

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingeniería Físicas y Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



**INSTRUMENTACIÓN SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE
RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE DE MINERALES
TISUR CON DCS SYSTEM 800xA – ABB**

Trabajo de Suficiencia Profesional

Presentado por el Bachiller:

Mamani Belizario Wilfredo

Para optar el Título Profesional de

**Ingeniero Electrónico con
especialidad en Automatización y
Control**

Asesor:

Dr. Sulla Torres Raúl Ricardo

Arequipa- Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA ELECTRONICA
CON ESPECIALIDAD EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
TITULACIÓN CON TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 10 de Junio del 2022

Dictamen: 002337-C-EPIE-2022

Visto el borrador del expediente 002337, presentado por:

2005243091 - MAMANI BELIZARIO WILFREDO

Titulado:

**INSTRUMENTACIÓN SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA DE RECEPCIÓN,
ALMACENAMIENTO Y EMBARQUE DE MINERALES TISUR CON DCS SYSTEM 800XA ? ABB**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29424254 - MALAGA CHAVEZ CESAR EDUARDO
DICTAMINADOR**



**29267682 - RODRIGUEZ GONZALES PEDRO ALEX
DICTAMINADOR**

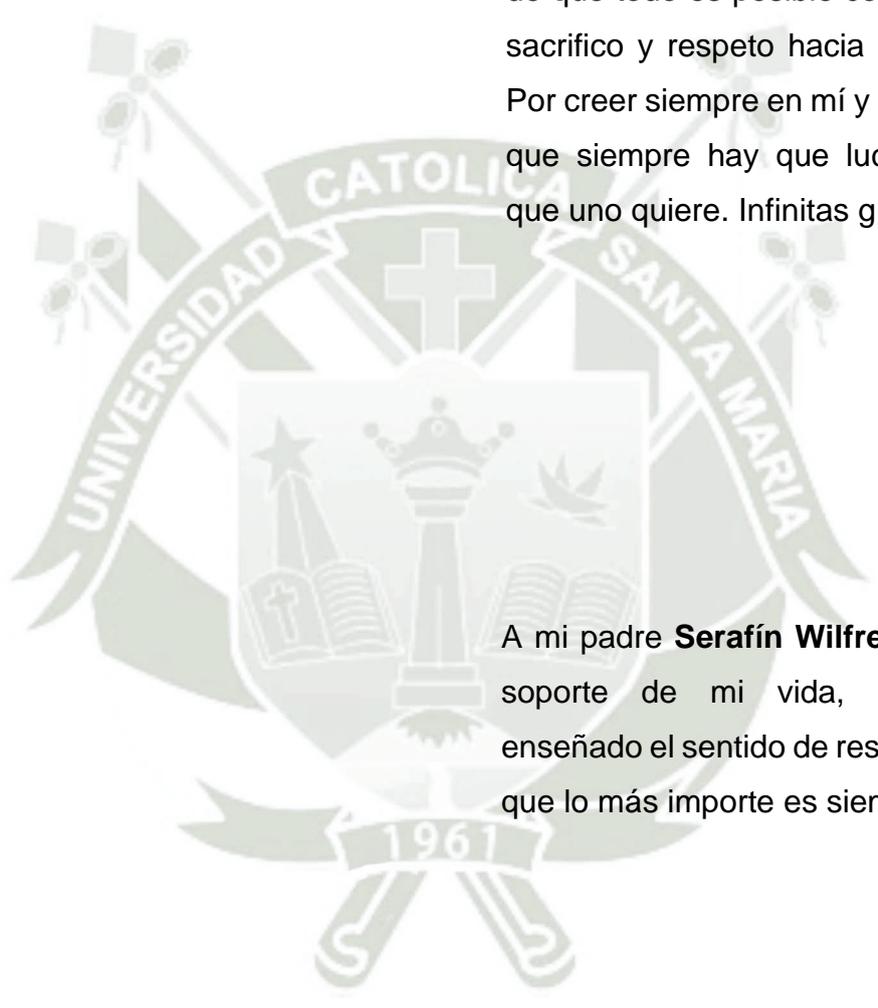


**29720651 - ZEGARRA GAGO HENRY CHRISTIAN
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

A mi madre **Maxi**, por ser la impulsora de que todo es posible con esfuerzo, sacrificio y respeto hacia los demás. Por creer siempre en mí y enseñarme que siempre hay que luchar por lo que uno quiere. Infinitas gracias.



A mi padre **Serafín Wilfredo**, por ser el soporte de mi vida, por haberme enseñado el sentido de responsabilidad y que lo más importante es siempre uno.

RESUMEN

La importancia del sector industrial, se basa en la evolución y avance tecnológico aplicado en diferentes procesos industriales; la automatización y control de procesos desarrolla e involucra diversas técnicas de control y medición de nos ayuden a establecer un adecuado sistema de control automatizado.

La automatización de procesos es el principio de evolución tecnológica, que nos brinda todas las herramientas para un eficaz control de proceso. La aplicación de la instrumentación industrial y control de procesos nos permiten establecer procedimientos y estándares que nos ayudan desarrollar un adecuado control de proceso.

Dentro de la evolución tecnológica nos presenta el sistema de control distribuido, que nos permite recoger toda la información de las diferentes etapas y/o área de producción que forman parte de un proceso industrial.

La información recogida por DCS, proporciona la información necesaria a los operadores del proceso, área de mantenimiento e ingeniería a tomar las mejores decisiones en bien de la producción.

Palabras claves: Instrumentación, supervisión, control, sistema de recepción, almacenamiento, embarque, DCS SYSTEM 800xA – ABB.

ABSTRACT

The importance of the industrial sector is based on the evolution and technological advance applied in different industrial processes; process automation and control develop and involves various control and measurement techniques to help us establish an adequate automated control system.

Process automation is the principle of technological evolution, which provides us with all the tools for effective process control. The application of industrial instrumentation and process control allow us to establish procedures and standards that help us develop an adequate process control.

Within the technological evolution it presents us with the distributed control system, which allows us to collect all the information of the different stages and or production area that are part of an industrial process. The information collected by DCS provides the necessary information to process operators, maintenance area and engineering to make the best decision making.

The information collected by DCS provides the necessary information to the operators of the process, maintenance area and engineering to make the best decisions for the benefit of production.

Palabras claves: Instrumentación, supervisión, control, sistema de recepción, almacenamiento, embarque, DCS SYSTEM 800xA – ABB.

Keywords: Instrumentation, supervision, control, reception system, storage, shipment, DCS SYSTEM 800xA – ABB.

INTRODUCCION

El presente informe tiene por objetivo desarrollar principales características de la instrumentación industrial, automatización y control de procesos, asociado al sistema de control distribuido (DCS).

Como todo proceso industrial, requiere del uso de los (equipos electrónicos de medición de variable físicas) llamados instrumentos de medición y control que nos permitan mantener los parámetros de calidad del proceso, mediante la supervisión y la recopilación de información de los instrumentos para determinar condiciones inseguras de operación.

El uso y manejo de los diferentes instrumentos depende de una gran cantidad de factores como son conocer el tipo proceso, conocimiento de los principios de medición, interpretación de las características dadas por el fabricante de cada instrumento, correcta instalación y mantenimiento de los instrumentos.

La evolución y progreso de los sistemas de control nos obligan hacer procesos más eficientes, aprovechando todas herramientas que nos brindan un mejor manejo y supervisión del proceso. El sistema de control distribuido (DCS) SYSTEM 800 xA de ABB nos brinda integración de sistemas, uso de herramientas prácticas de ingeniería, operación y mantenimiento para el control y automatización de procesos industriales.

INDICE

DICTAMEN DE APROBACION PLAN DE TESIS.

DEDICATORIA.

RESUMEN.

ABSTRACT.

INTRODUCCION.

CAPITULO I.	1
1 LA EMPRESA.....	1
1.1 Organización de la Empresa.	1
1.2 Visión - Terminal Internacional del Sur - TISUR.....	2
1.3 Misión - Terminal Internacional del Sur - TISUR.	2
1.4 Organigrama- Terminal Internacional del Sur - TISUR.....	2
1.5 Actividades desarrolladas por la empresa.	3
1.5.1 Sistema de minerales.	3
1.5.2 Sistemas contenedores.	4
1.5.3 Sistemas de graneles.	4
1.5.4 Sistema cargas fraccionadas y proyectos.	5
CAPITULO II.	7
2 OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo General.....	7
2.2 Objetivos Específico.	7
CAPITULO III.	8
3 EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	8
3.1 Presentación del Graduado.....	8
3.2 Estudios Superiores.	8
3.3 Experiencia Laboral.....	8
3.3.1 Técnico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.	8
3.3.2 Supervisor Eléctrico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.	8
3.3.3 Técnico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.	9
3.3.4 Supervisor Eléctrico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.	9

3.3.5	Técnico Eléctrico Instrumentación - Terminal Internacional del Sur.	10
3.3.6	Supervisor Eléctrico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde. ...	10
3.4	Capacitaciones.	10
3.5	Idiomas.	11
CAPITULO IV.		12
4	MARCO TEORICO.	12
4.1	Seguridad Eléctrica.	12
4.1.1	Choque Eléctrico.	13
4.1.2	Arco Eléctrico.	14
4.1.2.1	Ráfaga de Arco (Arc Blast).	16
4.1.2.2	Relámpago de Arco (Arc Flash).	17
4.2	Establecer una condición eléctricamente segura.	18
4.3	Realizar procedimientos y capacitaciones.	19
4.3.1	Procedimientos del programa de seguridad eléctrica.	19
4.3.2	Capacitación de procedimiento de LOTOTO.	20
4.3.2.1	Secuencia de pasos para aplicar el procedimiento LOTOTO.	20
4.4	Jerarquía de controles.	21
4.4.1	Estándares y normativas para elaboración de procedimientos.	22
4.5	Equipo de protección personal (EPP).	23
4.5.1	Protección para el cuerpo.	24
4.5.2	Protección para la cabeza, cara y cuello.	25
4.5.3	Protección para las manos.	26
4.5.4	Protección para pies.	28
4.6	Instrumentación Industrial.	29
4.6.1	Documentos de instrumentación.	29
4.6.1.1	Diagramas de flujo de procesos. (PFD)	29
4.6.1.2	Diagramas de procesos e instrumentos. (PID)	30
4.6.1.3	Diagramas de bucle.	30
4.6.1.4	Diagramas de lazo.	30
4.6.1.5	Diagramas funcionales.	30
4.6.2	Símbolos de instrumentos y equipos de proceso.	31
4.6.3	Normas instrumentación aplicables.	31
4.7	Supervisión y control.	31

4.7.1	Integración de sistema de control.....	31
4.7.2	Introducción de un sistema SCADA.	32
4.7.2.1	Arquitectura de un sistema SCADA.	33
4.7.3	Introducción al sistema de control distribuido.	34
4.7.3.1	Arquitectura de un sistema control distribuido.....	34
4.7.3.2	Configuración de un sistema control distribuido.	35
4.7.3.3	Tareas y funciones de sistema control distribuido.....	36
4.8	Sistema DCS System 800XA.	37
4.8.1	Arquitectura de System 800XA.....	37
4.8.2	Funciones de System 800xA.....	38
4.8.3	Concepto Aspect y Object.....	38
4.8.4	Topología System 800xA.....	39
4.8.4.1	Domain server.....	39
4.8.4.2	Aspect Server.....	39
4.8.4.3	Connectivity Server.....	40
4.8.4.4	Aplication server.....	40
4.9	Controlador AC800M.....	40
4.9.1	Unidad Central de Procesamiento.....	41
4.9.2	Interfase de comunicación.....	42
4.9.3	Módulos de entrada y salida.....	42
4.9.4	Bus de intercambio de comunicación.....	43
4.10	Estaciones de operación.....	44
4.10.1	Estación de ingeniería.....	44
4.10.2	Estación de operador.....	44
4.11	Protocolos de comunicación.....	44
4.12	Redundancia:.....	45
4.13	Software de control.....	45
CAPITULO V.....		46
5	MARCO OPERATIVO.....	46
5.1	Descripción de actividades profesionales.....	46
5.2	Recepción Minerales Concentrado de Cobre SMCV.....	48
5.2.1	Secuencia de arranque recepción de minerales.....	50
5.2.1.1	Inspección de equipos:.....	51

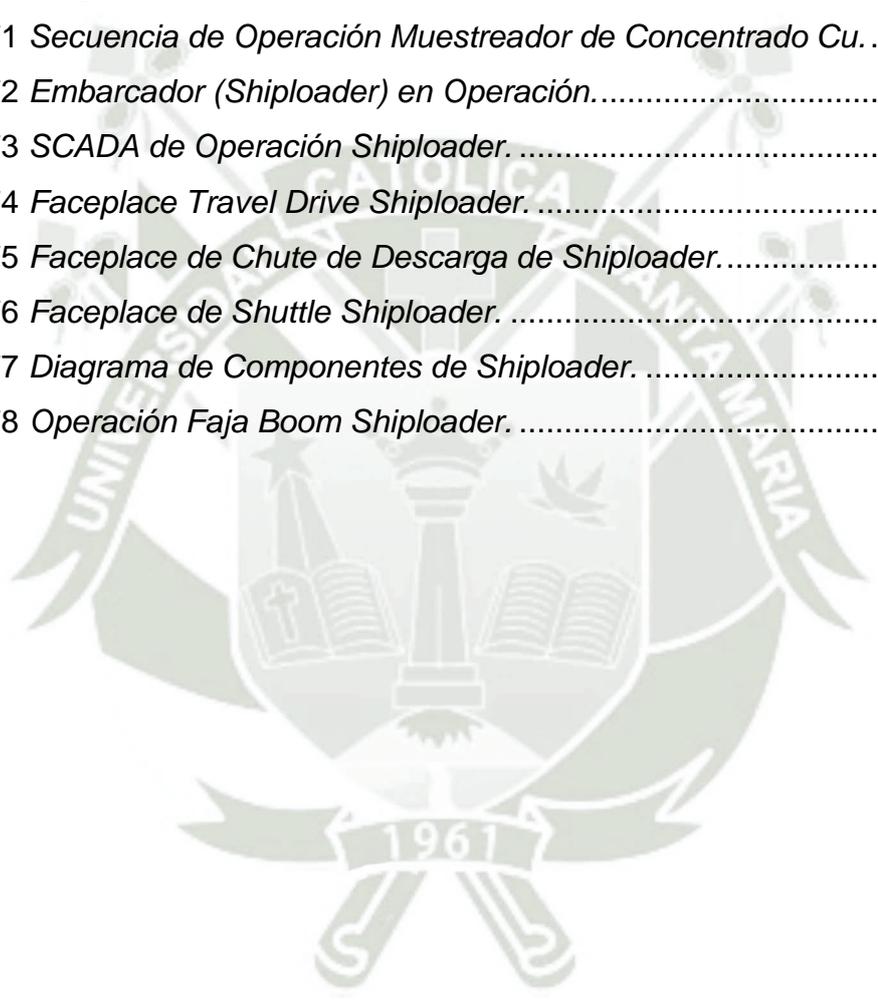
5.2.1.2	Enclavamientos de control feeder.	53
5.2.1.3	Modos de operación.	54
5.3	Centro de control de motores MCC.	55
5.4	Variadores de Velocidad. ACS 800.	58
5.5	Arrancadores Suaves Softstarter.	61
5.6	Universal control motor (UMC).	62
5.7	Almacén de Minerales Concentrado.	64
5.7.1	Secuencia de arranque Almacén de concentrados.	65
5.7.2	Instrumentos de control.	69
5.7.2.1	Detector de velocidad cero (SSL).	69
5.7.2.2	Desalineamiento de fajas (ZSS).	70
5.7.2.3	Parada de emergencia (HS).	71
5.7.2.4	Interruptores de banda rota (XS).	71
5.7.2.5	Interruptor de atoro (LSH).	72
5.7.3	Dispositivos de instrumentación y control.	73
5.7.3.1	Detector de metales	73
5.7.3.1.3	Mantenimiento de detector de metales	75
5.7.4	Balanza de Concentrado.	75
5.7.4.1	Procedimiento de calibración de zero y span.	76
5.8	Embarque de minerales concentrado.	77
5.8.1	Integración de sistema de embarque.	79
5.8.2	Sistema de muestreo de concentrado de Cu.	80
5.8.2.1	Sistema de control automático controlado por PLC.	81
5.9	SHIPLOADER (CARGADOR DE BARCOS).	82
5.9.1	Travel drive.	84
5.9.2	Chute de descarga.	85
5.9.3	Faja móvil distribuidora (SHUTTLE).	86
5.9.4	Faja boom.	87
5.9.5	Sistema de levante	88
	CONCLUSIONES.	90
	REFERENCIA	91
	ANEXOS	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de Empresa TISUR.	2
Figura 2 Infraestructura de sistema minerales.	3
Figura 3 Infraestructura de Sistema Contenedores.	4
Figura 4 Infraestructura de sistema de granos.	5
Figura 5 Infraestructura de Cargas Fraccionadas y Proyectos.	6
Figura 6 Estructura de la Norma NFPA70E.	12
Figura 7 Cuadro de Lesiones por Contacto de Energía Eléctrica.	14
Figura 8 Riesgos Ante un Arco Eléctrico.	15
Figura 9 Energías presentes en un evento de arco eléctrico.	16
Figura 10 Etapas de Arco Eléctrico en un Circuito Energizado.	17
Figura 11 Secuencia de Procedimiento de LOTOTO.	21
Figura 12 Componentes de Procedimiento de LOTOTO.	21
Figura 13 Jerarquía de los Métodos de Control de Riesgo.	22
Figura 14 Rotulado de Equipos Identificación de Riesgo y EPP.	23
Figura 15 Equipo de Protección Personal de Acuerdo a Categoría de Peligro Riesgo.	25
Figura 16 Careta Facial Faceshield para Trabajos con Tensión.	26
Figura 17 Categoría de Guantes Dieléctricos.	27
Figura 18 Guante Aislantes y Guantes de Protección.	28
Figura 19 Tipos de Botas Dieléctricas.	29
Figura 20 Estructura de Control de Proceso.	32
Figura 21 Arquitectura de un sistema SCADA.	34
Figura 22 Arquitectura de Sistema de Control Distribuido.	35
Figura 23 Configuración de Sistema de Control Distribuido.	35
Figura 24 Tareas y Funciones de Sistema de Control Distribuido.	36
Figura 25 Arquitectura de System 800xa.	37
Figura 26 Funciones de System 800xA.	38
Figura 27 Característica de Aspect Object.	39
Figura 28 Integración de Topología System 800xA.	40
Figura 29 Controlado AC 800M.	41
Figura 30 Interfase de Comunicación.	42
Figura 31 Módulos de Entrada y Salida.	43

Figura 32	<i>Tipos de conectores CEX-BUS.</i>	44
Figura 33	<i>Desarrollo de Actividades en Empresa.</i>	46
Figura 34	<i>Integración de System 800xA Tisur.</i>	48
Figura 35	<i>Recepción Férrea de Concentrado Cu - SMCV.</i>	49
Figura 36	<i>Scada Recepción Férrea Concentrado de Cu.</i>	50
Figura 37	<i>Secuencia de Arranque Recepción Férrea con Integración de System 800 XA.</i>	51
Figura 38	<i>Faceplace de Acceso Arranque de Equipos.</i>	54
Figura 39	<i>Equipos en Modo de Operación Local.</i>	55
Figura 40	<i>Integración de Centro de Control de Motores.</i>	56
Figura 41	<i>Buses de Comunicación en Centro de Control de Motores.</i>	57
Figura 42	<i>Procedimiento de Inspección de Centro de Control de Motores.</i>	58
Figura 43	<i>Esquema de Etapas de Variador de Velocidad.</i>	59
Figura 44	<i>Tarjetas Electrónicas de ACS800.</i>	59
Figura 45	<i>Opciones de Control de Convertidores de Frecuencia.</i>	60
Figura 46	<i>Software y Programación de Convertidores de Frecuencia ACS800.</i>	60
Figura 47	<i>Herramientas para PC de Convertidores de Frecuencia ACS800.</i>	61
Figura 48	<i>Configuración de Softstarter PSE85.</i>	62
Figura 49	<i>Componentes de Universal Motor Control.</i>	63
Figura 50	<i>Configuración de Sistema de Comunicación UMC.</i>	63
Figura 51	<i>Secuencia de Fajas Recepción y Almacén de Concentrado Cu.</i>	64
Figura 52	<i>Distribución de Almacenes en Muelle F.</i>	65
Figura 53	<i>Scada de Sistema de Almacén de Concentrado Cu.</i>	66
Figura 54	<i>Resumen de Integración del DCS en Muelle F.</i>	67
Figura 55	<i>Configuración de Tablero de Control.</i>	67
Figura 56	<i>Configuración de Tablero de RIO.</i>	68
Figura 57	<i>Procedimiento de Pruebas Detector de Velocidad Cero.</i>	69
Figura 58	<i>Procedimiento de Pruebas Desalineamientos de Fajas.</i>	70
Figura 59	<i>Procedimiento de Pruebas Parada de Emergencia.</i>	71
Figura 60	<i>Procedimiento de Pruebas Banda Rota.</i>	72
Figura 61	<i>Procedimiento de Pruebas Tilt Switch.</i>	73
Figura 62	<i>Ubicación de componentes detector de metales.</i>	74
Figura 63	<i>Configuración de Detector de Metales.</i>	74

Figura 64	<i>Procedimiento de Mantenimiento de Detector Metales</i>	75
Figura 65	<i>Componentes de Balanza para Fajas Ramsey</i>	76
Figura 66	<i>Procedimiento de Calibración de Balanza</i>	77
Figura 67	<i>Esquema de Fajas al Sistema de Embarque Muelle F</i>	78
Figura 68	<i>Scada Sistema de Embarque</i>	79
Figura 69	<i>Integración de Sistema Embarque</i>	80
Figura 70	<i>Diagrama de Flujo Muestreador de Concentrado Cu</i>	81
Figura 71	<i>Secuencia de Operación Muestreador de Concentrado Cu</i>	81
Figura 72	<i>Embarcador (Shiploader) en Operación</i>	82
Figura 73	<i>SCADA de Operación Shiploader</i>	83
Figura 74	<i>Faceplace Travel Drive Shiploader</i>	84
Figura 75	<i>Faceplace de Chute de Descarga de Shiploader</i>	85
Figura 76	<i>Faceplace de Shuttle Shiploader</i>	87
Figura 77	<i>Diagrama de Componentes de Shiploader</i>	88
Figura 78	<i>Operación Faja Boom Shiploader</i>	89



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Estadísticas de Accidentes Mortales Relacionados con la Energía Eléctrica</i>	13
Tabla 2 <i>Categoría de Riesgo HCR, Según NFPA 70E</i>	24
Tabla 3 <i>Listado de Instrumentos Asignados a Feeder</i>	52
Tabla 4 <i>Enclavamientos de Control Feeder</i>	53



CAPITULO I.

1 LA EMPRESA

1.1 Organización de la Empresa.

TISUR, es una empresa perteneciente al Grupo Romero, se origina con el objetivo de impulsar la economía del sur del país, mediante la eficiente actividad en el puesto de la provincia de islay del departamento de Arequipa.

El personal de la empresa esta calificado y es especialista en las actividades que realiza, además cuenta con una infraestructura moderna que permite el manejo de grandes y diversas cargas. La empresa es un aliado estratégico para diversos tipos de proyecto de gran envergadura. Opera en toda clase de cargas de estabilidad y efectividad, logrando un rendimiento adecuado y garantizado.

La empresa TISUR tiene un efecto social y económico en el desarrollo comercial y empresaria de la zona, convirtiéndose en una fuente de trabajo y ocupaciones afines para los pobladores de la zona

El sistema de recepción, almacenamiento y embarque de minerales “Amarradero F” del Terminal Portuario de Matarani, propiedad del Terminal internacional del Sur S.A. (TISUR), ofrece servicio de recepción depósito y embarque de concentrado de cobre a las principales unidades minera del sur del país. (TISUR, 2022)

El amarradero F, está conformada por las siguientes áreas:

- Área de recepción férrea y almacenamiento línea 01 y 02 de correspondiente a la minera Cerro verde.
- Área recepción férrea y almacenamiento a la minera Las Bambas.
- Área recepción camionera y almacenamiento para la minera Antapaccay.

Para el realizar el proceso de embarque se hará uso del circuito correspondiente que es de uso compartido por lo 3 almacenes, y la operación se realizara desde sala de control principal para el monitoreo.

Dicho circuito conformado por una faja tubular que transporta el concentrado hacia el muelle donde está ubicado el embarcador de concentrado también conocido como shiploader.

1.2 Visión - Terminal Internacional del Sur - TISUR.

Ser la mejor alternativa de servicios portuarios, almacenamiento e infraestructura para el comercio exterior de la región sur del Perú y Bolivia (TISUR, 2022).

1.3 Misión - Terminal Internacional del Sur - TISUR.

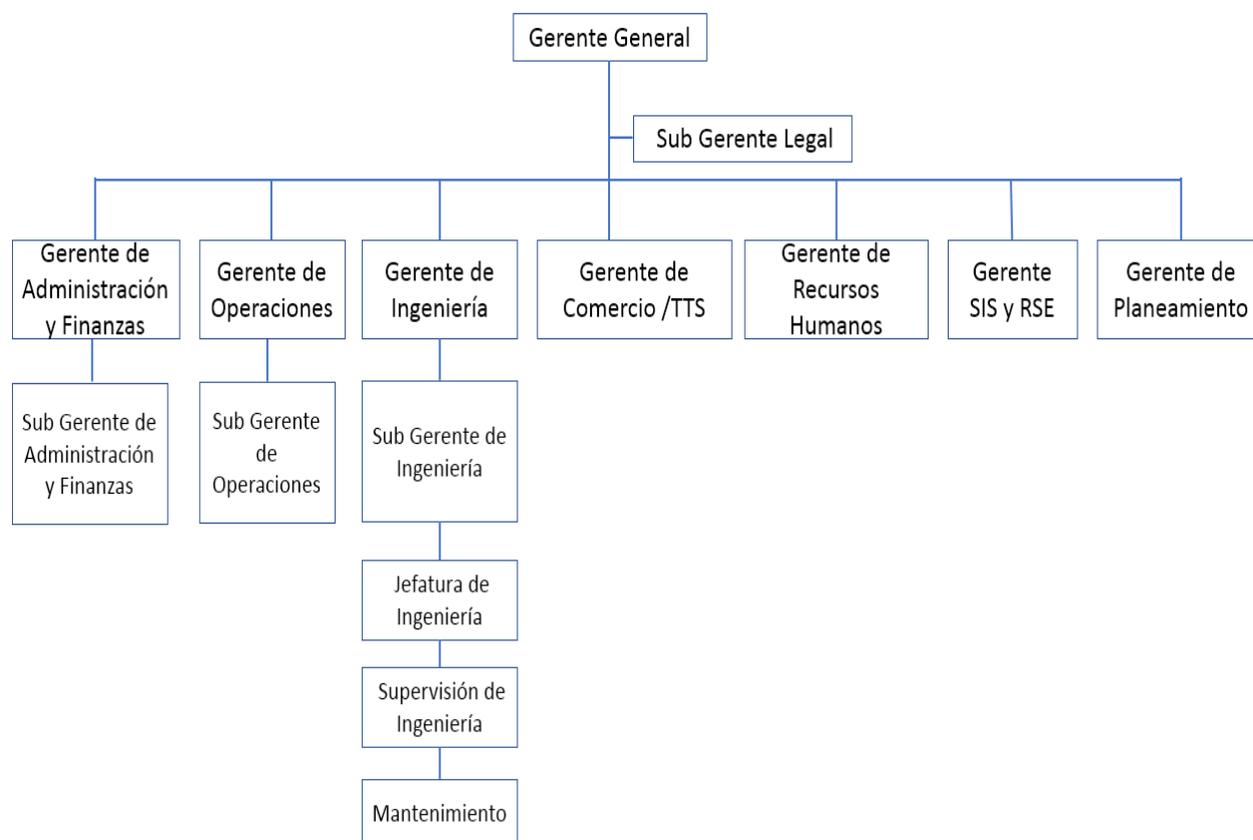
Desarrollar operaciones portuarias y de almacenamiento con eficiencia, seguridad y responsabilidad socio-ambiental, generando valor al comercio exterior de la región sur del Perú y Bolivia con talento humano e infraestructura especializada (TISUR, 2022).

1.4 Organigrama- Terminal Internacional del Sur - TISUR.

La figura 1 muestra la jerarquía de organización de empresa portuaria Terminal Internacional de Sur, correspondiente a la gerencia de ingeniería.

Figura 1

Organigrama de Empresa TISUR.



Nota. Elaboración propia.

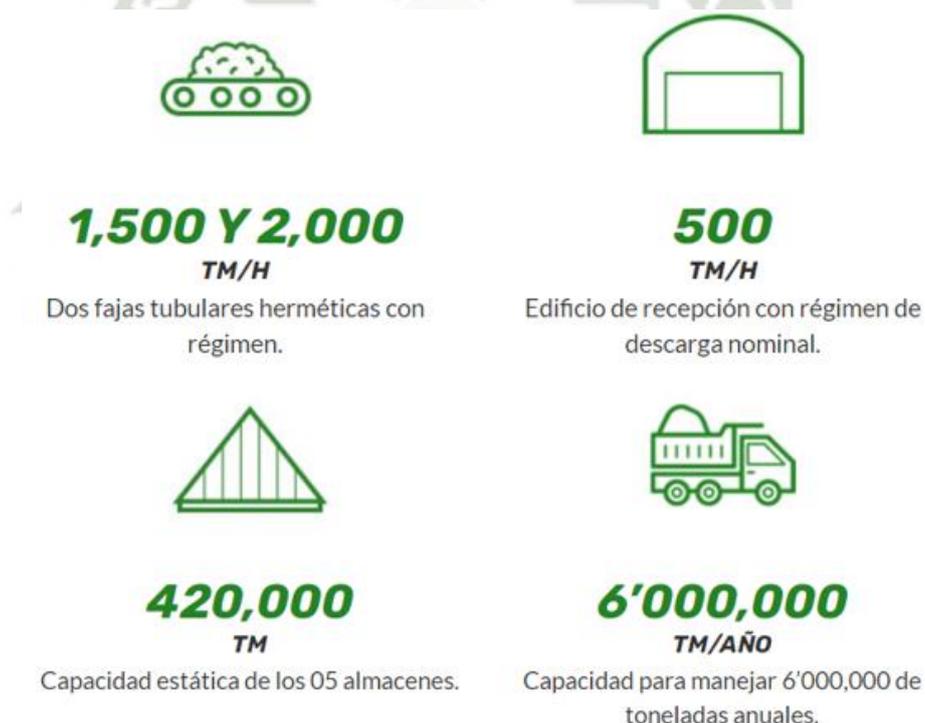
1.5 Actividades desarrolladas por la empresa.

1.5.1 Sistema de minerales.

TISUR cuenta con dos sistemas para la recepción, almacenamiento y despacho de los minerales, siendo uno de los más modernos en la Costa del Pacífico Sur. Este proceso es llevado a cabo en almacenes cerrados los cuales pueden contener 420.000 toneladas además de los sistemas de bandas de transportación que trasladan el mineral hasta el almacén cuya capacidad nominal de 3000 y 1.500 T/h (TISUR, 2022).

Figura 2

Infraestructura de sistema minerales.



Nota. Características principales de la infraestructura de sistema de minerales.

<https://www.tisur.com.pe/es/servicios/minerales>

1.5.2 Sistemas contenedores.

El terminal TISUR de contenedores ofrece servicios integrales a importaciones, exportaciones, cabotaje y servicios para líneas navieras como depósito.

Operan con itinerario regular las líneas navieras Evergreen y Hapag Lloyd para conectar nuestro puerto con el resto del mundo. También tenemos equipos de manipuleo (elevadoras y grúas móviles), transferencia, así como áreas de almacenamiento, mantenimiento y operación con capacidad para 300,000 contenedores anuales, tanto en carga seca y refrigerada (TISUR, 2021).

Figura 3

Infraestructura de Sistema Contenedores.



Nota. Características principales de la infraestructura de sistema de contenedores.

<https://www.tisur.com.pe/es/servicios/contenedores>.

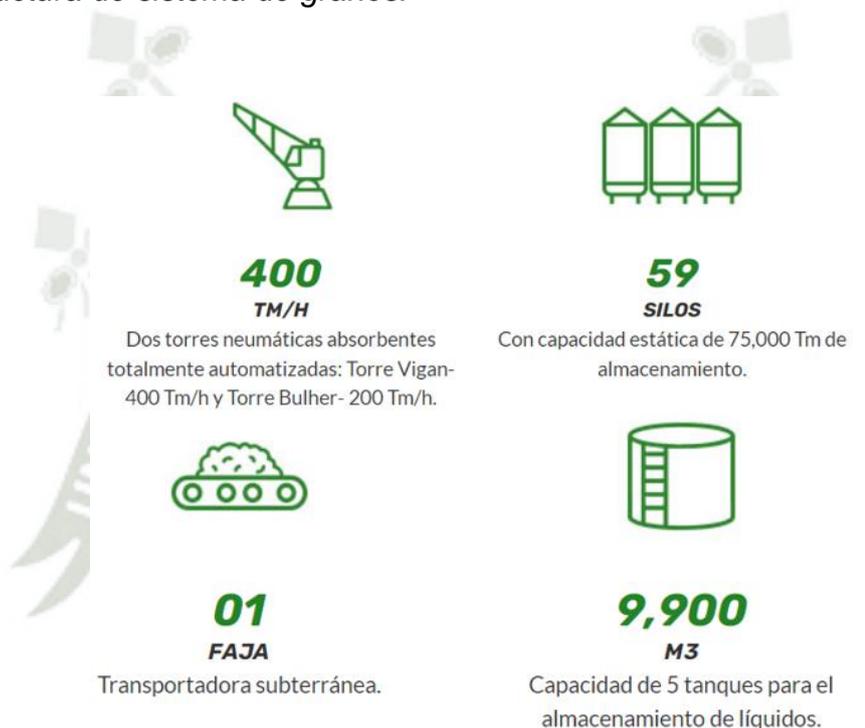
1.5.3 Sistemas de graneles.

En TISUR cuenta con equipos especializados, maquinaria, infraestructura y sistemas completamente automatizados que nos permiten manejar diferentes tipos de gráneles. Los gráneles sólidos se descargan a través de torres neumáticas

absorbentes, silos con capacidad estática y una faja transportadora subterránea; mientras que los gráneles líquidos, como el aceite vegetal y el alcohol, se manipulan gracias a un sistema de embarque y tanques para el servicio de almacenamiento (TISUR, 2021).

Figura 4

Infraestructura de sistema de granos.



Nota. Características principales de la infraestructura de sistema de granos.

<https://www.tisur.com.pe/es/servicios/graneles>

1.5.4 Sistema cargas fraccionadas y proyectos.

En TISUR contamos con zonas de operaciones y grupos especializados para la atención de los diversos tipos de carga que se manejan en el terminal asegurándonos en todo instante de la eficiencia, estabilidad y calidad del servicio (TISUR, 2020).

La siguiente figura muestra la descripción de la infraestructura de cargas fraccionadas.

Figura 5

Infraestructura de Cargas Fraccionadas y Proyectos.



Nota. Características principales de la infraestructura de sistema de cargas fraccionadas y proyectos.

<https://www.tisur.com.pe/es/servicios/cargas-fraccionadas-y-proyectos>



CAPITULO II.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

Desarrollar las principales características de los instrumentos y equipos de control aplicados en una planta industrial, desarrollando los beneficios de un sistema de control distribuido (DCS), cumpliendo los estándares y protocolos de calidad y seguridad del proceso.

2.2 Objetivos Específico.

- Aplicar los principios de seguridad y control en los sistemas de instrumentación y control de procesos.
- Definir y aplicar conceptos, estándares y protocolos en la implantación en el sistema de instrumentación supervisión y control de procesos industriales.
- Presentar la importancia de la integración de un sistema de control distribuido para impulsar la productividad, aumentar la eficiencia y reducir los costos de procesos industriales.

CAPITULO III.

3 EXPERIENCIA PROFESIONAL.

3.1 Presentación del Graduado.

Nombre: Wilfredo Mamani Belizario.

DNI:41692486

Correo: wilfredombe@gmail.com

3.2 Estudios Superiores.

Universidad Católica de Santa María, Arequipa.

Bachiller en Ingeniería Electrónica (marzo 2005 – mayo 2010).

Instituto Superior Pedro P. Díaz, Arequipa.

Técnico Electricista (abril 2001 – diciembre 2003).

SENATI, Arequipa.

Técnico Electrónico (junio 2000 – marzo 2003).

3.3 Experiencia Laboral.

3.3.1 Técnico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.

Adecco Perú, Arequipa. Mayo 2021 – presente.

Desarrollo de actividades de mantenimiento de los equipos de instrumentación en el área seca y área húmeda de la planta concentradora C1-Sociedad Minera Cerro Verde.

3.3.2 Supervisor Eléctrico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.

Intelliall S.R.L., Arequipa. Mayo 2020 - Abril 2021

- Coordinar y planificar con el equipo de mantenimiento electricidad e Instrumentación para realizar labores de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del área eléctrico- Instrumentación de la Planta Concentradora C2
- Liderar labores de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de instrumentación sensores de nivel, flujómetros, switch, transmisores, sistemas de protección de fajas, chancadoras secundarias, HPGR, sistemas hidráulicos, neumáticos, sistemas de mando, control, protección de los equipos.
- Planificar y coordinar el mantenimiento de PLC Allen Bradley, gabinete de I/O.

- Realizar instalaciones de redes de comunicación de campo PROFIBUS y FOUNDATION FIELDBUS, pruebas de diagnóstico PACTWARE y PROFITRACE.
- Planificación y gestión de recursos para realizar el mantenimiento eléctrico de variadores de velocidad en baja tensión ACS800 ACS 550 y en alta tensión ACS1000 ABB. Planificar y gestionar el mantenimiento de MCC EATON, ABB, CENTERLINE, mantenimiento de motores eléctricos.
- Mantenimiento de motores eléctricos, megado de bobinas, identificación de bobinas, inspección de lubricadores automáticas,
- Coordinar y realizar inspecciones preventivas y predictivas de transformadores, relés de protección, baja y media tensión.
- Elaborar de procedimientos de trabajos de las diversas actividades dentro de la planta cumpliendo las Políticas y estándares, establecido por la empresa.

3.3.3 Técnico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.

Adecco Perú, Arequipa. febrero 2020 - marzo 2020.

- Planificación y desarrollo de procedimientos de trabajos para mantenimiento de equipos de eléctricos y de instrumentación en las plantas concentradoras C1 y C2 de Sociedad Minera Cerro Verde.
- Mantenimiento instrumentación chancadora giratoria, chancadora de conos, HPGR.
- Mantenimiento instrumentación fajas transportadoras, feeder, tolvas de finos.
- Mantenimiento instrumentación molinos de bolas, zarandas, ciclones.
- Mantenimiento instrumentación celdas de flotación, remolienda.
- Mantenimiento instrumentación planta de molibdeno.

3.3.4 Supervisor Eléctrico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.

Intelliall S.R.L., Arequipa. Abril 2019 - Febrero 2020.

- Planificación y desarrollo de procedimientos de trabajos para mantenimiento del área de instrumentación en las plantas concentradoras C1 y C2, así como en la planta hidrometalurgia. Sociedad Minera Cerro Verde.
- Mantenimiento instrumentación BALANZA THERMO FISHER.

- Mantenimiento instrumentación detector de metales ORETRONIC THERMO FISHER.
- Mantenimiento instrumentación fajas transportadoras, feeder, tolvas de finos.
- Mantenimiento instrumentación molinos de bolas, zarandas, ciclones.

3.3.5 Técnico Eléctrico Instrumentación - Terminal Internacional del Sur.

TISUR, Arequipa, enero 2016 - enero 2019.

- Mantenimiento de los equipos eléctricos y de instrumentación en la recepción, almacenamiento y embarque de concentrado de minerales.
- Operación y control de shiploader en el embarque de minerales.
- Mantenimiento instrumentación BALANZA THERMO FISHER.
- Mantenimiento instrumentación colectores de polvo.
- Mantenimiento instrumentación puentes grúa. Kone Cranes
- Mantenimiento instrumentación detector de metales ORETRONIC THERMO FISHER.

3.3.6 Supervisor Eléctrico Instrumentista - Sociedad Minera Cerro Verde.

SELIN S.R.L., Arequipa. Junio 2011 - Junio 2014.

- Supervisar los servicios de mantenimiento eléctrico en las áreas de chancado, primario, chancado secundario, terciario, aglomeradores, Pad4A, sistema de fajas portables y Stacker.
- Planificar y gestionar el mantenimiento de equipos de laboratorio químico hidrometalurgia. Sociedad Minera Cerro Verde.

3.4 Capacitaciones.

SAP Expert User –Plant Management.

SAP S/4 HANA NEXTCH Manejo de nivel usuario de SAP/PM, generación y reporte de órdenes de trabajo.

Auto CAD – Básico – SENSICO.

Manejo de las principales funciones al desarrollar el software.

Programa de Entrenamiento y Selección Planta Concentradora SMCV.

TECSUP.

Introducción al funcionamiento del proceso de plantas concentradoras.

Sistemas SCADA - RSview32 TECSUP.

Manejo de funciones de RSView32.

Instrumentación Digital y Redes Industriales TECSUP.

Conocer las características de estos sistemas, su configuración y programación así como sus aplicaciones en procesos industriales.

Variadores de Velocidad AC-DC. TECSUP.

Introducción y fundamentos motores eléctricos DC y AC, para su control con variadores de velocidad.

Fundamentos de Medición de Control de Variables. TECSUP.

Conocer los conceptos más importantes sobre los dispositivos, sistemas de medición y control industrial.

3.5 Idiomas.

- Ingles Intermedio Centro de idiomas de Universidad Católica de Santa María.
- Ingles Básico Centro de Idiomas Universidad Nacional San Agustín.

CAPITULO IV.

4 MARCO TEORICO

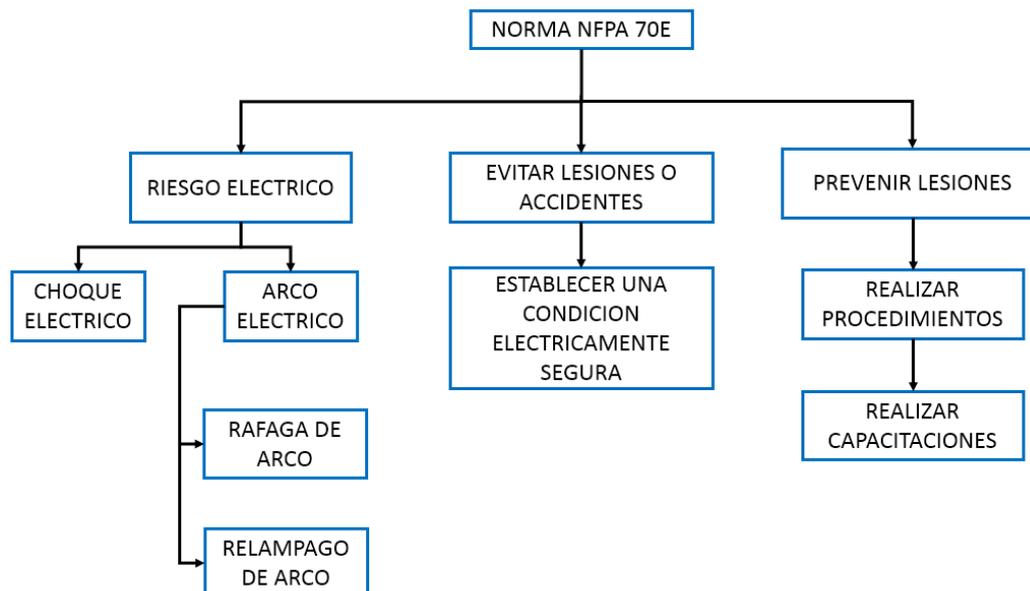
4.1 Seguridad Eléctrica.

En la actualidad el tema de seguridad se ha establecido como uno de los factores primordiales en desarrollo de actividades en todas las organizaciones que establezcan lineamientos de trabajos en seguridad y compromiso con su entorno.

La NFPA 70E, es una norma que establece los requerimientos de seguridad eléctrica en un centro de trabajo. Esta norma se enfoca a proteger a los trabajadores e identifica los requisitos necesarios para lograr un centro de trabajo libre de riesgos eléctricos. (Bussmann, 2005)

Figura 6

Estructura de la Norma NFPA70E.



Nota. Elaboración propia.

El objetivo primordial de la norma NFPA70E, es centrarse en las condiciones que existen, o puedan existir, y en las condiciones anormales donde los trabajadores pueden resultar involucrados al realizar sus actividades laborales que estén expuestos a la energía eléctrica. (Bussmann, 2005)

La norma NFPA 70E, nos brinda una guía de como establecer un procedimientos y requisitos para la seguridad de los trabajadores expuestos a algún tipo de energía eléctrica. de acuerdo a los equipos e instalaciones y lo que requiere la organización.

Tabla 1

Estadísticas de Accidentes Mortales Relacionados con la Energía Eléctrica.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	ACCIDENTES MORTALES
2018	2	1	2	5	1								11	1
2017	5	5	3	2	6	1	3	4	2	8	0	2	41	4
2016	4	3	3	1	6	2	2	3	4	1	2	3	34	1
2015	5	2	7	2	0	2	1	2	2	3	3	0	29	1
2014	6	1	1	1	1	3	7	2	2	0	1	7	32	1
2013	4	6	5	6	1	4	4	4	5	2	4	2	47	3
2012	2	6	8	2	4	2	5	5	3	8	4	4	53	3
2011	4	8	2	5	6	5	4	5	4	5	1	3	52	3
2010	5	13	1	6	5	9	6	4	3	4	4	6	66	4
TOTAL	17	45	32	30	30	28	32	29	25	31	19	27	365	21

Nota. Descripción de accidentes por mes de accidentes eléctricos en el Perú. Reproducida MINEM <http://www.minem.gob.pe/estadistica.php?idSector=1&idEstadistica=12464>

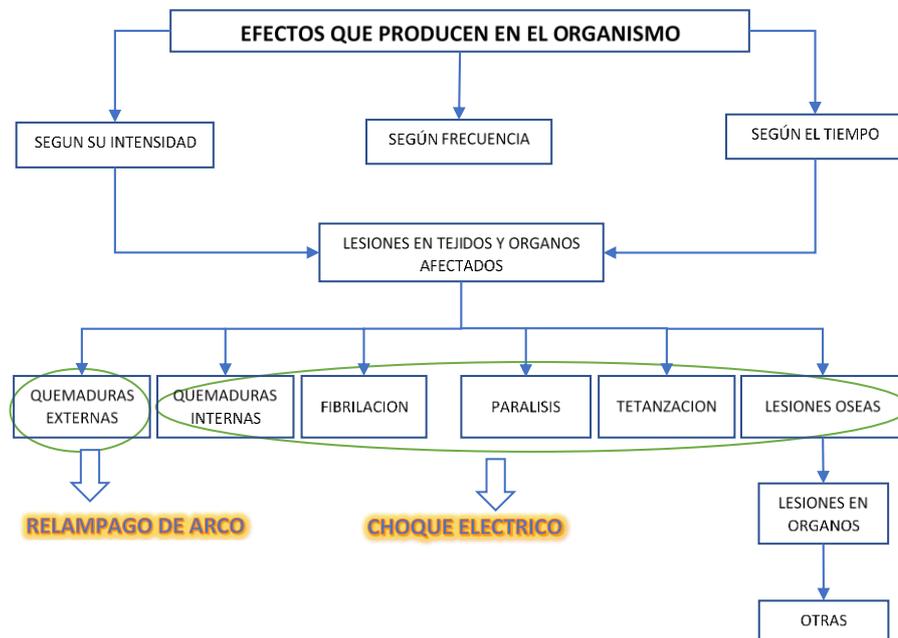
4.1.1 Choque Eléctrico.

El choque eléctrico (también denominado shock eléctrico), es la estimulación física de una intensidad de corriente que fluye a través del cuerpo humano. Una posible fuente de heridas o daños a la salud asociados con el paso de corriente a través del cuerpo a causa del contacto o aproximación de conductores o partes del circuito eléctrico energizado. (NFPA70E, 2018)

Se conoce también choque eléctrico también como el shock eléctrico, corresponde al mismo concepto, es la traducción al idioma inglés.

Figura 7

Cuadro de Lesiones por Contacto de Energía Eléctrica.



Nota. Estudio e Implementación de Estrategia para la Incorporación de Programas de Seguridad. Eléctrica, con Enfoque en Peligros de Relámpago De Arco. César Muñoz Chacón.
https://www.achs.cl/portal/fucyt/Documents/Proyectos/P0121_Mu%C3%B1oz_Informe-Final-Proyecto_060415.pdf

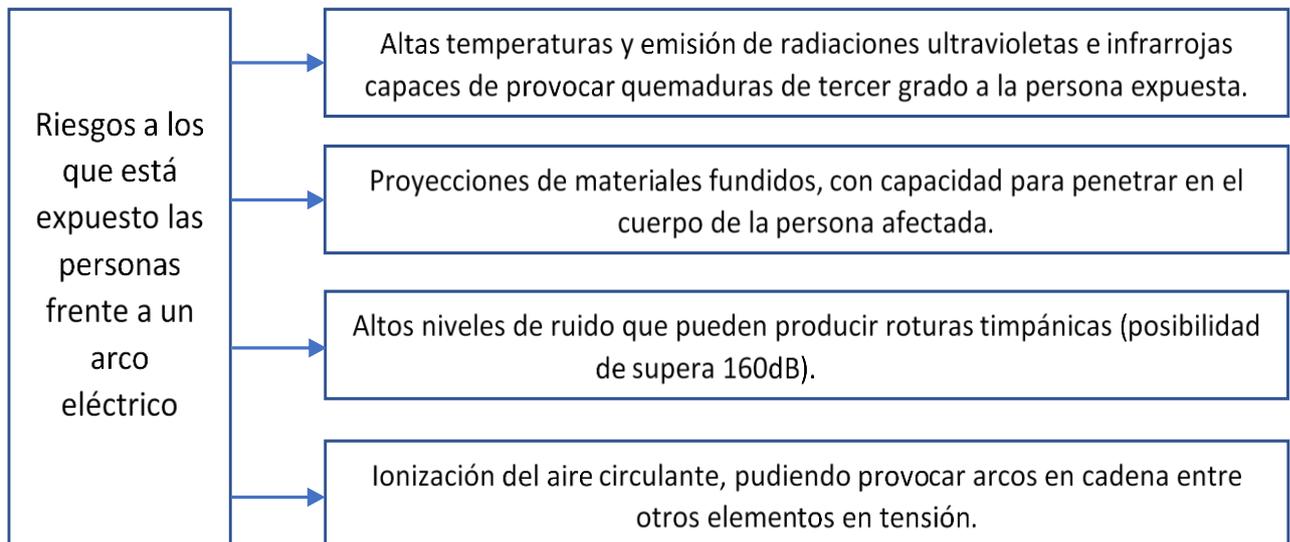
La figura 7 muestra las lesiones y daños a la salud resultantes del choque dependen de la magnitud de la corriente eléctrica, la frecuencia de la fuente de alimentación (por ejemplo, 60 Hz, 50 Hz, en corriente alterna y corriente directa.) y la trayectoria y duración del tiempo de la corriente a través del cuerpo. La reacción fisiológica varía desde la percepción, contracciones musculares, incapacidad para soltar, fibrilación ventricular, quemaduras de tejido y muerte. (NFPA70E, 2018)

4.1.2 Arco Eléctrico.

Una falla por arco eléctrico es que la corriente de falla fluye a través del aire entre dos o más conductores, o entre uno o más conductores y una parte puesta a tierra.

Figura 8

Riesgos Ante un Arco Eléctrico.



Nota. Arcos eléctricos. Un factor de riesgo grave, también en baja tensión, Alfonso Baigorri Gurrea Instituto de Salud Pública y Laboral. Navarra, abril2014.

<http://www.apcotech.com/BLOG/uncategorized/que-es-el-arco-electrico-arc-flash/>

El arco eléctrico tiene asociado un voltaje de arco porque existe una impedancia de arco. El producto de la corriente de falla y el voltaje de arco en un área concentrada, da como resultado una enorme energía liberada de diversas formas. (Bussmann, 2005)

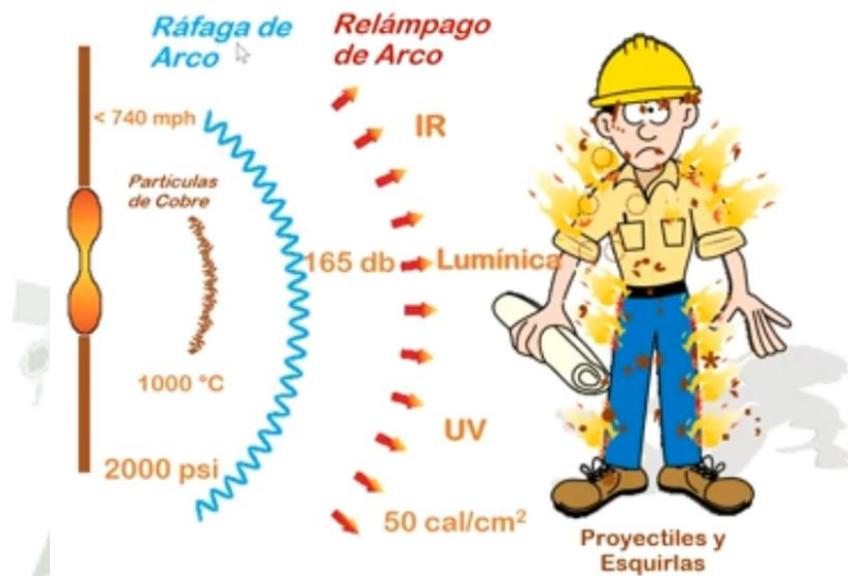
La energía resultante puede estar en forma de calor radiante, luz intensa y grandes presiones. El intenso calor radiante proveniente del arco eléctrico viaja a la velocidad de la luz. Las terminales del arco pueden alcanzar temperaturas de 35,000 °F, es decir, cuatro veces más caliente que la superficie del Sol. (Bussmann, 2005)

El calor que desprende un arco eléctrico expresado en calorías por cm², 1 cal/cm equivale a exponer el dedo a la llama de un mechero durante un segundo, siendo la energía de tan solo 1,2 cal/cm provoca quemaduras de segundo grado en la piel humana.

La ropa de trabajo ordinaria (no ignífuga) quema energía a partir de 2 calorías. La radiación térmica puede alcanzar los 19.000°C.

Figura 9

Energías presentes en un evento de arco eléctrico.



Nota. Estudio e Implementación de Estrategia para la Incorporación de Programas de Seguridad Eléctrica, con Enfoque en Peligros de Relámpago De Arco. César Muñoz Chacón.

4.1.2.1 Ráfaga de Arco (Arc Blast).

Es el primer evento de tremendas temperaturas de un arco, causan la expansión explosiva tanto del aire circundante como del metal dentro de la trayectoria del arco. Por ejemplo, el cobre se expande 67,000 veces al pasar de estado sólido a vapor. El peligro de esta expansión incluye altas presiones, ruido muy fuerte y esquirlas. Las altas presiones pueden fácilmente exceder de cientos o aún miles de libras por pie cuadrado, lanzando a los trabajadores fuera de las escaleras, rompiendo tímpanos y colapsando pulmones. Los sonidos asociados con esas presiones pueden exceder 160 dB. Finalmente, materiales y metal derretido son lanzados por el arco a velocidades que exceden de 1120 km/h (700 mph), lo suficientemente veloz como para que los proyectiles (o esquirlas) penetren completamente el cuerpo humano. (NFPA70E, 2018, pág. 91)

4.1.2.2 Relámpago de Arco (Arc Flash).

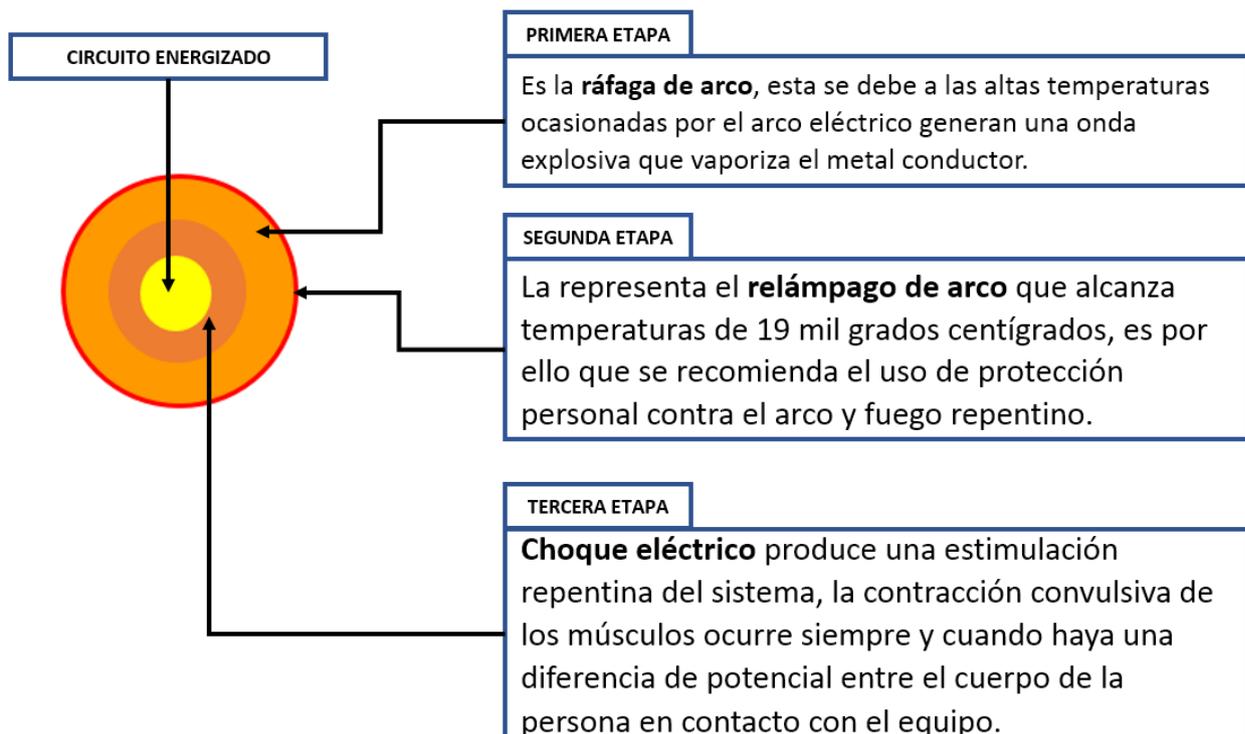
Es el segundo evento que sucede, a la velocidad de la luz y genera lesiones por quemaduras debido a la radiación de energía infrarroja.

El relámpago de arco o Arc Flash es una gran cantidad de energía incidente derivada de un cortocircuito, lo que implica una liberación violenta de metal fundido y/o fragmentos a muy altas temperaturas, un nivel de ruido por encima de decibeles permitidos y altas presiones. (Chacon, 2014)

La temperatura a la que está expuesta una persona por un relámpago de arco eléctrico, puede situarse en el rango de 2.000° C a 20.000° C.

Figura 10

Etapas de Arco Eléctrico en un Circuito Energizado.



Nota. Arco Eléctrico Adriana Moncada Moreno, Universidad Uniminuto Administración en salud ocupacional Elaboración propia. <https://es.calameo.com/read/005289371850dfc703a7e>

4.2 Establecer una condición eléctricamente segura.

La NFPA70E establece y verifica la condición de trabajo eléctricamente segura que debe incluir todos los pasos siguientes que se deben realizar en el orden presentado siempre que sea factible.

1. Identifique todas las fuentes de alimentación posibles para un dispositivo en particular. Consulte los últimos planos, diagramas y etiquetas de identificación aplicables.
sus.
2. Abra el dispositivo de desconexión para cada fuente después de desconectar correctamente la corriente de carga
3. Si es posible, verifique visualmente que todas las cuchillas del seccionador estén completamente abiertas o que los interruptores automáticos de los cajones estén en la posición completamente desconectada.
4. Libera energía eléctrica almacenada.
5. Libera o bloquea la energía mecánica almacenada.
6. Instale dispositivos de bloqueo de acuerdo con los requisitos del proceso establecidos y documentados.
7. Con un probador portátil debidamente calibrado, pruebe cada conductor de fase o sección del circuito para asegurarse de que no haya energía. Pruebe cada conductor de fase o parte de los circuitos de fase a fase y de fase a tierra. Antes y después de cada prueba, pruebe con una fuente de voltaje conocida para garantizar el funcionamiento adecuado del dispositivo de prueba.

(NFPA70E, 2018). Pasos para establecer una condición eléctricamente segura.

Revisar el anexo 1, Aplicar procedimiento para establecer una condición eléctricamente segura.

4.3 Realizar procedimientos y capacitaciones.

4.3.1 Procedimientos del programa de seguridad eléctrica.

Todo trabajo eléctrico debe planearse antes de iniciarse; el trabajo debe realizarse bajo los procedimientos aprobados que cumplan con las formas de trabajo seguras. Los trabajos que son realizados frecuentemente deben contar con un procedimiento escrito, el cual es puesto en práctica cada vez que se realiza el trabajo.

Los procedimientos escritos deben incluir una descripción paso a paso del trabajo a realizar y un diagrama unifilar de la instalación eléctrica o los planos que puedan ser necesarios en la planeación del trabajo. Los procedimientos para el trabajo desarrollado deberán revisarse con los responsables correspondiente, los procedimientos incluyen:

- Propósito del trabajo.
- Número de trabajadores y nivel de calificación requerida.
- Naturaleza del riesgo y duración del trabajo a realizar.
- Límites permitidos de aproximación para choque eléctrico y límites permitidos de aproximación para destello.
- Formas de trabajo seguras que serán aplicadas.
- Equipo de protección personal necesario.
- Herramientas y materiales de aislamiento necesarios.
- Medidas de precaución especiales.
- Diagramas eléctricos y diagramas unifilares.
- Especificaciones del equipo.
- Notas de características especiales.
- Información de referencia

(NFPA70E, 2018). Características y especificaciones de procedimientos de trabajo.

4.3.2 Capacitación de procedimiento de LOTOTO.

Como parte de las capacitaciones desarrollaremos el análisis de cómo se realiza el procedimiento de bloqueo, también conocido como LOTOTO que se forma usando los términos de inglés Lock Out, Tag Out, Try Out. (bloquear, etiquetar y verificar).

Se realizará una definición de las personas involucradas, y cuáles son las etapas del proceso de LOTOTO. En casi todas las organizaciones es requisito primordial que el personal lleve este curso y aprobarlo para poder ingresar a las instalaciones.

Personal involucrado:

- Empleado calificado.
- Empleado afectado.
- Empleado autorizado.
- Auditor de bloqueo.

Componentes de proceso de LOTOTO:

- Dispositivo de aislamiento.
- Dispositivo de bloqueo.
- Tarjeta de bloqueo.
- Tarjeta de auditoria.
- Candados personales.

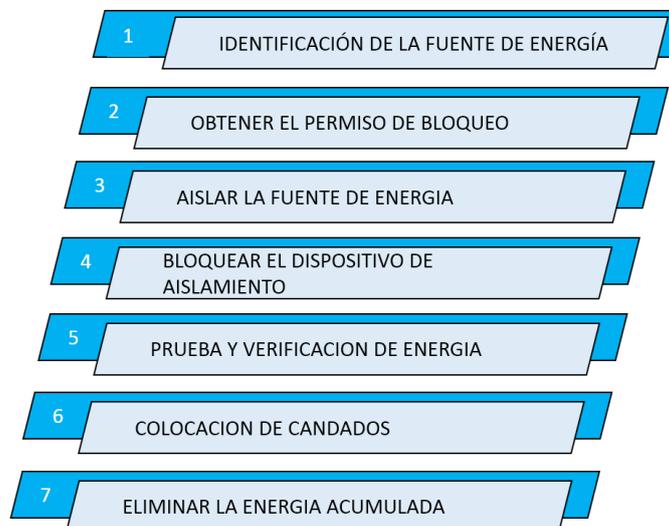
4.3.2.1 Secuencia de pasos para aplicar el procedimiento LOTOTO.

La planificación es importante para poder desarrollar adecuadamente el procedimiento de LOTOTO, la secuencia de pasos se desarrollará una vez conocido al personal involucrado y los componentes a utilizar el proceso de bloqueo.

La secuencia de pasos se revisará y se hará un seguimiento durante todo el tiempo que se aplique el procedimiento, con todo los involucrados en el desarrollo de cualquier tipo de actividad, que corresponda al equipo intervenido, parte eléctrica, parte mecánica, etc.

Figura 11

Secuencia de Procedimiento de LOTOTO.



Nota. Elaboración propia.

Figura 12

Componentes de Procedimiento de LOTOTO.



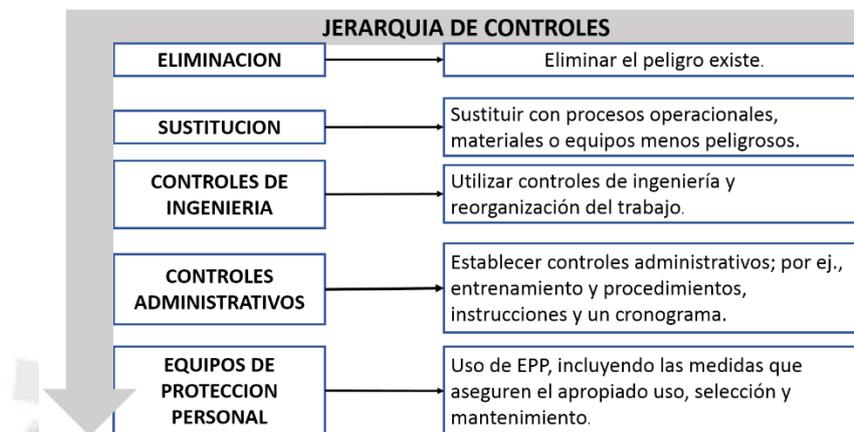
Nota. <https://accesst.com.mx/conoces-el-estandar-de-bloqueo-lototo/>

4.4 Jerarquía de controles.

Los procedimientos de evaluación de riesgos deben requerir que los métodos de control preventivo y de protección contra el riesgo sean implementados de acuerdo a lo que indica la figura 13.

Figura 13

Jerarquía de los Métodos de Control de Riesgo.



Nota. Elaboración propia.

Para la elaboración de los procedimientos tenemos que seguir los métodos de control de riesgo de jerarquía de controles, por medio de estándares, leyes, normas y procedimientos ya establecidos que nos permitan adecuarlos a nuestros procedimientos.

4.4.1 Estándares y normativas para elaboración de procedimientos.

NFPA70E Norma para la Seguridad Eléctrica en el Centro de Trabajo.

NFPA70B Práctica Recomendada para el Mantenimiento de Equipos Eléctricos

NEC Código nacional de electricidad.

OSHAS *Administración de Seguridad y Salud Ocupacional.*

1910.137 Equipos de Protección Personal.

1910.147 Control de Energía Peligrosa.

1926.400-449 Requisitos de Seguridad Eléctrica.

NESC (IEEE) Código Nacional de Seguridad Eléctrica es un estándar ANSI publicado por IEEE.

UL Underwriters Laboratories.

ASTM American Society for Testing and Materials.

4.5 Equipo de protección personal (EPP).

El uso de los equipos de protección personal apropiados se da cuando otros controles no sean posibles de aplicar. Otro aspecto importante es identificar cuando el personal está al frente de un trabajo específico y/o trabajos de altos riesgos que requieren de un tipo de EPP específico para poder realizar, como complemento al análisis de jerarquía de controles.

Existen equipos que ya especifican que tipo de EPP, específico se debe utilizar de acuerdo a las actividades relacionadas al equipo y al entorno.

Para el caso de trabajos eléctrico se realiza una selección de elementos de seguridad acuerdo al tipo de actividades y niveles de tensión a los que estemos expuestos. La selección de EPP se basa en los niveles de Cal/cm².

Figura 14

Rotulado de Equipos Identificación de Riesgo y EPP.



Nota. <https://radthink.com.mx/arc-flash-definicion-de-categorias-de-riesgo-y-epp-requerido/>

Es de vital importancia que todo el personal que realice trabajos en o con energía eléctrica, reconozca e identifique las representaciones gráficas, que nos indiquen a los peligros y riesgos a los que estamos expuestos, y nos brindaran la información de que tipo de equipo de protección personal debemos de utilizar para realizar para realizar cualquier tipo de actividad.

Tabla 2

Categoría de Riesgo HCR, Según NFPA 70E.

Energía Incidente calculada (Cal/cm ²)	HRC (Categoría de peligro y riesgo)	N° de capas	Sistema Típicos de Vestimenta Protectora	Peso Total (oz/yd ²)	Minimizar Valor ATPV EPP(Cal/cm ²)
0 - 2	0	0	Algodón no tratado	4.5 - 7	N/A
2 - 4	1	1	Camisa FR y pantalones FR	4.5 - 8	5
4 - 8	2	2	Ropa interior de algodón +camisa FR y pantalón FR	9 - 12	8
8 - 25	3	3	Ropa interior de algodón +camisa FR y pantalón FR y chaqueta FR (u overol)	16 - 20	25
25 - 40	4	4	Ropa interior de algodón +camisa FR y pantalón FR- chaqueta pantalones de doble capa	24 - 30	40

Nota. Estudio e Implementación de Estrategia para la Incorporación de Programas de Seguridad Eléctrica, con Enfoque en Peligros de Relámpago De Arco. César Muñoz Chacón.

Las categorías de peligro/riesgo (Hazard Risk Category, **HCR** por sus siglas en inglés) refiere a las categorías de EPP a utilizar y están clasificadas en 4 categorías de acuerdo al potencial de energía(cal/cm²).

Representación de los diferentes equipos de protección personal según la categoría de peligro riesgo.

4.5.1 Protección para el cuerpo.

El personal deberá conocer e identificar los niveles de tensión a los que estará expuesto, y realizará la elección de ropa adecuada para cumplir los requerimientos de nivel de tensión.

Figura 15

Equipo de Protección Personal de Acuerdo a Categoría de Peligro Riesgo.



Nota. Tipo de indumentaria a utilizar de acuerdo a un análisis de arco. <https://radthink.com.mx/arc-flash-definicion-de-categorias-de-riesgo-y-epp-requerido/>

4.5.2 Protección para la cabeza, cara y cuello.

La careta facial contra arco eléctrico debe cumplir con los requerimientos de ASTM F2178, normativa ANSI Z89.1 corresponde a la protección a la cabeza, La Norma establece Tipos y clases de cascos de seguridad para facilitar a los empleadores la opción adecuada contra cada tipo de riesgos en los lugares de trabajo. (Honeywell, 2013)

ANSI Z87.1 establece los criterios de desempeño y los requisitos de evaluación para los instrumentos usados para proteger los ojos y el rostro de lesiones causadas por impactos, radiación no ionizante y exposición a químicos en los lugares de trabajo y escuelas. (Honeywell, 2013)

Es de vital importancia el uso de la protección de la cabeza cara y cuello, ya que es la segunda o primera parte de nuestro cuerpo expuesta a arco, aparte de nuestras manos y brazos,

Existen algunas consideras importante como no usar accesorios metálicos (aretes anillos) ropa sintética, debajo de equipo de protección personal correspondiente.

Figura 16

Careta Facial Faceshield para Trabajos con Tensión.



Uso correcto de EPP



Conservación y mantenimiento de EPP

Nota. https://sps.honeywell.com/content/dam/his-sandbox/marketing/electrical-safety/documents/SY_literature-library_salisbury-catalog-spanish-web.pdf

Se incluyen todas las configuraciones de protección, incluidas las gafas (neutras y oftálmicas), gafas, visor, casco de soldadura y máscara facial completa.

Riesgos mecánicos:

- La proyección de partículas puede ser dañina para los ojos.
- Salpicaduras de metales fundidos y sólidos calientes.
- Cortocircuito de energía de arco.

Riesgos de origen físico.

- Exposición a radiación óptica (IR, UV, solar).

4.5.3 Protección para las manos.

Los guantes aislantes tienen que ser utilizados por personal debidamente preparado en el cumplimiento de los métodos de trabajo del empleador y en las reglas aplicables para cada rango de voltaje y aplicación. El siguiente cuadro tiene el voltaje nominal de los guantes aislantes de goma y las etiquetas según las reglas ASTM. (HUBBELL, 2013)

Las consideraciones de los protectores de cuero deben cumplir la especificación ASTM F696 y siempre deben usarse sobre los guantes de goma aislantes para evitar daños mecánicos a éstos, excepto en las condiciones detalladas en la norma ASTM F496. El protector debe ser del tamaño y forma adecuados para evitar deformaciones o daños a los guantes de goma aislantes. (HUBBELL, 2013)

Figura 17

Categoría de Guantes Dieléctricos.

00* *Solo guantes	500 / 750	2500 / 10.000	 Castaño claro
0	1000 / 1500	5000 / 20.000	 Rojo
1	7500 / 11.250	10.000 / 40.000	 Blanco
2	17.000 / 25.500	20.000 / 50.000	 Amarillo
3	26.500 / 39.750	30.000 / 60.000	 Verde
4	36.000 / 54.000	40.000 / 70.000	 Naranja

NOTA. Categoría de guantes de acuerdo al nivel de voltaje representado por colores

<https://hubbellcdn.com/catalogfull/2650Spanish.pdf>

Se debe considerar de vital importancia el uso y cuidado de estos equipos por el tema de exposición a superficies en las que se desarrolla las actividades eléctricas.

Además de conocer cada cuanto tiempo se realiza las pruebas, para verificar sus propiedades aislantes, en un laboratorio o como podemos hacerlo uno mismos con los conocimientos específicos indicados por los fabricantes.

Es importante conocer la fecha de caducidad y cada cuanto se debe realizar sus revisiones periódicas. Esta información corresponde a los diferentes fabricantes, los cuales recomienda que se hayan revisado cada 6 meses.

Por ejemplo: los guantes de tipo o clase 00 se les hará una inspección visual y de fuga de aire.

Para las siguientes clases se realizará una prueba de ensayo dieléctrico.

Figura 18

Guante Aislantes y Guantes de Protección.



NOTA. Categoría de guantes de acuerdo al nivel de voltaje representado por colores, https://safety.honeywell.com/content/dam/his-sandbox/marketing/electrical-safety/documents/SY_literature-library_salisbury-catalog-spanish-web.pdf

Las consideraciones de los protectores de cuero deben cumplir la especificación ASTM F696 y siempre deben usarse sobre los guantes de goma aislantes para evitar daños mecánicos a éstos, excepto en las condiciones detalladas en la norma ASTM F496. El protector debe ser del tamaño y forma adecuados para evitar deformaciones o daños a los guantes de goma aislantes. (HUBBELL, 2013)

4.5.4 Protección para pies.

El calzado dieléctrico se compone principalmente de botas aislantes que ofrecen mayor protección contra las descargas eléctricas, pueden resistir voltajes de hasta 35 kV en la suela y 20 kV en la bota completa. Así pues, el calzado dieléctrico proporciona protección a los pies del usuario minimizando el riesgo eléctrico. Varios fabricantes de calzado dieléctrico se basan en las normas ASTM estándar F2412-11 y F2413-11, anteriormente ANSI Z41-1999. (Honeywell, 2013)

Figura 19

Tipos de Botas Dieléctricas.



NOTA. https://sps.honeywell.com/content/dam/his-sandbox/marketing/electrical-safety/documents/SY_literature-library_salisbury-catalog-spanish-web.pdf

4.6 Instrumentación Industrial.

La instrumentación industrial como definición, es la técnica que se encarga de medir, transmitir y/o regular de forma automática un proceso o sistema, aquellas magnitudes físicas y químicas cuyo conocimiento es importante para el funcionamiento del proceso, en términos de calidad y seguridad, ya que, para automatizar un proceso, es necesario disponer de información sobre su estado en forma precisa y confiable.

Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de las magnitudes del proceso, ejemplo: presión, temperatura, caudal, nivel, flujo y demás variables. (KUPHALDT, 2022)

4.6.1 Documentos de instrumentación.**4.6.1.1 Diagramas de flujo de procesos. (PFD)**

Un Diagrama de Flujo de Proceso, o PFD, este diagrama muestra las principales interconexiones de los recipientes y equipos de proceso, pero omite detalles tales como líneas de señal de instrumentos e instrumentos auxiliares (KUPHALDT, 2022).

4.6.1.2 Diagramas de procesos e instrumentos. (PID)

Se denomina diagrama P&ID (Piping and instrumentación Diagram) o Diagrama de instrumentación y canalizaciones de la planta, al esquema donde se registra toda la instrumentación sobre un diagrama de flujo de proceso. Permiten asociar a cada elemento de medición y/o control un código al que comúnmente se denomina “tag” del instrumento. (SIERRA, 2011)

La nomenclatura y símbolo que es utilizado en los diagramas de instrumentación se desarrollan en distintos estándares. La norma más utilizada en todo el mundo es la publicada por ISA (Instrument Society of América), específicamente la S5.1.

4.6.1.3 Diagramas de bucle.

Los diagramas de bucle están bastante restringidos en su diseño según el estándar ISA 5.1. Campo los instrumentos siempre se colocan en el lado izquierdo, mientras que los instrumentos del panel de control o de la sala de control debe estar ubicado en el lado derecho. (KUPHALDT, 2022)

4.6.1.4 Diagramas de lazo.

El diagrama de lazo de instrumentación es una representación compuesta de información del lazo. Contiene todo lo asociado a conexiones eléctricas y tuberías y puede contener toda la información necesaria para proveer los usos proyectados. Clasificado bajo estos requisitos mínimos y estableciendo algunos opcionales que pueden usarse para ajustarse a los usos deseados. (KUPHALDT, 2022)

4.6.1.5 Diagramas funcionales.

Una forma única de diagrama técnico para describir las funciones abstractas que componen un sistema de control. (por ejemplo, controladores PID, limitadores de velocidad, cargadores manuales) es un diagrama funcional. Esta forma de documento encuentra una amplia aplicación en la industria de generación de energía para documentar estrategias de control funcional. (KUPHALDT, 2022)

Los diagramas se enfocan en el flujo de información dentro de un sistema de control en lugar de en las tuberías del proceso o interconexiones de instrumentos (alambres, tubos, etc.).

4.6.2 Símbolos de instrumentos y equipos de proceso.

- Conexiones de instrumentos.
- Tuberías y accesorios de tubería.
- Racores de tubo y tubo.
- Señalización eléctrica y cableado de control.
- Redes industriales.
- Fibra óptica.

4.6.3 Normas instrumentación aplicables.

ISA International Society of Automation.

- ANSI/ISA 5.1 Identificación de elementos y símbolos de instrumentación.
- ANSI/ISA 5.2 Operadores lógicos programables.
- ANSI/ISA 5.3 Símbolos para control distribuido, sistemas lógicos.
- ANSI/ISA 5.4 Diagramas de lazo de instrumentación.
- ANSI/ISA 5.5 Símbolos gráficos para la visualización de proceso.

IEEE (Instrumentation & Measurement)

ASTM American Society for Testing Materials (Código A-53, A31, A356.A-992)

4.7 Supervisión y control.

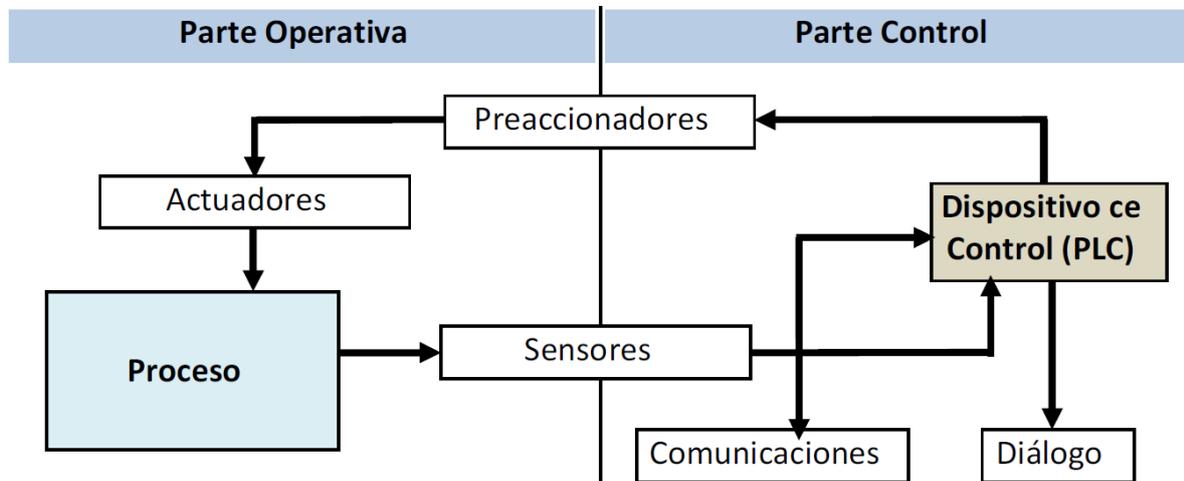
4.7.1 Integración de sistema de control.

La integración de sistemas de control nos permite integrar los diferentes componentes de un control de proceso.

El control de procesos se encarga de funciones específicas la medición de variables, el análisis de las variables que determinaran el correcto funcionamiento de un proceso, como parte de control de proceso nos permite realizar la supervisión para la toma de decisiones y la ejecución de acciones de control tener el control absoluto del proceso.

Figura 20

Estructura de Control de Proceso.



Nota. Elaboración Propia.

La supervisión y control de procesos productivos, hace uso de la tecnología y nos brinda dos importantes herramientas.

- Sistema de control distribuido (DCS).
- Supervisión control y adquisición de datos (SCADA).

Ambas herramientas forman parte imprescindible de un proceso de producción, la integración de un sistema de control de cual herramienta nos brinde las mejores prestaciones de acuerdo al diseño, ejecución y puesta en marcha de proceso de producción.

4.7.2 Introducción de un sistema SCADA.

SCADA es un acrónimo de “Supervisory Control and Data Adquisition” o “Adquisición de Datos y Control Supervisión”. Se denomina así a cualquier herramienta de software que permita el acceso a datos en forma remota de un proceso y permite, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control de dicho proceso. (TECSUP)

No se trata de un sistema de control, sino de una herramienta de software para monitoreo o supervisión, que realiza la tarea de interface entre los niveles de control de un controlador lógico programable.

Dentro de las funciones de un sistema SCADA tenemos:

- Adquisición de datos, recolección, procesamiento y almacenar información.
- Supervisión, permite observar desde una pantalla la ejecución tareas.
- Control, modificar la ejecución del proceso.

4.7.2.1 Arquitectura de un sistema SCADA.

La evolución de la automatización y de todos los sistemas informáticos han permitido la implementación de desarrollo de sistema autónomos en todos los niveles.

El usuario, mediante herramientas de visualización y control, tiene acceso al sistema de control de proceso, generalmente un ordenador donde reside la aplicación de control y supervisión (Sistemas SCADA , 2007).

De esta manera, el sistema queda dividido en dos bloques principales:

- Software de adquisición de datos y control (SCADA).
- Sistema de adquisición y mando (sensores y actuadores).
- Sistema de interconexión (comunicaciones)

(TECSUP). Bloques principales de un sistema SCADA.

Un sistema Scada es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción que proporciona comunicación entre los dispositivos de campo, llamados también RTU (Remote Terminal Units o Unidades Remotas), donde se pueden encontrar elementos tales como controladores autónomos o autómatas programables, y un centro de control o Unidad Central (MTU, Master Terminal Unit), donde se controla el proceso de forma automática desde la pantalla de uno o varios ordenadores. (Sistemas SCADA , 2007)

Figura 21

Arquitectura de un sistema SCADA.

HARDWARE	
Interfase hombre maquina(HMI)	Representa los sistema de control en una presentación grafica y simplificada.
Unidad Remota Terminal(RTU)	Recopilan datos de los elementos de campo y trasmitir a la unidad central.
Unidad Remota Maestra(MTU)	Centraliza el mando del sistema, es el centro de control se realiza la recopilación y archivado de datos.
Controlador Lógico Programable(PLC)	Desarrollo y ejecución de los programas.
Sistema de Comunicación	Intercambio de información entre servidores y clientes se basa en la relación productos consumidor.
SOFTWARE	
Comunicación entre aplicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Ciente OPC (OPC client): Es un aplicación que solo utiliza datos. • Ciente OPC (OPC server):Es un aplicación que realiza la recopilación de datos de los diversos elementos de campo de un sistema automatizado.
Almacenamiento de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Archivos. • Base de datos. • Base de relacionales. • Base de datos industriales.

Nota. Elaboración Propia.

4.7.3 Introducción al sistema de control distribuido.

Para la integración de un sistema complejo se requiere de un Sistema de Control Distribuido también conocido como DCS (Distributed Control System) por sus siglas en ingles.

Es un sistema de control aplicado, a un proceso o cualquier tipo de sistema dinámico, en el que los elementos del tratamiento no son centralizados en un solo sistema, sino que se distribuyen a lo largo de todo el sistema con cada componente o sub sistema controlado por una o más controladores. (Moscoso, 2018)

4.7.3.1 Arquitectura de un sistema control distribuido.

Dentro de la arquitectura nos presenta las estaciones de trabajo, el cual contiene un procesador para implementar todas las funciones de control requeridas, con módulos de entrada y salida (I/O) para convertir las señales analógicas a digitales o viceversa (Faryle, 2018).

Figura 22

Arquitectura de Sistema de Control Distribuido.



Nota. Elaboración Propia.

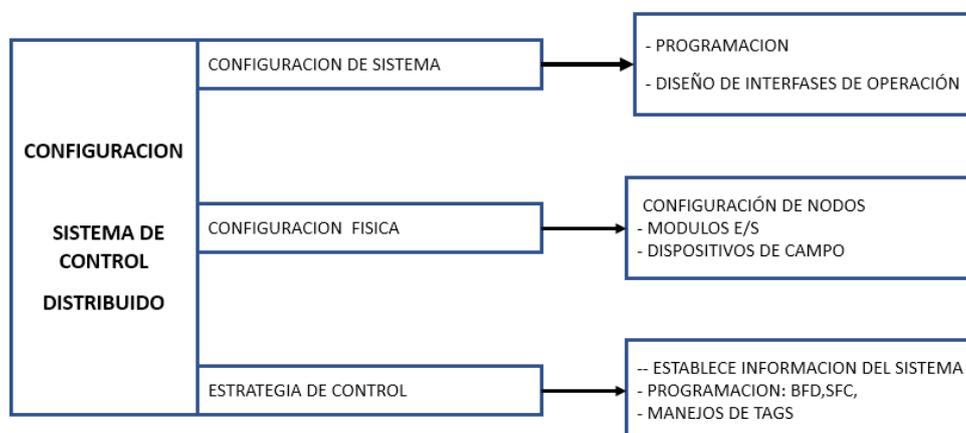
La redundancia de procesadores, redundancia de cables de red, e incluso redundancia de tarjetas I/O y módulos de entrada y salida es implementada para prevenir la falla en algún componente.

4.7.3.2 Configuración de un sistema control distribuido.

La configuración se realizará de acuerdo al sistema que se va implementar, las condiciones de uso y operatividad que requiere el proceso.

Figura 23

Configuración de Sistema de Control Distribuido.



Nota. Elaboración Propia.

4.7.3.3 Tareas y funciones de sistema control distribuido.

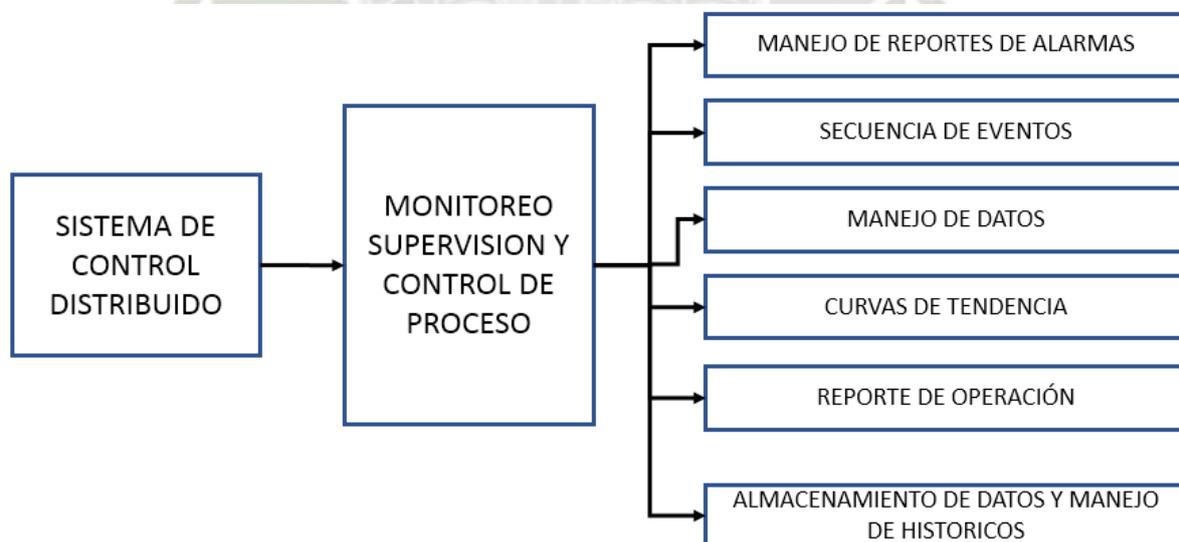
Estarán establecidas de acuerdo a los requerimientos del usuario, tanto en las estaciones de operación y estaciones de ingeniería.

En algunos casos se presentará que hay sistemas controlados a través de PLC, con sus características propias de programación y su sistema de puesta en marcha, se debe tener en cuenta que los controles de seguridad y enclavamientos serán solo monitoreados y activados por el sistema de control distribuido, que sean autorizados por el propio sistema en este caso el PLC.

Por lo que, para circuitos o sistemas propios con PLC, el PLC es el responsable de las acciones de control y seguridad mas no el sistema de control distribuido.

Figura 24

Tareas y Funciones de Sistema de Control Distribuido.



Nota. Elaboración Propia.

4.8 Sistema DCS System 800XA.

El DCS de la marca ABB, es el System 800xA, Es un sistema que nos permite monitorizar y controlar procesos industriales.

Para la implementación y desarrollo de System 800xA, se requiere de funciones específicas necesarias para el control y supervisión del proceso.

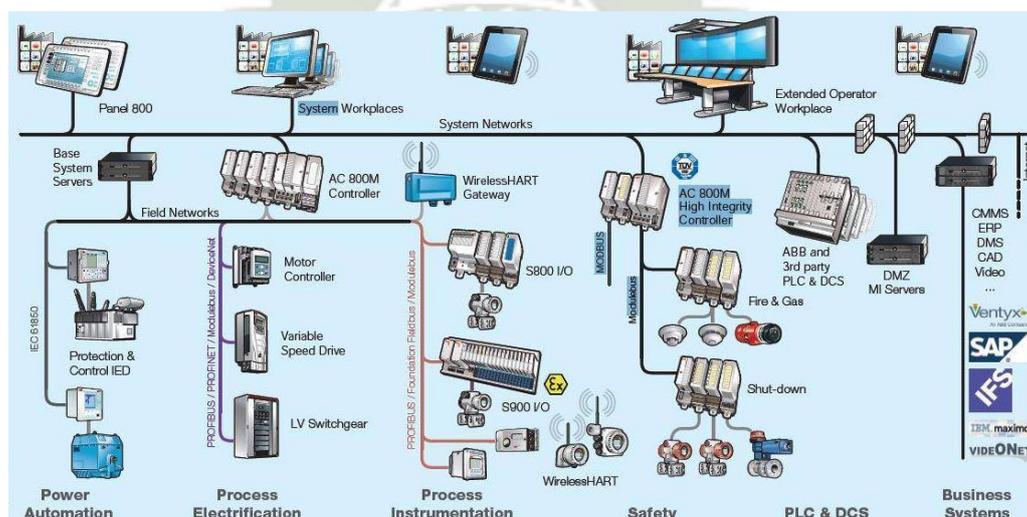
Para la ejecución e implantación del System 800xA, se presenta las principales características a desarrollar.

4.8.1 Arquitectura de System 800XA.

El System 800xA representa un entorno único de trabajo, proyecto y gestión de la información con un mayor horizonte de automatización. Con un amplio el alcance de un sistema de control distribuido, incorporando control de procesos, gestión de producción, seguridad, lógica discreta y control de secuencia, control avanzado, gestión de información, instrumentación inteligente, accionamientos inteligentes y centros de control de motores, gestión de recursos y capacidad de manejo de documentación en un entorno de una sola base de datos. (Thoralf, 2017)

Figura 25

Arquitectura de System 800xa.



Nota. Publicación ABB el poder de la integración.

https://library.e.abb.com/public/3db1acb7c18f5f6fc1257a98006dfae7/34-39%201m215_ES_72dpi.pdf

4.8.2 Funciones de System 800xA.

Las funciones se realizan mediante el uso de un único entorno operativo basado en Microsoft Windows que permite la presentación de información contextualizada a la persona adecuada en el formato correcto desde cualquier punto dentro del sistema (Thoralf, 2017).

Figura 26

Funciones de System 800xA.

ESTACIONES DE TRABAJO	CONTROLADOR	COMUNICACIÓN
Estación de Ingeniería Estación de Operaciones Gestión de Lotes Gestión de Producción Gestión de Información Gestión de Activos	Control y manejo de E/S	Gestión de Dispositivos y buses de campos

Nota. Elaboración Propia.

4.8.3 Concepto Aspect y Object.

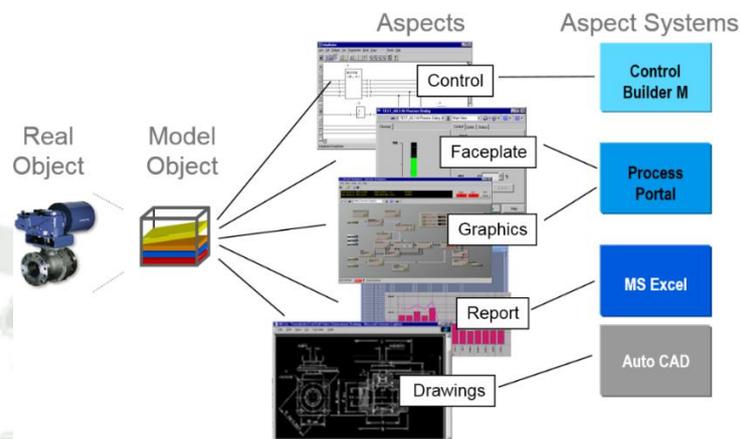
En la actualidad los procesos industriales, están constituidas por diferentes componentes mecánicos eléctricos, tales como tuberías, tanques, válvulas, motores, etc.

En el sistema Aspect Object, estos componentes u objetos se integran en el sistema de control, dicho objeto modelado se denomina Aspect Object; puede ser con características básicas o de lo contrario de acuerdo al objeto tener características del más alto nivel que requiera el proceso.

Existen diversos tipos de información conectados a cada objeto. Estos tipos de información se denominan Aspectos en la solución Aspect Object. Por ejemplo, una válvula podría tener un dibujo mecánico, una ventana de operación (para controlarla), una representación gráfica en un display, etc. Los Aspect Object poseen varios aspectos predeterminados, tales como su nombre. (ABB, 2016)

Figura 27

Característica de Aspect Object.



Nota. Operaciones del sistema 800xA

https://library.e.abb.com/public/296096e8aa564933b66c9771c6c17c95/3BSE036904-600_B_es_System_800xA_Operations_6.0.pdf

4.8.4 Topología System 800xA.

El Sistema SYSTEM 800xA, está constituido con computadoras y dispositivos que se comunican a través de diferentes tipos de redes de comunicación.

4.8.4.1 Domain server.

Los sistemas pequeños pueden funcionar sin un controlador de dominio. En este caso, los nodos y los usuarios son manejados por un grupo de trabajo de Windows. La configuración de los usuarios y la seguridad se debe realizar en todos los nodos por separado dentro del grupo de trabajo.

El manejo de usuarios en un dominio de Windows se realiza desde una ubicación central: el servidor de dominio. Cada dominio debe tener al menos un servidor de dominio, pero para mayor resistencia, un dominio debe tener varios servidores de dominio.

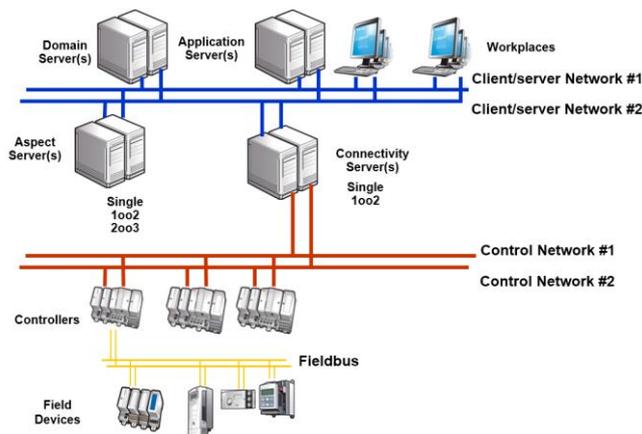
4.8.4.2 Aspect Server.

Es el corazón del sistema 800xA. Como tal, debe ser accesible para todos los nodos todo el tiempo. En sistemas de sistemas pequeños, Aspect Server se puede

combinar con otras funciones, como servidores de aplicaciones o de conectividad en un solo nodo (computadora).

Figura 28

Integración de Topología System 800xA.



Nota. System 800xA training- Architecture.

4.8.4.3 Connectivity Server.

El servidor de conectividad proporciona acceso a los controladores y otras fuentes de datos en toda la red. El servidor de conectividad AC 800M es uno de los muchos tipos diferentes de servidores de conectividad en el sistema 800xA.

4.8.4.4 Application server

El Application Server es el servidor de aplicaciones y una de sus funciones es la de ejecutar varios tipos de aplicaciones del sistema, como:

- Gestión de lote.
- Optimización de activos.
- Gestión de la información.

4.9 Controlador AC800M.

El controlador forma parte los equipos montados sobre un riel din básicamente está formado por módulo de CPU, módulo de comunicación, módulo de fuente de alimentación y adicionar lo módulo de entradas y salidas análogas o digitales

El hardware del controlador consta de:

4.9.1 Unidad Central de Procesamiento.

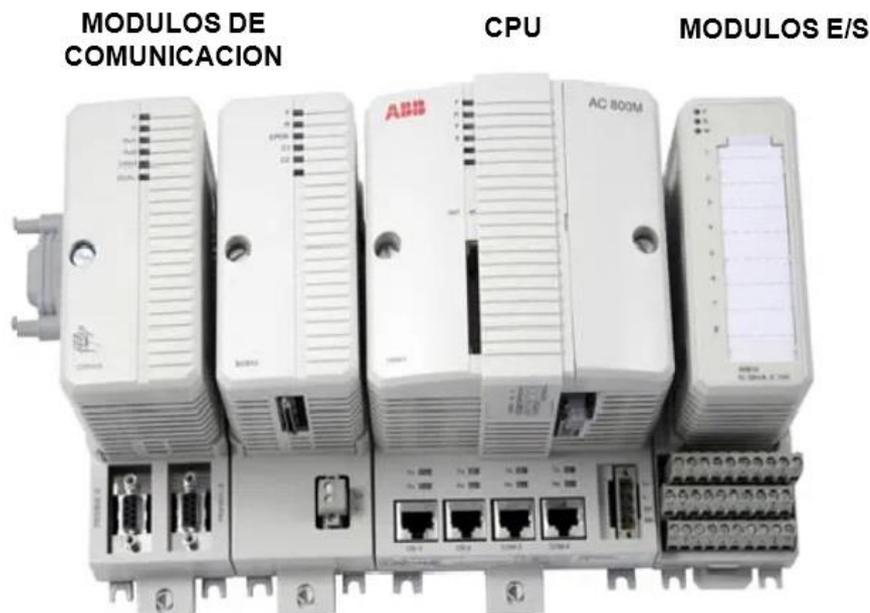
La unidad central de procesamiento está formada por un microprocesador, y la memoria RAM, todos los controladores presentan el interfaz de comunicación con los diferentes módulos.

Para la configuración del controlador se utiliza el software control builder M en donde podemos realizar:

- Ingreso de la lista de señales de la aplicación.
- Programación de la lógica de control.
- Establecer las variables en los canales físicos.
- Descarga de la aplicación al programador.
- Interactuar con las señales de la aplicación.

Figura 29

Controlado AC 800M.



Nota. AC 800MController Hardware.

4.9.2 Interfase de comunicación.

Los módulos permiten la comunicación, en los diferentes niveles de jerarquía de automatización, cumpliendo los diferentes estándares para cada protocolo de comunicación implementado en el sistema.

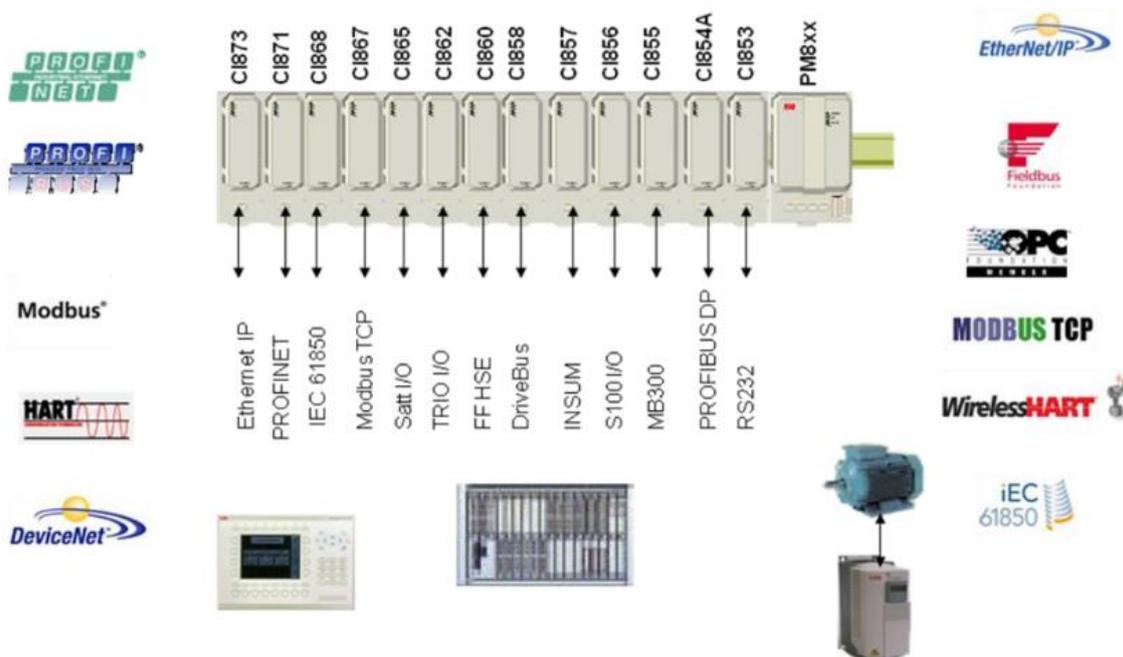
El uso de del estándar IEC 1158-2, nos facilita el manejo de protocolos de comunicación.

- Reduciendo el cableado y los costos de instalación.
- Proveer un mayor flujo de información.

Es importante conocer las características físicas de cada tipo de cable de acuerdo al protocolo de comunicación a implementar dentro de un sistema de control.

Figura 30

Interfase de Comunicación.



NOTA. S200 I/O Hardware

4.9.3 Módulos de entrada y salida.

Como parte del System 800x A, corresponde a los módulos de entrada y salida, el sistema modular S200, que es un sistema modular y flexible la ejecución de proyectos de unidades en centros de control y áreas distribuidas.

Para la implementación de un sistema S200 I/O se debe considerar:

- los componentes que forman parte del sistema
- la configuración a utilizar.
- Condiciones de instalación.
- Instrucciones de instalación
- Descripción funciones que realizarán.

El sistema S200 I/O, se puede combinar y realizar el montaje sobre un riel din.

Figura 31

Módulos de Entrada y Salida.



NOTA. S200 I/O Hardware.

4.9.4 Bus de intercambio de comunicación.

También conocido como CEX-BUS, son tipo de conectores fijo y flexibles que permiten la comunicación.

Figura 32

Tipos de conectores CEX-BUS.



NOTA. S200 I/O Hardware.

4.10 Estaciones de operación.**4.10.1 Estación de ingeniería.**

Es el que supervisa y controla todo sistema de control distribuido o puede ser un pc o cualquier otra computadora que tenga un software de ingeniería dedicado esta estación de ingeniería ofrece potentes herramientas de configuración que permiten al usuario realizar funciones de ingeniería, nuevos lazos crear punto de entrada y salida modificar lógica de control continuo y secuencial configurar varios dispositivos distribuidos. (ABB, 2016)

4.10.2 Estación de operador.

Supervisada opera y controla los parámetros de la planta aquí puede realizar funciones como visualización de valores de parámetros, tendencia y alarmas.

4.11 Protocolos de comunicación.

- Ethernet.
- Profibus.
- Foundation fieldbus.
- Devicenet.

4.12 Redundancia:

La redundancia de control es probablemente el aspecto mas importante de cualquier esquema de redundancia total porque las fallas típicas de sistema de control distribuido DCS y PLC pueden afectar a un gran numero de lazos. La perdida de control, y posible falla de equipo o paro de la planta, pueden tener un precio extremadamente alto. (EMERSON, 2002)

Existen dos formas o métodos para realizar un sistema redundante.

Forma antigua: el método tradicional de proporcionar redundancia de control involucra la duplicación de partes del sistema de control host. Esto significa mucho equipo extra tarjetas de entrada y salidas, terminaciones, controladores, y de maas accesorios de control (EMERSON, 2002).

La nueva forma: fieldbus proporciona una alternativa de menor costo a los esquemas de redundancia de control tradicional. Esto se hace principalmente moviéndose el lazo de control redundante desde el sistema host a los dispositivos de campo (EMERSON, 2002).

Establecer sistema hardware y software que permitan evitar la pérdida de comunicación en caso una falle. Permite alcanzar un factor de disponibilidad 99.99.

4.13 Software de control.

- **Software de control continuo y discreto:** Se basa en la norma **IEC 61131-3** Para dar soporte por medio de diagrama de bloques (FBD) secuencia funtion chart (SFC) diagrama Ladder (LD).
- **Software de control avanzado:** Ajuste de lazo, lógica difusa, modelos de control multivariables, redes neuronales.

CAPITULO V.

5 MARCO OPERATIVO.

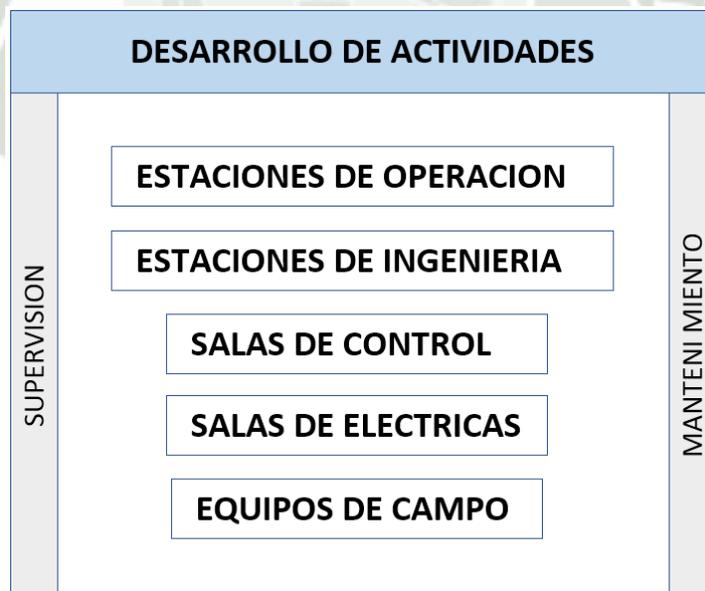
5.1 Descripción de actividades profesionales.

- Identificación de las máquinas y equipos eléctricos- instrumentación y control que se encuentran instalados.
- Elaboración de los planes de mantenimiento preventivo de cada equipo del sistema de minerales.
- Operación e instrucción de funcionamiento de equipos, y proceso de recepción, almacenamiento y embarque de minerales.

Descripción de áreas intervenidas durante actividades profesionales.

Figura 33

Desarrollo de Actividades en Empresa.



Nota. Elaboración propia.

Dentro de las actividades iniciales esta la identificación de los equipos se requiere de las siguientes etapas:

- **Pre - comisionado.**

Consiste en una inspección de conformidad, de los equipos (no energizados) que verifica la conformidad de construcción e ingeniería y temas de control de calidad.

Realizar pruebas estáticas a los equipos.

El término de la etapa de precomisionado marca el final de la construcción de la planta.

- **Comisionado.**

Verificación de pruebas dinámicas.

Pruebas de operación del proceso.

El término de esta etapa marca el inicio de arranque de planta.

La integración de procesos es una de las principales características de un sistema de control distribuido, el System 800xA. Nos permite la integración de todos los sistemas que forman parte de un proceso que requiere de supervisión y control.

Cada área o sistema, está conformado por diferentes equipos e instrumentos de control y medida, con sus diferentes características, pero el sistema de control distribuido nos permite su integración.

Toda esta información forma parte de la filosofía de control donde se define los lineamientos básicos de cómo debe funcionar el sistema de control y cuáles van a ser los requerimientos para el desarrollo del proyecto.

Dicho documento constara de normas generales que deben ser aplicadas como parte del diseño y funcionamiento de cada uno de los procesos necesarios para la correcta supervisión de un sistema de control distribuido. Así como los siguientes requerimientos y consideraciones:

- Sistema de supervisión y control.
- Sistema de suministro eléctrico.
- Sistema de control suministrado por terceros.

Figura 34

Integración de System 800xA Tisur.



Nota. Elaboración propia.

El Sistema de Control estará soportado sobre un sistema de control distribuido de última generación con capacidades de comunicación e interconexión con otros Controladores para el desarrollo de todas las secuencias de operación, control y supervisión.

La filosofía de control consiste en un sistema de control centralizado ubicado en la Sala de Control de Embarque y otros sistemas en cada área del proceso de recepción y almacenes.

Estos sistemas de control deberán ser interconectados formando un sistema de control general.

5.2 Recepción Minerales Concentrado de Cobre SMCV.

La recepción de concentrado de minerales consta de un edificio con dos zonas de recepción, línea 1 y línea 2.

Cada línea consta de sus propios sistemas de volteo que están asociados a 2 puente grúa cada línea, los 4 puentes son Kone Grane; que se encargan del carguío, volteo y alimentación de los feeder.

Figura 35

Recepción Férrica de Concentrado Cu - SMCV.



Nota. <https://www.tisur.com.pe/es/servicios/minerales>.

Como parte del desarrollo de actividades, en esta área nos corresponde a establecer las siguientes funciones:

- Operatividad 100% de los puentes grúa.
- Operatividad 100% de los feeder de alimentación y fajas transportadoras.
- Operatividad 100% de equipos auxiliares.

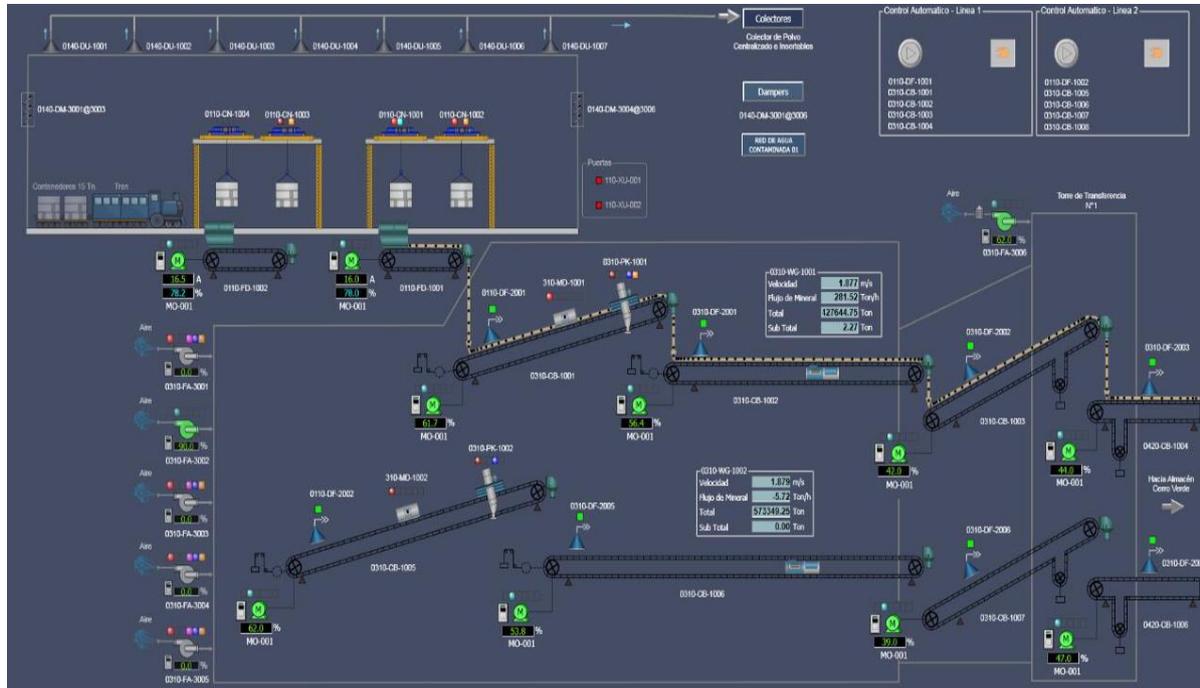
Dentro de las estaciones de control de recepción de concentrado de cobre, tenemos acceso al sistema SCADA donde se muestra la pantalla gráfica para el accionamiento de equipos recepción y sistema de video, que facilita el control de ingresos de los trenes con las tinajas de concentrado.

La pantalla gráfica, permite el monitoreo, control y navegación de pantallas de proceso de la planta, los cuales están constituidos por elementos estáticos y dinámicos.

Los elementos estáticos simbolizan información como tuberías, antenas, transportadores, etc. y no cambian su forma habitual. Los elementos dinámicos representan objetos de proceso y se utilizan para representar información sobre un proceso o realizar acciones en un proceso (Tiznado, 2019).

Figura 36

Scada Recepción Férrea Concentrado de Cu.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

Como ya mencionamos el sistema de recepción consta de dos líneas de recepción, y cada línea consta de alimentadores(feeder) y fajas transportadoras de concentrado.

- **Línea 1:** Feeder FD1001 - Faja CB1001 - Faja CB1002 - Faja CB1003.
- **Línea 2:** Feeder FD1002 - Faja CB1005 - Faja CB1006 - Faja CB1007.

5.2.1 Secuencia de arranque recepción de minerales.

Para el arranque, debe verificarse que todos los instrumentos, equipos asociados a fajas transportadoras se encuentren listo.

La secuencia de arranque inicia desde Pantalla Recepción Cerro Verde al pulsar sobre los elementos gráficos Secuencia de Arranque Recepción Férrea y Almacenamiento Línea 1.

La secuencia de arranque aplica tanto para modo automático y manual. En modo manual el operador en planta arrancará equipos según la secuencia establecida.

5.2.1.1 Inspección de equipos:

- Confirmación de encendido de colector de polvo centralizados de recepción.
- Confirmación de encendido colector de polvo centralizado de almacén.
- Confirmación de encendido dampers motorizados.
- Confirmación de encendido detectores de metal.
- Confirmación de encendido balanza de pesaje.
- Confirmación de encendido inyectores de aire.
- Confirmación de encendido Colectores polvos insertables.

La secuencia de arranque aplica tanto para modo automático y manual. En modo manual el operador en planta arrancará equipos según secuencia establecida.

Figura 37

Secuencia de Arranque Recepción Férrea con Integración de System 800 XA.



Nota. Elaboración propia.

Como parte de integración de sistema de recepción se realiza una inspección de cada equipo que forma parte del arranque feeder fajas transportadoras, en la siguiente tabla mostramos los instrumentos de control integrados al sistema de recepción.

Dentro de la inspección de los instrumentos se verifica la implementación de la norma ISA 5.1 que se emplea en sistema de instrumentación y control, que representa mediante símbolos con el objeto de transmitir de una forma más fácil y específica la información.

Tabla 3

Listado de Instrumentos Asignados a Feeder.

TAG	DESCRIPCION	EQUIPO	TIPO DE SEÑAL
0110-YL-0003	Alarma Visual	0110-FD-1001	Discreta
0110-YA-0003	Alarma Sonora	0110-FD-1001	Discreta
0110-SSL-0003	Sensor de Velocidad/Rotación	0110-FD-1001	Discreta
0110-LSH-0003A	Interruptor nivel de Atoro	0110-FD-1001	Discreta
0110-ZSS-0003A	Interruptor de desalineamiento	0110-FD-1001	Discreta/ASi
0110-ZSS-0003B	Interruptor de desalineamiento	0110-FD-1001	Discreta/ASi
0110-ZSS-0003C	Interruptor de desalineamiento	0110-FD-1001	Discreta/ASi
0110-ZSS-0003D	Interruptor de desalineamiento	0110-FD-1001	Discreta/ASi
0110-HS-0003A	Interruptor de emergencia (pull cord)	0110-FD-1001	Discreta/ASi
0110-HS-0003B	Interruptor de emergencia (pull cord)	0110-FD-1001	Discreta/ASi
0110-XS-0003A	Interruptor de ruptura de faja	0110-FD-1001	Discreta
0110-XS-0003B	Interruptor de ruptura de faja	0110-FD-1001	Discreta

Nota. Elaboración propia.

Para dar inicio a la secuencia de arranque una vez verificado los equipos auxiliares e instrumentos de campo, se podrá verificar en el sistema los requerimientos de arranque o también conocidos como enclavamientos y permisivos del sistema de recepción de minerales.

5.2.1.2 Enclavamientos de control feeder.

La siguiente tabla muestra un ejemplo de enclavamientos del feeder.

Tabla 4

Enclavamientos de Control Feeder.

EQUIPO	ENCLAVAMIENTO	DESCRIPCION	TAG
Alimentador de Faja N° 1	Comunicación	Falla Comunicación Controlador	812-TC-001
	Comunicación	Falla Comunicación Equipo Eléctrico	0110-FD-1001
	Proceso	Faja Transportadora Detenida	310-CB-1001
	Proceso	Colector de Polvo Centralizado Apagado (*)	140-DF-3001
	Proceso	Dámpers Motorizados Apagados	140-DM-3001- 3006
	Seguridad	Interruptor de Emergencia (Pull cord)	0110-HS-0003A
	Seguridad	Interruptor de Emergencia (Pull cord)	0110-HS-0003B
	Seguridad Planta	Encoder / Velocidad Cero	0110-SE-0003A
	Seguridad Planta	Interruptor de Nivel de Atoro	0110-LSH-0003
	Seguridad Planta	Interruptor de Desalineamiento	0110-ZSS-0003A
	Seguridad Planta	Interruptor de Desalineamiento	0110-ZSS-0003B
	Seguridad Planta	Interruptor de Desalineamiento	0110-ZSS-0003C
	Seguridad Planta	Interruptor de Desalineamiento	0110-ZSS-0003D
Seguridad Planta	Interruptor de Ruptura de Faja	0110-XS-0003A/B	

Nota. Elaboración propia.

Dentro de los procesos industriales se hace referencia a enclavamiento y permisos que nos permiten tener el control y manejo de las operaciones. Hacemos una referencia conceptual sobre la aplicación y manejo de los enclavamientos y permisos.

Enclavamientos de seguridad: También llamados críticos, se aplican a la protección de personas y para prevenir fallas no deseadas en los equipos.

Enclavamiento de proceso: También llamado no crítico, se requieren desde el punto de vista operacional y para la protección del equipo en general.

5.2.1.3 Modos de operación.

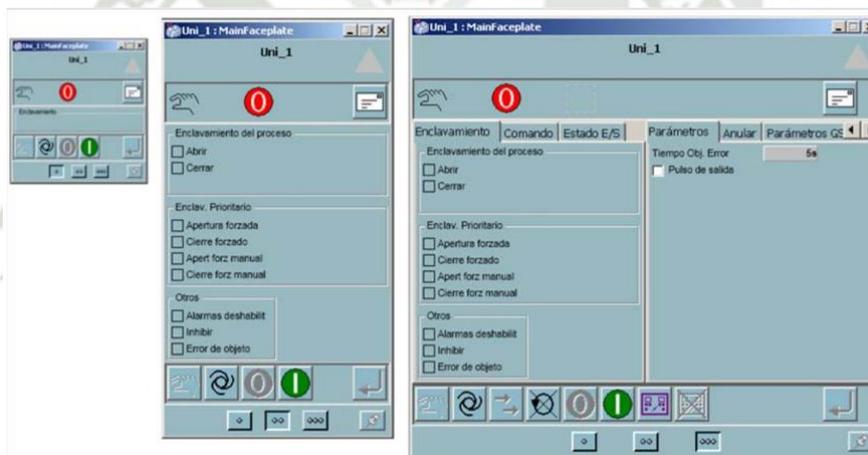
Modo Remoto (Sala de control central):

El equipo controlado (arranque y/o parada) se ejecuta desde una sala de control con todos los dispositivos de enclavamiento. Los comandos (iniciar y/o detener) se ejecutan desde campos no válidos.

Este tipo de control se realiza haciendo de los faceplate de cada equipo, o aspecto que nos permite la operación de arranque (Tiznado, 2019).

Figura 38

Faceplace de Acceso Arranque de Equipos.



Nota. Operaciones del sistema 800xA.

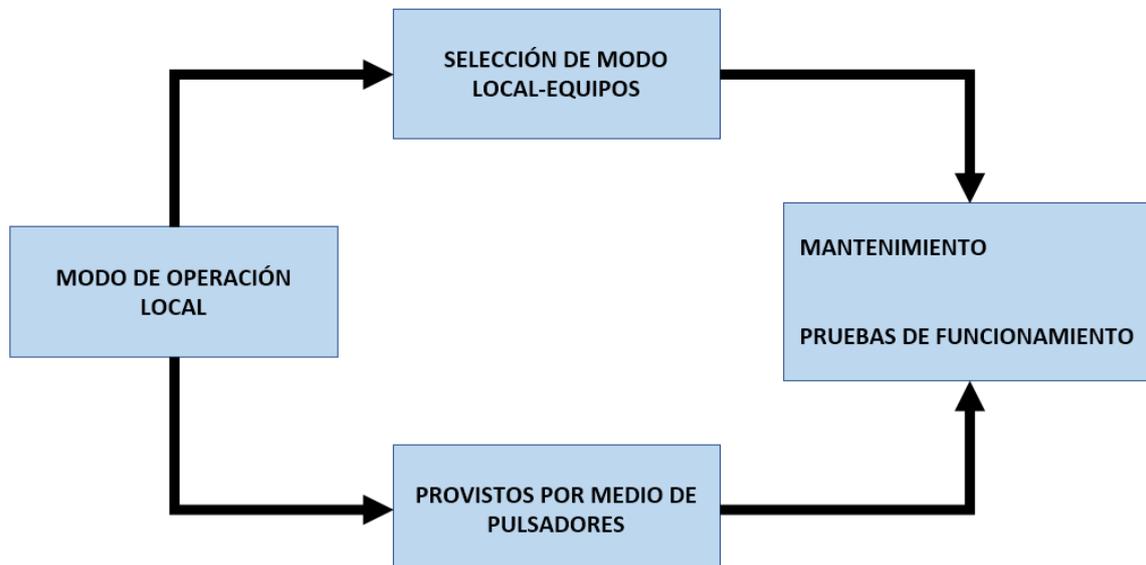
https://library.e.abb.com/public/296096e8aa564933b66c9771c6c17c95/3BSE036904-600_B_es_System_800xA_Operations_6.0.pdf

Modo Local (campo):

El equipo controlado (arranque y/o parada) se ejecuta desde el campo con todos los enclavamientos. Los comandos (start y/o stop) ejecutados desde la sala de control están deshabilitados. Se deben mantener todos los enclavamientos de seguridad (Lime & Sampling, 2018).

Figura 39

Equipos en Modo de Operación Local.



Nota. Elaboración propia.

5.3 Centro de control de motores MCC.

Son gabinetes construidos bajos normativas de acuerdo a los requerimientos de un proyecto.

Consta de barras horizontales para alimentación principal y verticales para alimentación secundaria de energía, también podemos encontrar los principales accionamientos eléctricos como son:

- Interruptor principal.
- Interruptores secundarios.
- Contactores.
- Relevadores.
- Envoltente.
- Sistema de comunicación.

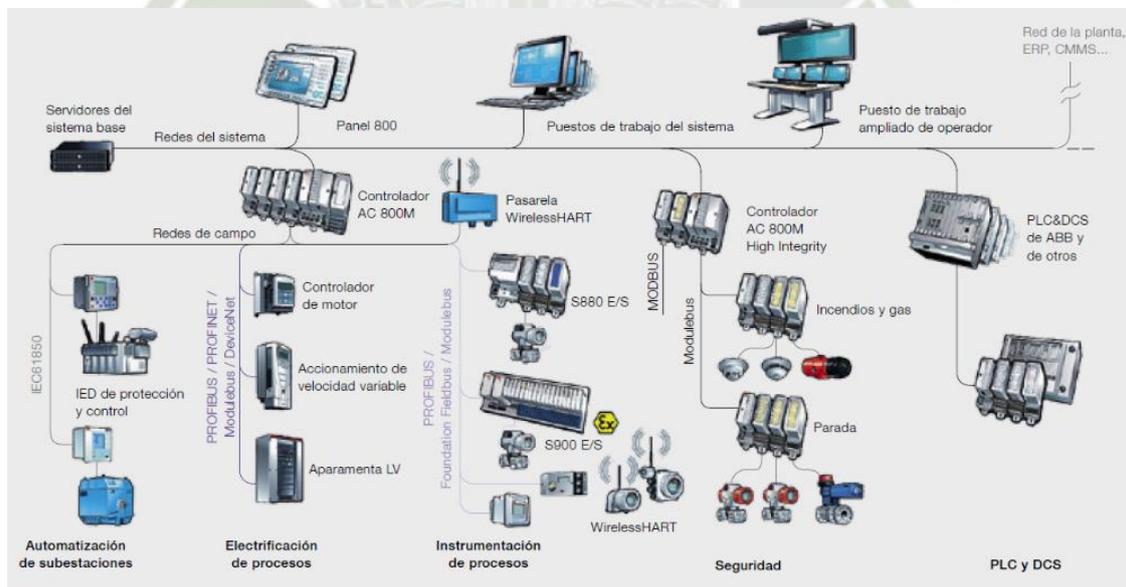
Nos permiten una organización de los accionamientos en gabinetes separados y de acuerdo a la disposición requeridas. Lo que permite una concentración de los equipos de control.

También es importante mencionar que el diseño y construcción de los Centro de control de motores se basan a bajo normativas y estándares entre los cuales tenemos:

- **UL-485** Listado de características que debe tener un MCC.
- **UL- 50** Consideraciones para gabinetes eléctricos.
- **NFPA70E** Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo.
- **IEEE C3720.7** Guía para la prueba de celdas en gabinete de metal con clasificación de hasta 38 kV para fallas de arco interno.

Figura 40

Integración de Centro de Control de Motores.



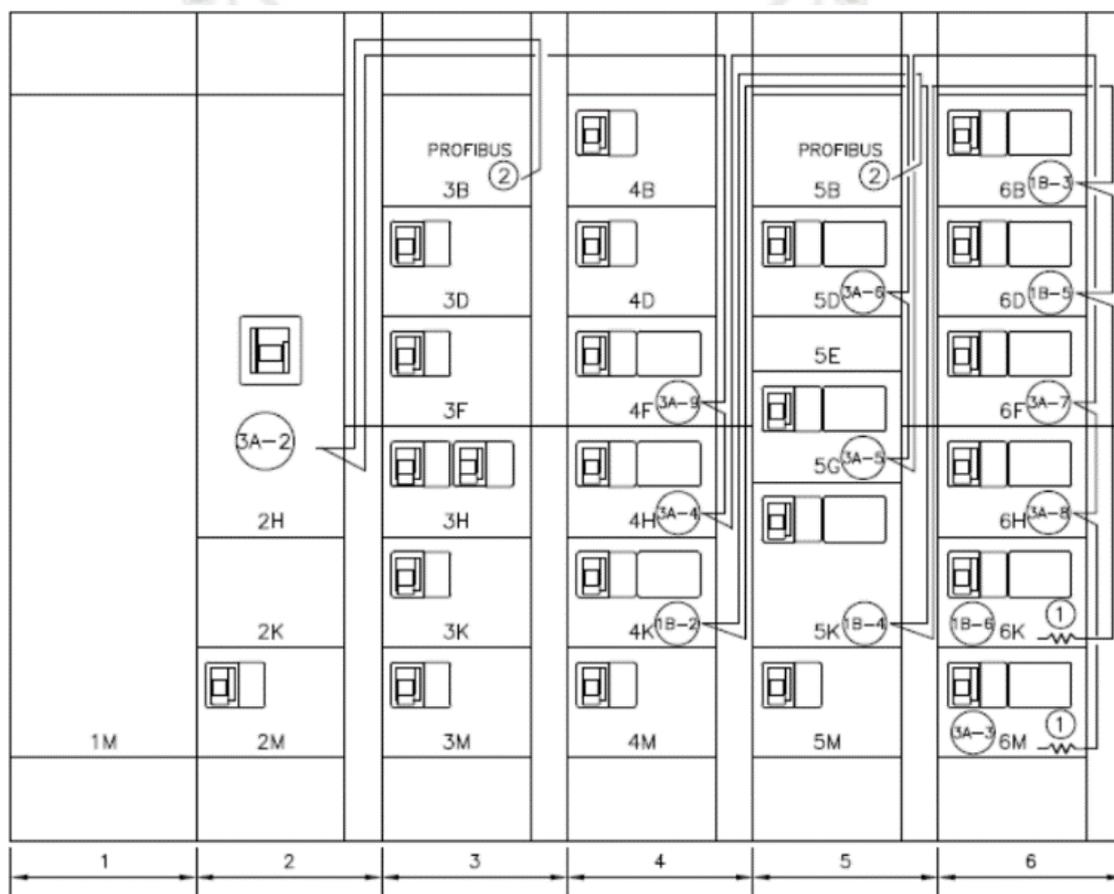
Nota. Publicación ABB el poder de la integración.

https://library.e.abb.com/public/3db1acb7c18f5f6fc1257a98006dfae7/34-39%201m215_ES_72dpi.pdf

Una parte importante de la supervisión y control, es la comunicación integral de todos los equipos y componentes eléctricos, de acuerdo al fabricante se desarrollará el tipo de comunicación a utilizar dentro de las cuales tenemos Profibus, Modbus, Devicenet, todos ellos con sus respectivos accesorios para una adecuada comunicación.

Figura 41

Buses de Comunicación en Centro de Control de Motores.



Nota. Eaton low voltage mcc communication options.

El alcance dentro de la identificación de los equipos eléctricos se realizó la conformidad la operatividad de MCC y del sistema de comunicación. Que este conforme a la ingeniería requerida.

Figura 42

Procedimiento de Inspección de Centro de Control de Motores.



*Nota.*Elaboracion propia.

5.4 Variadores de Velocidad. ACS 800.

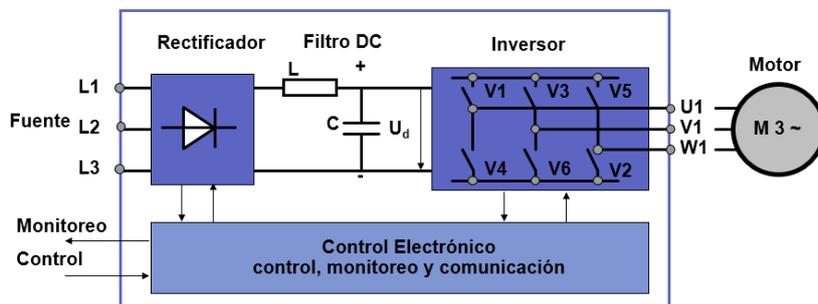
El ACS800, es un drive trifásico para motores eléctricos con un rango de voltaje entre 220 y 690 VAC, en un rango potencia de 0.55 KW a 5600 KW.

- El Hardware se selecciona de acuerdo a la potencia, torque, condiciones ambientales, etc.
- El Software es requerido de acuerdo a la aplicación.

Como parte de mantenimiento se debe considerar los intervalos de mantenimiento recomendados por el fabricante, así como el reemplazo de los componentes; que se basan de acuerdo a las condiciones ambientales.

Figura 43

Esquema de Etapas de Variador de Velocidad.



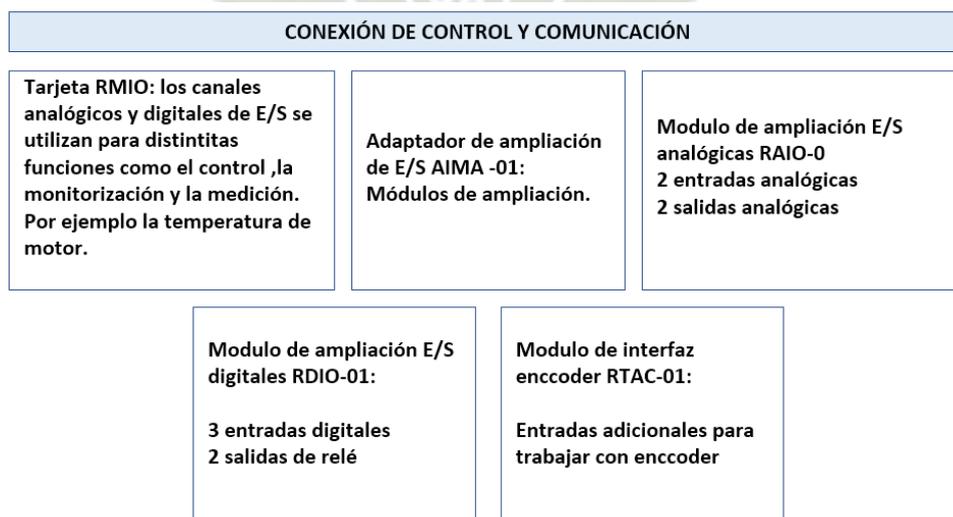
NOTA. Presentacion drives low voltage AC- ABB 2006.

Se hace referencia de las características importantes de un variador de velocidad, cabe mencionar que un dato importante es tipo de bastidor que nos representa el tamaño.

La programación se realiza por medio del HMI propio del variador.

Figura 44

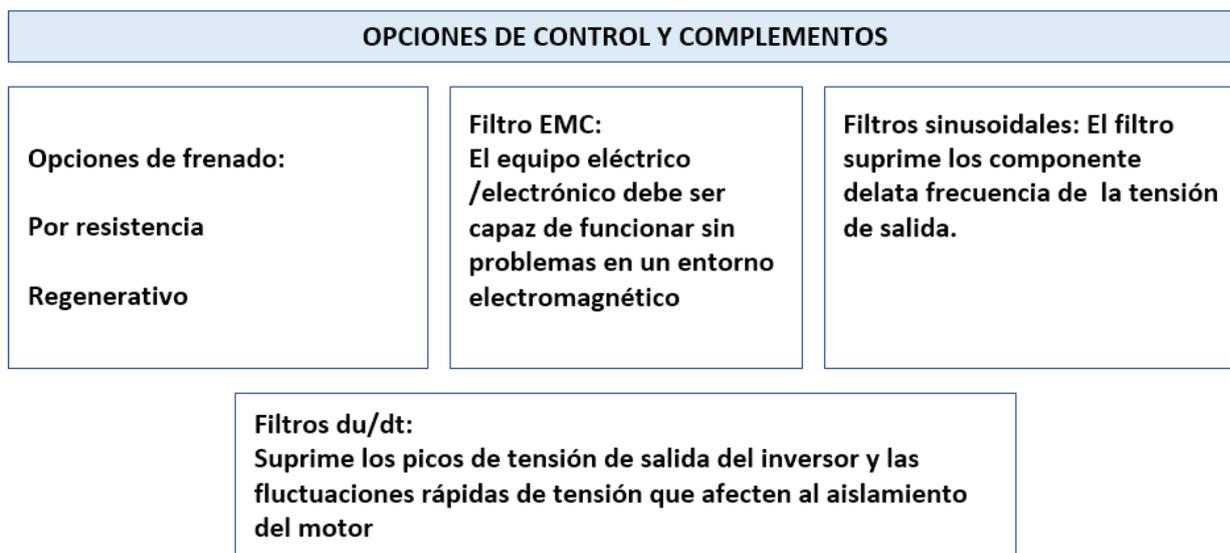
Tarjetas Electrónicas de ACS800.



Nota. Manual hardware convertidor de frecuencia ACS800-37.

Figura 45

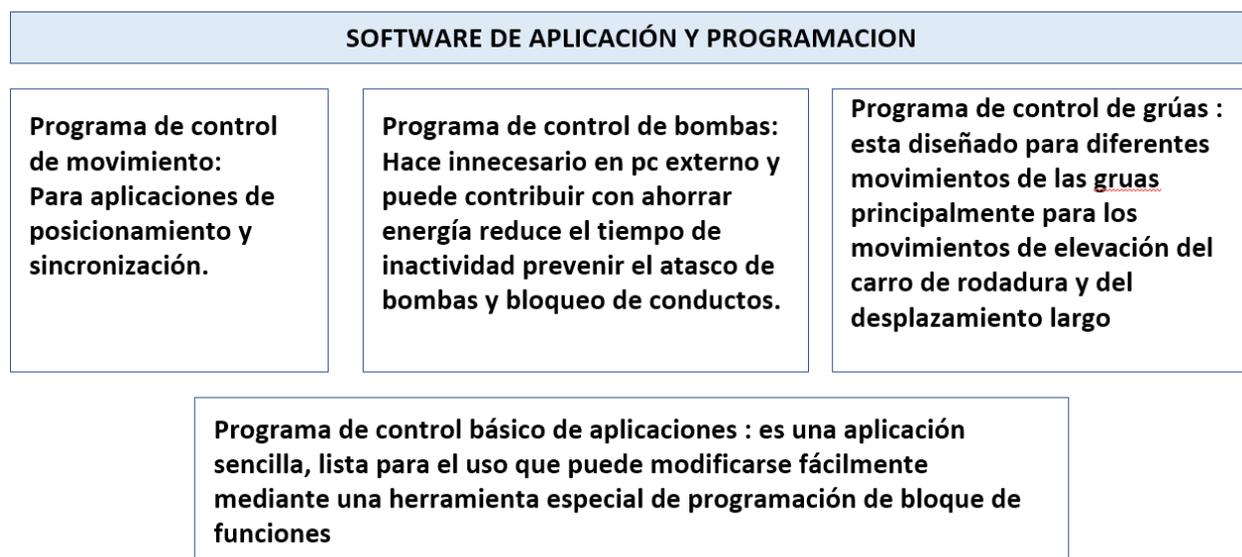
Opciones de Control de Convertidores de Frecuencia.



Nota. Manual hardware convertidor de frecuencia ACS800-37.

Figura 46

Software y Programación de Convertidores de Frecuencia ACS800.



Nota. Manual hardware convertidor de frecuencia ACS800-37.

Figura 47

Herramientas para PC de Convertidores de Frecuencia ACS800.

HERRAMIENTAS DE PC

Drive Windows: Esta herramienta permite a los usuarios visualizar, editar y ajustar parámetros del accionamiento, y pone a su disposición funciones como la copia de seguridad del accionamiento y visualización del registrador de datos.

Drive size: Se ha creado para ayudar a elegir el mejor motor, accionamiento y transformador para la aplicación. A partir de datos proporcionados por el usuario, la herramienta calcula y propone el accionamiento y los motores que se deben utilizar. Además, la herramienta puede utilizarse para calcular intensidades y armónicos de la red y para crear documentos relativos al dimensionado basados en los datos de carga aportados.

Nota. Manual hardware convertidor de frecuencia ACS800-37.

La interconexión de los controladores con las unidades remotas, centro de control de motores (MCC) y variadores de frecuencia (VFD) será a través de red Profibus-DP, y la interconexión con los instrumentos de campo será a través de red Profibus-DP/PA. Cuando el VFD se suministra en gabinete debe contar con protección termo magnético, fusibles ultrarrápidos y sistema de ventilación. Si la instalación es exterior, el gabinete tendrá un grado de protección NEMA 4X, o equivalente IP 66.

El variador debe proporcionar salidas digitales para indicación de los estados:

- VFD funcionando.
- Falla de VFD.

5.5 Arrancadores Suaves Softstarter.

Dispositivo electrónico también conocido como soft estárter que permite el arranque y paro de motor compuesto por un circuito de potencia ay un circuito de control.

Figura 48

Configuración de Softstarter PSE85.



Nota. Elaboración propia.

5.6 Universal control motor (UMC).

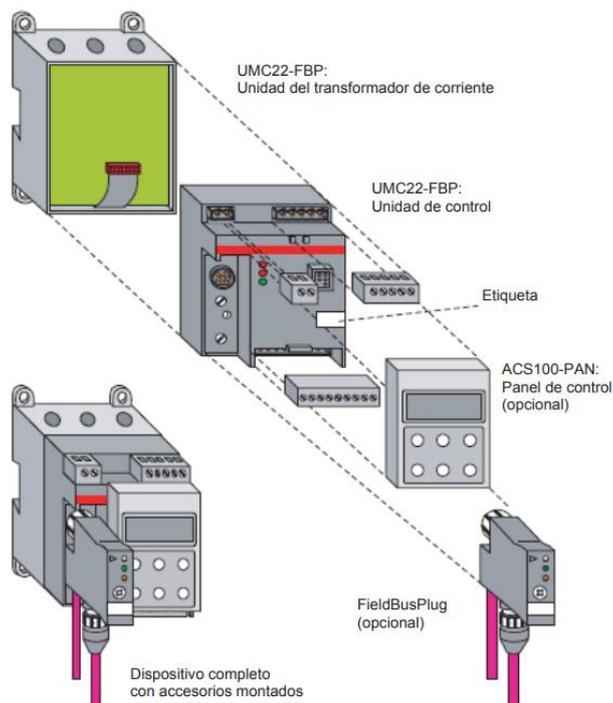
En un relé inteligente diseñado para el control de motor, sistema modular flexible.

Funciones principales:

- Control de motor: arranque y parada.
- Protección de motor: contra: tipo de fallas.
- Monitoreo de variables: por medio de bus de comunicación.
- Diagnóstico: horas de funcionamiento, cantidad de arranque.

Figura 49

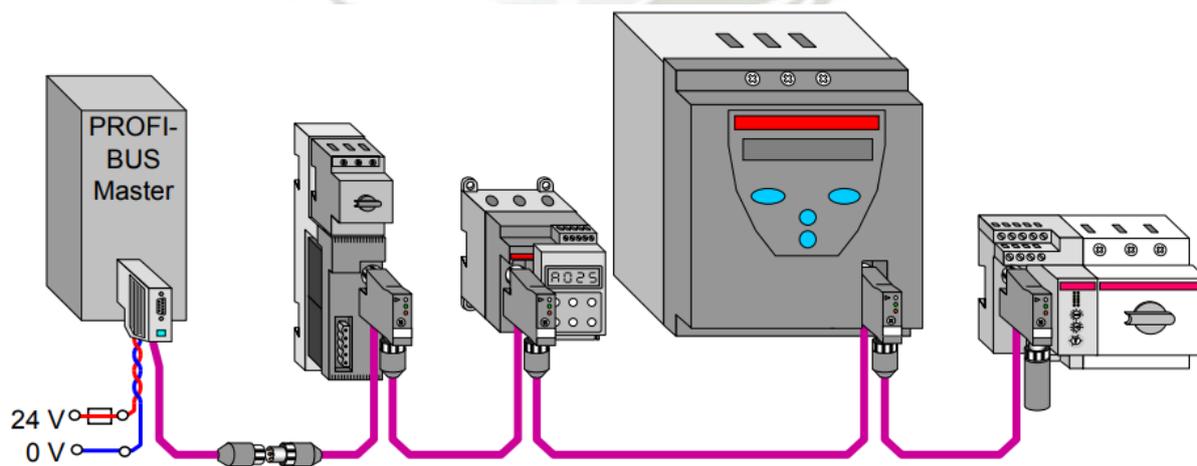
Componentes de Universal Motor Control.



Nota. Controlador de motor universal UMC22-FBP Versión de software 4.0

Figura 50

Configuración de Sistema de Comunicación UMC.



Nota. Technical Description PDP21-FBP PROFIBUS DP-V0 Fieldbus Plug.

5.7 Almacén de Minerales Concentrado.

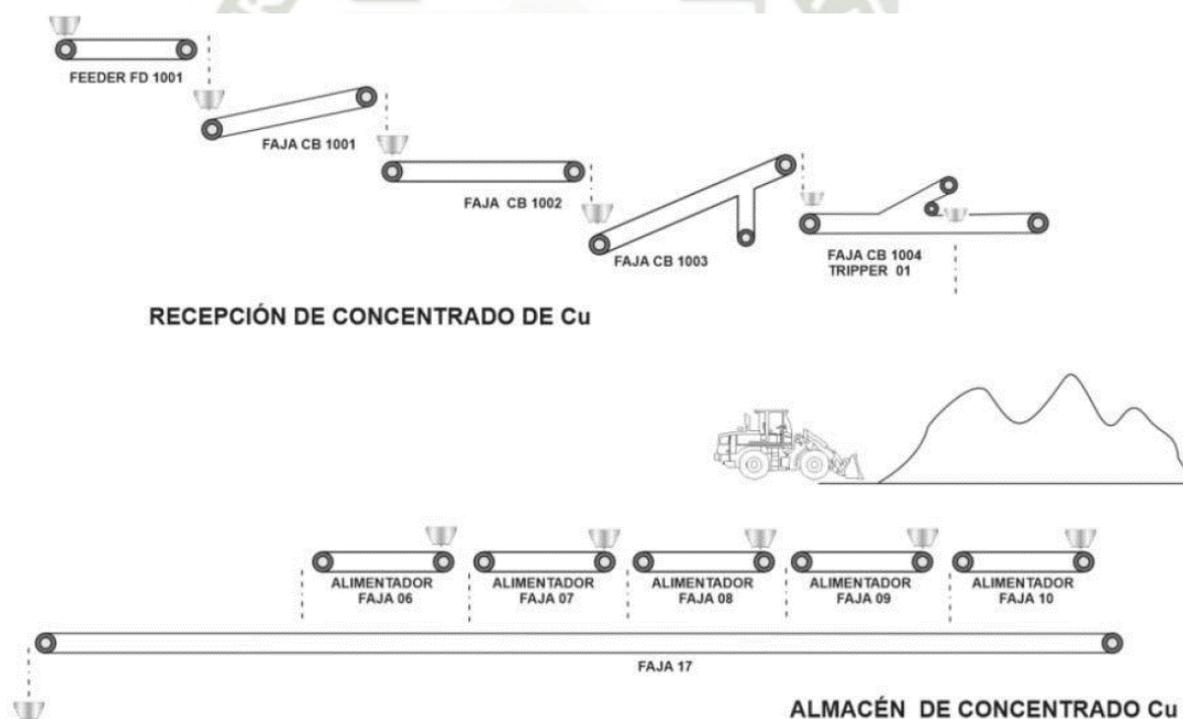
La etapa siguiente a la recepción de minerales es la de almacenar, el edificio de almacén de concentrado de Cu. Consta de los siguientes equipos:

- Línea 1. Tripper 1- CB1004.
- Línea 2. Tripper 1- CB1008.

Cabe mencionar que, en el almacén de concentrados, también integrados algunos de los equipos del proceso de embarque.

Figura 51

Secuencia de Fajas Recepción y Almacén de Concentrado Cu.



Nota. Elaboración propia.

Figura 52

Distribución de Almacenes en Muelle F.



Nota. <https://www.tisur.com.pe/es/servicios/minerales>

5.7.1 Secuencia de arranque Almacén de concentrados.

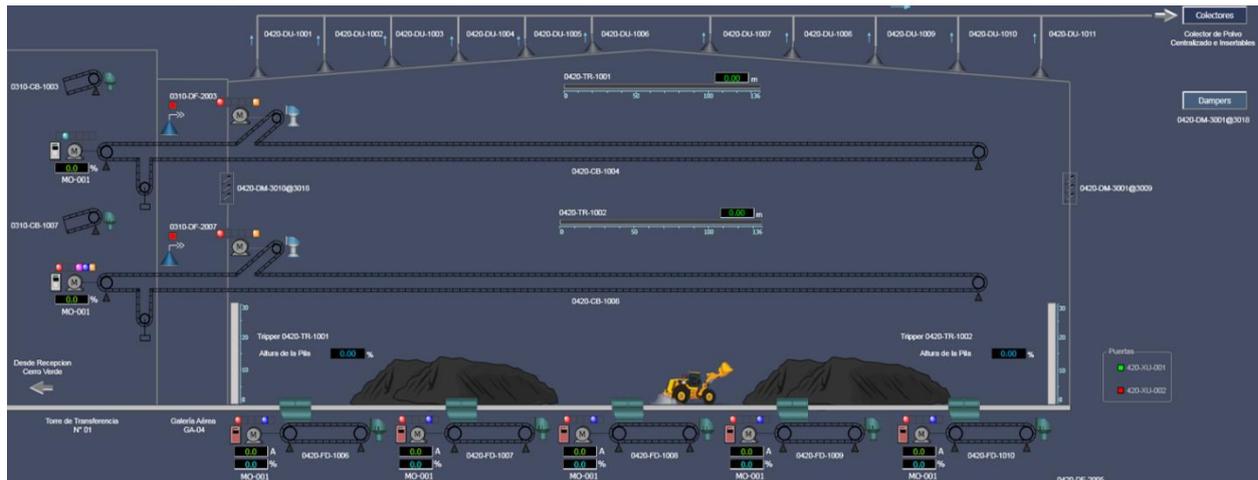
Para dar inicio a la recepción tenemos que realizar la supervisión del almacén de concentrado para dar inicio del arranque de equipos que conforman el proceso de arranque, conformados por:

- Fajas transportadoras y alimentadores.
- Carro tripper.
- Detector de metales.
- Sensores de puerta.
- Colectores de polvo y centralizados.
- Dampers motorizados.
- Transmisores de presión diferencial.

El entorno de operación se realiza por medio de la estación de operación del sistema de recepción,

Figura 53

Scada de Sistema de Almacén de Concentrado Cu.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

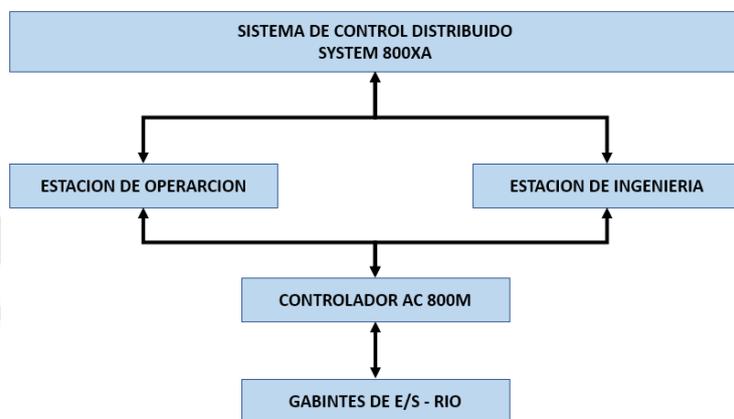
La siguiente figura muestra los equipos que forman parte de almacén de concentrado el entorno grafico nos muestra:

- Encendido de fajas CB1004 –CB1008.
- Encendido de tripper1-tripper2.
- Encendido de colectores de polvo, dampers.
- Parámetros de ubicación de tripper para el almacenamiento de rumas de acuerdo humedad del concentrado.
- Altura de rumas para evitar algún atoro.

La pantalla nos permite realizar el control y monitoreo de los instrumentos de control de acuerdo a la integración del sistema de control distribuido System 800xA.

Figura 54

Resumen de Integración del DCS en Muelle F.

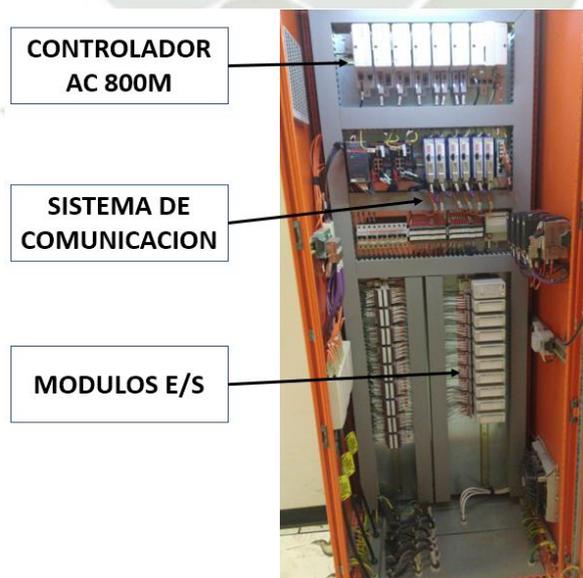


Nota. Elaboración propia.

Los tableros de control se encargan de realizar las funciones de sistema de control distribuido. Revisar los anexos 7, anexo 8, anexo 9.

Figura 55

Configuración de Tablero de Control.

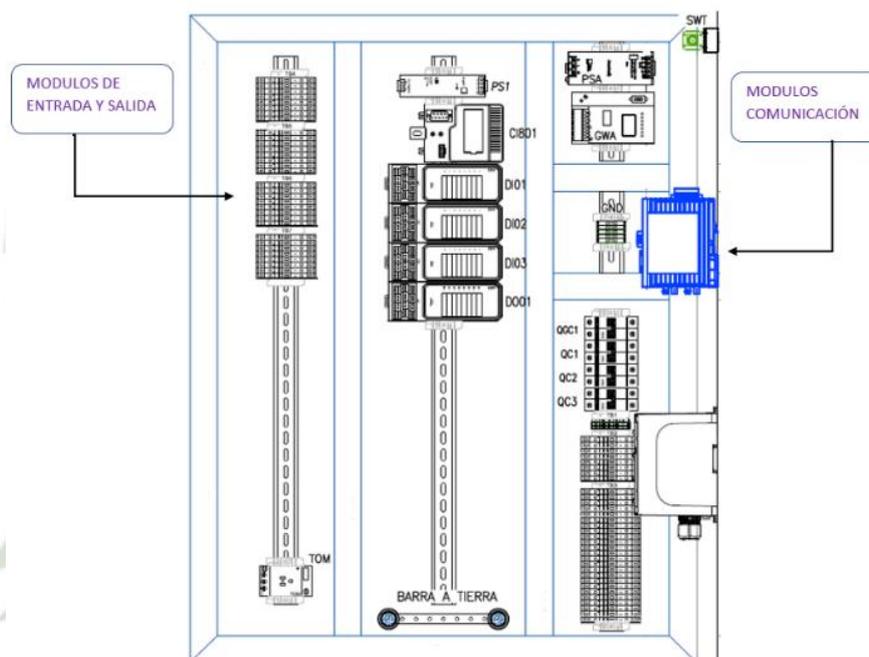


Nota. Elaboración propia.

Los gabinetes RIO (remote in-out) son los encargados de la recepción de las señales de los instrumentos de campo. Revisar los anexos 5 y anexo 6.

Figura 56

Configuración de Tablero de RIO.



Nota. Elaboración propia.

De la misma manera los instrumentos de control deben cumplir con las siguientes consideraciones:

- Hoja de datos.
- Tipo de señales a manejar.
- Tipo de comunicación.
- Código de identificación.
- Montaje.

5.7.2 Instrumentos de control.

Se realiza la descripción operativa y el mantenimiento de los siguientes instrumentos de control.

5.7.2.1 Detector de velocidad cero (SSL).

Estos dispositivos se encuentran en la polea motriz de las fajas transportadoras su función es la de detectar si la velocidad está bajo un rango determinado, por lo tanto, detectan si el motor gira a una velocidad inferior al calibrado producto de un corte o resbalamiento de faja.

El transmisor de velocidad tendrá dos señales de velocidad de salida independientes de 4-20mA hacia el DCS: El DCS supervisará y diagnosticará al sistema y dará una alarma en el evento de una velocidad baja de una faja transportadora.

Figura 57

Procedimiento de Pruebas Detector de Velocidad Cero.



Nota. Elaboración propia.

5.7.2.2 Desalineamiento de fajas (ZSS).

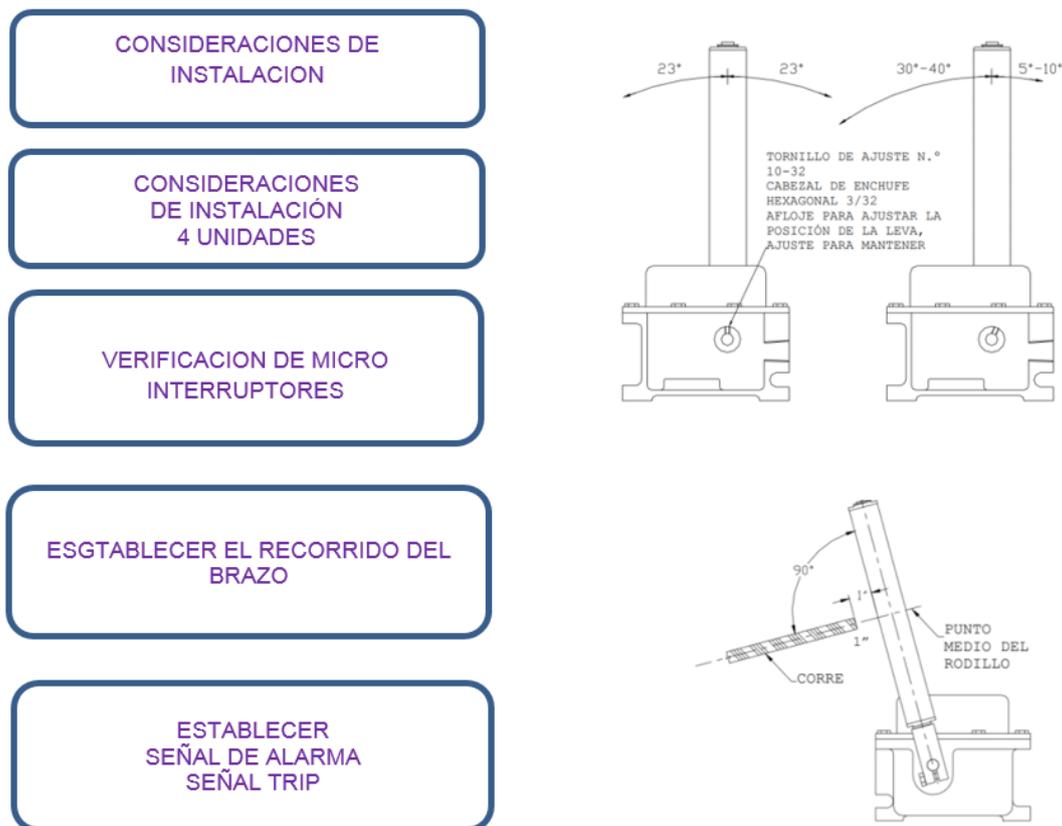
El control de alineación de la correa del transportador modelo, protege las correas del transportador de los daños ocasionados por la mala alineación o desenganche de la faja.

Estos controles se utilizan en pares con un control que está colocado a cada lado de la correa del transportador.

Cada unidad de control puede equiparse con dos micro interruptores que producen señales indicando la mala alineación de la correa en dos puntos de desviación.

Figura 58

Procedimiento de Pruebas Desalineamientos de Fajas.



Nota. Elaboración propia.

El primer punto de señal puede utilizarse para indicar una pequeña desviación de la correa mediante la activación de una alarma. El segundo punto de señal puede

utilizarse para brindar protección contra desalineamientos severos de la faja apagando el transportador por medio del trip en el variador correspondiente.

Se requiere un mínimo de cuatro controles de alineamiento para cada correa transportadora, uno a cada lado de la correa cerca de las poleas de impulsión y tensión

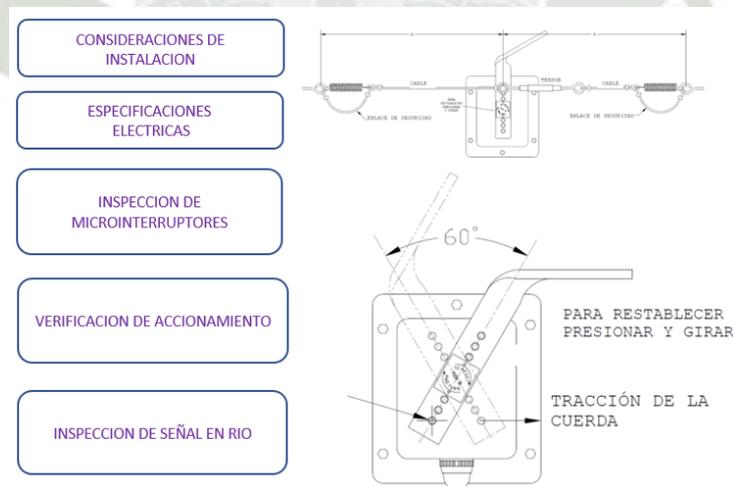
5.7.2.3 Parada de emergencia (HS).

Cada faja transportadora deberá estar equipada con mecanismos de detención de emergencia del tipo reposición manual y accionada por cuerda (pull cord) en cada costado accesible al operador.

El espacio entre interruptores dependerá de la longitud de la faja transportadoras horizontales.

Figura 59

Procedimiento de Pruebas Parada de Emergencia.



Nota. Elaboración propia.

5.7.2.4 Interruptores de banda rota (XS).

El detector de daños en la cinta funciona utilizando un receptáculo y esfera cargados por resorte conectados a dos micro interruptores del tipo de émbolo. Como un objeto que cuelga debajo, la cinta arrastra el cable, tira del conector de la esfera alejándolo

de su receptáculo, accionando los interruptores y deteniendo la faja. Solo se requiere de 2 kg de fuerza para su accionamiento. O puede ser mas de acuerdo al modelo de equipo.

Figura 60

Procedimiento de Pruebas Banda Rota.



Nota. Elaboración propia.

5.7.2.5 Interruptor de atoro (LSH).

Se ubican al final de un equipo mecánico, en el chute de descarga, en las fajas transportadoras y detectan que hay un exceso de producto lo que se conoce como atorado con material.

Cada sonda tiene un interruptor de mercurio o sin mercurio SP/ST, comúnmente cerrado. En medio de las posibilidades de sondas accesibles se integran de acero inoxidable, de paleta para uso en aplicaciones en que los materiales se mueven y de acoplamiento roscado.

Figura 61

Procedimiento de Pruebas Tilt Switch.



Nota. Elaboración propia.

5.7.3 Dispositivos de instrumentación y control.

5.7.3.1 Detector de metales

Es un equipo de electrónico de la marca THERMO RAMSEY ORETRONIC III, cuya función principal es detectar la presencia de metales, para poder proteger las fajas transportadoras y/o equipos que forman parte del proceso de recepción de minerales.

Los metales encontrados son retirados de forma manual de acuerdo al procedimiento de retiro metales encontrados en la faja.

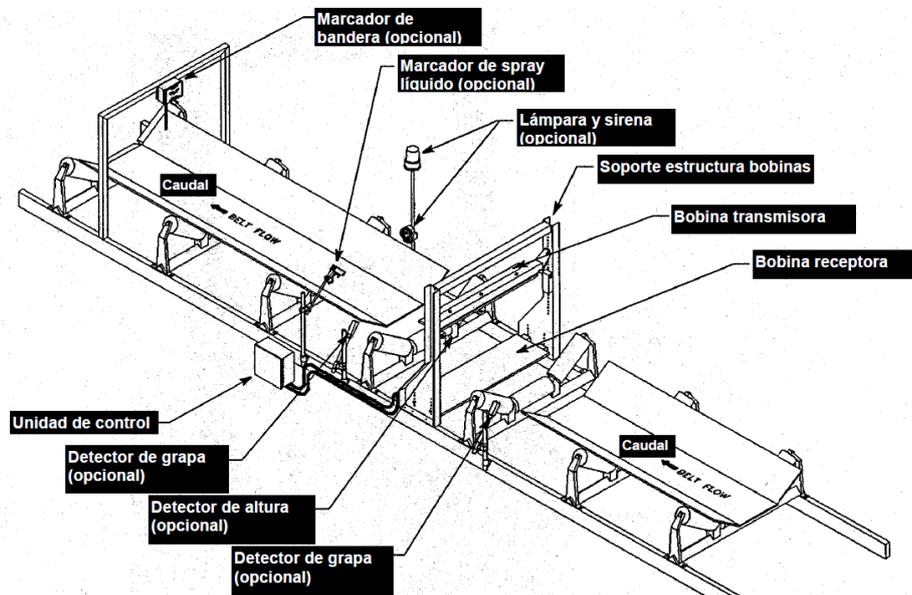
Ver anexo 2, procedimiento de mantenimiento y calibración de detector de metales

5.7.3.1.1 Componentes de detector de metales.

Los componentes están instalados en la faja transportadora de acuerdo a los manuales de fabricante.

Figura 62

Ubicación de componentes detector de metales.



Nota. Manual de instrucciones ORETRONIC III tramp metal detector.

5.7.3.1.2 Calibración de detector de metales.

Se procede realizar el procedimiento de calibración de sensor.

Figura 63

Configuración de Detector de Metales.

PROGRAMACION ORITRONIC III	
1	VERIFICAR EL ESTADO DE MICRO INTERRUPTORES
2	TENER EL DATO DE VELOCIDAD DEL DATO
3	PONER EN MARCHA LA FAJA
4	COLOCAR EN MODO PROGRAMACION
5	INGRESAR DATO DE VELOCIDAD
6	INGRESAR "CAL BELT"
7	VERIFICAR "SPD DONE"
8	COLOCAR EN MODO RUN

Nota. Elaboración propia.

5.7.3.1.3 Mantenimiento de detector de metales.

Para el mantenimiento seguir el procedimiento establecido en el anexo 2.

Figura 64

Procedimiento de Mantenimiento de Detector Metales.

MANTENIMIENTO ORITRONIC III	
1	INFORMAR AL OPERADOR
2	INSPECCION DE MICRO INTERRUPTORES
3	MEDICION DE BOBINA BOBINA TRANSMISORA :2 – 3 Ω BOBINA RECEPTORA :400-500 Ω
4	ARRANQUE DE FAJA EN MODO MANUAL
5	COLOCAR MENU EN CALIB /Y
6	COLOCAR PESO PATRON
7	VERIFICAR: ALARMA SONORA ALARMA VISUAL PARADA DE FAJA
8	COLOCAR EN MODO NORMAL

Nota. Elaboración propia.

5.7.4 Balanza de Concentrado.

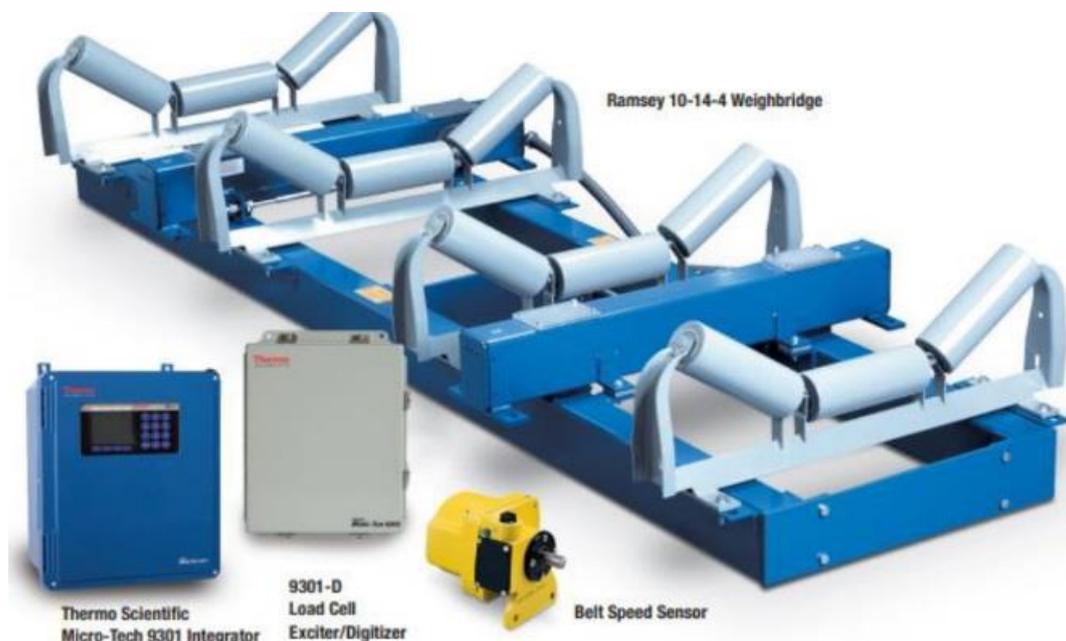
También son conocidas como sistema de pesaje dinámico, en la presentación haremos mención a sistema de pesaje en fajas transportadoras.

Una balanza está conformada por tres elementos principales:

- Unidad de pesaje.
- Sensor de velocidad.
- Integrador electrónico.

Figura 65

Componentes de Balanza para Fajas Ramsey.



Nota. https://www.precision.cl/media/productattach/5/1/519_776.pdf

Dentro de la operación es de vital importancia, ya que nos permite controlar los ingresos y despachos de concentrados. Dos aspectos importantes a considerar son:

- Calibración de zero y span.
- Mantenimiento de la balanza.

5.7.4.1 Procedimiento de calibración de zero y span.

Para la realización de seguir el procedimiento de mantenimiento y calibración de balanza en fajas, revisar el anexo 1.

Figura 66

Procedimiento de Calibración de Balanza.

CALIBRACION BALANZA THECH 2000	
PASOS DE CALIBRACION ZERO	
1	INFORMAR AL OPERADOR
2	ARRANQUE EN VACIO DE FAJA 10MIN
3	EN MENU PRESIONAR ZERO CAL
4	PRESIONE STAR
5	TIEMPO DE ESPERA CAL =10MIN
6	REGISTRAR LOS VALORES OBTENIDOS Y VALOR DE ZERO
7	PRESIONAR RUN –DEJAR EN MODO RUN
PASOS DE CALIBRACION ZERO	
1	INFORMAR AL OPERADOR
2	ARRANQUE EN VACIO DE FAJA 10MIN
3	EN MENU PRESIONAR SPAN CAL
4	PRESIONE STAR
5	TIEMPO DE ESPERA CAL =10MIN
6	REGISTRAR LOS VALORES OBTENIDOS Y VALOR DE SPAN
7	PRESIONAR RUN –DEJAR EN MODO RUN

Nota. Elaboración propia.

Con respecto al mantenimiento se estableció el plan de acuerdo a disposición de los embarques, en plan constaba de:

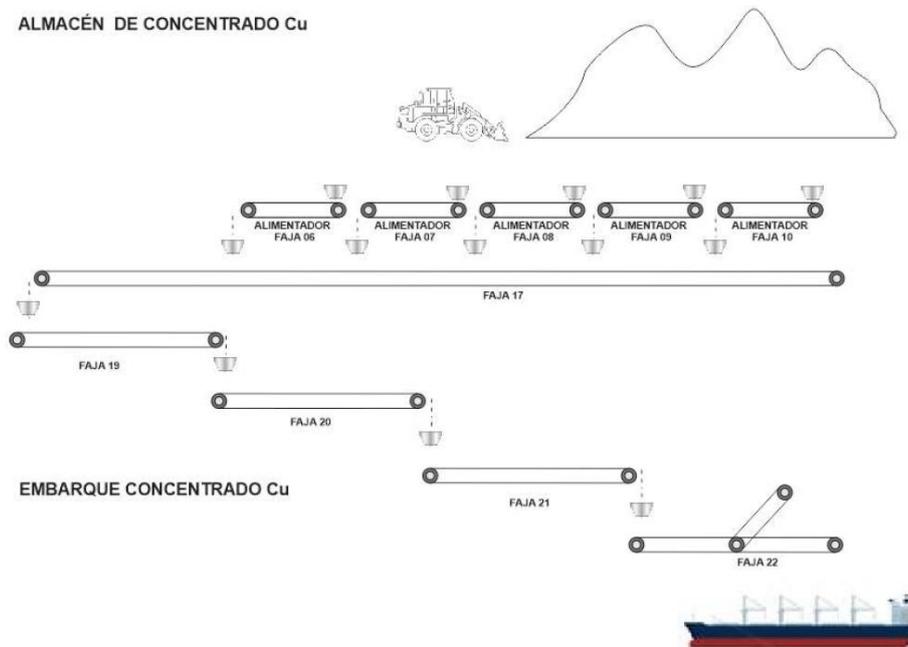
- Inspección y medición de celda de carga.
- Verificación estado de la estación de pesaje.
- Ajuste de componentes de tableros de control.
- Realizar procedimiento de calibración de zero y span.

5.8 Embarque de minerales concentrado.

La etapa de embarque presenta unas características diferentes a las demás etapas, básicamente por su capacidad de 2300 TPH.

Figura 67

Esquema de Fajas al Sistema de Embarque Muelle F.



NOTA. Elaboración propia.

El entorno de operación de la sala embarque se ubica la plataforma principal de control de recepción, almacenamiento y embarque de minerales.

El entorno grafico nos muestra y permite:

Arranque de fajas.

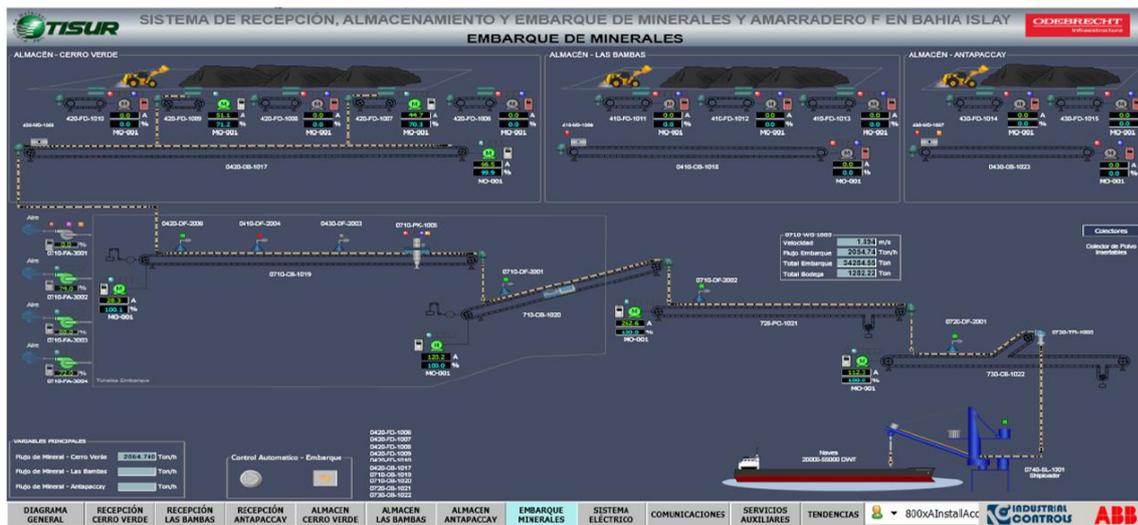
Arranque de feeder de alimentación desde almacén de concentrados.

Visualización de muestreador y peso de embarque.

Antes de realizar la operación de embarque se realiza la calibración de los siguientes equipos:

- Calibración de balanza de embarque, y disposición en modo RUN.
- Calibración y disposición de modo automático muestreador de concentrado.
- Calibración y disposición en modo automático de detector de metales.

Figura 68
Scada Sistema de Embarque.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

La secuencia de arranque para inicio de embarque corresponde a:

- Encendido de colectores de centralizado de almacén e inyectores de aire.
- Coordinar con el cliente con que ruma se da inicio de embarque para habilitar los feeder de embarque.
- Coordinar con operador de shiploader el arranque de faja shiploader.
- Encendido de faja 22.
- Encendido de faja tubular 21.
- Encendido de faja 20
- Encendido de faja 19.
- Encendido de faja 17.

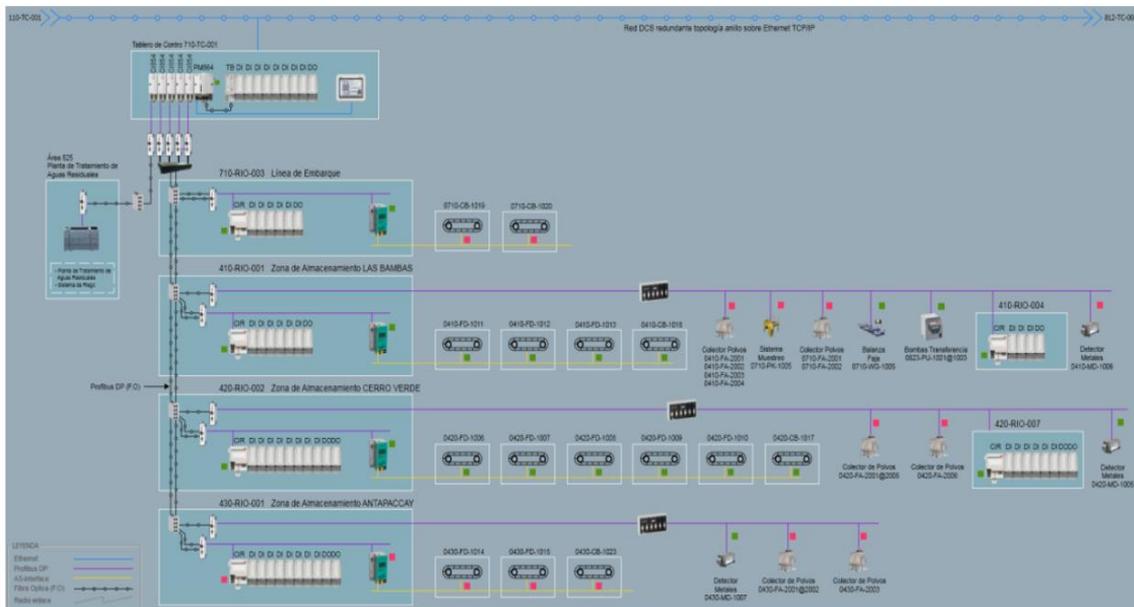
5.8.1 Integración de sistema de embarque.

Los medios de comunicación presente dentro la integración de los sistemas de control distribuido dentro de sistema de embarque tenemos:

- Ethernet.
- Profibus.
- AsInterface.

Figura 69

Integración de Sistema Embarque.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

5.8.2 Sistema de muestreo de concentrado de Cu.

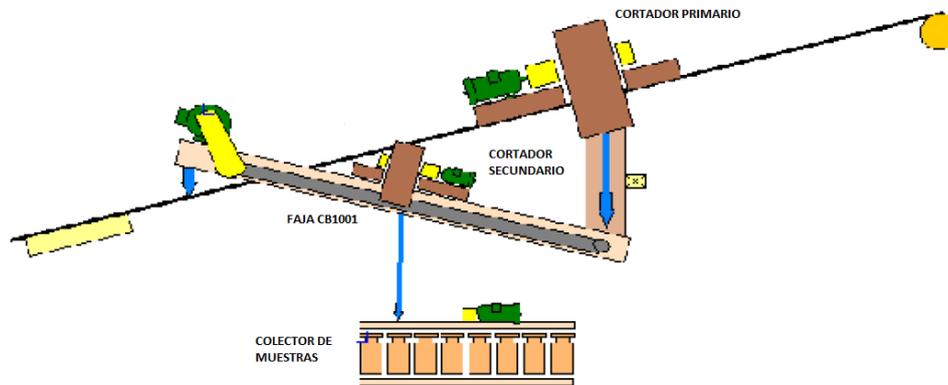
El muestreo a máquina o automático, se efectúa mediante un contador de muestra manejando mecánicamente y diseñado para cortar una capa delgada de mineral o pulpa caída, a intervalos de tiempo predeterminado.

El sistema de muestreo lo realiza por medio de un muestreador thermo scientific y está conformado por los siguientes equipos:

- Cortador primario.
- Faja CB-1001.
- Cortador secundario
- Colector de muestras.
- Tablero de control.

Figura 70

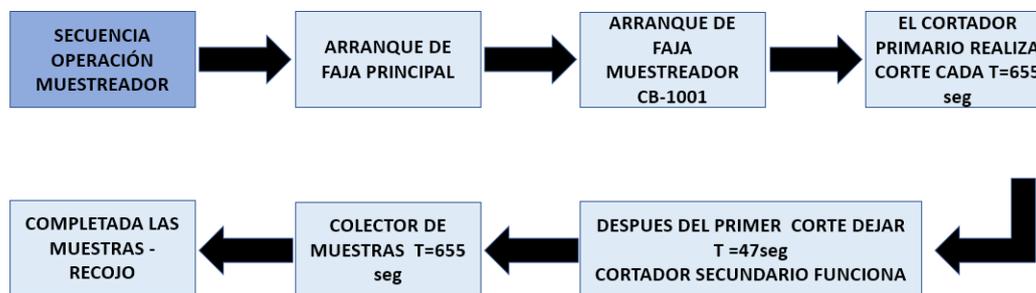
Diagrama de Flujo Muestreador de Concentrado Cu.



Nota. Elaboración propia.

Figura 71

Secuencia de Operación Muestreador de Concentrado Cu.



Nota. Elaboración propia.

5.8.2.1 Sistema de control automático controlado por PLC.

Si el sistema de control automático utiliza un PLC para el control, habrá temporizadores definidos en el programa de PLC real. Por lo general, se puede acceder a estos temporizadores y cambiarlos a través del interfaz de operador del sistema de control.

Hay dos temporizadores para el muestreador de barrido. El primer temporizador es el temporizador de intervalo de muestra. Eso establece la cantidad de tiempo que transcurrirá entre los incrementos de muestra.

El segundo temporizador es el temporizador de fallo de muestra. Este es el temporizador que activará una alarma si el muestreador no vuelve a la posición inicial. Debe ajustarse por un poco más de tiempo que el tiempo requerido para que el muestreador haga un corte.

5.9 SHIPLoader (CARGADOR DE BARCOS).

El cargador de barcos es un equipo que nos permite realizar la descarga del concentrado de Cu, hacia los buques de carga. Está conformado por una unidad móvil (parte móvil de la pluma) una fija (unidad de accionamiento y la estación de tensado y chute de descarga), el desplazamiento lo hace a través de riles ubicado en el muelle.

Es operado por una desde una cabina encargado de visualización y control de alarmas y ubicación de shiploader en las bodegas correspondientes y un operador de control remoto encargado de la estiba de concentrado en la nave.

Figura 72

Embarcador (Shiploader) en Operación.

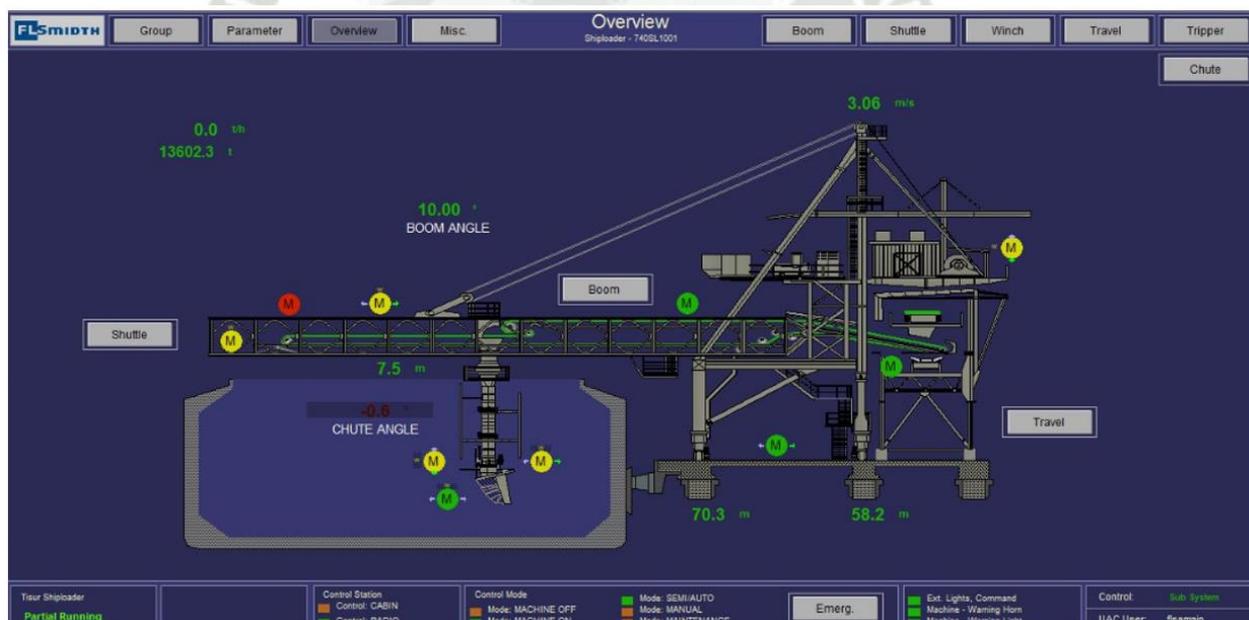


Nota. <https://www.tisur.com.pe/es/servicios/minerales>

El sistema de control desarrollado para el shiploader está conformado por un PLC Siemens S7-300 y el SCADA está desarrollado por ECS (Expert Control System) de FLSmidth.

La ECS es una plataforma para la automatización de procesos, que nos permite supervisar controlar todas las variables correspondientes a un proceso de control, estableciendo una mejor descripción de diagnósticos que conduce a un funcionamiento más preciso en la resolución de problemas más rápida y en última instancia operaciones más eficientes.

Figura 73
SCADA de Operación Shiploader.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

Se compone de una parte fija con unidad de accionamiento y la estación de tensado, un chute de descarga fijo. La parte móvil de la pluma se extenderá/retraerá por el sistema de accionamiento de transporte.

5.9.1 Travel drive.

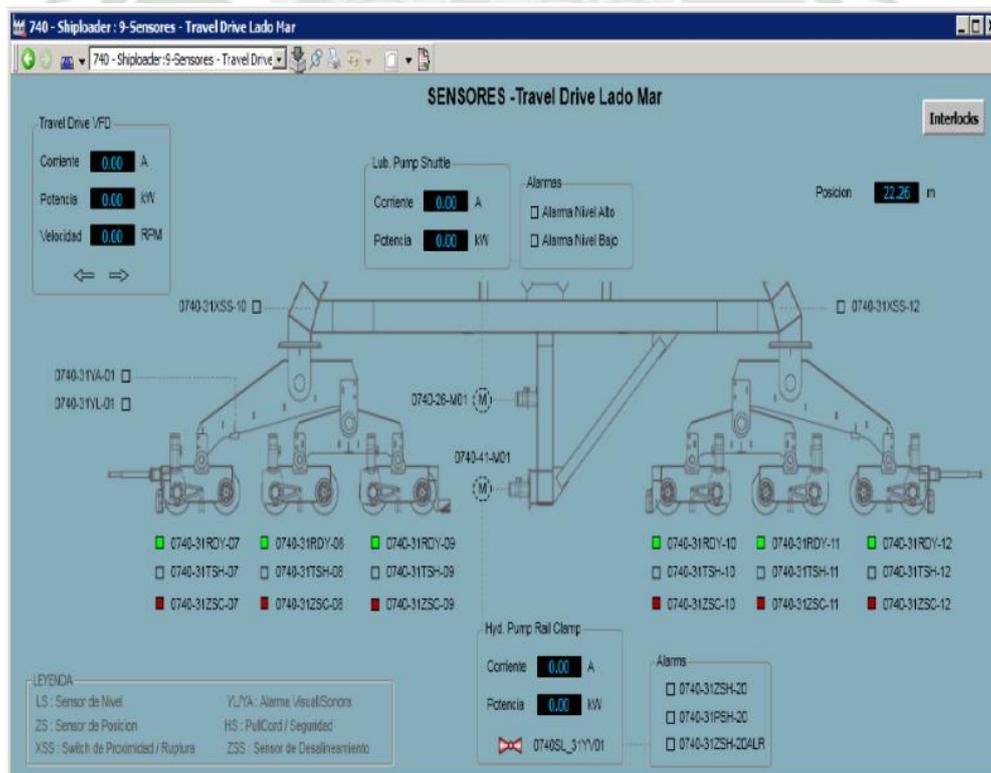
El lado del barco está diseñado como un lado fijo equipado con 6 ruedas accionadas y 6 ruedas no accionadas, Mientras que el Lado B (lado de la galería) tiene un péndulo, y está equipado con 6 ruedas accionadas y 6 ruedas no accionadas,

El sistema de recorrido o desplazamiento consiste en:

- 6 remolques de dos ruedas en el lado fijo (lado del mar).
- 6 remolques de dos ruedas en el lado del péndulo (lado de la galería).
- Una abrazadera de sujeción al carril en cada lado.
- 2 pasadores de bloqueo para tormenta en cada lado.
- 2 amortiguadores hidráulicos a cada extremo en cada lado.
- 1 zapata de conexión a tierra en cada lado.
- 2 sistemas de lubricación.

Figura 74

Faceplate Travel Drive Shiploader.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

Componentes eléctricos y control:

- 12 switch de límite “freno abierto” Conectado a tarjeta de entrada PLC.
- 12 motor integrados 0.3 kW Controlado por VFD (U31).
- 2 switch de límite de seguridad como extremo de carril de limitación de recorrido.
- 4 switch de límite en posición de pasador para tormenta.
- 1 switch magnético para referencia de posición.
- 2 decodificador absoluto para posición de recorrido (lado del péndulo y fijo).

5.9.2 Chute de descarga.

El chute sirve para descargar el material al interior del barco de manera pareja y está compuesto por:

- Parte superior con chute, plataforma, péndulo, cilindro & articulación.
- Tubos de transferencia.
- Sistema oscilante para el tubo de descarga.
- Tubo de descarga.

Figura 75

Faceplace de Chute de Descarga de Shiploader.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

Componentes eléctricos y control:

- 1 Switch de membrana Conectado a tarjeta de entrada de PLC.
- 2 Switch de detección de nivel, situaciones de atoro.
- 1 inclinómetro posición de chute.
- 4 switch anticolidión.
- 6 switch inductivos control de compuerta, giro de cuchara, apertura y cierre cuchara.

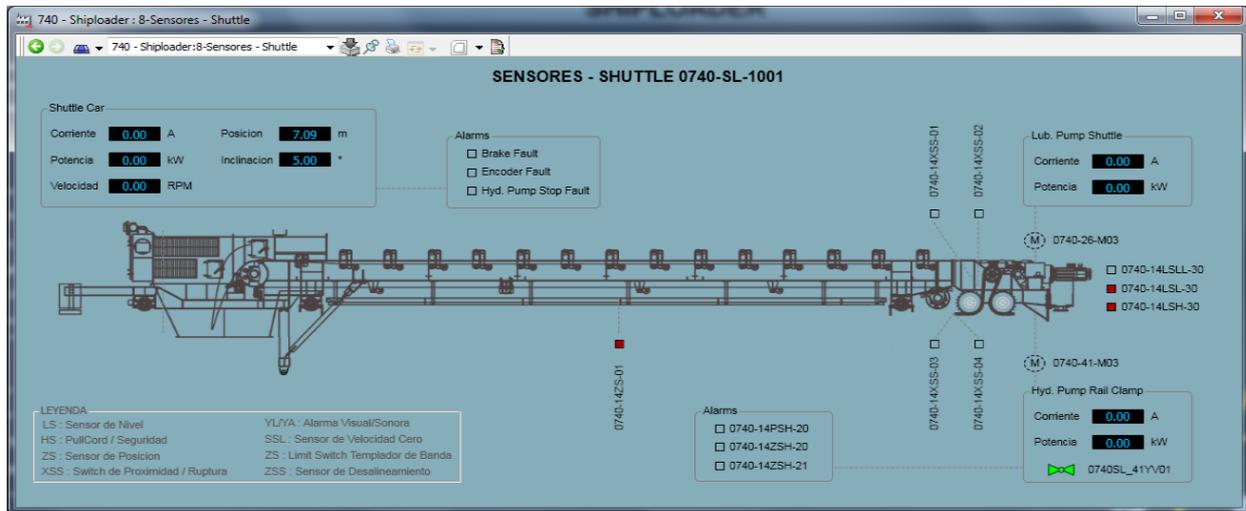
5.9.3 Faja móvil distribuidora (SHUTTLE).

La faja móvil distribuidora de la pluma sirve para extender y retraer el cabezal de descarga de la faja transportadora de la pluma y está compuesto por:

- **Unidad de accionamiento de la faja móvil distribuidora.** La faja móvil distribuidora de la pluma está equipada con una unidad de accionamiento que incluye un motor del freno va directamente montado sobre la caja de engranajes.
- **Cadenas y ruedas dentadas.** La faja móvil distribuidora está provista de 2 cadenas y las correspondientes ruedas dentadas.
- **Bloques de ruedas & carriles.** La faja móvil distribuidora está provista de 2 cadenas y las correspondientes ruedas dentadas.
- **Abrazaderas hidráulicas de sujeción al carril.** La unidad de la faja móvil distribuidora se ajusta con un sistema de 2 abrazaderas de anclaje al carril provistas de unidades hidráulicas separadas para la apertura y cierre operados con mecanismo tipo resorte.
- **Sistema de lubricación.** La faja móvil distribuidora ha sido equipada con un sistema de lubricación con grasa que se aplica automáticamente a los distintos cojinetes (poleas, ruedas, ruedas dentadas y cajas de engranaje) que existen dentro de la faja móvil distribuidora.

Figura 76

Facepase de Shuttle Shiploader.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

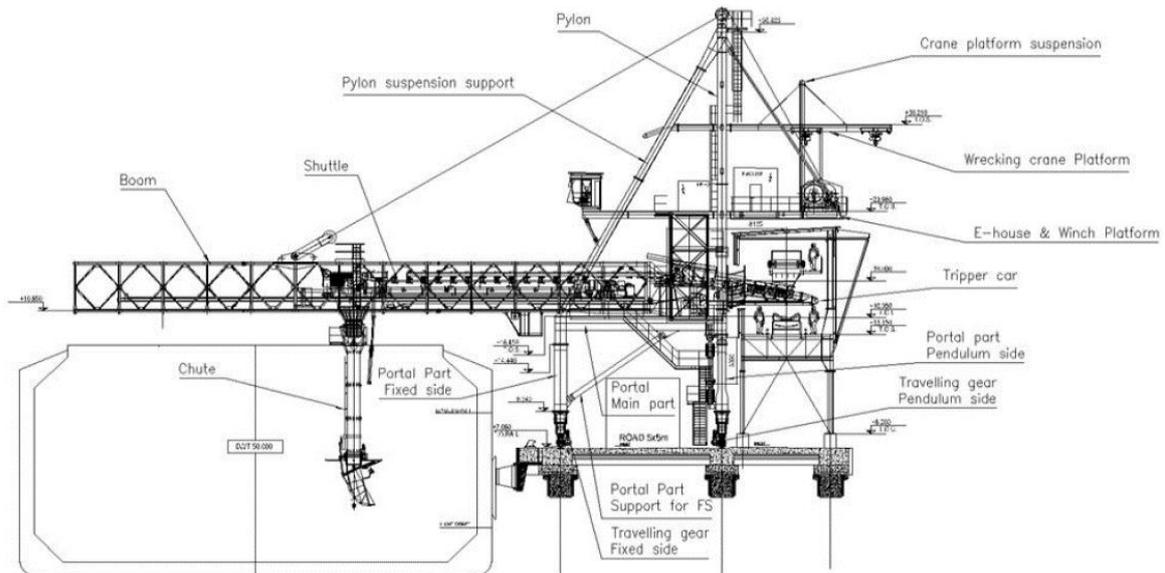
5.9.4 Faja boom.

Faja articulada que conforma parte del sistema de embarque. Tiene una posición inicial de 72 grados en posición de parqueo.

Cuando es requerido por tema de embarque se procede a bajar a 35 grados, en dicha posición se procede al desplazamiento de shuttle a una distancia de 5 a más metros todo dependerá del tipo de embarcación.

Figura 77

Diagrama de Componentes de Shiploader.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

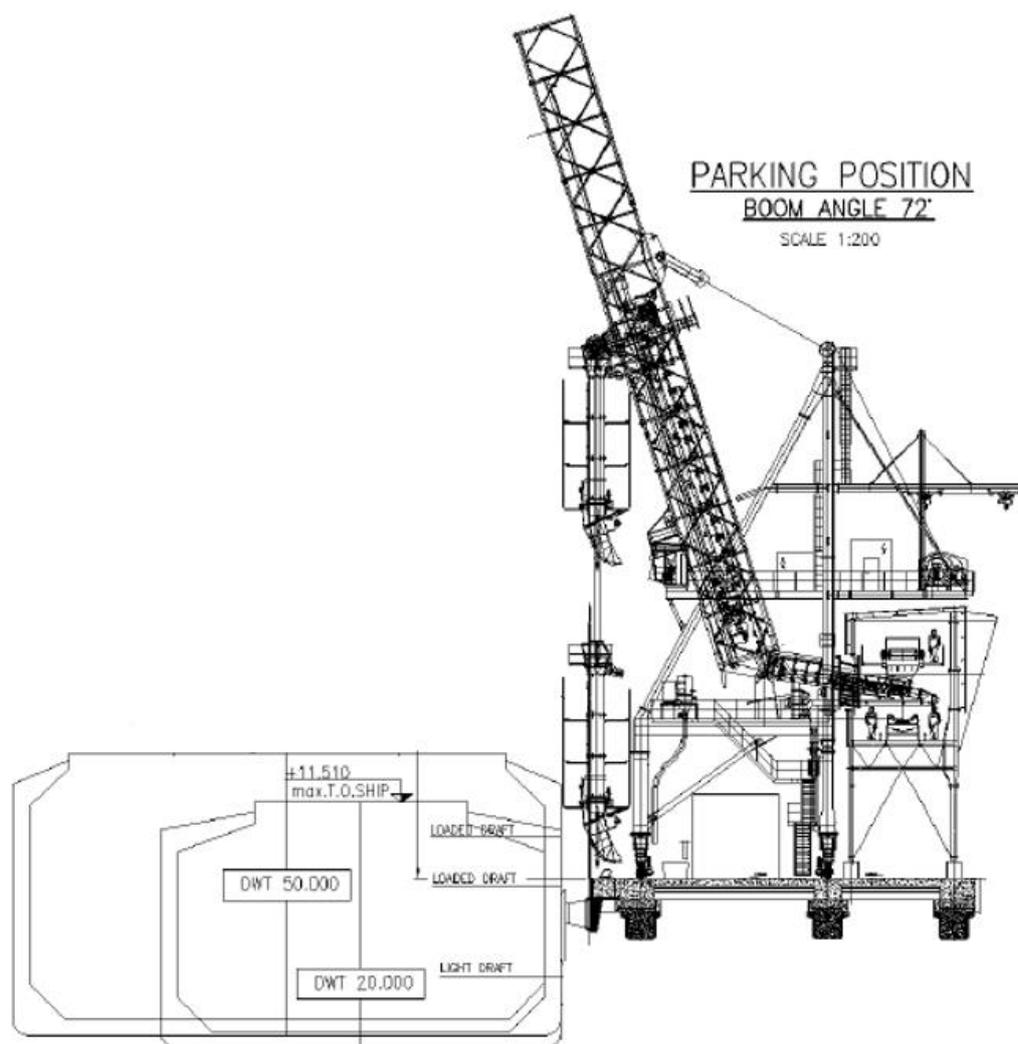
5.9.5 Sistema de levante

El sistema de levante está compuesto por un guinche, 2 cables, y 12 poleas. Es el encargado del levante de la faja boom.

El sistema de levante se realizará cada vez que se requiera un cambio de bodega de acuerdo al requerimiento de embarque.

Figura 78

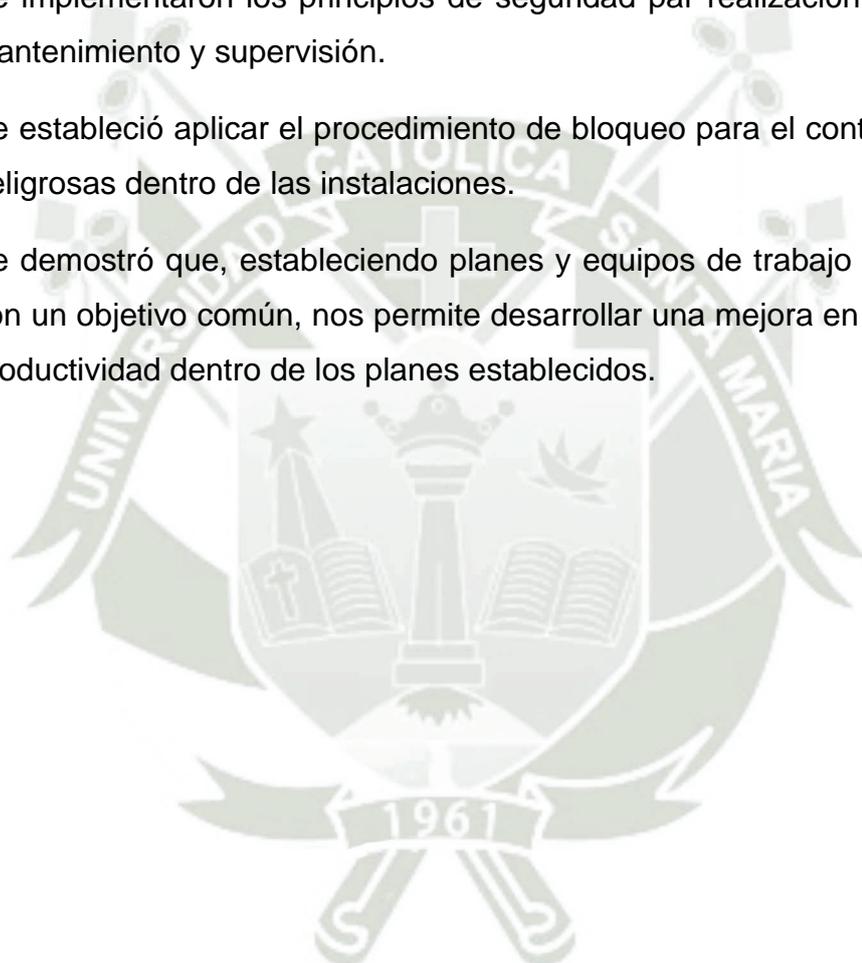
Operación Faja Boom Shiploader.



Nota. Manual de operación del sistema de control TISUR.

CONCLUSIONES

1. Se desarrollaron procedimientos de trabajo que cumplan con todos los estándares de seguridad y calidad cumpliendo los planes de mantenimiento de los instrumentos y equipos de control para el cumplimiento de metas de producción.
2. Se implementaron los principios de seguridad par realización de trabajos de mantenimiento y supervisión.
3. Se estableció aplicar el procedimiento de bloqueo para el control de energías peligrosas dentro de las instalaciones.
4. Se demostró que, estableciendo planes y equipos de trabajo comprometidos con un objetivo común, nos permite desarrollar una mejora en la eficiencia de productividad dentro de los planes establecidos.



REFERENCIA

- ABB. (2016). Operaciones del Sistema 800xA. *Manual de Operaciones del Sistema 800xA*. ABB.
- Bussmann, C. (2005). Manual de Seguridad Eléctrica 2da Edición. *Manual de Información*. Cooper Bussman, Mexico.
- Chacon, C. M. (2014). Estudio e implementación de estrategia para la incorporación de programas de seguridad eléctrica, con enfoque en peligros de relámpago de arco. *informe final de proyecto*.
- Honeywell, S. (2013). *Protección en Seguridad Eléctrica*.
- HUBBELL. (2013). *Guantes y mangas aislantes de goma*. HUBBELL.
- KUPHALDT, T. R. (2022). *Lesson in industrial instrumentacion*.
- NFPA70E. (2018). *Normas para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo*. National Fire Protection Association.
- SIERRA, J. C. (2011). *Tutorial norma ISA S5.1 y diagramas P&ID*. Universidad Tecnológica De Bolívar.
- TECSUP. (s.f.). Control de Supervision y Adquisicion de Datos . *Manual Control de Supervision y Adquisicion de Datos* . TECSUP.
- Norma ANSI/ISA–5.1–1984 (R1992).
<https://es.calameo.com/books/0044844307100a578b8d9>
- International Electrical Testing Association NETA. (2007).
Operaciones del sistema System 800xA-ABB. (2016).
https://library.e.abb.com/public/296096e8aa564933b66c9771c6c17c95/3BSE036904-600_B_es_System_800xA_Operations_6.0.pdf
- System Guide Functional Description System 800xA-ABB (2013).
<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE038018-510&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- S800 I/O -ABB Modules and Termination Units. (2013).

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE020924-510&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

Compact Control Builder AC800M Getting Started ABB. (2013).

<https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE041584-511&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

MNS-MCC Low Voltage Motor Control Center. (2021).

https://library.e.abb.com/public/4728910a703648a9ace7efdaab6f6b05/2TDA090000P0001_RevG_MNS-MCC_IOMM-digital.pdf

Eaton Low voltage MCC Communication Options. (2020).

Universal motor control UMC. (2007).

https://library.e.abb.com/public/59ce01f4894bf3948325755b00411e75/1TXA135001M0701_000109ES.pdf

Manual de hardware convertidor de frecuencia AC800-37. (2013)

https://library.e.abb.com/public/28227a6d1a819619c1257b50003cd282/ES_ACS800-37_55to2700kW_HW_F_A4.pdf

Manual de firmware Programa de control estándar 7.x del ACS800. (2011).

https://library.e.abb.com/public/e8a8a4c1448cc4a3c12579900048098d/ES_ACS800_standard_ctr_prg_FW_L.pdf

Arrancadores suaves Manual de instalación y puesta en servicio. (2006).

<https://library.e.abb.com/public/71098f33c3f41d0cc1256d89003dff30/1SFC132003M0701.pdf>

ANEXOS

- Anexo 1.** Procedimiento mantenimiento y calibración de balanzas de fajas.
- Anexo 2.** Procedimiento mantenimiento y calibración detector de metales.
- Anexo 3.** Lista de manuales informativos de System 800xA.
- Anexo 4.** Modelo de permiso de trabajo eléctrico energizado.
- Anexo 5.** Diagrama de bloques conexión equipos de tablero RIO.
- Anexo 6.** Diagrama de bloques conexión equipos de comunicación de tablero RIO.
- Anexo 7.** Diagrama de bloques conexión equipos de tablero control.
- Anexo 8.** Diagrama de bloques conexión equipos de comunicación de tablero control.
- Anexo 9.** Diagrama de bloques conexión equipos de comunicación de tablero control – controlador.

Anexo 1. Procedimiento mantenimiento y calibración de balanzas de fajas.

	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO (PETS) MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DE BALANZA DE FAJAS</p>	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:
SUPERVISOR/EQUIPO DE TRABAJO	GERENCIA DE AREA	GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENTE DE OPERACIONES
FECHA DE ACTUALIZACION:			FECHA DE APROBACION:

6 CONTENIDO

1. OBJETIVO/ALCANCE.
2. RESPONSABILIDADES.
3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.
 - 3.1. DEFINICIONES.
 - 3.2 ABREVIATURAS.
4. REQUERIMIENTOS.
 - 4.1. REQUERIMIENTO DE PERSONAL.
 - 4.3. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS.
 - 4.4. REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS.
 - 4.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES.
5. DESCRIPCION.
 - 5.1 PELIGROS/RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS, CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD/ESPECIFICACIONES.
 - 5.2. PROCEDIMIENTO.
6. RESTRICCIONES.
7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.
8. ANEXOS Y FORMATOS.
 - 8.1 FLUJOGRAMA.

1. OBJETIVO/ALCANCE.

Establecer y describir los pasos para realizar el procedimiento estándar para el Mantenimiento y Calibración de Balanzas de Fajas, para garantizar la ejecución segura y óptima de la tarea.

Este procedimiento aplica para el Mantenimiento y Calibración de Balanzas de Fajas. Inicia con la solicitud del equipo para mantenimiento a Personal de Operaciones y culmina con la entrega de equipo trabajando a Supervisor de Operaciones del área afectada.

2. RESPONSABILIDADES.

➤ Supervisor de Mantenimiento E/I.

- Coordinar con las áreas afectadas y transferir el liderazgo a las intervenciones y operaciones según lo requiera la misión.
- Conocer, dirigir, respetar y velar por que los empleados cumplan y sean responsables de velar por el cumplimiento de las condiciones establecidas en este proceso.
- Dotar al personal de los EPI adecuados y necesarios para la realización de esta actividad.
- Proporcionar las herramientas, piezas y materiales necesarios para que el personal realice el mantenimiento y reemplace las herramientas según sea necesario.
- Asegúrese de que el personal que trabaja en este dispositivo esté calificado para trabajar en este equipo.
- Mantenga los manuales de operación y mantenimiento de los equipos al alcance del personal para su fácil consulta durante cada intervención.
- SDS o MSDS de los químicos utilizados. gram. Evaluar y analizar el estado de seguridad de los empleados antes de la intervención.

➤ Técnico de Instrumentación.

- a. Conocer el presente Procedimiento.
- b. Todo el personal asignado a esta actividad debe evaluar todos los peligros y riesgos asociados con esta actividad y las medidas de control para completar

conjuntamente los permisos de alto riesgo requeridos en las áreas ARO, PTS y de trabajo.

c. Utilizar el EPP básico permanentemente para trabajos en ambiente polvoriento; adicionalmente arnés y doble línea de anclaje para el personal que realiza el mantenimiento e instalación de la cadena de calibración sobre la faja. Para esto seguir lo establecido en la política de selección, distribución y uso de EPP y el de para Protección Contra Caídas.

d. Inspeccionar sus herramientas y equipos de medición y asegurarse de utilizar solo las que se encuentran en buen estado y marcadas con la cinta adhesiva del color del código del trimestre correspondiente de acuerdo a lo establecido con la Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones.

e. Aplicar las precauciones y advertencias del fabricante al realizar el mantenimiento y calibración de las balanzas de las fajas de transferencia. Para ello, verificar en el manual respectivo aquellos componentes que se intervendrán.

f. Cumplir con el procedimiento operativo y sus documentos relacionados.

g. Verificar y efectuar pruebas después de realizar la calibración del Equipo.

h. Hacer seguimiento y cumplir paso a paso los procedimientos del LOTOTO según el Procedimiento General de Bloqueo.

i. Desarrollar toda operación y maniobra de manera segura velando por el bienestar suyo y el de sus compañeros de trabajo.

j. Reportar de forma inmediata cualquier incidente.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

3.1. DEFINICIONES.

Balanza: Una balanza es un instrumento que mide la masa de un objeto o sustancia, que se utiliza como medio para comparar la fuerza gravitacional que actúa sobre el objeto.

Sensor de fuerza: Un sensor de peso es un sensor de peso electrónico destinado a recibir el estímulo eléctrico provocado por un peso específico colocado en la plataforma y transmitirlo a un indicador de peso en forma de toma eléctrica.

Bloqueo Eléctrico: Instalación de un sistema de bloqueo en el dispositivo de aislamiento de la energía, según el procedimiento establecido (LOTOTO), asegurando que el dispositivo de aislamiento de energía y el equipo que se está controlando no puedan operarse hasta que se retire el dispositivo de bloqueo (Candado, Tarjeta, Pinza, Caja Grupal).

Equipo energizado: Equipo conectado eléctricamente a una fuente de voltaje, o cargado eléctricamente de manera de tener un voltaje significativamente diferente a la tierra circundante.

Equipo Desenergizado: Equipo libre de cualquier conexión eléctrica a una fuente de voltaje y de carga eléctrica; sin voltaje a tierra.

Personal Calificado: Persona familiarizada con la fabricación y operación de un equipo, y de los peligros relacionados a éste.

Personal Autorizado: Es aquella persona que bloquea o tarjetea máquinas o equipos para realizarles servicio o mantención.

Personal afectado: Es aquel empleado cuyo trabajo consiste en operar o usar una máquina o equipo, al cual se le está dando servicio o se le está realizando mantención, utilizando el procedimiento de bloqueo o tarjeteo, o cuyo trabajo consiste en trabajar en un área donde dicho tipo de servicio o mantención se está desarrollando.

Desbloqueo Eléctrico: retiro del dispositivo de Bloqueo Eléctrico - LOTOTO (Candado, Tarjeta, Pinza, Caja Grupal.). Dejando repuesto para restablecer por parte del personal de control del Área.

3.2 ABREVIATURAS.

LOTOTO: Lock Out, Tag Out and Try Out (Bloqueo, etiquetado y testeo).

MCC: Centro de Control de Motores.

EPP: Equipo de protección personal.

ARO: Análisis de Riesgo Operacional.

PTS: Procedimiento de Trabajo Seguro.

JB: Juntion Box (Caja de Unión/Paso).

PLC: Controlador Lógico Programable.

DCS: Sistema de Control Distribuido.

OM: Orden de Mantenimiento.

4. REQUERIMIENTOS.

4.1. REQUERIMIENTO DE PERSONAL.

Cantidad	Descripción
2	Técnicos de instrumentación
1	Supervisor de Mantenimiento

4.2. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Cantidad	Descripción
3	Ropa o mandil antinflama
3	Casco de Seguridad
3	Lentes de Seguridad
3	Pares de zapatos eléctricos
3	Protector auditivo
3	Pares de guantes anticorte
3	Respiradores contra polvo
2	Arnés con doble línea de anclaje

4.3. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS.

Cantidad	Descripción
1	Soplador Eléctrico
1	Extensión Eléctrica

4.4. REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS.

Cantidad	Descripción
2	Maletín de Herramientas
2	Multímetro Digital
4	Manguera de alta presión para aire industrial

4.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

Cantidad	Descripción
2	Limpia contactos eléctricos y electrónico
2	Afloja todo-loctite
1	Kilo de trapo industrial

5. DESCRIPCION.

5.1 PELIGROS/RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS, CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD/ESPECIFICACIONES.

N°	PELIGRO	RIESGO	CONTROL
1	Caída de objetos, rocas y materiales	Lesiones a distintas partes del cuerpo / muerte/daño a los equipos	<p>Los trabajadores deben llevar las herramientas en el maletín asignado adecuado para su traslado.</p> <p>El trabajador debe de tener especial cuidado al momento de realizar la limpieza coordinando en todo momento con el resto del personal y evitando que alguien se encuentre en un nivel inferior donde podría ser golpeado.</p> <p>Coordinar con el personal mecánico y/o de operaciones encargado del área que se va a realizar trabajos en la zona.</p>
2	Trabajo en altura	Caídas a distinto nivel Trabajo en altura	<p>El personal que trabaje en altura deber tener arnés y está constantemente anclado con líneas de vida retractiles a un punto fijo y este ubicado a un nivel superior a su cabeza.</p> <p>Se debe observar las recomendaciones del Estándar para Protección Contra Caídas.</p>
3	Caída de personas al mismo nivel (resbalones,	Lesiones a distintas partes del cuerpo	<p>Los trabajadores inspeccionan el área y eliminan obstáculos, materiales o derrames en el piso que puedan generar tropezones o resbalones, estas condiciones deben de mantenerse durante la realización de toda la</p>

	tropiezos)		tarea, manteniendo el Orden y Limpieza del área.
4	Trabajos con equipos o herramientas manuales	Golpes en distintas partes del cuerpo	El trabajador durante toda la tarea hará uso de los guantes como lo establece el estándar Selección, distribución y uso de EPP's

N°	PELIGRO	RIESGO	CONTROL
5	Almacenamiento, transporte o uso de productos químicos	Quemaduras por contacto Incendios Intoxicación / sofocación / asfixia	Conocer el MSDS del producto químico a utilizar, identificar la ubicación de los extintores, los trabajadores durante toda la tarea deben usar el EPP según el estándar Selección, distribución y uso de EPP's
6	Trabajos en o próximo a partes en movimiento	Atrapamientos Golpes en distintas partes del cuerpo	Estándar para Guardas de Protección de Equipos. No exponerse a la faja en movimiento
7	Trabajos en equipos temporalmente desenergizados	Atrapamiento Contacto con sustancias peligrosas	Procedimiento General de Bloqueo LOTOTO

		Contacto con energía eléctrica	
8	Trabajos con equipos o herramientas manuales	Golpes en distintas partes del cuerpo	El trabajador durante toda la tarea hará uso de los guantes como lo establece el estándar Selección, distribución y uso de EPP's
	ASPECTO	IMPACTO	CONTROL
1	Almacenamiento temporal del trapo industrial contaminado con hidrocarburo	Efecto sobre el suelo y/o agua subterránea	Disposición de Residuos, Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos
	CARACTERÍSTICA A CRÍTICA DE CALIDAD	ESPECIFICACION	
	Efectividad del mantenimiento	Competencia del personal técnico Tiempo de mantenimiento	

5.2. PROCEDIMIENTO.

Inicialmente tanto el Supervisor de Mantenimiento E/I Procesos como el Técnico de instrumentación responsable de la tarea coordinan con el personal del área afectada y personal de apoyo la hora de inicio del trabajo, para lo cual es necesario seguir con los siguientes pasos:

- Técnico de instrumentación prepara toda la documentación necesaria para la labor a realizar (manuales de operación y mantenimiento de equipo, formatos de ARO, PTS, planos P&ID y de red si fuera necesario, además de documentación adicional si es que fuera el caso).
- Toda comunicación a distancia se efectúa haciendo un uso apropiado de los medios de comunicación disponibles, llámese correo electrónico, comunicación escrita, comunicación telefónica, comunicación vía teléfonos móviles (RPM), radial (usado en la frecuencia del área de trabajo) o por Perifoneo.
- Elaborar el ARO, considerando todos los riesgos potenciales propios del área de trabajo, que no se encuentren considerados en el presente procedimiento el cual debe ser revisado y firmado por todo el grupo de trabajo involucrado necesariamente el personal Autorizado.
- Todo el personal utiliza en todo momento el "EPP" requerido y recomendado en este procedimiento y el adicional evaluado en el "ARO", cumpliendo con el la Selección, Distribución y Uso de EPP".
- Si es que fuera necesario, después de la evaluación, otro permiso de trabajo, los técnicos de instrumentación coordinan con el Supervisor a cargo para cumplir con todos los procedimientos establecidos.
- Una vez evaluado los riesgos propios del área e identificar las condiciones de la tarea, determinar el uso de herramientas a los mencionados en el punto de REQUERIMIENTOS del presente documento o equipos adicionales. Toda herramienta destinada al trabajo debe de contar con la inspección del periodo en curso.
- El supervisor de Mantenimiento E/I Procesos o técnico de instrumentación responsable coordina con el Supervisor del área afectada, así como con el

personal involucrado en campo, refiérase Operador del área y Panelista de sala de control, el inicio y tiempo del mantenimiento de los instrumentos, así como la limpieza de la zona de trabajo retiro de piedras y montículos de tierra del área circundante al acceso a las cadenas de calibración así como al panel integrador de la balanza; para evitar la caída del personal o desprendimiento de material donde se realizaran los trabajos de mantenimiento instrumental.

- Para el Mantenimiento instrumental en general, los técnicos de instrumentación coordinan con el Técnico electricista encargado de la Sala Eléctrica para realizar el procedimiento de LOTOTO a los siguientes equipos:
 - Faja donde se encuentra la balanza a intervenir.
 - Integrador a intervenir.
- Para realizar el mantenimiento del tablero de panel integrador Figura 1 y JB de paso de las señales de la balanza, revisando la condición de cables (recalentados y /o pelados, cortados, etc.). Además, se deberá realizar el reajuste de las entradas y salidas de cables. Luego se deberá realizar la limpieza con limpia contacto y con soplador eléctrico, teniendo cuidado de no dañar los componentes internos del tablero.



Figura1

- Realizar la limpieza y la inspección de la balanza ver figura 2, y todo el puente de pesaje. Verificar que no haya piedras incrustadas entre la estructura de la faja y la báscula, de tal modo que las celdas de carga estén libres.



Figura 2

- Encoder de velocidad: realizar el mantenimiento del encoder figura 3, ubicado en la cola de la faja, realizar la limpieza externa y verificar el estado de los cables de protección y tag correspondientes.



Figura 3

- El técnico de Instrumentación deberá anotar los valores actuales del Zero y del Span.
- El técnico de Instrumentación debe verificar que los rótulos de riesgo eléctrico y nivel de voltaje de todos los tableros se encuentren en buenas condiciones. De ser el caso, deberá solicitar estos rótulos para su reemplazo respectivo.
- El técnico de Instrumentación debe comprobar que los cables dentro del tablero del integrador y los cables a los instrumentos cuenten con su respectivo tag. De no ser así, se deberá reportar esta condición a su supervisor y proceder al cambio de los mismos.
- **Calibración de Zero**

- Los técnicos de instrumentación deben asegurarse que el puente de pesaje este limpio y proceder con el desbloqueo. Coordinar con Control de procesos la implementación del bypass permisivo de la faja siguiente a la faja que se está interviniendo.
 - Arrancar la faja transportadora y cuando alcance el 100% de la velocidad comenzar con la calibración del Zero (correr la faja en vacío); al finalizar anotar el nuevo valor del Zero así como la desviación para el registro de la calibración. Repetir la operación si fuera necesario (Considerar para esto la mínima desviación recomendada por el fabricante, la cual figura en el manual de calibración).
 - Parar y desenergizar el o los motores de la faja de transferencia, siguiendo los pasos del procedimiento *SGIpr0015 Procedimiento General de Bloqueo*.
- **Calibración del Span**
 - Los técnicos de instrumentación bajan el peso patrón (peso estático o cadena) para la calibración del Span.
 - Energizar el o los motores de la faja y arrancar; cuando este al 100% de su velocidad comenzar con la calibración del Span. Al finalizar anotar el nuevo valor del Span y la desviación para el registro de calibración. Repetir la operación si fuera necesario (Considerar para esto la mínima desviación recomendada por el fabricante, la cual figura en el manual de calibración).
 - Terminada la calibración del Span, dejar por unos minutos que continúe corriendo la faja para verificar en el integrador que la lectura del flujo de carga, corresponda al del peso patrón (Cadena o peso estático).
 - Detener y Desenergizar el y/o los motores de la faja de transferencia, siguiendo los pasos del procedimiento *SGIpr0015 Procedimiento General de Bloqueo*.
 - Retirar el peso patrón o cadena de la faja transportadora.
 - Los técnicos de Instrumentación asignados a esta labor, deben realizar el orden y limpieza en la zona de trabajo, disponiendo los residuos según *MApg0016 - Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos*.

- El Técnico de Instrumentación, debe coordinar con el electricista asignado a esta área de trabajo, para realizar el desbloqueo de los equipos intervenidos, siguiendo los pasos del procedimiento *SGIpr0015 Procedimiento General de Bloqueo*. Retirar el bypass de la faja que se implementó para la calibración de la balanza coordinando con Control de Procesos.
- El Técnico de Instrumentación, debe informar al panelista de sala de control, que el trabajo de mantenimiento y calibración de la balanza de la faja se ha concluido.
- El personal de operaciones verifica el funcionamiento normal del equipo.
- Los técnicos de instrumentación una vez concluido el mantenimiento proceden a llenar la Orden de Mantenimiento (OM) describiendo las observaciones encontradas y detallando el trabajo realizado.

6. RESTRICCIONES.

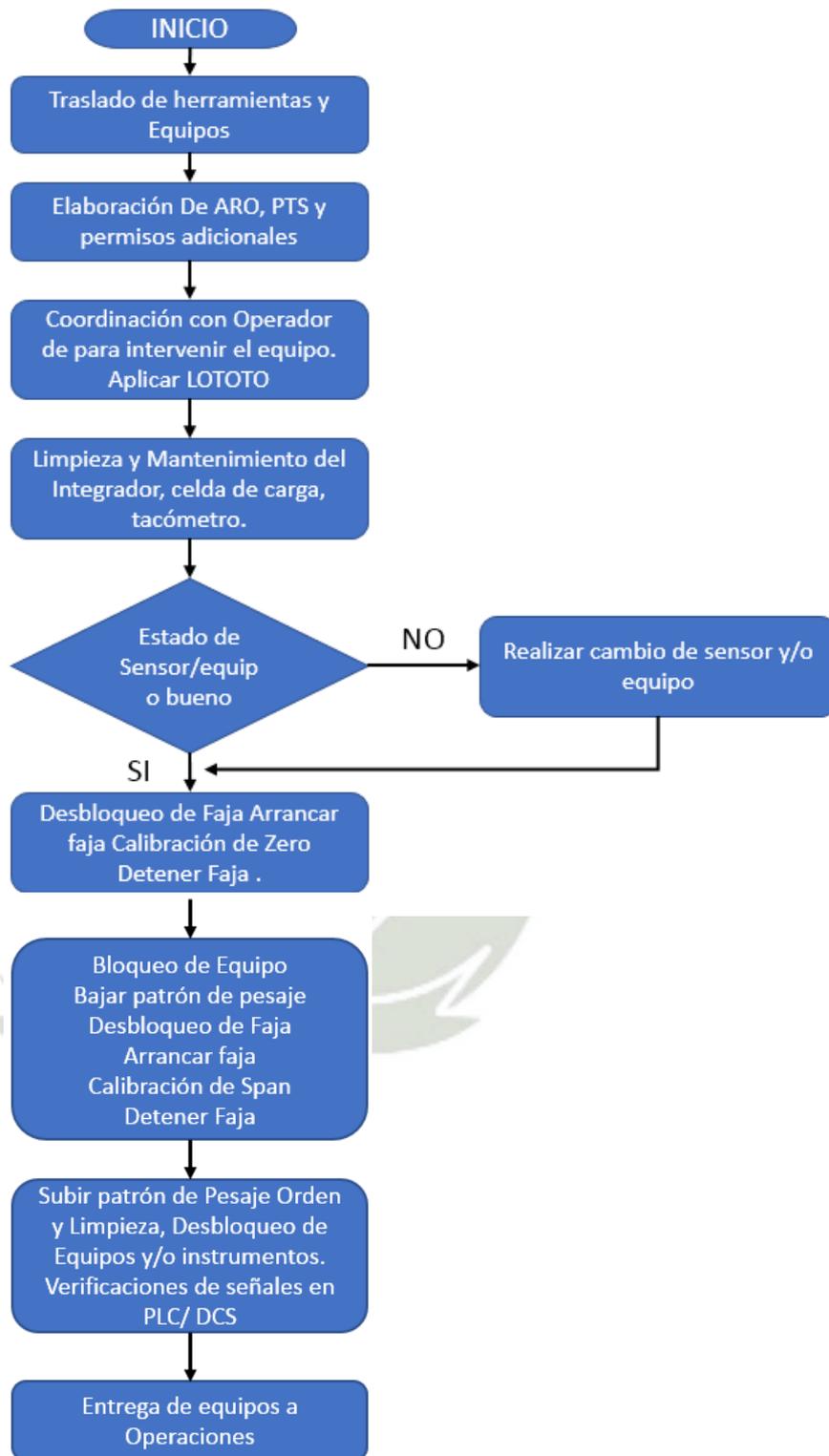
N.A.

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

- Matriz Identificación De Peligros, Evaluación Y Control De Riesgos “IPECR”. (Eléctrico) – SGI Mantenimiento eléctrico / Instrumentación.
- Procedimiento de bloqueo de LOTOTO.
- Manual de balanzas (PO 4-0823).
- SGIst0001 Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones.
- SGIpr0015 Procedimiento General de Bloqueo.
- SGIst0022 Manejo de Productos Químicos.
- SSOst0003 Estándar para Protección Contra Caídas.
- SSOst0005 Estándar para Andamios y Escaleras.
- SSOst0018 Selección y Uso de Equipos de Protección Personal.
- MApg0016 - Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos.
- SSORE0003 Reglamento de Equipos y Elementos de Izaje.

8. ANEXOS Y FORMATOS.

8.1 FLUJOGRAMA.



Anexo 2. Procedimiento mantenimiento y detector de metales.

	<p align="center">PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO (PETS) MANTENIMIENTO Y CALIBRACION DETECTOR DE METALES</p>	<p align="center">UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:	NOMBRE Y FIRMA:
SUPERVISOR/EQUIPO DE TRABAJO	GERENCIA DE AREA	GERENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENTE DE OPERACIONES
FECHA DE ACTUALIZACION:			FECHA DE APROBACION:

7 CONTENIDO

1. OBJETIVO/ALCANCE.
2. RESPONSABILIDADES.
3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.
 - 3.1. DEFINICIONES.
 - 3.2 ABREVIATURAS.
4. REQUERIMIENTOS.
 - 4.1. REQUERIMIENTO DE PERSONAL.
 - 4.3. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS.
 - 4.4. REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS.
 - 4.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES.
5. DESCRIPCION.
 - 5.1 PELIGROS/RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS, CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD/ESPECIFICACIONES.
 - 5.2. PROCEDIMIENTO.
6. RESTRICCIONES.
7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.
8. ANEXOS Y FORMATOS.
 - 8.1 FLUJOGRAMA.

1. OBJETIVO/ALCANCE.

Establecer y describir los pasos para realizar el procedimiento estándar Mantenimiento y Calibración del Detector de Metales, para garantizar la ejecución segura y óptima de la tarea. Este procedimiento aplica para el Mantenimiento y calibración del Detector de Metales. Inicia con la coordinación del trabajo con el supervisor de operaciones y concluye con la entrega del equipo a operaciones.

2. RESPONSABILIDADES.

➤ Supervisor de Mantenimiento E/I.

- a. Coordinar previamente con las áreas afectadas y con el personal involucrado en la zona de trabajo, la intervención del equipo y las maniobras que serán necesarias para realizar la inspección y el mantenimiento instrumental.
- b. Conocer, instruir, respetar y hacer respetar a su personal a cargo las condiciones establecidas en este procedimiento y verificar su cumplimiento en terreno.
- c. Proveer a su personal el EPP adecuado que es requerido para realizar esta actividad.
- d. Proveer de las herramientas, repuestos y materiales necesarios a su personal para la correcta ejecución del mantenimiento y calibración de los instrumentos si fuera necesario.
- e. Asegurarse que su personal que intervenga estos equipos esté calificado para intervenirlos.
- f. Mantener al alcance de su personal manuales de operación y mantenimiento de los equipos, para que éstos puedan ser consultados cada vez que se realicen intervenciones; así como los MSDS de los productos químicos utilizados.
- g. Evaluar y analizar las condiciones de seguridad de su personal antes de la intervención.

➤ Técnico de Instrumentación.

- a. Conocer el presente Procedimiento.

- b. Todo el personal asignado a esta actividad debe evaluar todos los peligros y riesgos asociados con esta actividad y las medidas de control para completar conjuntamente los permisos de alto riesgo requeridos en las áreas ARO, PTS y de trabajo.
- c. Comparar con Utilice siempre el EPP obligatorio designado para este trabajo. Durante el curso de una misión bajo "SSOst0018" Selección, Distribución y Uso de EPP.
- d. Utilizar herramientas adecuadas y en buen estado. Para ello, las herramientas primero deben ser inspeccionadas y marcadas con el color de la cinta del condado respectivo de acuerdo con el Estándar SGist001 para Pruebas de Herramientas, Equipos y Accesorios.
- e. Cuando siga las precauciones y advertencias del fabricante cuando inspeccione y limpie las herramientas. Para ello, consulte la documentación correspondiente de los componentes correspondientes.
- f. Siga las instrucciones y el prospecto del paquete gramo.
- g. Verificar el correcto funcionamiento de los equipos de medición y realizar pruebas posteriores al mantenimiento si es posible.
- h. Siga el procedimiento de bloqueo general SGIpr0015 y siga el procedimiento LOTO paso a paso si es necesario.
- i. Realice todas las operaciones y operaciones con total seguridad mientras garantiza la salud de usted y su personal.
- j. Reportar de forma inmediata cualquier incidente.

3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

3.1. DEFINICIONES.

Detector de Metales: es el instrumento que mediante una serie de impulsos electromagnéticos es capaz de detectar objetos metálicos. Se usan como medio de seguridad, búsqueda de metales dentro del mineral o en la búsqueda arqueológica de objetos.

Bloqueo Eléctrico: Instalación de un sistema de bloqueo en el dispositivo de aislamiento de la energía, según el procedimiento establecido (LOTOTO), asegurando que el dispositivo de aislamiento de energía y el equipo que se está

controlando no puedan operarse hasta que se retire el dispositivo de bloqueo (Candado, Tarjeta, Pinza, Caja Grupal).

Equipo energizado: Equipo conectado eléctricamente a una fuente de voltaje, o cargado eléctricamente de manera de tener un voltaje significativamente diferente a la tierra circundante.

Equipo Desenergizado: Equipo libre de cualquier conexión eléctrica a una fuente de voltaje y de carga eléctrica; sin voltaje a tierra.

Personal Calificado: Persona familiarizada con la fabricación y operación de un equipo, y de los peligros relacionados a éste.

Personal Autorizado: Es aquella persona que bloquea o tarjetea máquinas o equipos para realizarles servicio o mantención.

Personal afectado: Es aquel empleado cuyo trabajo consiste en operar o usar una máquina o equipo, al cual se le está dando servicio o se le está realizando mantención, utilizando el procedimiento de bloqueo o tarjeteo, o cuyo trabajo consiste en trabajar en un área donde dicho tipo de servicio o mantención se está desarrollando.

Desbloqueo Eléctrico: retiro del dispositivo de Bloqueo Eléctrico - LOTOTO (Candado, Tarjeta, Pinza, Caja Grupal.). Dejando repuesto para restablecer por parte del personal de control del Área.

3.2 ABREVIATURAS.

LOTOTO: Lock Out, Tag Out and Try Out (Bloqueo, etiquetado y testeo).

MCC: Centro de Control de Motores.

EPP: Equipo de protección personal.

ARO: Análisis de Riesgo Operacional.

PTS: Procedimiento de Trabajo Seguro.

JB: Junction Box (Caja de Unión/Paso).

PLC: Controlador Lógico Programable.

DCS: Sistema de Control Distribuido.

OM: Orden de Mantenimiento.

4. REQUERIMIENTOS.

4.1. REQUERIMIENTO DE PERSONAL.

Cantidad	Descripción
2	Técnicos de instrumentación
1	Supervisor de Mantenimiento E/I

4.2. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.

Cantidad	Descripción
3	Ropa o mandil antinflama
3	Casco de Seguridad
3	Lentes de Seguridad
3	Pares de zapatos eléctricos
3	Protector auditivo
3	Pares de guantes anticorte
3	Respiradores contra polvo
2	Arnés con doble línea de anclaje

4.3. REQUERIMIENTO DE EQUIPOS.

Cantidad	Descripción
1	Soplador Eléctrico
1	Extensión Eléctrica

4.4. REQUERIMIENTO DE HERRAMIENTAS.

Cantidad	Descripción
2	Maletín de Herramientas
2	Multímetro Digital
4	Soplador de aire de 220 VAC

4.5. REQUERIMIENTO DE MATERIALES.

Cantidad	Descripción
2	Limpia contactos eléctricos y electrónico
2	Afloja todo-Loctite
1	Kilo de trapo industrial

5. DESCRIPCION.

5.1 PELIGROS/RIESGOS, ASPECTOS E IMPACTOS, CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE CALIDAD/ESPECIFICACIONES.

N°	PELIGRO	RIESGO	CONTROL
1	Caída de objetos, rocas y materiales	Lesiones a distintas partes del cuerpo / muerte/daño a los equipos	<p>Los trabajadores deben llevar las herramientas en el maletín asignado adecuado para su traslado.</p> <p>El trabajador debe de tener especial cuidado al momento de realizar la limpieza coordinando en todo momento con el resto del personal y evitando que alguien se encuentre en un nivel inferior donde podría ser golpeado.</p> <p>Coordinar con el personal mecánico y/o de operaciones encargado del área que se va a realizar trabajos en la zona.</p>
2	Trabajo en altura	Caídas a distinto nivel	El personal que trabaje en altura deber tener arnés y está constantemente anclado con

		Trabajo en altura	líneas de vida retráctiles a un punto fijo y este ubicado a un nivel superior a su cabeza. Se debe observar las recomendaciones del Estándar para Protección Contra Caídas.
3	Caída de personas al mismo nivel (resbalones, tropiezos)	Lesiones a distintas partes del cuerpo	Los trabajadores inspeccionan el área y eliminan obstáculos, materiales o derrames en el piso que puedan generar tropezones o resbalones, estas condiciones deben de mantenerse durante la realización de toda la tarea, manteniendo el Orden y Limpieza del área.
4	Trabajos con equipos o herramientas manuales	Golpes en distintas partes del cuerpo	El trabajador durante toda la tarea hará uso de los guantes como lo establece el estándar Selección, distribución y uso de EPP's

N°	PELIGRO	RIESGO	CONTROL
5	Almacenamiento, transporte o uso de productos químicos	Quemaduras por contacto Incendios Intoxicación / sofocación / asfixia	Conocer el MSDS del producto químico a utilizar, identificar la ubicación de los extintores, los trabajadores durante toda la tarea deben usar el EPP según el estándar Selección, distribución y uso de EPP's
6	Trabajos en o próximo a partes en movimiento	Atrapamientos Golpes en distintas partes del cuerpo	Estándar para Guardas de Protección de Equipos. No exponerse a la faja en movimiento

7	Trabajos en equipos temporalmente desenergizados	Atrapamiento Contacto con sustancias peligrosas Contacto con energía eléctrica	Procedimiento General de Bloqueo LOTOTO
8	Trabajos con equipos o herramientas manuales	Golpes en distintas partes del cuerpo	El trabajador durante toda la tarea hará uso de los guantes como lo establece el estándar Selección, distribución y uso de EPP's
	ASPECTO	IMPACTO	CONTROL
1	Almacenamiento temporal del trapo industrial contaminado con hidrocarburo	Efecto sobre el suelo y/o agua subterránea	Disposición de Residuos, Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos
	CARACTERISTICA A CRITICA DE CALIDAD	ESPECIFICACION	
	Efectividad del mantenimiento	Competencia del personal técnico Tiempo de mantenimiento	

5.2. PROCEDIMIENTO.

Inicialmente tanto el Supervisor de Mantenimiento E/I Procesos o el Técnico de instrumentación responsable de la tarea coordinan con personal del área afectada y personal de apoyo la hora de inicio del trabajo, para lo cual es necesario seguir con los siguientes pasos:

- El técnico de instrumentación prepara toda la documentación necesaria para la labor a realizar (manuales de operación y mantenimiento de equipo, formatos de ARO, PTS, planos P&ID y de red si fuera necesario, además de documentación adicional si es que fuera el caso).
- Toda comunicación a distancia se efectúa haciendo un uso apropiado de los medios de comunicación disponibles, llámese correo electrónico, comunicación escrita, comunicación telefónica, comunicación vía teléfonos móviles (RPM), radial (usado en la frecuencia del área de trabajo) o por Perifoneo.
- Elaborar el ARO, considerando todos los riesgos potenciales propios del área de trabajo, que no se encuentren considerados en el presente procedimiento "SMEIC2pr0115", el cual debe ser revisado y firmado por todo el grupo de trabajo involucrado.
- El área tiene altos niveles de polvo y ruido, es necesario el uso permanente del equipo de protección adecuada. Todo el personal utilizará en todo momento el "EPP" requerido y recomendado en este procedimiento "SMEIC2pr0115" y el adicional evaluado en el "ARO", cumplir con el SSOst0018 Selección, Distribución y Uso de EPP.
- Si es que fuera necesario, después de la evaluación, otro permiso de trabajo, los técnicos de instrumentación coordinan con el Supervisor a cargo para cumplir con todos los procedimientos establecidos.
- Una vez evaluado los riesgos propios del área e identificar las condiciones de la tarea, determinar el uso de herramientas o equipos adicionales a los mencionados en el punto de REQUERIMIENTOS del presente documento.. Toda herramienta destinada al trabajo debe de contar con la inspección del periodo en curso.
- El supervisor de Mantenimiento E/I o técnico de instrumentación responsable

coordinan con el Supervisor del área afectada, así como con el personal involucrado en campo, refiérase Operador del área y Panelista de sala de control, el inicio y tiempo de la Inspección y/o del mantenimiento de los instrumentos, así como la detención del equipo.

- Para el Mantenimiento instrumental en general, los técnicos de instrumentación realizan el procedimiento de LOTOTO en coordinación con el electricista responsable de la sala Eléctrica a los siguientes equipos:
- Motor de la Faja a intervenir
- Los instrumentos a intervenir según se requiera.
- En el controlador del detector de metales desenergizar la energía de 120Vac a tarjeta del Detector, destornillar pernos de tapa exterior del detector y abrir para su limpieza, luego sopletear con aire la tarjeta a presión moderada (25 psi).
- En la estructura del soporte de bobinas realizar la limpieza a las bobinas Transmisora y Receptora que se detalla en la Figura 1.

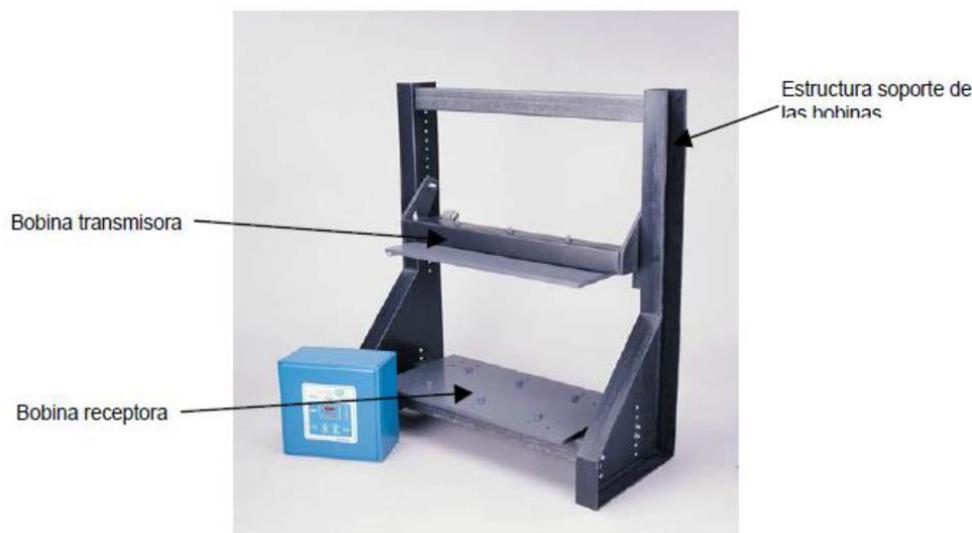


Figura 1

- Reajustar cables de bobinas transmisora, receptora, sirena, bandera y señal de 120Vac, revisar y ajustar cables de señales de bobinas en caja de conexiones cerca al Detector, verificar cableado que va tendido a lo largo de las bobinas,

posteriormente verificar el anclaje, pernos de sujeción de las bobinas y verificar estado de la lámpara de la circulina.



Figura 2

- Abrir tapa de caja de la bandera y verificar estado de la bobina y microswitch.
- Realizar mediciones con el multímetro para determinar la resistencia en cada una de las bobinas, el resultado debe ser el siguiente: Bobina trasmisora: 2 a 3 ohm y la Bobina receptora: 450 a 500 ohm. Estas mediciones se harán en las borneras 4 y 5 para la bobina trasmisora, y bornera 1 y 2 para la bobina receptora.



Figura 3

- Controlador del Detector de metales: Figura 4, realizar la limpieza externa e interna del controlador, realizar el ajuste de borneras, verificar el estado de los cables y tag correspondientes.

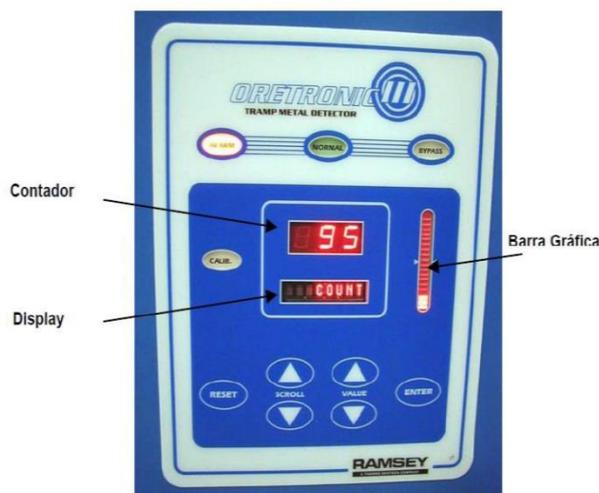


Figura 4

- Posteriormente al mantenimiento se procede a la calibración.
- Verificar los parámetros en el display del detector, buscar el menú CAL y anotar los valores de Coarse y Fine.
- Verificar los parámetros en el display del detector, buscar el menú SETUP y anotar los valores de las características del metal.
- Si esta desbalanceado las bobinas, se puede balancear ajustando los pernos en la bobina emisora tanto a la derecha y a la izquierda y en coordinación con una persona en el display verifica en el Menú Quick balance que los leds se encuentren los más centrado posible en la barra gráfica, recién se ha balanceado. Proceder a la calibración del COARSE y FINE
- Retirar el bloqueo de la faja.
- Posteriormente coordinar con operaciones para arrancar la faja.
- Una vez arrancada la faja lanzar el patrón y verificar que haya detectado, caso contrario realizar el ajuste del FINE y realizar nuevamente las pruebas hasta que detecte y cerciorarse que circulina y bandera se active.
- Los técnicos de instrumentación realizaran el orden y limpieza en el área, disponiendo los residuos de acuerdo al Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos.
- Una vez culminada la tarea proceden al desbloqueo de los demás equipos bloqueados y/o instrumentos. Después se debe revisar que todas las señales

de los equipos e instrumentos intervenidos estén con buena señal.

- Los técnicos de instrumentación comunican el término de los trabajos al supervisor de Mantenimiento E/I o técnico de instrumentación responsable quien coordina con la sala de control e indica que se culminó con el mantenimiento.
- Personal de Operaciones verifica el funcionamiento normal del equipo.

6. RESTRICCIONES.

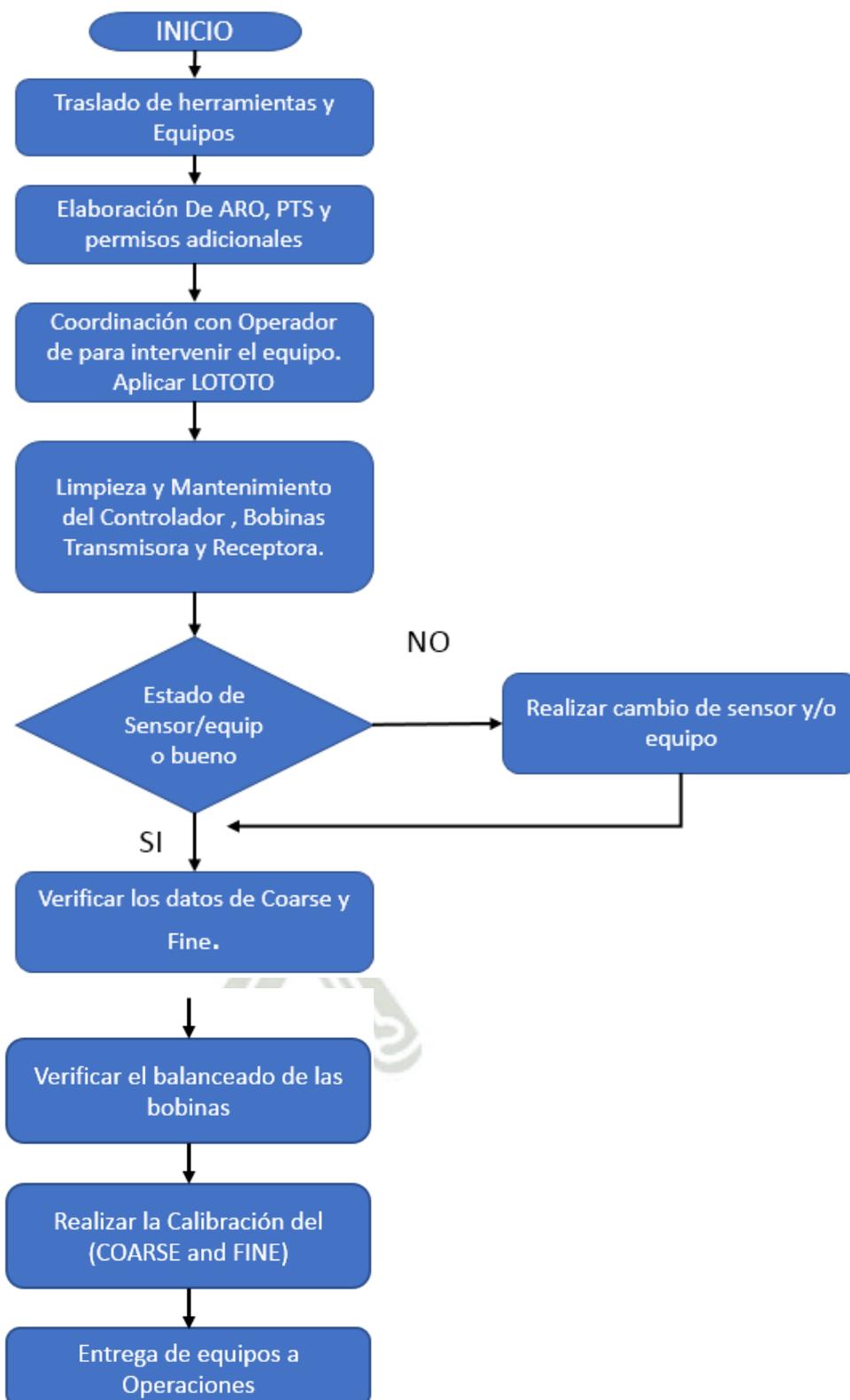
N.A.

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

- Matriz Identificación De Peligros, Evaluación Y Control De Riesgos “IPECR”. (Eléctrico) – SGI Mantenimiento eléctrico / Instrumentación.
- Procedimiento de bloqueo de LOTOTO.
- Manual de mantenimiento y calibración de detector de metales (PO 4-0821)
- SG1st0001_Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones.
- SG1pr0015 Procedimiento General de Bloqueo.
- SG1st0022_Manejo de Productos Químicos.
- SSOst0003 Estándar para Protección Contra Caídas.
- SSOst0005 Estándar para Andamios y Escaleras.
- SG1st0022 Manejo de Productos Químicos.
- SSOst0018 Selección y Uso de Equipos de Protección Personal.
- MApg0016 - Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos.
- SSOre0003 Reglamento de Equipos y Elementos de Izaje.

8. ANEXOS Y FORMATOS.

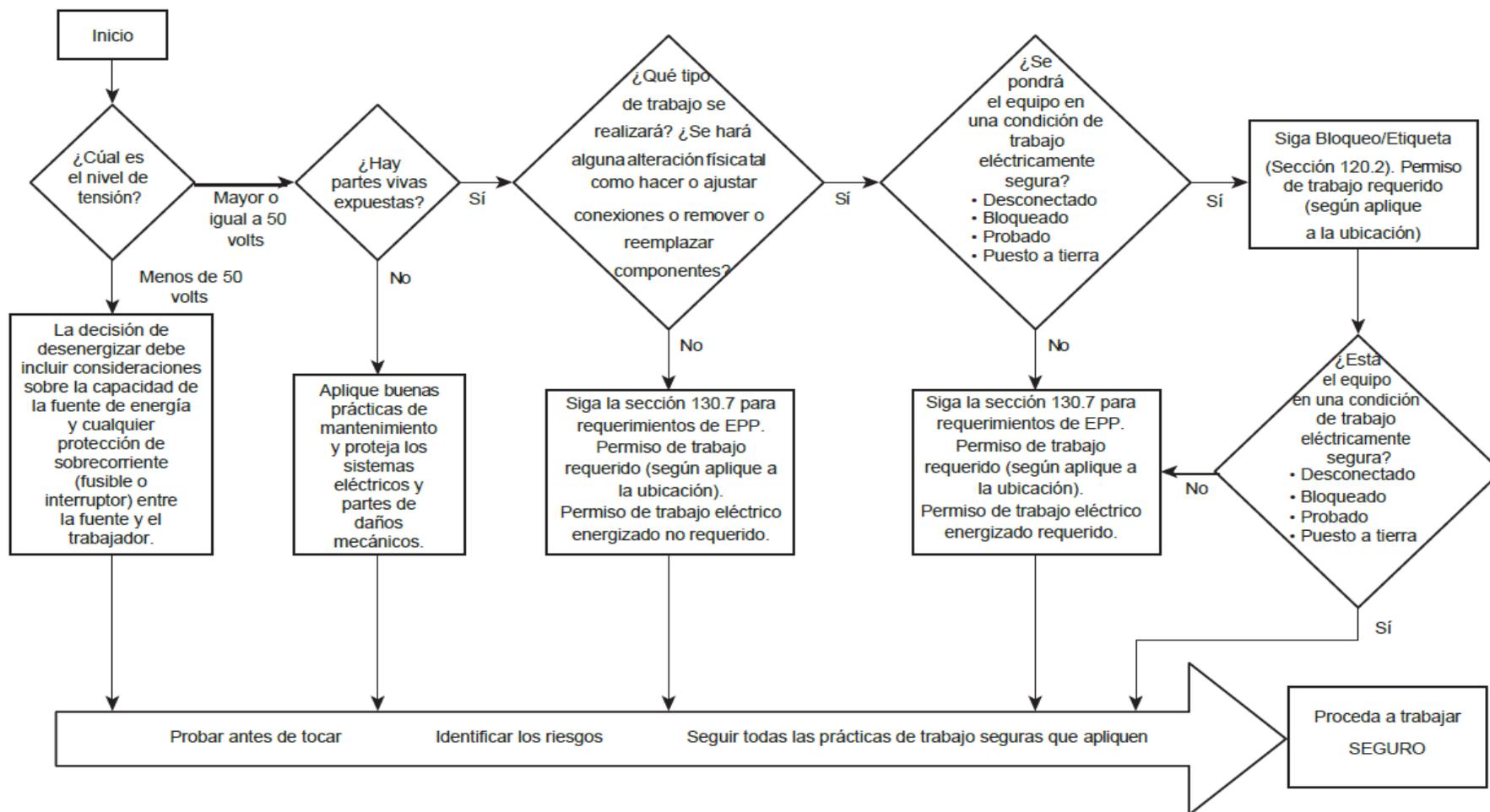
8.1 FLUJOGRAMA.



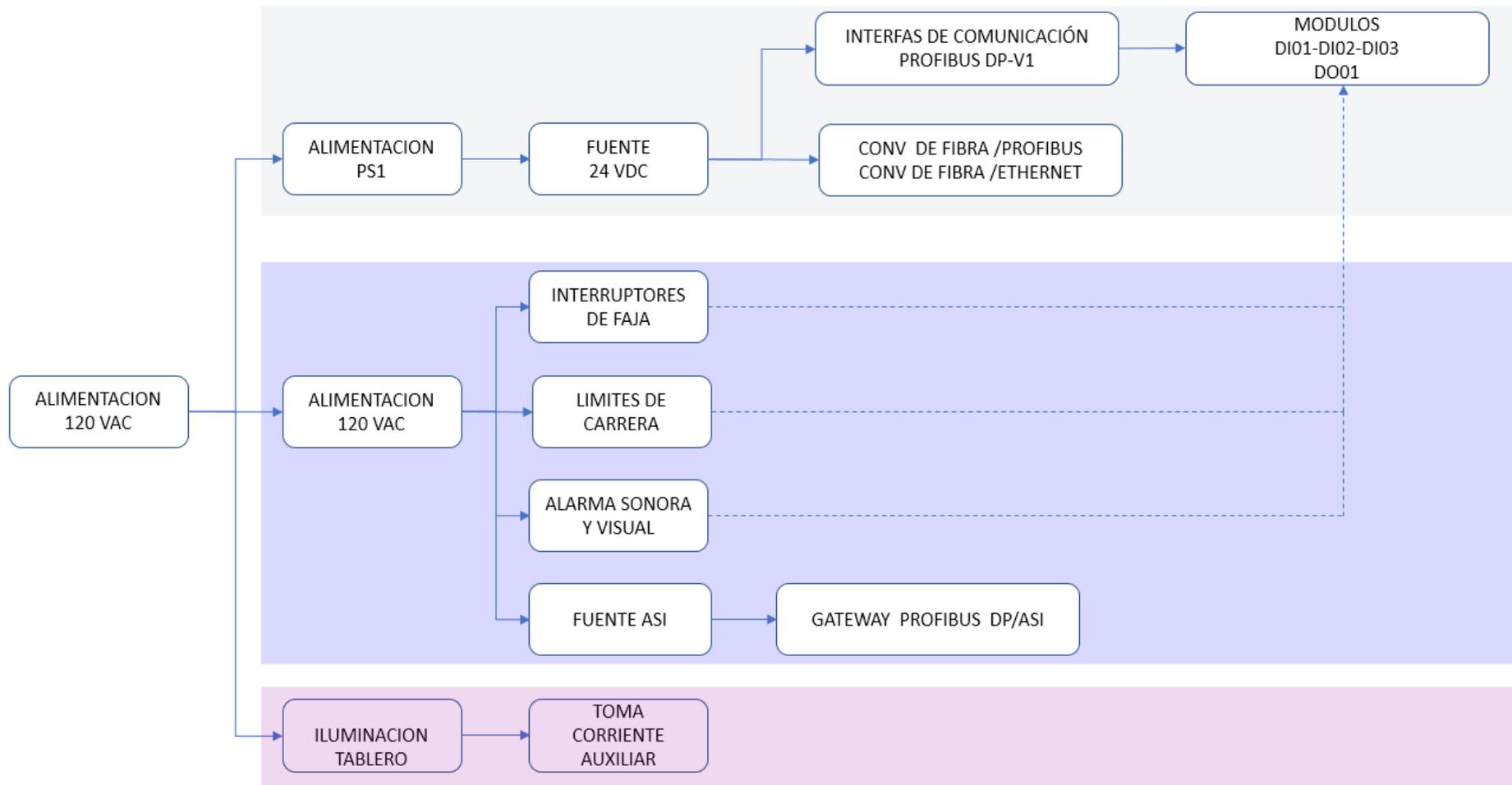
Anexo 3. Lista de manuales informativos de System 800xA

- System 800xA System Guide Technical Data and Configuration.
- System 800xA Released User Documents.
- Product Guide 800xA for Freelance.
- System 800xA Operations Operator Workplace Configuration.
- System 800xA Administration and Security.
- System 800xA Operations.
- AC 800M Controller Hardware Product Guide.
- AC 800M Controller Hardware.
- S800 I/O Product Guide.
- AC 800M Communication Protocols.
- System 800xA Control AC 800M Configuration.
- Security for Industrial Automation and Control Systems.
- 800xA for Freelance Product Guide.
- S800 I/O definition file instructions for Intergraph SmartPlant Instrumentation 7.0.2
- System 800xA Maintenance.
- System 800xA PNSM Integrated Devices List.
- 800xA for Safeguard Configuration.
- System 800xA 5.1 Release Notes New Functions and Known Problems.
- System 800xA 6.0 Release Notes New Functions and Known Problems.
- System 800xA 6.0 Release Notes Resolved Issues.
- System 800xA Life Cycle.

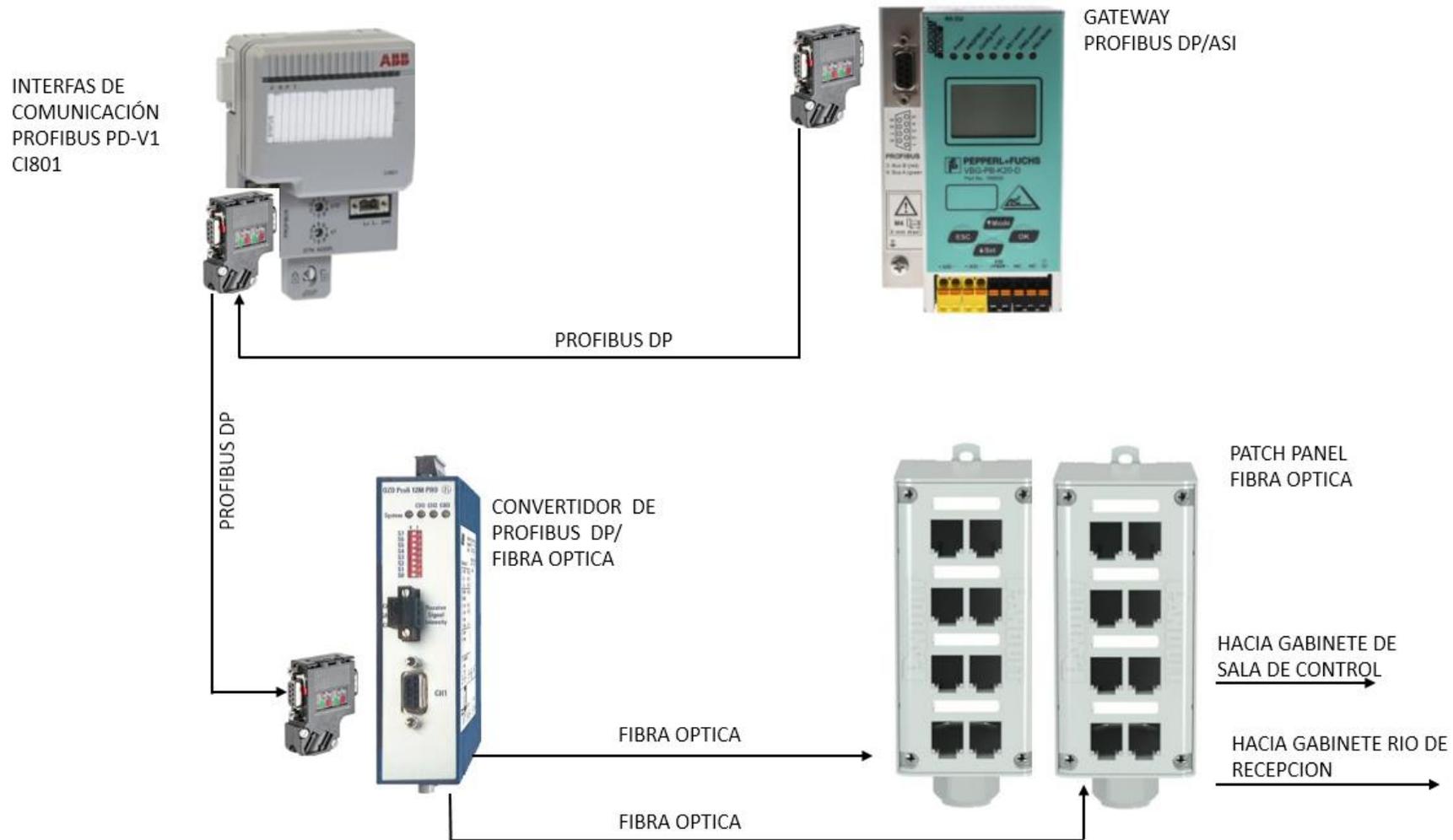
ANEXO 4. Modelo de permiso de trabajo eléctrico energizado.



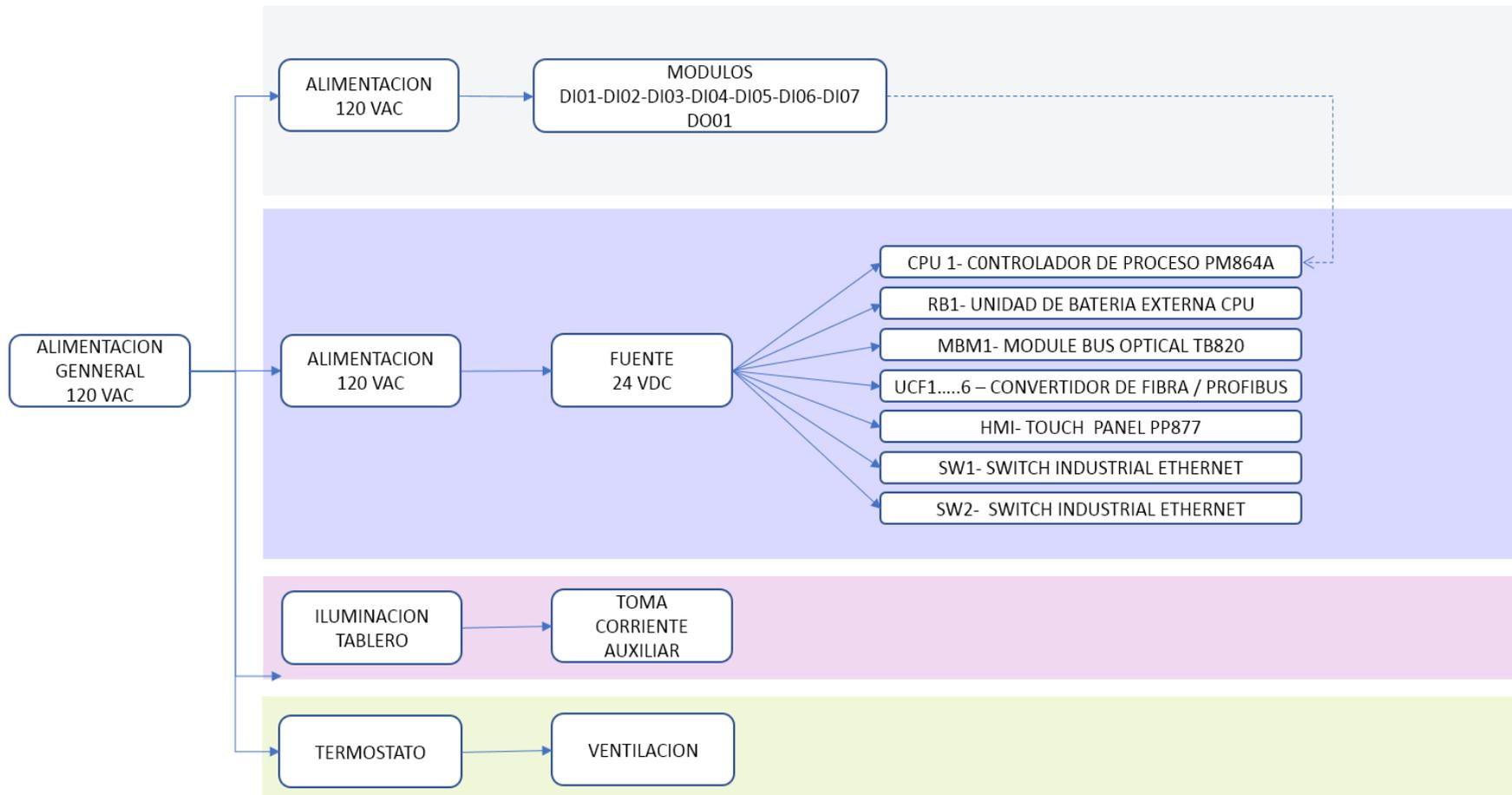
ANEXO 5. Diagrama de bloques conexión equipos de tablero RIO.



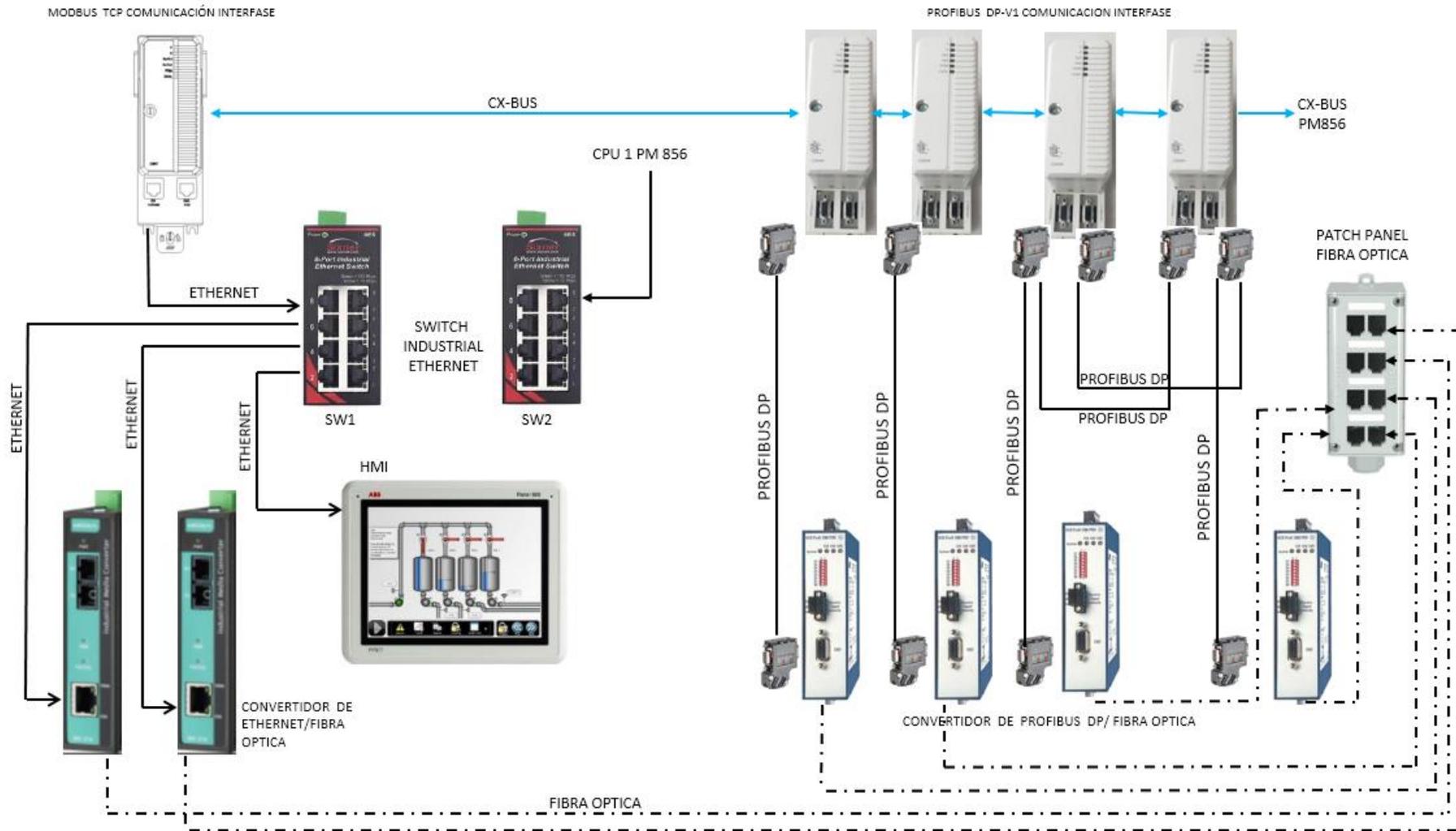
ANEXO 6. Diagrama de bloques conexión equipos de comunicación de tablero RIO.



ANEXO 7. Diagrama de bloques conexión equipos de tablero control.



ANEXO 8. Diagrama de bloques conexión equipos de comunicación de tablero control.



ANEXO 9. Diagrama de bloques conexión equipos de comunicación de tablero control – controlador.

