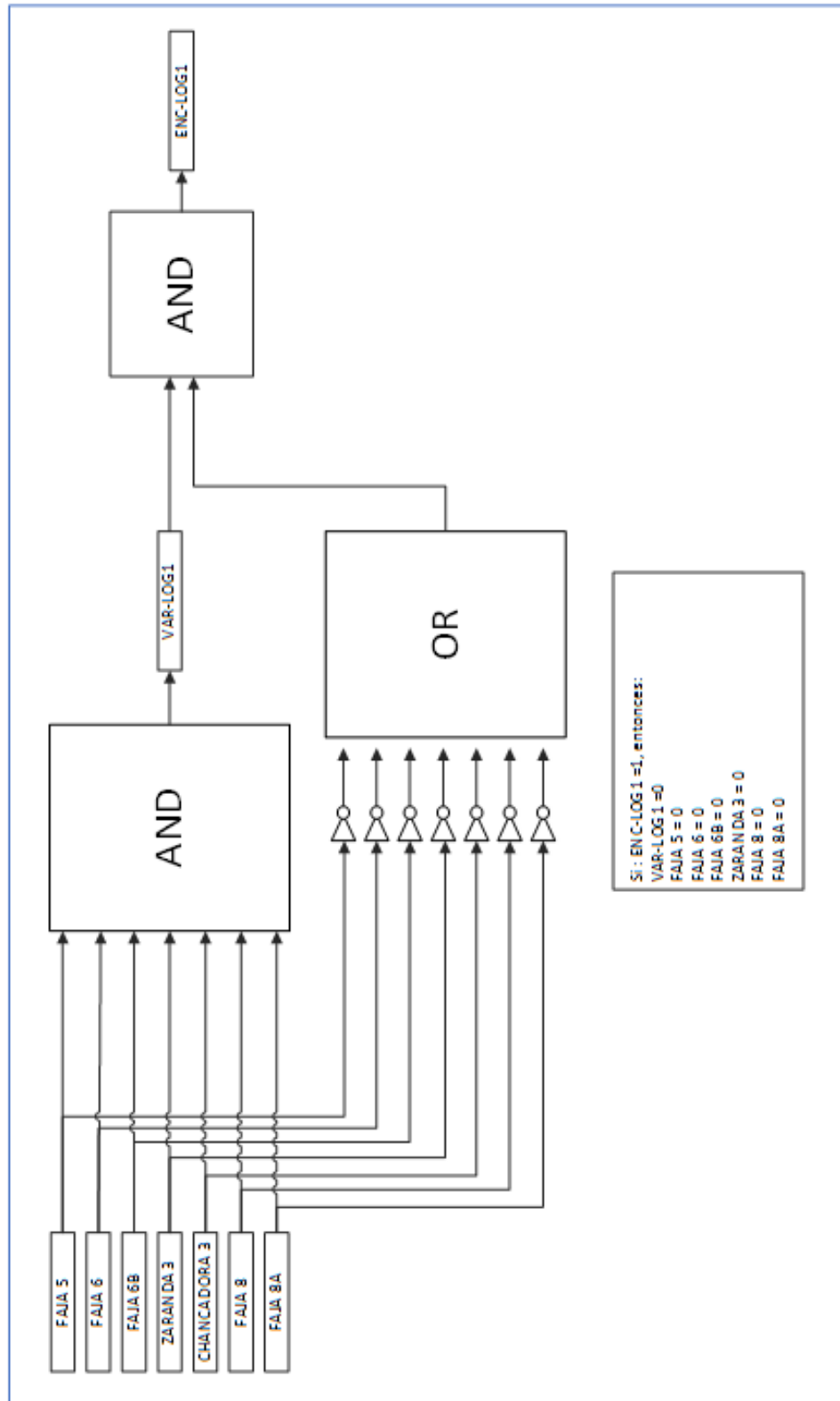
Cliente: MILPO
 Proyecto: "Ampliación Atacocha 5000 TMPD"

IOLIST
 Diseñado por: J.Vives.
 Revisión: 1
 Fecha: 05-nov-12

Tablero	Rack	Slot	Canal	IOTAG	Señal	Nivel	Dirección	Est Uno	Est. Inicial	Descripción	Ubicación	Bornera	Bornes	Rev	
RIO-7100-03	5	01	00	SSL 22306B	DI	120VAC	5 01 00	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-06B	TBS 5.01	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	01	01	ZS1 22306B	DI	120VAC	5 01 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.01	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	01	02	ZS2 22306B	DI	120VAC	5 01 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.01	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	01	03	ZS3 22306B	DI	120VAC	5 01 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.01	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	01	04	ZS4 22306B	DI	120VAC	5 01 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.01	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	01	05	HS2 22306B	DI	120VAC	5 01 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord		TBS 5.01	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	01	06	SSL 22307	DI	120VAC	5 01 06	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero		FT-07	TBS 5.01	06A/06B	1
RIO-7100-03	5	01	07	ZS1 22307	DI	120VAC	5 01 07	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja			TBS 5.01	07A/07B	1
RIO-7100-03	5	02	00	ZS2 22307	DI	120VAC	5 02 00	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja	FT-07	TBS 5.02	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	02	01	ZS3 22307	DI	120VAC	5 02 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.02	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	02	02	ZS4 22307	DI	120VAC	5 02 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.02	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	02	03	HS2 22307	DI	120VAC	5 02 03	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord	TBS 5.02	03A/03B	1		
RIO-7100-03	5	02	04	SSL 22307A	DI	120VAC	5 02 04	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-07A	TBS 5.02	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	02	05	ZS1 22307A	DI	120VAC	5 02 05	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.02	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	02	06	ZS2 22307A	DI	120VAC	5 02 06	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.02	06A/06B	1	
RIO-7100-03	5	02	07	ZS3 22307A	DI	120VAC	5 02 07	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.02	07A/07B	1	
RIO-7100-03	5	03	00	ZS4 22307A	DI	120VAC	5 03 00	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja	FT-07A	TBS 5.03	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	03	01	HS2 22307A	DI	120VAC	5 03 01	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord		TBS 5.03	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	03	02	RESERVA	DI	120VAC	5 03 02	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.03	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	03	03	RESERVA	DI	120VAC	5 03 03	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.03	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	03	04	RESERVA	DI	120VAC	5 03 04	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.03	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	03	05	RESERVA	DI	120VAC	5 03 05	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.03	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	03	06	RESERVA	DI	120VAC	5 03 06	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.03	06A/06B	1	
RIO-7100-03	5	03	07	RESERVA	DI	120VAC	5 03 07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.03	07A/07B	1	
RIO-7100-03	5	04	00	SSL 22308	DI	120VAC	5 04 00	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-08	TBS 5.04	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	04	01	ZS1 22308	DI	120VAC	5 04 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.04	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	04	02	ZS2 22308	DI	120VAC	5 04 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.04	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	04	03	ZS3 22308	DI	120VAC	5 04 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.04	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	04	04	ZS4 22308	DI	120VAC	5 04 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.04	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	04	05	HS2 22308	DI	120VAC	5 04 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord		TBS 5.04	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	04	06	RESERVA	DI	120VAC	5 04 06	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 5.04	06A/06B	1
RIO-7100-03	5	04	07	RESERVA	DI	120VAC	5 04 07	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 5.04	07A/07B	1
RIO-7100-03	5	05	00	SSL 22308A	DI	120VAC	5 05 00	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-08A	TBS 5.05	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	05	01	ZS1 22308A	DI	120VAC	5 05 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.05	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	05	02	ZS2 22308A	DI	120VAC	5 05 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.05	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	05	03	ZS3 22308A	DI	120VAC	5 05 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.05	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	05	04	ZS4 22308A	DI	120VAC	5 05 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.05	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	05	05	HS2 22308A	DI	120VAC	5 05 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord		TBS 5.05	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	05	06	RESERVA	DI	120VAC	5 05 06	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 5.05	06A/06B	1
RIO-7100-03	5	05	07	RESERVA	DI	120VAC	5 05 07	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 5.05	07A/07B	1
RIO-7100-03	5	06	00	SSL 22309	DI	120VAC	5 06 00	Activo	Desactivo	Switch de Velocidad Cero	FT-09	TBS 5.06	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	06	01	ZS1 22309	DI	120VAC	5 06 01	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.06	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	06	02	ZS2 22309	DI	120VAC	5 06 02	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cola de Faja		TBS 5.06	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	06	03	ZS3 22309	DI	120VAC	5 06 03	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.06	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	06	04	ZS4 22309	DI	120VAC	5 06 04	Activo	Desactivo	Switch de Desalineamiento Cabeza de Faja		TBS 5.06	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	06	05	HS2 22309	DI	120VAC	5 06 05	Activo	Desactivo	Switch de Seguridad - Pull Cord		TBS 5.06	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	06	06	RESERVA	DI	120VAC	5 06 06	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 5.06	06A/06B	1
RIO-7100-03	5	06	07	RESERVA	DI	120VAC	5 06 07	Activo	Desactivo	RESERVA		RESERVA	TBS 5.06	07A/07B	1
RIO-7100-03	5	07	00	M 20213 PE	DI	120VAC	5 07 00	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de FT-06B	FT-06B	TBS 5.07	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	07	01	M 20212 PE	DI	120VAC	5 07 01	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de Cedazo Terciario		TBS 5.07	01A/01B	1	
RIO-7100-03	5	07	02	M 20253 PE	DI	120VAC	5 07 02	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de FT-07	FT-07	TBS 5.07	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	07	03	M 20233 PE	DI	120VAC	5 07 03	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de FT-07A	FT-07A	TBS 5.07	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	07	04	M 20254 PE	DI	120VAC	5 07 04	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de FT-08	FT-08	TBS 5.07	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	07	05	M 20234 PE	DI	120VAC	5 07 05	Activo	Desactivo	P-Emergencia, Motor de FT-09	FT-09	TBS 5.07	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	07	06	CH TERC KM1	DI	120VAC	5 07 06	Activo	Desactivo	Confirmación de Arranque, Motor de FT-08A	FT-08A	TBS 5.07	06A/06B	1	
RIO-7100-03	5	07	07	RESERVA	DI	120VAC	5 07 07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.07	07A/07B	1	
RIO-7100-03	5	08	00	UA 22306B	DO	24VDC	5 08 00	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-06B	TBS 5.08	00A/00B	1	
RIO-7100-03	5	08	01	UA 22307	DO	24VDC	5 08 01	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza		FT-07	TBS 5.08	01A/01B	1
RIO-7100-03	5	08	02	UA 22307A	DO	24VDC	5 08 02	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-07A	TBS 5.08	02A/02B	1	
RIO-7100-03	5	08	03	UA 22308	DO	24VDC	5 08 03	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-08	TBS 5.08	03A/03B	1	
RIO-7100-03	5	08	04	UA 22308A	DO	24VDC	5 08 04	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-08A	TBS 5.08	04A/04B	1	
RIO-7100-03	5	08	05	UA 22309	DO	24VDC	5 08 05	Activo	Desactivo	Comando de Sirena y Baliza	FT-09	TBS 5.08	05A/05B	1	
RIO-7100-03	5	08	06	RESERVA	DO	24VDC	5 08 06	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	06A/06B	1	
RIO-7100-03	5	08	07	RESERVA	DO	24VDC	5 08 07	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	07A/07B	1	
RIO-7100-03	5	08	08	RESERVA	DO	24VDC	5 08 08	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	08A/08B	1	
RIO-7100-03	5	08	09	RESERVA	DO	24VDC	5 08 09	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	09A/09B	1	
RIO-7100-03	5	08	10	RESERVA	DO	24VDC	5 08 10	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	10A/10B	1	
RIO-7100-03	5	08	11	RESERVA	DO	24VDC	5 08 11	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	11A/11B	1	
RIO-7100-03	5	08	12	RESERVA	DO	24VDC	5 08 12	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	12A/12B	1	
RIO-7100-03	5	08	13	RESERVA	DO	24VDC	5 08 13	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	13A/13B	1	
RIO-7100-03	5	08	14	RESERVA	DO	24VDC	5 08 14	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	14A/14B	1	
RIO-7100-03	5	08	15	RESERVA	DO	24VDC	5 08 15	Activo	Desactivo	RESERVA	RESERVA	TBS 5.08	15A/15B	1	

Figura 4.3. Lista de entradas y salidas del tablero remoto RIO 7100-003

ANEXO 5. ENCLAVAMIENTOS ZONA DE CHANCADO 3



}

ANEXO 6.

ACTA DE CONFORMIDAD DE LA UNIDAD MINERA ATACOCHA



INGENIERÍA - VENTAS - SERVICIOS
EXPERTOS EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
PROYECTOS: ASESORÍA, EJECUCIÓN Y DESARROLLO

OCT-12-0193/AC-010001

ACTA DE CONFORMIDAD DE SERVICIO

Cliente : COMPAÑIA MINERA ATACOCHA S.A.A
OC. : LAT2-0000002093
Proyecto : PROGRAMACION DE CONTROLADORES Y
SCADA - U.M. ATACOCHA
Responsable : Juan Carlos Vives /Carlos Martinez.
Fecha : 12 de Abril del 2013

Producto / Documento: Acta de Conformidad del Servicio Marque: Documento
 Diseño de Alto-Nivel
 Diseño Detallado
 Servicio Completado
 Plan
 Otro: _____

Descripción:

- o Instalación y configuración de sistema de control SCADA y servidor de datos.
 - o Instalación y configuración de los paquetes de software requeridos para el SCADA y servidor de históricos, sistema Operativo Windows.
- o Implementación de pantallas y programación de sistema SCADA INTOUCH.
 - o Implementación, configuración y programación de pantallas de operación según diagramas P&ID.
 - o Enlace de señales provenientes del controlador ControlLogix.
- o Implementación de lógica de control para control del proceso.
 - o Implementación, configuración y programación de controlador ControlLogix (redundante) del área de Chancado, según filosofía de control y lazos de control.
- o Pruebas, comisionamiento y puesta en marcha de sistema de control y proceso.
 - o Pruebas, comisionamiento y puesta en marcha del sistema de control y equipos auxiliares.

Autosystem Perú Confidential
©Copyright Autosystem Perú S.A.C. 2013. All rights reserved. Contains confidential information proprietary to Autosystem Perú not to be disclosed to third parties without Autosystem's prior written permission.



Autosystem
Perú

INGENIERÍA - VENTAS - SERVICIOS
EXPERTOS EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL Y
TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
PROYECTOS: ASESORÍA, EJECUCIÓN Y DESARROLLO

- o Pruebas del sistema SCADA
 - o Prueba de redundancia de controladores
 - o Prueba de comunicaciones con RIO's (prueba de topología en anillo)
 - o Prueba de señales de todas las E/S de los tableros RIO's
 - o Prueba de comunicaciones y accionamientos de los arrancadores de los CCM's y modos de operación
 - o Pruebas de lógica de control y operatividad del sistema (incluye arranque/parada desde SCADA, detención de equipos por activación de protecciones, etc)
 - o Pruebas desde sala de control del equipamiento mecánico/eléctrico.
 - o Llenado de protocolos de aceptación de las pruebas SAT, y entrega de los mismos debidamente firmados por la supervisión por parte de Milpo.
 - o **Capacitación :**
 - o Entrenamiento para personal de operación.
 - o Entrenamiento para personal de mantenimiento y desarrollo - SCADA INTOUCH. Y RSLOGIX 5000.
- Anexo Reportes de campo.**
- o De deja Backp al personal encargado en Planta. _____

El servicio antes descrito ha sido concluido y reúne completamente los objetivos acordados entre **COMPAÑÍA MIERA ATACOCHA S.A.A** y **AUTOSYSTEM PERU S.A.C.** y se entiende que cumple con los criterios de aceptación especificados.

COMPAÑÍA MIERA ATACOCHA S.A.A

Firma
Fecha:

AUTOSYSTEM PERU S.A.C

Firma:

Fecha:

12-04-2013

Autosystem Peru Confidential

©Copyright Autosystem Peru S.A.C. 2013 All rights reserved. Contains confidential information proprietary to Autosystem Peru not to be disclosed to third parties without AUTOSYSTEM'S prior written permission.