

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,
Mecánica Eléctrica y Mecatrónica



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL DE UN FERRIS WHEEL EN
AREQUIPA”**

Tesis presentada por:

Menis Carbajal, Jonathan Alexander

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Mecatrónico

Asesor:

Mestas Ramos, Sergio

AREQUIPA – PERÚ

2020



AGRADECIMIENTOS

A mis familiares, amigos y docentes.



RESUMEN

El presente proyecto de investigación “Diseño del sistema de control de un Ferris Wheel en Arequipa”. Tiene como objetivo presentar la información y elaboración de ingeniería de detalle para la implementación de una rueda de observación dinámica. Con el fin de desarrollar una nueva obra de ingeniería que beneficie admirando gran parte de la ciudad de Arequipa; tal como lo tienen varias metrópolis alrededor del mundo. El procedimiento del trabajo de investigación fue el siguiente:

Primero: Se justificó y plantearon los principales problemas de la presente investigación; también se definió el objetivo general del proyecto.

Segundo: La investigación fue desarrollada sobre el diseño mecánico realizado en la tesis de título “Diseño electromecánico de un Ferris Wheel en Arequipa” justificando la selección principales equipos eléctricos, de control e instrumentos considerados dentro del diseño.

Tercero: Se realizaron los cálculos, selecciones de equipos y materiales justificados en base a las exigencias del proyecto; se detalla la parte disciplina eléctrica, control, automatización e instrumentación. Así como las consideraciones de seguridad relacionadas al diseño.

Cuarto: Se analizó indicadores de costos relacionados a la inversión y factibilidad.

Quinto: Se presentaron los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas del diseño del proyecto.

PALABRAS CLAVE: Diseño, sistema de control, Ferris Wheel.

ABSTRACT

The present research project "Design of control system for a Ferris Wheel in Arequipa". It has the objective to present the information and elaboration of detailed engineering for the implementation of a dynamic observation wheel. In order to develop an engineering project and benefit by admiring much of the city of Arequipa; as have several metropolises around the world.

The procedure of the research project as follows:

First: The research and main problems of the present investigation were raised; the general objective of the project was also defined.

Second: This research was developed on the Thesis with the title "Diseño electromecánico de un Ferris Wheel en Arequipa" justifying the selection of main electric equipment, control equipment, and instrumentation related to the design.

Third: Calculations, equipment selections and justified materials were made based on the requirements of the project; electrical discipline, control, automation and instrumentation part are detailed. As well as security considerations related to design.

Fourth: Cost indicators related to investment and feasibility were analyzed.

Fifth: The results, conclusions and recommendations obtained from the design of the project were presented.

KEY WORDS: Design, control system, Ferris Wheel.

INTRODUCCIÓN

A través de los años viendo el crecimiento de la ciudad de Arequipa en los sectores de minería, construcción, transporte, comercio, entre otros; y especialmente en el turismo donde se tiene un gran potencial. Actualmente después de la capital Lima, la ciudad de Arequipa se proyecta a seguir creciendo como metrópolis, ya que impacta de gran manera en la economía nacional, sobre todo por la inversión generada por la minería. Teniendo estos antecedentes y la base ingenieril de por medio, es que nace esta investigación. Desarrollando e innovando en un nuevo proyecto de clase mundial, con el fin de generar un valor agregado y admiración turística por la variedad arquitectónica. Muchas ciudades importantes alrededor del mundo, vienen desarrollando observadores dinámicos, poniendo así en boga el desafío de implementar dichas estructuras, en cualquier situación atmosférica y geográfica.

Desde que George Washington Gale Ferris en 1893 comenzara a construir la primera gran rueda de la fortuna o también llamada “Ferris Wheel” en un parque de diversiones, hasta el día de hoy en donde la ingeniería a través de sus avances en sistemas de control y equipos electro mecánicos en general, las desarrollo como un atractivo turístico para grandes centros de esparcimiento. Considerando que en tal época el gran eje central que contenía dicha rueda de la fortuna, fuera catalogado como la pieza de acero forjado más grande de la historia. En la actualidad se observan estructuras que alcanzan los 200 metros de altura y pueden controlar el transporte de más de 1000 personas por giro; tomando como ejemplo el London Eye el cual rompió esquemas, ya que fue diseñado con solo 02 columnas soporte, tensores dirigidos hacia su eje y al costado del río Támesis; u la reciente construcción de la Ain Dubai alcanzando los 210 metros de altura y 48 cabinas, con más de 9000 toneladas de acero para su construcción, colocándola como la más grande del mundo en la actualidad.

Gracias al desarrollo de métodos constructivos y los avances de softwares para simulación de sistemas de control en campos como la automatización y control de procesos, es posible la implementación de estos proyectos ingenieriles y de auge mundial, tal como se observa en Dubai, Shangai, Tokio, Nueva York, Paris, Londres, Vegas, entre otras grandes metrópolis.

INDICE

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
INDICE	vii
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS	xiv
CAPITULO I	1
1. MARCO METODOLÓGICO	2
1.1. Estado del arte	2
1.2. Cuadro Comparativo entre ruedas de observación dinámica en el mundo	10
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL	11
1.3.1 Justificación	11
1.3.2 Planteamiento del problema	11
1.3.3 Problema de la Investigación	11
Posibilidad de realización	11
Impedimentos técnicos y económicos	11
1.3.4 Objetivos	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	12
CAPITULO II	13
2 MARCO TEORICO	14
2.1 DISEÑO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	14
2.1.1 Control Automático	14
2.1.2 Hardware de sistemas de control	16
2.1.2.1 Controlador (PLC)	16
2.1.2.2 Transductor	16
2.1.2.3 Actuador	17
2.1.2.4 Variador de velocidad (VFD)	18
2.1.2.5 SCADA & HMI	18
2.1.3 Redes de comunicación industrial	19
CAPITULO III	21
3 DISEÑO E INGENIERIA	22
3.1 LISTA DE EXIGENCIAS Y DESEOS	22

3.1.1	Exigencias	22
3.1.2	Deseos	22
3.2	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	23
3.3	UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO	23
3.4	DISEÑO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION	25
3.4.1	Generalidades de funcionamiento	26
3.4.1.1	Operación manual – local.....	26
3.4.1.2	Operación manual – remota	26
3.4.1.3	Operación automática (Servicio).....	27
3.4.2	Red de comunicación	28
3.4.2.1	Arquitectura de red	30
3.4.3	Hardware de sistema de control.....	32
3.4.3.1	Selección y justificación.....	34
3.4.3.1.1	Controlador principal	34
3.4.3.1.2	Módulo de comunicación Ethernet IP.....	35
3.4.3.1.3	Módulos de entrada y salidas digitales.....	35
3.4.3.1.4	Módulo de entradas analógicas	36
3.4.3.1.5	Variador de velocidad (VFD)	37
3.4.3.1.6	Protección eléctrica de motor principal.....	38
3.4.3.1.7	Entradas y salidas remotas.....	39
3.4.3.1.8	Módulo de comunicación remoto.....	39
3.4.3.1.9	Módulo de entrada y salidas digitales remoto	40
3.4.3.1.10	Módulo de entradas analógicas remoto	41
3.4.3.1.11	Fuentes de alimentación.....	42
3.4.3.1.12	Equipos de comunicación Ethernet IP	43
3.4.3.1.13	Switch de comunicaciones	44
3.4.3.1.14	Punto de acceso inalámbrico	45
3.4.3.1.15	Antena	45
3.4.3.1.16	Equipamiento adicional.....	46
3.4.3.1.17	Chasis Contrologix.....	46
3.4.3.1.18	Bases terminales Contrologix.....	47
3.4.3.1.19	Bases terminales Point IO	48
3.4.3.1.20	Relés	48
3.4.3.1.21	Pulsadores	49
3.4.3.1.22	Selectores.....	50
3.4.3.1.23	Luces piloto	51

3.4.3.2	Resumen y distribución de equipos	52
3.4.3.3	Diseño de tableros de control	55
3.4.3.3.1	Tablero de control principal	56
3.4.3.3.2	Tableros remotos	58
3.4.3.4	Diseños de tablero de fuerza de motor principal.....	59
3.4.3.5	Diseño de tablero de comunicaciones	60
3.4.3.6	Equipamiento de campo	61
3.4.3.6.1	Pulsadores de emergencia	61
3.4.3.6.2	Luces tipo torre apilables	62
3.4.4	Instrumentación	63
3.4.4.1	Selección y justificación.....	63
3.4.4.1.1	Switch de posición de rueda de observación.....	64
3.4.4.1.2	Switch de posición dentro de cabina	65
3.4.4.1.3	Celda de carga	66
3.4.4.1.4	Transmisor para celda de carga	68
3.4.5	Actuadores	69
3.4.5.1	Selección y configuración	69
3.4.5.1.1	Puertas deslizantes.....	69
3.4.5.1.2	Ventiladores	70
3.4.5.1.3	Motor principal	73
3.4.6	Etiquetas de actuadores e instrumentos (Tags).....	76
3.4.7	Iluminación LED	76
3.4.7.1	Selección y justificación.....	78
3.4.7.1.1	Tiras de iluminación LED RGB.....	78
3.4.7.1.2	Cobertura extrusora para tiras de luces LED RGB.....	78
3.4.7.1.3	Relés de estado sólido.....	79
3.4.7.1.4	Módulo PWM Contrologix	80
3.4.7.2	Diseño de tableros para iluminación LED RGB	81
3.4.7.3	Resumen y distribución de equipos	82
3.4.8	Sistema de transferencia de energía eléctrica base estática a rueda.....	83
3.4.9	Filosofía de control.....	89
3.4.9.1	Operación manual – local.....	91
3.4.9.2	Operación manual – remota	94
3.4.9.3	Operación automática (Servicio).....	99
3.4.9.4	Parada de emergencia.....	106
3.4.10	Permisivos e interlocks.....	107

3.4.11	Alarmas y eventos	107
3.4.12	Listado de señales I/O	107
3.4.13	Aplicación SCADA	107
3.4.13.1	Diseño de pantallas	108
3.4.13.2	Manual de operación	109
3.4.13.3	Pantalla de bienvenida	109
3.4.13.3.1	Pantalla 'Vista general'	110
3.4.13.3.2	Pantalla de cabina	113
3.4.13.3.3	Pantalla de tendencias en cabinas	115
3.4.13.3.4	Pantalla de tendencias generales del sistema	116
3.4.13.3.5	Pantalla de alarmas y eventos	117
3.4.13.3.6	Pantalla de operación	119
3.4.13.3.7	Pantalla de inicio de sesión	122
4	RESULTADOS DEL DISEÑO.....	124
4.1	Diseño Eléctrico Instrumental	124
4.2	Costos de Proyecto	129
	CONCLUSIONES	137
	RECOMENDACIONES	138
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
	ANEXOS Y TABLAS	143
	ANEXO 1: Tabla de Alarmas y Eventos	144
	ANEXO 2: Tabla de Actuadores e Instrumentos	146
	ANEXO 3: Tabla de Permisivos e Interlocks	148
	ANEXO 4: Tabla de Listado de Señales – Tablero de Control Principal.....	150
	ANEXO 5: Tabla de Listado de Señales – Tablero Remoto	152

INDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 3 - Fig. 4 Proceso de montaje del London Eye & Vista lateral del London Eye</i>	3
<i>Fig. 5 - Fig. 6 Cabinas & Eje Central del London Eye</i>	3
<i>Fig. 7 - Fig. 8 Sistema de transmisión hidráulica del London Eye</i>	4
<i>Fig. 9 Esquema General del London Eye</i>	4
<i>Fig. 10 Comparación de Ferris Wheel alrededor del mundo</i>	5
<i>Fig. 11 Área utilizada para el London Eye, aproximadamente 31,000 m2</i>	5
<i>Fig. 12 Vista aérea considerando un radio de 1500 metros.</i>	6
<i>Fig. 13 El London Eye tiene 70 metros distancia ocupada dentro del rio Támesis.</i>	6
<i>Fig. 14 Vista General del Ain Dubai, y detalles de montaje del spindle & hub central.</i>	8
<i>Fig. 15 Detalles del ensamble spindle & hub central.</i>	8
<i>Fig. 16 Generalidades del Ain Dubai.</i>	9
<i>Fig. 17 Vista de Planta del Resort.</i>	9
<i>Fig. 18 Diagrama de lazo de control abierto.</i>	15
<i>Fig. 19 Diagrama de lazo de control cerrado.</i>	15
<i>Fig. 20 Mapa de Arequipa</i>	23
<i>Fig. 23 Área proyectada se encuentra a un radio de 1500 metros del puente Chilina.</i>	25
<i>Fig. 24 Arquitectura de red. Extracto de plano A3-FW001-073-005-002</i>	32
<i>Fig. 25 Controlador Contrologix 1756-L72.</i>	34
<i>Fig. 26 Módulo de comunicación Ethernet. 1756 EN2T</i>	35
<i>Fig. 27 Modulo de entradas digitales aisladas 1756-IB16I, Fig. 28 Módulo de salidas digitales tipo relé 1756-OW16I.</i>	36
<i>Fig. 29 Módulo de entradas analógicas. 1756-IF8.</i>	37
<i>Fig. 30 Variador Powerflex 753.</i>	38
<i>Fig. 31 Reactancia de línea.</i>	39
<i>Fig. 32 Adaptador Ethernet IP. 1734-AENT</i>	40
<i>Fig. 33 Modulo remoto de entradas digitales 1743-IV8, Fig. 34 Modulo remoto de salidas tipo relé 1734-OW4.</i>	41
<i>Fig. 35 Módulo remoto de entradas analógicas 1734-IE4C.</i>	41
<i>Fig. 36 Fuente Contrologix 1756-PA75, Fig. 37 Fuente Point IO 1734-EP24DC, Fig. 38 Fuente genérica 1606-XLE240E.</i>	43
<i>Fig. 39 Switch de comunicaciones de 16 puertos de cobre y 4 puertos combo, administrable, Fig. 40 Switch de comunicaciones con 5 puertos de cobre, no administrable.</i>	44
<i>Fig. 41 Punto de acceso inalámbrico 1783-WAPAK9</i>	45
<i>Fig. 42 Antena omnidireccional de cuatro elementos</i>	46
<i>Fig. 43 Chasis Contrologix de 7 Slots. 1756-A7.</i>	47
<i>Fig. 44 Base terminal Contrologix. 1756-TBCH.</i>	47
<i>Fig. 45 Base Terminal Point IO.</i>	48
<i>Fig. 46 Relé de bobina 24VDC. 700-HA32Z24, Fig. 47 Relé de bobina 220VAC. 700-HA32A2.</i>	49
<i>Fig. 48 Pulsador de una posición, no iluminado, verde. 800T-A1A, Fig. 49 Pulsador de una posición, no iluminado, rojo. 800T-A6A, Fig. 50 Pulsador de emergencia tipo hongo, no iluminado, rojo. 800-FRXTQH2RA1.</i>	50
<i>Fig. 51 Selector de dos posiciones mantenidas. 800H-HR2A.</i>	51
<i>Fig. 52 Luz piloto, color verde. 800H-QRTH2G.</i>	51
<i>Fig. 53 Bosquejo de ubicación de tableros eléctricos, control e instrumentación.</i>	56
<i>Fig. 54 Captura de ubicación de tablero remoto en una de las cabinas.</i>	58
<i>Fig. 55 Captura de ubicación de tablero remoto en una de las cabinas.</i>	59

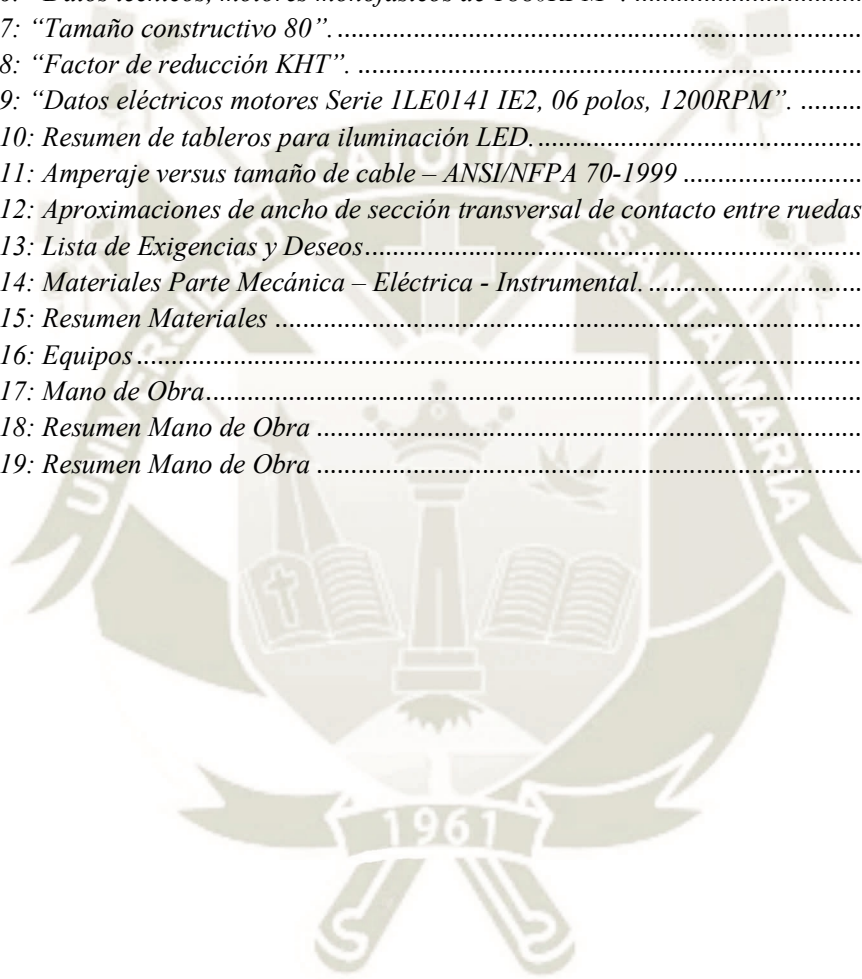
<i>Fig. 56 Captura de ubicación de tablero de comunicaciones.</i>	61
<i>Fig. 57 Alojamiento de fundición NEMA 4, catálogo: 800T-1ZT. Fig. 58 Pulsador tipo hongo NEMA 4, catálogo: 800H-FRXT6A1</i>	62
<i>Fig. 59 Luces tipo torre apilables.</i>	63
<i>Fig. 60 Switch de posición tipo muelle, palanca tipo rueda, catálogo: 802MC-AY5</i>	64
<i>Fig. 61 Switch de posición, tipo muelle con palanca tipo rueda, catálogo: 801-ASC1411.</i>	65
<i>Fig. 62 Switch de puertas deslizantes.</i>	66
<i>Fig. 63 Celda de carga, capacidad de 02 toneladas, compresión, catálogo: LC304-5K, fabricante: OMEGA.</i>	67
<i>Fig. 64 Ubicación de celdas de carga entre suelo y falso suelo.</i>	67
<i>Fig. 65 Transmisor analógico para celdas de carga, salida 4-20 mA, catálogo: LT20WMI, fabricante: Laurel Electronics.</i>	68
<i>Fig. 66 Puerta deslizante. Fabricante: Dorma USA. Modelo: ESA200.</i>	69
<i>Fig. 67 “Tamaño constructivo 80”.</i>	73
<i>Fig. 68 “Ventilador axial – motor monofásico en techo de cabinas”</i>	73
<i>Fig. 69 Tamaño constructivo 160L.</i>	76
<i>Fig. 70 - Fig. 71 - Fig. 72 Secuencias y patrones generales.</i>	77
<i>Fig. 73 Tira de LED RGB IP65. 150 LED’s por tira, 5 metros.</i>	78
<i>Fig. 74 - Fig. 75 Cobertura para tiras LED IP 67, aluminio y policarbonato.</i>	79
<i>Fig. 76 Relé de estado sólido opto acoplado tipo “Hockey Punch”, 5A@24VDC, 100 Hz. Máx. Catálogo: 700-SH5FZ24.</i>	80
<i>Fig. 77 Módulo Contrologix, Advance logix, PWM – “Peer to peer”.</i>	81
<i>Fig. 78 Estructura de transmisión de energía, se muestran puntos de pivote y puntos de aislamiento eléctrico.</i>	86
<i>Fig. 79 Izquierda: Contacto entre Estructura de transmisión eléctrica y pistas de línea y neutro AC. Fig. 80 Derecha: Ubicación de conjunto pistas y estructura de transmisión eléctrica.</i>	86
<i>Fig. 81 Aislador eléctrico, fabricante EBC, modelo 34076, aislamiento hasta 25 KV.</i>	87
<i>Fig. 82 Verificación de deformación y esfuerzos en pistas de cobre y pernos sometidos a esfuerzo cortante.</i>	87
<i>Fig. 83 - Fig. 84 Ejemplos de conexión eléctrica de cables de alto calibre</i>	88
<i>Fig. 85 Vista de pistas ubicadas entre tableros eléctricos de sistemas de control, comunicación e iluminación LED y sistema de transmisión mecánica.</i>	88
<i>Fig. 86 Diagrama de flujo de selección de tipo de operación.</i>	90
<i>Fig. 87 Diagrama de flujo operación “Manual – Local” (01 de 02)</i>	93
<i>Fig. 88 Diagrama de flujo operación “Manual – Local” (02 de 02)</i>	94
<i>Fig. 89 Diagrama de flujo operación “Manual – Remota” (01 de 02)</i>	97
<i>Fig. 90 Diagrama de flujo operación “Manual – Remota” (02 de 02)</i>	98
<i>Fig. 91 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)”</i>	102
<i>Fig. 92 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)” (02 de 04)</i>	103
<i>Fig. 93 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)” (03 de 04)</i>	104
<i>Fig. 94 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)”</i>	105
<i>Fig. 95 Pantalla de bienvenida/screensaver.</i>	109
<i>Fig. 96 Pantalla Vista general</i>	110
<i>Fig. 97 Pantalla de cabinas.</i>	113
<i>Fig. 98 Pantalla de tendencias de cabinas.</i>	115
<i>Fig. 99 Pantalla de tendencias generales del sistema.</i>	116
<i>Fig. 100 Pantalla de alarmas y eventos.</i>	117
<i>Fig. 101 Pantalla de operación.</i>	119

Fig. 102 Pantalla de inicio de sesión. 122
Fig. 103 Arriba, diseño CAD de rueda de observación. Abajo: Presentación preliminar de ubicación, ubicación final en la ciudad no en la campiña. 139
Fig. 104 Arriba: Diseño CAD. Centro: Eje central y gabinetes. Abajo: Zona de embarque. 140



INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Cuadro Comparativo entre ruedas de observación dinámica alrededor del mundo.</i>	10
<i>Tabla 2: Resumen de tableros eléctricos, control e instrumentación.</i>	55
<i>Tabla 3: “Caudal de aire a remover”.</i>	70
<i>Tabla 4: “Caudal de aire impulsado bajo diferentes sobrepresiones estáticas”.</i>	71
<i>Tabla 5: “Ventiladores para motores monofásicos”.</i>	71
<i>Tabla 6: “Datos técnicos, motores monofásicos de 1880RPM”.</i>	72
<i>Tabla 7: “Tamaño constructivo 80”.</i>	72
<i>Tabla 8: “Factor de reducción KHT”.</i>	74
<i>Tabla 9: “Datos eléctricos motores Serie 1LE0141 IE2, 06 polos, 1200RPM”.</i>	75
<i>Tabla 10: Resumen de tableros para iluminación LED.</i>	83
<i>Tabla 11: Amperaje versus tamaño de cable – ANSI/NFPA 70-1999</i>	84
<i>Tabla 12: Aproximaciones de ancho de sección transversal de contacto entre ruedas y pistas.</i>	85
<i>Tabla 13: Lista de Exigencias y Deseos</i>	126
<i>Tabla 14: Materiales Parte Mecánica – Eléctrica - Instrumental.</i>	129
<i>Tabla 15: Resumen Materiales</i>	134
<i>Tabla 16: Equipos</i>	134
<i>Tabla 17: Mano de Obra</i>	135
<i>Tabla 18: Resumen Mano de Obra</i>	136
<i>Tabla 19: Resumen Mano de Obra</i>	136





CAPITULO I

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Estado del arte

Ruedas de observación dinámica en el mundo

London Eye

Construida en un periodo de 02 años aproximadamente (desde el año 1998 hasta el 2000) en la capital inglesa Londres, donde dentro de sus atractivos se puede apreciar desde la zona más alta de la estructura unos 40 km a la redonda de la ciudad. El London Eye puede llevar 800 pasajeros por vuelta, distribuidos en 32 cabinas. Cada cabina pesa aproximadamente 10 Ton para 25 personas, fabricadas en cristal, acero y aluminio por Leitner Poma - Francia, interior climatizado, unidas a la circunferencia exterior de la rueda y son giradas mediante motores eléctricos. Cada vuelta toma aproximadamente 30 minutos, con 0.9 km/hr. La velocidad de rotación es suficientemente lenta para permitir que los pasajeros caminen dentro. El London Eye gira 7668 vueltas/año o 2300 millas, casi de Londres al Cairo.

Tiene una circunferencia de 424m o 1392ft, la más grande en Europa y una altura de 135m o 443ft, una de las estructuras más grandes de Londres. Su diseño y construcción tomo cerca de 7 años y personal de más de 5 países, Contiene un eje central giratorio con una longitud de 23m y pesa 335 Ton, fabricado en Rep. Checa, y cables tensionados hacia el perímetro de la circunferencia, 200 veces más grande que una bicicleta convencional. Contiene 80 cables tensionados, en total casi 6 km de longitud. Su mecanismo de tracción hidráulico lleva 32 rodillos guía de acero revestidos de poliuretano, 64 amortiguadores especiales, 28 muelles de acero y caucho. Las columnas en forma de A, tienen un peso de 310 ton, se fabricó en Holanda. Se utilizaron 1700 toneladas de acero para su construcción (The London Eye, 2014). El peso total del London Eye incluyendo sus accesorios y cabinas es 2100 Ton.

El London Eye recibe cantidades de visitantes similares a otras maravillas del mundo entre 1 a 3 millones/año (Wiki Arquitectura, 2001). Su nuevo sistema led para iluminación ahorra 69% de energía respecto al anterior.



Fig. 1 - Fig. 2 Proceso de montaje del London Eye & Vista lateral del London Eye

Fuente: <http://vetustideces.blogspot.com/2017/10/norias-de-record-1-parte-de-ain-dubai.html>

Autor: Vetustideces Blogspot

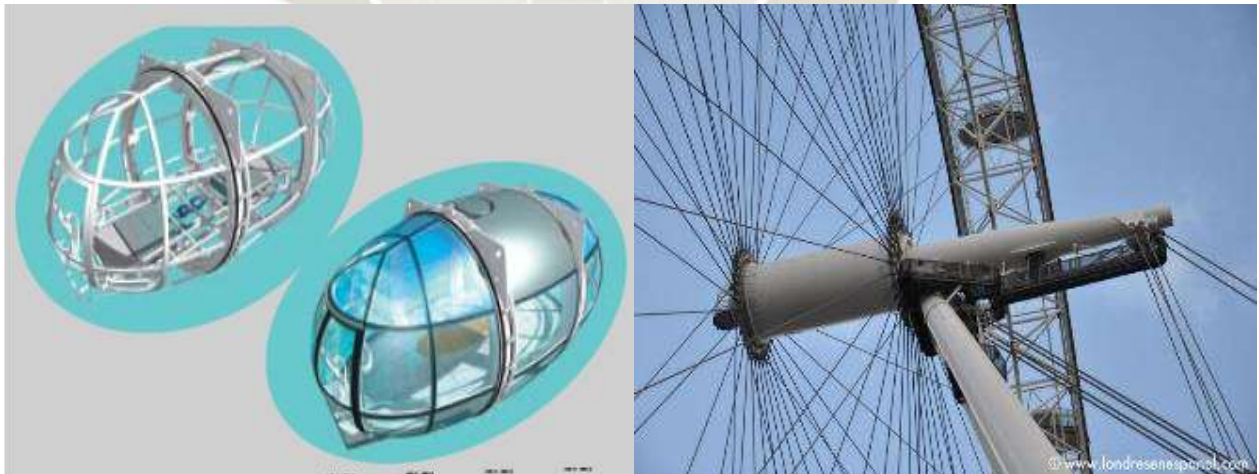


Fig. 3 - Fig. 4 Cabinas & Eje Central del London Eye

Fuente: <https://www.londres.es/london-eye>

Autor: Civitatis Londres



Fig. 5 - Fig. 6 Sistema de transmisión hidráulica del London Eye

Fuente: <https://www.garmendale.co.uk/blog/case-studies/london-eye-entry-gate-system/>

Autor: Garmendale World Class Theme Park

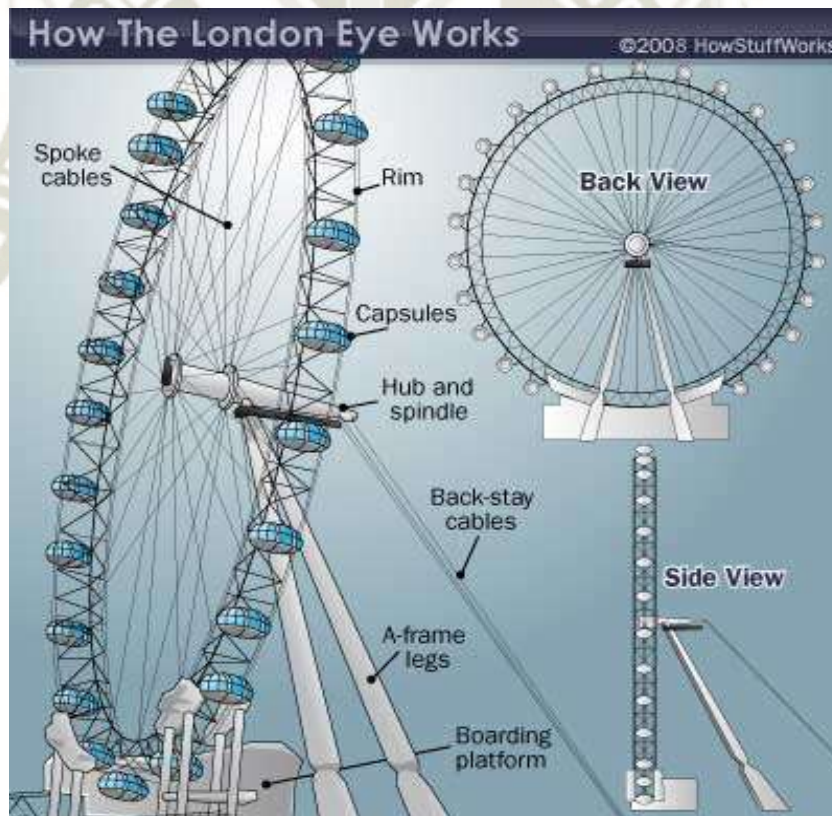


Fig. 7 Esquema General del London Eye

Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/27303141471412774/>

Autor: Pinterest

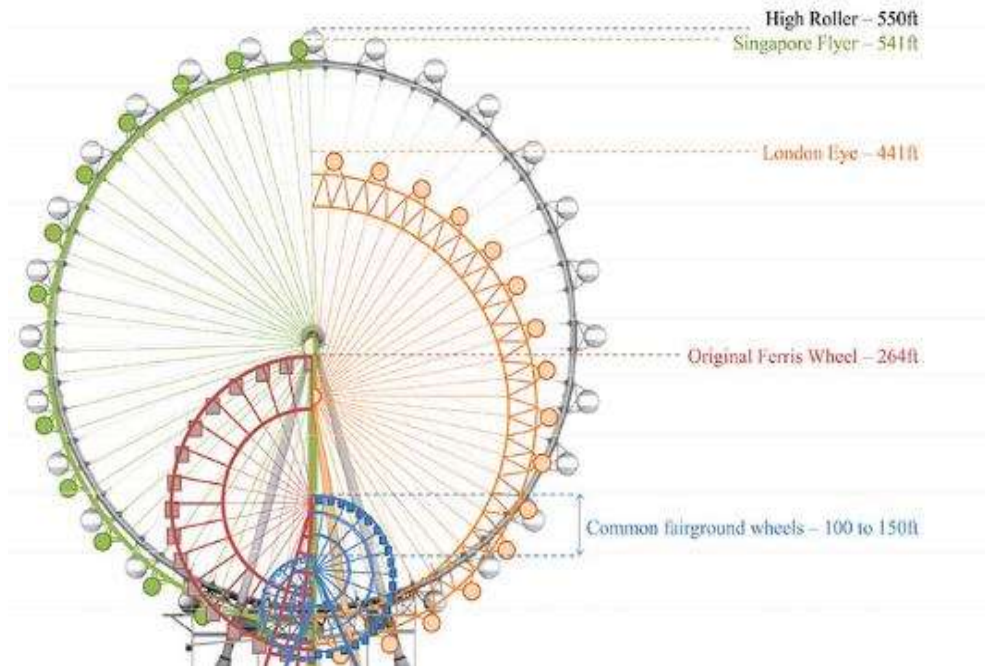


Fig. 8 Comparación de Ferris Wheel alrededor del mundo

Fuente: <https://cseengineermag.com/article/arup-extends-observation-wheel-design-expertise/>

Autor: CSEngineermag



Fig. 9 Área utilizada para el London Eye, aproximadamente 31,000 m²

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth

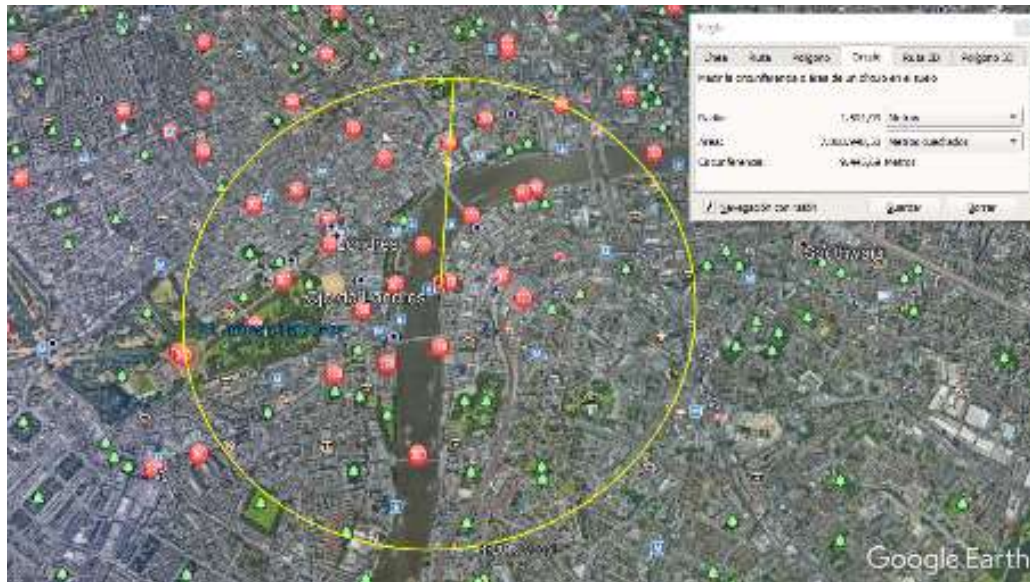


Fig. 10 Vista aérea considerando un radio de 1500 metros.

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth



Fig. 11 El London Eye tiene 70 metros distancia ocupada dentro del rio Támesis.

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth

The Dubai Eye

Actualmente en construcción desde el año 2015, ubicada en una de la ciudades más importantes y ricas del medio oriente en el país de EAU, flota sobre la isla artificial Bluewater's, se proyecta su finalización para el Expo Dubai en octubre 2020. El diseño y construcción está siendo liderado por la empresa transnacional Hyundai Contracting and Starneth Engineering.

Dentro de sus características técnicas esta cuenta con una altura es de 210 metros, con 27000 metros de cablería led alrededor de la rueda. Tiene 08 unidades de transmisión hidráulica, con 64 rodillos guía. Es tensionada mediante 192 cables desde su eje central, 2400 km de longitud cable, casi 450 toneladas de peso. Cuenta con 48 cabinas donde ingresan 40 pasajeros en cada una, 6 de ellas son cabinas vip dedicadas para eventos especiales. El ensamble del eje central o spindle tiene 6.25 metros de diámetro. El ensamble total (hub & spindle) tiene 40 metros de largo y 20 metros de alto aproximadamente. Pesa 1805 toneladas equivalentes a 04 Airbus A380 (Time Out Dubai, 2016). Sus columnas tienen una longitud de 126 metros y 6.5 metros de diámetro.

Para su montaje se viene utilizando una grúa torre con 180 metros de pluma y capacidad de izaje de aproximadamente 3000 toneladas. La estructura final incluirá alrededor de 9,000 toneladas de acero, casi un 25% más hierro utilizado para la Torre Eiffel. Las 08 secciones de la rueda se han fabricado con acero de alta calidad alemana y coreana, se han enviado individualmente a Ain Dubai en barcaza (I'm on holidays, 2017).

Se proyecta 60 años de vida para esta estructura recibiendo el mínimo mantenimiento requerido, estos después de considerar los nuevos mega rodamientos de rodillos D-Glide del hub central diseñados por KCI.



Fig. 12 Vista General del Ain Dubai, y detalles de montaje del spindle & hub central.

Fuente: <http://blog.imonholidays.com/ain-dubai-worlds-largest-ferris-wheel/>

Autor: Imon Holidays

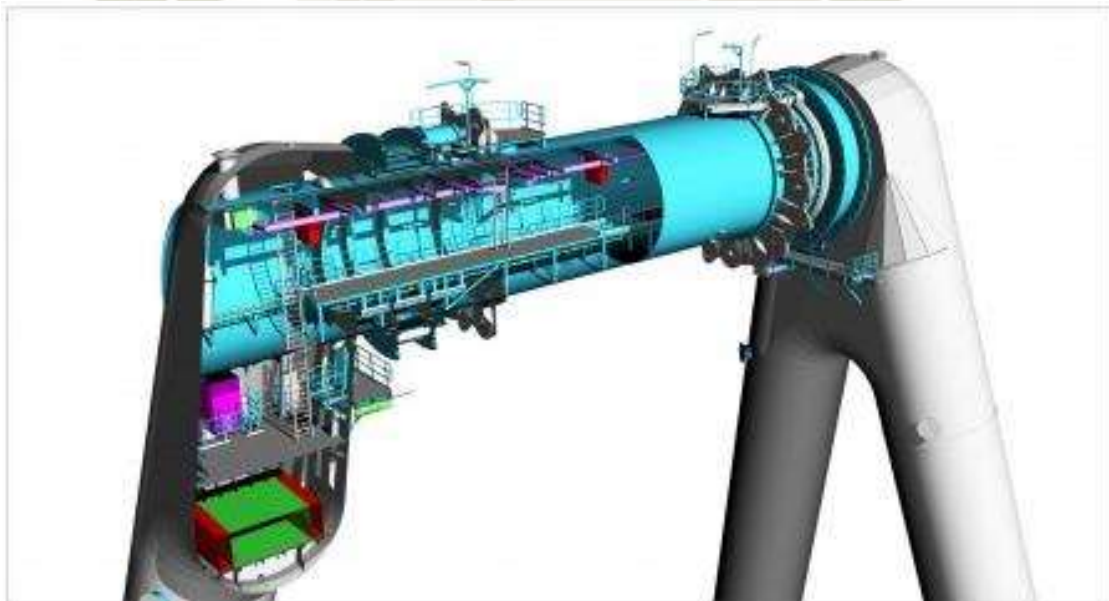


Fig. 13 Detalles del ensamble spindle & hub central.

Fuente: <http://designmena.com>

Autor: Desingn Mena



Fig. 14 Generalidades del Ain Dubai.

Fuente: <https://www.pressreader.com/uae/khaleej-times/20170713/281479276456119>

Autor: Pressreader



Fig. 15 Vista de Planta del Resort.

Fuente: <http://meraas-bluewaters.drehomes.ae/masterplan.php>

Autor: Meraas Bluewaters

1.2. Cuadro Comparativo entre ruedas de observación dinámica en el mundo

Tabla 1: Cuadro Comparativo entre ruedas de observación dinámica alrededor del mundo.

Fuente: Proyecto de Investigación

Autor: Jonathan Menis C.

N°	Características	George Ferris	London Eye	Sky Wheel	High Roller	The Dubai Eye	PROPUESTA
1	Ciudad	Chicago	Londres	Singapur	Las Vegas	Dubai	Arequipa
2	País	EEUU	Inglaterra	Singapur	EEUU	EAU	Perú
3	Año Fabricación	1892 - 1893	1998 - 2000	2005 - 2008	2011 - 2014	2015 - 2020	-
4	Dueño Actual	-	Merlin Entertainments	Straco Leisure	Caesars Entertainment	Bluewaters Island / Meraas	-
5	Diámetro (m/ft)	75 / 264	135	165	167.6	210	30
6	N° Cabinas (EA)	36	32	28	28	48	12
7	N° Pasajeros (EA)	2160	800	784	1120	1400	144
8	N° Columnas (EA)	8	2	2	4	4	4
9	Tipos Conexiones	Vigas	Cables	Cables	Cables	Vigas & Cables	Vigas
10	Sistema de Transmisión	Mecánico a Vapor	Hidráulica	Hidráulica	Hidráulica	Hidráulica	Electro Mecánico
11	Potencia de Transmisión (HP)		200				20
12	RPM (rpm/min)	1/20	1/30	1/32	1/30	1/48	1/2
13	Velocidad (km/hr)	-	0.9	0.76	-	-	0.9
14	Toneladas Acero (Ton)	2,200	1,700	1,800	3,300	9,000	-
15	Inversión Total (\$)	1.5M	90M	240M	550M	1,600M	-
16	Costo Ingreso (\$)	0.50	33.50	40.00	25.00	-	10.00

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL

1.3.1 Justificación

El presente desarrollo técnico corresponde a la continuación de la tesis de título ‘Diseño electromecánico de un ferris wheel en Arequipa’ del autor C. Cáceres donde se presenta el desarrollo técnico mecánico y eléctrico a nivel de actuador principal de la atracción de rueda de observación dinámica también llamada Ferris Wheel. En el presente texto se desarrolló técnicamente los requerimientos mínimos para lograr la automatización a nivel de instrumentación, actuadores eléctricos y sistema de control.

1.3.2 Planteamiento del problema

El presente diseño de rueda observación dinámica llamada también Ferris Wheel diseñado para la ciudad de Arequipa requiere de un sistema de control el cual sea capaz de brindar confort y seguridad necesaria a los pasajeros de acuerdo a estándares mínimos según normas nacionales de atracciones turísticas.

1.3.3 Problema de la Investigación

Posibilidad de realización

- Condiciones geográficas.
- Disponibilidad de equipamiento especial para automatización localmente.

Impedimentos técnicos y económicos

- Presupuesto de construcción.
- Fabricación especial de componentes y equipos.
- Limitaciones en el diseño.
- Necesidad de uso de maquinaria, herramientas e instrumentos especiales.

1.3.4 Objetivos

Objetivo general

Diseñar el sistema instrumental, de control y eléctrico complementario de una rueda de observación dinámica como atracción turística sobre el diseño mecánico desarrollado para la ciudad de Arequipa.

Objetivos específicos

- Diseñar los sistemas de automatización e instrumentación necesarios para garantizar la operación manual y automática (servicio) por medio de una aplicación SCADA.
- Diseñar los sistemas eléctricos complementarios para garantizar el funcionamiento de la rueda de observación dinámica.
- Determinar los criterios técnicos que se utilizan en la selección de componentes eléctricos, instrumentales y de automatización.
- Estimar costos totales de equipos, materiales y mano de obra requerida en base al diseño propuesto.



CAPITULO II



2 MARCO TEORICO

2.1 DISEÑO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

2.1.1 Control Automático

El control de procesos nace de la necesidad de reducir costos, incrementar calidad y velocidad de producción en la industria de bienes y servicios.

El uso intensivo de las técnicas de control automático de procesos trae consigo la evolución y tecnificación de tecnologías existentes y desarrollo de técnicas nuevas de control y medición aplicadas a un ambiente industrial.

Este desarrollo trajo consigo la eliminación de errores y aumento de seguridad en los procesos, antes de las técnicas de control era el hombre en la tarea de operador quien tomaba decisiones y acciones dentro del proceso, por lo tanto el funcionamiento o resultado de este era análogo a las capacidades físicas y cognitivas del operador, actualmente no todos los procesos pueden prescindir de un operador pero la cantidad y capacidad necesaria de estos se vio reducida debido a que gran partes de las tareas del proceso se han delegado computadoras y controladores.

Estas tareas pueden ser simples desde encender una alarma hasta complejas como encargarse de una línea de producción completa. Generalmente, un sistema de control se compone de un dispositivo de entrada, una unidad de control y un dispositivo de salida.

El dispositivo de entrada suele ser un sensor que detecta las condiciones del entorno. Cuando se detectan variaciones en el entorno, se producen pequeñas variaciones en el sensor que se transforman en señales eléctricas. Esta señal eléctrica se amplifica, y se introduce en un circuito electrónico o en un sistema de control por ordenador para que se produzca una acción de control sobre los actuadores, como arrancar y parar un motor (Bolton, 2006).

Para esto se pueden implementar dos tipos de sistemas automáticos:

- Sistema de lazo abierto.
- Sistema de lazo cerrado.

Sistema de lazo abierto:

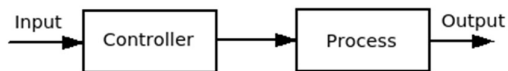


Fig. 1816 Diagrama de lazo de control abierto.

Fuente: Fundamentos básicos de instrumentación y control. 1era edición (2017). Editorial UPSE. Ecuador. Capítulo 01.

Autor: Gutiérrez, Marllelis.

El proceso se desarrolla en diversas fases sin comprobar que el objetivo deseado se ha alcanzado satisfactoriamente.

“Sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control. En otras palabras, en un sistema de control de lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.” (Ogata, 2003).

Sistema de lazo cerrado:

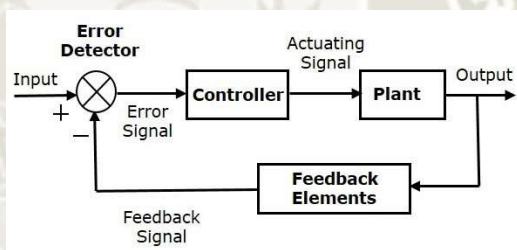


Fig. 17 Diagrama de lazo de control cerrado.

Fuente: Fundamentos básicos de instrumentación y control. 1era edición (2017). Editorial UPSE. Ecuador. Capítulo 01.

Autor: Gutiérrez, Marllelis.

Cuando queremos que la señal a controlar alcance un valor determinado, es necesario que le sistema mida continuamente esta señal para poder determinar cuándo se alcanzó este valor deseado, cuando contamos con esta lectura adicional el sistema es realimentado.

“En un sistema de control de lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de retroalimentación, con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado” (Ogata, 2003).

2.1.2 Hardware de sistemas de control

Para poder implementar un sistema de lazo cerrado o abierto, es necesario contar con equipamiento básico que permita cumplir con las distintas etapas de los esquemas mostrados anteriormente.

2.1.2.1 Controlador (PLC)

De las siglas en inglés “Programmable Logic Controller” (Controlador lógico programable), el PLC es un dispositivo de estado sólido basado en microprocesadores que permiten el control secuencial en tiempo real de una máquina o proceso a diferencia de una computadora convencional (PC) este está diseñado para trabajar con múltiples señales de entrada y de salida de tipo discreto y analógico, el cual cuenta con memorias donde se almacenan instrucciones destinadas a realizar funciones como lógica secuencial, cálculos aritméticos y control análogo, estas instrucciones son de carácter escalable y multidisciplinario, el cual cuenta con capacidad de comunicación industrial con otros dispositivos brindando alta repetitividad, trabajo en ambientes agresivos como altas temperaturas, ruido, vibraciones mecánicas entre otros. Todo esto nos permite decir que un PLC es más que un aparato electrónico de uso industrial que ofrece alta confiabilidad y seguridad en su operación y que sustituye a circuitos eléctricos principales y auxiliares de fuerza y mando en un sistema automático.

2.1.2.2 Transductor

Un transductor es un dispositivo que tiene la misión de traducir o convertir una señal física en otra entendible por un sistema de control, por ejemplo, un transductor de presión de 0 a 50 Bar que traduce esta magnitud a una señal de 4-20mA.

“Dispositivo que es capaz de convertir una variable física en otra que tiene un dominio diferente. De acuerdo con esta definición, es posible afirmar que un transductor forma parte de un sensor o de un actuador, pero la diferencia entre un sensor, un actuador y un transductor radica en que el transductor simplemente cambia el dominio de la variable, mientras que el sensor proporciona una salida útil para ser usada como variable de entrada a un

sistema de procesamiento de la información y el actuador se encarga de ejecutar la acción determinada por el sistema de procesamiento de la información. Por ende, de manera general, se dice que un transductor cambia la variable física medida a una señal eléctrica.” (Corona, Abarca & Mares, 2014).

El RAE define a un sensor como un dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente (Real academia española, 2014).

Para no confundir un sensor con un transductor, la definición de un sensor debe de entenderse de la siguiente manera: Elemento que se encuentra en contacto directo con la magnitud que se va a evaluar de tipo física o química y al interactuar con estas sufre cambios en sus propiedades, por ejemplo, un RTD que al cambio de temperatura cambia de resistencia.

“La definición del sensor está íntimamente relacionada con la definición del transductor, ya que un sensor siempre hará uso de un transductor. No obstante, la principal diferencia entre un transductor y un sensor radica en el que el sensor no solo cambia el dominio de la variable física medida, sino que además la salida del sensor será un dato útil para un sistema para un sistema de medición. De este modo, un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida.” (Corona, Abarca & Mares, 2014).

Existen instrumentos sencillos que pueden tener la función de sensor y transductor en el mismo elemento a la vez como el caso de un final de carrera.

2.1.2.3 Actuador

Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza, movimiento o efecto sobre una parte de un proceso.

El actuador más conocido es el ser humano, es decir una persona, el cual mueve o actúa sobre un dispositivo para lograr un efecto o acción en el sistema, pero la necesidad de una operación repetitiva, de mayor fuerza y confiable trajo consigo el desarrollo de equipos diseñados para estas tareas, su clasificación principalmente se basa su tipo de acción y/o en el tipo de energía utilizada (Bolton, 2002).

“Los actuadores son elementos de los sistemas de control que transforman la salida de un microprocesador o un sistema de control en una acción de control para una máquina o dispositivo. Por ejemplo, si es necesario transformar una salida eléctrica del controlador en un movimiento lineal que realiza el desplazamiento de una carga.”

Según el tipo de acción se tiene actuadores lineales y rotativos por ejemplo en el caso de un actuador lineal puede ser un pistón hidráulico, para el caso de un actuador rotativo puede ser un motor eléctrico. En el caso del tipo de energía están puede ser eléctrica, neumática e hidráulica principalmente.

2.1.2.4 Variador de velocidad (VFD)

“Un convertidor de frecuencia es un aparato destinado a modificar la frecuencia y, por tanto, la velocidad, de un motor de inducción asíncrono; es decir, que genera corriente alterna con la frecuencia y la tensión necesarias para accionar dicho motor de corriente alterna. El convertidor de frecuencia permite modificar el valor de la frecuencia para hacer que el motor gire a más o menos velocidad, independientemente de la frecuencia de que disponga la red de alimentación” (Álvares, 2000).

Los actuadores para su funcionamiento requieren de elementos adicionales de distinto tipo y potencia, por ejemplo para accionar un ventilador o una válvula de dos posiciones de accionamiento eléctrico es necesario contar con relés que permitan brindar un flujo de corriente mayor al que puede brindar el PLC, esto debido a que se cuenta con un límite de corriente en los canales de salida del controlador, en el presente diseño se contará con un motor eléctrico el cual es de una potencia elevada, por lo tanto no bastará con un switch electromecánico o de estado sólido, para ello será necesario un arrancador y variador de velocidad, el cual permitirá tener control sobre el funcionamiento del motor como son: la velocidad, el arranque, la parada, el frenado, picos de arranque, etc. Todo esto se puede variar y configurar en un variador de velocidad, esto facilita el funcionamiento y protege el actuador eléctrico rotatorio.

2.1.2.5 SCADA & HMI

“Del inglés: Supervisory control and data acquisition system (Sistema de supervisión de control y adquisición de data) refiere de la combinación de

telemetría y adquisición de data. SCADA engloba la recolección de información vía RTU, del inglés: Remote terminal unit (Unidad de terminal remota), transfiriéndolas de vuelta a la central, llevando a cabo cualquier análisis y control necesario y mostrando la información en una cantidad de pantallas de operador. Las acciones de control requeridas son llevadas de vuelta al proceso” (Clarke & Reynders, 2004).

Software utilizado para automatizar y/o monitorizar procesos industriales de distintos mercados, trabajando en tiempo real junto a los sensores y actuadores facilitando la toma de decisiones, este software es ejecutado en una PC ubicada en una sala de control, usualmente se cuenta con una sola estación de control.

Dentro de una aplicación SCADA se pueden contar con subconjuntos donde un operador puede realizar operaciones al igual que en el sistema SCADA a diferencia que esto no se realiza en una sala de control sino en alguna ubicación en campo o planta por medio de un HMI – Interface Hombre Máquina (del inglés: Human Machine Interface) de este modo se adiciona una interfaz adicional al sistema estos suelen ser más amigables e intuitivos y no poseen toda la data con la que trabaja la aplicación SCADA, más bien están diseñadas para realizar control o mando sobre un equipo o conjunto de ellos más pequeño.

2.1.3 Redes de comunicación industrial

Tradicionalmente el cableado de equipos se realizaba hilo a hilo lo que involucraba una gran cantidad de cableado en el sistema, más aún si se quería tener una señal en varios puntos o comunicar equipos entre sí. Para poder simplificar estos conexiones se desarrollaron los protocolos de comunicación industrial los cuales iniciaron en el área automotriz en búsqueda de reducción de cableado que llegaba al tablero de los automóviles, posteriormente en un ambiente industrial fue aplicado a instrumentos por Fieldbus foundation en donde por medio de dos hilos podían conectarse al menos 15 dispositivos en serie, los cuales envían sus datos al mismo controlador.

De este modo nacieron las redes de comunicación industrial las cuales las podemos definir como una transferencia física de datos por una canal de comunicación punto a punto o multipunto entre equipos electrónicos para llevar a cabo tareas de control, automatización y gestión.

“Redes de comunicación de computadores usados para conectar sensores y actuadores en el nivel de planta. Más específicamente, es un enlace de comunicación de dos vías, multipunto, entre dispositivos de campo inteligentes y computadores de control de procesos. Un proceso de control es un evento dinámico donde los parámetros del proceso cambian continuamente. Así como los parámetros de control cambian, las acciones de control también deben de cambiar adecuadamente con la intención de mantener un nivel de calidad en las salidas del proceso.” (Ozkul, 2010).

En una industria se tienen varios niveles de redes de comunicación, visualizándola en una pirámide la punta sería un nivel de gestión en donde se tiene estaciones de trabajo, SCADA, redes administrativas y servidores de datos, debajo de esta se tiene un nivel de control donde encontramos PLC's, PC's y DCS's, inferior a esta tenemos un nivel de campo y proceso donde se encuentran interfaces de entradas y salidas de controladores y transmisores, por último en la base de la pirámide se tiene un nivel de instrumentos, en donde se tienen actuadores, sensores y transductores del sistema de control.

Actualmente las redes industriales se aplican desde el nivel de control en adelante, existen varios tipos de comunicación industrial, las cuales presentan ventajas y desventajas entre ellas, quedando su selección en base a donde serán aplicadas, a que equipos, en qué nivel y que redes se utilizan actualmente en una red industrial, las redes más utilizadas son Ethernet IP, Devicenet, Profibus, Modbus, Controlnet, Serial, HART y fieldbus.

Respecto a la parte física se han desarrollado tecnologías que mejoran las distancias y velocidades de transmisión de datos como la fibra óptica en las redes Ethernet, en los últimos años se simplificó más aún el cableado en campo utilizando tecnologías inalámbricas transmitiendo datos por frecuencias de radio.



CAPITULO III

3 DISEÑO E INGENIERIA

3.1 LISTA DE EXIGENCIAS Y DESEOS

3.1.1 Exigencias

- La rueda de observación deberá tener un diámetro comprendido entre 20 a 40 metros.
- Su ubicación deberá ser en la ciudad de Arequipa.
- La cantidad de pasajeros mínima por ciclo de servicio deberá ser superior a 100.
- Deberá ser segura para salvaguardar la integridad de los pasajeros, según norma INACAL NTP 924.002 – 2014 basada en norma ASTM F770 – 14.
- Deberá de brindar el confort suficiente a los pasajeros, según norma INACAL NTP 924.004 – 2014 basada en la normal ASTM 1193 – 06.
- El diseño involucrara la selección de componentes y materiales relacionados a control e instrumentación existentes en el mercado nacional en un 70% y del mercado internacional en un 30%, siguiendo criterios de calidad, manufactura y construcción según norma INACAL NTP 924.004 – 2014 basada en norma ASTM 1193 – 06.
- El servicio operacional será en turnos diurnos y nocturnos de 8 horas cada uno.
- Evitar el uso de más de un tipo de energía, adicional a la eléctrica de baja tensión.
- Se deberá contar con personal especializado para la supervisión y control de la rueda de observación, así como un staff dedicado al mantenimiento según normal INACAL NTP 924.002 – 2014 basada en la normal ASTM F770-14.

3.1.2 Deseos

- Diseño estético e innovador.
- Contar con un sistema totalmente autónomo.
- Contar con sistemas de contingencia a corte de energía eléctrica y emergencias.
- Capacidad de implementar un mantenimiento preventivo y predictivo.
- Contemplar una mínima vida útil en operación constante de 20 años.

3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- ✓ Diámetro de la rueda = 30 metros
- ✓ N° de cabinas = 12
- ✓ N° de personas por cabinas = 12
- ✓ N° de columnas = 4

3.3 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO

La rueda de observación dinámica estará ubicada en el distrito de Yanahuara de la ciudad Arequipa, cerca del centro de la ciudad y al costado del río Chili.



Fig. 2018 Mapa de Arequipa

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth



Fig. 21 Locación del Proyecto en un área de 9200m² aproximadamente a orillas del río Chili.

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth



Fig. 22 Área proyectada se encuentra a casi 620 metros lineales de la plaza de armas.

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth

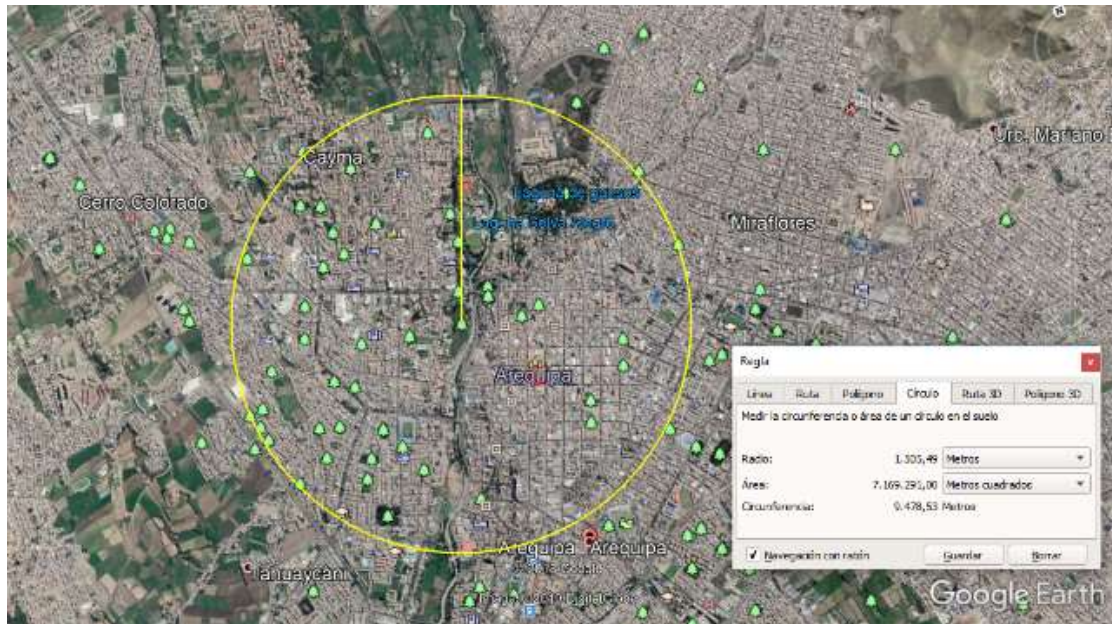


Fig. 2319 Área proyectada se encuentra a un radio de 1500 metros del puente Chilina.

Fuente: <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Autor: Google Earth

3.4 DISEÑO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION

En esta sección se define y detalla el sistema y equipamiento de control y supervisión que formarán parte de las bases del sistema de control de la rueda de observación.

El sistema no contará con un lazo de control discreto o analógico dado que el sistema no será completamente automático esto debido a que se contará con personas dentro de la atracción y este está sujeto a condiciones que no podrán ser censadas por el sistema, por ejemplo, la cantidad de personas dispuestas a abordar la rueda de observación en determinado momento o la ausencia de estos.

Por lo tanto, la estrategia de control será On – Off en sus variables de control principales, esto brinda beneficios como la sencillez de uso e implementación, bajo costo y velocidad de procesamiento superior.

El sistema no amerita contar con otro tipo de control más complejo dado que no requerimos de precisión alta y no controlaremos variables físicas de orden analógico.

3.4.1 Generalidades de funcionamiento

El sistema fue diseñado con dos tipos de operación principal: Operación Automática y Operación Manual - Remota, y una operación secundaria llamada: Operación Manual - Local.

En las operaciones principales, será necesario contar un operador calificado en la sala de control desde donde operará a través de una aplicación SCADA la atracción, siendo la operación automática una operación de servicio, es decir, con pasajeros dentro de las cabinas a su vez tomando en cuenta aspectos de seguridad y confort, por otro lado, la operación manual está diseñada para ser usada cuando se programen tareas de mantenimiento o como respaldo a fallas que se puedan presentar en la operación Automática.

La operación secundaria actúa directamente sobre equipos o sistemas específicos detallados más adelante, no es necesario contar con un operador, es la más simple de las tres operaciones.

La selección del tipo de operación se efectuará directamente en el tablero de control principal por medio de dos selectores, a estos solo tendrá acceso el operador de turno.

3.4.1.1 Operación manual – local

Diseñada para tener acción directa sobre el motor principal encargado del giro de la rueda y sobre cada una de las doce puertas de las cabinas de la rueda, esta operación será usada principalmente como contingencia a fallas de los otros tipos de operación, labores de mantenimiento y pruebas de funcionamiento.

El motor y cabinas contarán con pulsadores y selectores que permitirán activar esta operación y tener mando local directo sobre estos equipos, por seguridad estos no serán de fácil acceso y están regidos y monitoreados por los selectores del tipo de operación principales en la sala de control.

3.4.1.2 Operación manual – remota

Diseñada para realizar un mando totalmente comandado por el operador desde la sala de control por medio de la aplicación SCADA, esto permitirá realizar el giro de la rueda a necesidad del operador y/o personal cargo, facilitará las labores de mantenimiento, reparaciones y pruebas que pueda llegar a tener el

sistema, esta operación no está contemplada para ser usada con la presencia de pasajeros. Excepcionalmente se usará con pasajeros dentro de las cabinas como contingencia a una emergencia o falla del sistema.

Se tendrá acción sobre actuadores del sistema como la apertura y cierre de puertas de las cabinas, iluminación dentro y fuera de las cabinas y recirculación de aire de las mismas.

3.4.1.3 Operación automática (Servicio)

Este tipo de operación está diseñada para ser usada en una operación de servicio, es decir con la presencia de pasajeros.

La operación no será completamente automática, se contará con un operador en la sala de control, el cual desde la aplicación SCADA posicionara las cabinas en la zona más baja de la rueda el cual llamamos zona de embarque, de este modo las personas podrán subir a las cabinas, las cuales se irán llenando de a uno, el operador supervisará el peso de cada una de las cabinas, siendo este un factor importante para la operación dado que es recomendable contar con las cabinas balanceadas, de este modo podrá determinar si se cuenta con sobre peso en alguna cabina, permitiendo tomar decisiones al operador como indicar al supervisor ubicado en la zona de embarque que se tiene que aumentar o reducir la cantidad de personas en alguna cabina.

El operador tendrá mando sobre la apertura y cierre de las puertas, por seguridad estas contarán con sensores de barrera los cuales indicarán si hay algún objeto o persona en el recorrido de las mismas.

Una vez que el operador logre cumplir con las condiciones de arranque del sistema en modo automático como son: cargas balanceadas, cargas sin sobrepeso, puertas cerradas, usencia de alarmas o emergencias, etc. Podrá dar arranque al ciclo automático, cada giro dura dos minutos y el ciclo total es de dos giros.

Una vez terminado el ciclo automático se procede con el descenso de las personas, este se realizará del mismo modo al como subieron, el operador sitúa la capsula que desea descargar en la zona de embarque, abre la puerta y las personas pueden descender, si el operador desea acelerar el flujo de servicio,

el operador podrá hacer descender a las personas y subir un grupo nuevo de ellas, esto ayudará a mantener las cargas balanceadas.

El sistema cuenta con pulsadores de alarma y emergencia dentro de las cabinas, cerca de accesos y áreas comunes de fácil acceso para pasajeros, personal técnico y operadores.

Se contemplan pulsadores de alarma se encuentran dentro de las cabinas, estas podrán ser activadas por los pasajeros en el caso presenten algún tipo de emergencia médica o técnica, este no producirá ninguna acción en la operación, pero disparará una alarma en la aplicación SCADA, de este modo el operador estará alertado y podrá tomar una decisión luego de analizar la situación.

Del mismo modo se tienen pulsadores de emergencia los cuales si producen un paro en la operación cuando son pulsados, estos se encuentran cerca al supervisor en la zona de embarque y en la sala de operación, la acción de estos también se verá reflejada en la aplicación SCADA.

Acompañada a las alertas visuales en la aplicación SCADA se cuenta con alarmas visuales tipo poste en los exteriores de la sala de control y cerca de la zona de embarque, estos serán de tres colores: verde, ámbar y rojo. Verde estático indicará una operación normal del sistema en modo Automático (servicio), verde intermitente indicará una operación normal del sistema en modo Manual – Remoto, amarillo estático indicará que se produjo una alarma y rojo estático indicará que se produjo una falla o emergencia.

3.4.2 Red de comunicación

Una red de comunicación permite comunicar e integrar distintas áreas de un mismo sistema de control convirtiendo el sistema de control convencional en un sistema de control distribuido, logrando que el sistema cuente con un amplio número de áreas separadas al igual que un amplio número de dispositivos IO pertenecientes al mismo sistema de control, en un sistema de control convencional este amplio número se vería sujeto a una gran cantidad de conductores, cajas de paso y accesorios que permitirían llevar las señales al controlador principal del sistema, con la red de comunicación esto se reduce a un solo canal por donde pueden acarrear gran cantidad de señales facilitando la instalación y reduciendo puntos de falla en la operación.

Se realizó un análisis de las consideraciones a tener en cuenta para el diseño de la red industrial, siendo las más relevantes e importantes las siguientes:

- Es necesario contar con una cantidad de cables reducida ya que el sistema está sujeto a movimiento.
- Evitar cajas de paso, empalmes o cajas de integración a buses de datos, de este modo se reduce los puntos de falla.
- Contar con una red de comunicación de fácil instalación, fácil reparación y sencillo reemplazo de componentes.
- Una red de comunicación que permita integrar varios tipos de arquitectura.
- Una red de comunicación transparente en la adquisición y almacenamiento de datos.
- Cantidad de equipos necesarios para la implementación de la red de comunicación baja.
- Contar con canales de comunicación cableados e inalámbricos en una misma red.
- De ser necesario contar con niveles de seguridad.

Estos requerimientos son cumplidos por una red Ethernet de la siguiente manera:

- La cantidad de cableado se ve reducido ya que solo es necesario un solo cable UTP.
- Los cables UTP vienen fabricados en diversos tamaños y también pueden ser fabricados según sea la necesidad.
- La instalación, reparación y reemplazo es sencilla, los terminales, cableado, herramientas y equipamiento pueden ser adquiridos a diversos proveedores a diferencia de otras redes de comunicación.
- Una red Ethernet permite un variado y amplio catálogo de arquitecturas.
- La red Ethernet es bastante transparente debido a que los medios y canales de comunicación es el mismo que utilizan los ordenadores y servidores de uso común, por lo tanto, la integración es más a otras redes o necesidades es más sencillo.
- Los equipos para implementar la red Ethernet se ve reducido dado a que ya no es necesario el uso de cajas de troncal o Gateway's para comunicarse con el controlador, ordenador SCADA y/o demás equipos en la red de comunicación.

- Los equipos de comunicación Ethernet traen consigo la integración de comunicación inalámbrica de ser necesaria.
- Los equipos Ethernet permiten contar con distintas capas de seguridad dentro de su protocolo de comunicación.

Por lo tanto, la red de comunicación a utilizar será la red de comunicación Ethernet IP.

3.4.2.1 Arquitectura de red

El sistema contará con un equipo de entradas y salidas remotas en cada una de las cabinas de la rueda de observación, estos equipos recopilan las señales y las enviarán a la red Ethernet directamente por medio del switch administrable instalado al centro de la rueda de observación.

Por lo tanto, este switch recopilará doce cables UTP, uno de cada cabina, luego será necesario enviar toda esta información por un canal inalámbrico hacia la sala de control en donde se encuentra el PLC principal del sistema.

Para lograr una comunicación inalámbrica bastará con contar con una antena omnidireccional en cada uno de los puntos donde se desee hacer la comunicación, estas antenas será omnidireccionales ya que la antena del lado de la rueda girará junto con ella.

En la sala de control se contará con otro switch con la misma capacidad y características del switch de la rueda, este irá conectado por un cable UTP al controlador permitiendo que las señales provenientes de las cabinas lleguen para ser procesadas por el sistema de control, de igual modo se integrará a red por medio del switch y cables UTP a la PC de operador y al arrancador suave responsable del motor principal.

La arquitectura de red diseñada se muestra en el plano:

Del A3-FW001-073-005-001 al A3-FW001-073-005-002

La arquitectura contempla una topología tipo estrella en la rueda de Ferris (cabinas con tablero de comunicaciones), y topología punto a punto inalámbrica entre el centro de la rueda con sala eléctrica (tablero de comunicaciones – tablero de control)

Debido a la disposición de las cabinas sobre la rueda de observación se contempló una red tipo estrella pues esta era la manera de contar con menos cableado UTP hacia las cabinas y se reduce la cantidad de switches intermedios que serían necesarios para otras topologías.



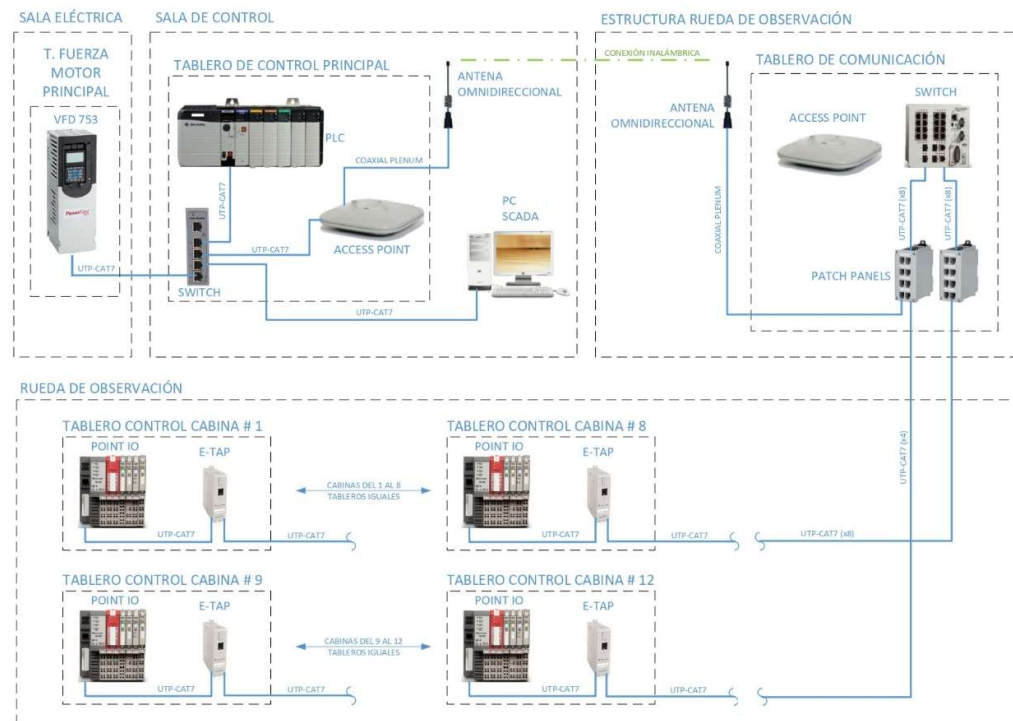


Fig. 20 Arquitectura de red. Extracto de plano A3-FW001-073-005-002

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.3 Hardware de sistema de control

En el mercado se cuenta con un catálogo de controladores bastante amplio con gran variedad de tipos y fabricantes (Siemens, ABB, B. Nevada, EATON, Schneider, etc) los cuales se diferencian unos de otros principalmente en su procedencia, precio, capacidad de procesamiento y aplicación en diferentes industrias. Para el presente diseño se escogió en su mayoría equipamiento de la marca Allen Bradley de la corporación Rockwell Automation, al ser esta la marca que ofrecía ventajas sobre sus competidores como son:

- Marca líder.
- Precio de equipamiento acorde al mercado, debido a que es una marca americana y cuenta con fábricas en México. El competidor más cercano en precio fue Siemens, sin embargo, el precio para equipos de similares características es aproximadamente un 40% más caro. Diferencia que es aún mayor en otras marcas como ABB.

- Hardware flexible y modular, esta característica es propia de la mayoría de los controladores a excepción de la marca B. Nevada. Esta característica brinda el beneficio de contar mantenimientos e identificación de fallos de manera sencilla, así como un inventario de repuestos reducido.

- Software abierto y seguro, a comparación de sus competidores los softwares de Rockwell automation son bastante utilizados en el mercado local, por lo tanto, son conocidos y cuentan con soporte técnico local a comparación de B. Nevada y EATON.

- Licencias perdurables, a comparación de compañías como ABB, Schneider y Siemens, las licencias de Rockwell automation pueden ser adquiridas sin fechas de expiración, por lo que reduce costos operativos.

Compatible, el equipamiento de Rockwell Automation se caracteriza por ser flexible y compatible con otros fabricantes, por ende es capaz de soportar equipamiento y protocolos diversos.

Al ser el presente diseño nuevo todos los equipamientos serán de este fabricante a excepción de una pequeña parte en donde Allen Bradley no tenga productos o se conozca y justifique una mejor opción.

Todas las tensiones de mando están diseñadas para trabajar a 24VDC y las tensiones de fuerza y alimentación de 220VAC, de necesitarse algún otro tipo de tensión esta será adaptada con ayuda de relés electromecánicos.

3.4.3.1 Selección y justificación

3.4.3.1.1 Controlador principal

El sistema de control contará con un único controlador, el cual debe de brindar una respuesta rápida, ser capaz de procesar señales digitales y analógicas, contar con comunicación Ethernet IP, ser capaz de integrar a su lógica de control equipamiento de entradas y salidas remotos, ser modular, lenguaje de programación Ladder y SFC (Tabla de funciones secuenciales, del inglés: Sequential function chart), ser robusto en ambientes industriales y ser de última generación.

En consecuencia el controlador seleccionado será uno de la familia Contrologix de catálogo 1756-L72 (Figura Nro. 325), este controlador es el de mayor capacidad de direccionamiento de Allen Bradley con una velocidad de $30\mu\text{s}$ para 1000 operaciones con enteros, de 4Mb de memoria, con memoria de almacenamiento externa y soporte a falla SD de 4Gb, con un máximo de señales de entrada y salida de 128000, máximo 100 programas de control, con capacidad de programación Ladder, texto estructurado, bloque de funciones y SFC (Tabla de funciones secuenciales, del inglés: Sequential function chart), modular de hasta 500 módulos, con soporte de varias redes de comunicación incluida la red Ethernet, con soporte de módulos I/O remotos.



Fig. 21 Controlador Contrologix 1756-L72.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.2 Módulo de comunicación Ethernet IP

Es necesario contar con un adaptador de comunicaciones el cual deberá de ser Ethernet IP para cumplir con los requerimientos de la arquitectura de red, el adaptador seleccionado corresponde al catálogo 1756-EN2T. (Figura Nro.326)

Adaptador que soporta hasta 128 conexiones TCP/IP (Protocolo de control de transmisión, del inglés: Transfer control protocol), 02 puertos RJ45 categoría 05, rango de comunicación de 10/100 Mbps, 01 puerto USB.



Fig. 22 Módulo de comunicación Ethernet. 1756 EN2T

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.3 Módulos de entrada y salidas digitales

Los módulos IO deberán ser de la misma familia del controlador por lo tanto de catálogo 1756 Contrologix.

Los módulos digitales son de tipo aislado esto para evitar sobre cargar la fuente del controlador y el bus de comunicación interno del controlador.

El módulo de entradas digitales es de 16 canales sinking/sourcing aislados de 10 a 30VDC y corresponde al catálogo: 1756-IB16I. (Figura Nro.327)

El módulo de salidas digitales es de 16 canales tipo relé aisladas de 5-125VDC o 10-240VAC, 1A max.@24VDC y corresponde al catálogo: 1756-OW16I. (Figura Nro.328)



(327)

(328)

Fig. 23 Módulo de entradas digitales aisladas 1756-IB16I, Fig. 24 Módulo de salidas digitales tipo relé 1756-OW16I.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.4 Módulo de entradas analógicas

La capacidad de este módulo deberá soportar señales analógicas de entrada de 4 - 20mA, existen también señales analógicas que se transmiten de 0 - 20mA y 0 - 10V, las cuales también operan a una capacidad aceptable, pero que cuentan con desventajas frente a una señal de 4 - 20mA siendo las más relevantes la no detección de desconexión, la caída de tensión y pérdida de potencia.

Por consiguiente, el módulo seleccionado cuenta con 8 canales de entrada analógica a dos hilos o cuatro canales de entrada analógica a cuatro hilos de 4 - 20mA y una resolución de 24 bits con catálogo: 1756-IF8. (Figura Nro. 329)



Fig. 25 Módulo de entradas analógicas. 1756-IF8.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.5 Variador de velocidad (VFD)

Para el arranque del motor principal es necesario contar con un equipo capaz de poder controlador sus fases, para de este modo realizar un arranque suave y progresivo del mismo, de igual modo deberá permitir variar su velocidad en caso sea necesario un giro mayor o menor en tareas de pruebas y mantenimiento.

Este equipamiento deberá de poder trabajar con un motor de 100 HP, ser trifásico, contar con comunicación Ethernet, configurable para operar en modo automático o manual, con freno y de tamaño compacto, por lo tanto, el equipo seleccionado es el siguiente:

Variador de velocidad de familia PowerFlex, 480VAC de entrada y 480VAC salida, 03 fases, 150 HP a trabajo pesado y 200 HP a trabajo normal, 250 Amperios máximo, freno dinámico opcional, enfriado por aire y de catálogo: 20F1AND248AA0NNNNN. (Figura Nro.330)



Fig. 26 Variador Powerflex 753.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.6 Protección eléctrica de motor principal

Al hacer uso de un variador de velocidad en el circuito eléctrico principal se producirán armónicos en este, por lo tanto, es necesario atenuar y/o eliminar estas corrientes desfavorables, para ello se contará con equipamiento que realice esta función.

El equipo seleccionado se conoce como reactancias de línea, las cuales van conectadas a la entrada y a la salida del variador, de esto modo se protege el equipamiento aguas arriba del variador, es decir, a los equipos encargados del suministro eléctrico y también al motor a controlar.

Las reactancias de línea reducen las corrientes armónicas, y atenúa picos altos de corriente o frecuencia, de este modo se protegen los equipos, equipos sensibles aumentado su tiempo de vida útil y se evitan disparos de corriente no deseados en el sistema que provocan tiempos muertos.

En consecuencia, las reactancias de línea de entrada y salida corresponden al catálogo: 1321-3R200-B y 1321-3R200-C respectivamente (Figura Nro.331), ambas son reactancias de 3% de impedancia, 250A y 600V máximo.



Fig. 27 Reactancia de línea.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.7 Entradas y salidas remotas

Las estaciones remotas cuentan con equipamiento de entradas y salidas modulares de bus expandible de la familia Flex IO ideales para este diseño ya que son bastante flexibles, pequeños y de bajo costo y están diseñadas para ambientes industriales y trabajan perfectamente con la familia de controladores Contrologix.

3.4.3.1.8 Módulo de comunicación remoto

Los módulos IO remotos necesitan de un adaptador que permitan a estos acoplarse a la red de comunicación, para nuestro diseño a la red Ethernet IP, por lo tanto, el adaptador seleccionado corresponde al catálogo 1734-AENT (Figura Nro.332). Este módulo cuenta con 01 puerto RJ45 y diales para seleccionar nodo y es de la familia Point IO.



Fig. 28 Adaptador Ethernet IP. 1734-AENT

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.9 Módulo de entrada y salidas digitales remoto

Los módulos deberán de pertenecer a la misma familia que el adaptador Ethernet, estos módulos no vienen en configuraciones aisladas, por lo tanto, solo deben de cumplir con los requerimientos de tensión de control y mando de 24VDC anteriormente indicados.

Para las entradas digitales el módulo seleccionado cuenta con 8 canales de entradas digitales tipo sourcing, 10 - 28VDC, 5mA max.@24VDC por canal y corresponde al catálogo: 1734-IV8. (Figura Nro.333)

Para las salidas digitales el módulo seleccionado cuenta con 4 canales de salida tipo relé, normalmente abiertos, 2A max.@24VDC por canal y corresponde al catálogo 1734-OW4. (Figura Nro.334)



Fig. 29 Modulo remoto de entradas digitales 1734-IV8, *Fig. 30* Modulo remoto de salidas tipo relé 1734-OW4.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.10 Módulo de entradas analógicas remoto

De igual modo a los módulos convencionales se requiere de un módulo capaz de soportar señales analógicas de 4-20 mA.

En consecuencia, el módulo seleccionado cuenta con 4 canales analógicos 4-20mA a 2 hilos con 16 bits de resolución y corresponde al catálogo: 1734-IE4C. (Figura Nro. 335)



Fig. 31 Módulo remoto de entradas analógicas 1734-IE4C.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.11 Fuentes de alimentación

El uso y selección de fuentes de alimentación es necesario en nuestro diseño, una parte de ellas corresponde a fuentes de la familia Contrologix y Point IO, por lo tanto, estas fuentes son necesarias para el uso de Controlador y estaciones remotas.

Otro grupo de fuentes serán las utilizadas para las señales de mando y alimentación de demás accesorios dentro de los tableros de control, con esto se logra tener fuentes de 24VDC aisladas y se reduce el cableado de alimentación que llega a cada tablero de control.

Para la selección de las fuentes es necesario determinar la tensión de entrada y tensión de salida las cuales son 220VAC y 24VDC respectivamente, así como la potencia para las fuentes de mando y alimentación de accesorios.

Como resultado tenemos:

Fuente Contrologix 1756-PA75: (Para chasis de controladores de la familia Contrologix 1756), tensión de alimentación 85-265VAC, tensión de salida 28-5VDC, corriente de salida 13A@5V.

Fuente Point IO: 1734-EP24DC: (Para chasis modular de módulos remotos de la familia 1734 Point IO), tensión de alimentación 12-24VDC, 1.3A@24VDC, tensión de salida en bus de 24VDC, hasta 17 módulos tipo point IO por fuente, máximo 63 módulos con diferentes fuentes en el mismo bus.

Fuente 1606-XLE240E: Fuente genérica de 240W, tensión de alimentación de 120-240VAC, tensión de salida 24-28VDC ajustable.



(336)



(337)



(338)

Fig. 32 Fuente Controllogix 1756-PA75, Fig. 33 Fuente Point IO 1734-EP24DC, Fig. 34 Fuente genérica 1606-XLE240E.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.12 Equipos de comunicación Ethernet IP

En el diseño de la red de comunicación se determinó que habrá equipos que permitirán administrar la red Ethernet IP del sistema, para ello se contempló un tablero de comunicaciones ubicado al centro del a rueda de observación el cual se comunicará inalámbricamente con el tablero de control principal en la sala de control el cual contará con equipamiento similar para garantizar el enlace inalámbrico.

3.4.3.1.13 Switch de comunicaciones

El switch deberá ser administrable para tener la opción de agregar capas de seguridad en la red Ethernet, a su vez estos deberán contar con una cantidad de puertos suficiente para albergar los cables UTP necesarios en cada zona.

El switch de comunicaciones que irá ubicado en el tablero de comunicaciones en el centro de la rueda seleccionado cuenta con un total de 20 puertos, 16 puertos de cobre y 4 puertos combo (Seleccionable entre cobre o fibra óptica), administrable a capa 02, alimentación de 24VDC. De catálogo: 1783-HMS16TG4CGN. (Figura Nro.339)

El switch de comunicaciones que irá ubicado en el tablero de control principal seleccionado cuenta con un total de 5 puertos de cobre, no administrable, alimentación de 24VDC. De catálogo: 1783-US5T. (Figura Nro.340)



(339)



(340)

Fig. 35 Switch de comunicaciones de 16 puertos de cobre y 4 puertos combo, administrable, **Fig. 36** Switch de comunicaciones con 5 puertos de cobre, no administrable.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.14 Punto de acceso inalámbrico

Como se determinó en la arquitectura de red, es necesario contar con un enlace inalámbrico en la red Ethernet IP (Protocolo de internet, del inglés: Internet protocol).

Por consiguiente, el punto de acceso inalámbrico seleccionado cuenta con conexión de puerto Ethernet, 04 puertos de antenas externas, alimentación de 48VDC, incluye adaptador 220VAC/48VDC, Catálogo: 1783-WAPAK9 (Figura Nro.341)



Fig. 37 Punto de acceso inalámbrico 1783-WAPAK9

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.15 Antena

Es necesario contar con una antena compatible con el punto acceso inalámbrico, que garantice comunicación cuando la rueda de observación se encuentra estática o en movimiento.

Como resultado se seleccionó una antena para exteriores, banda dual MIMO de 04 elementos, frecuencia de operación 2400–2484 MHz y 5150–5850 MHz, impedancia de 50Ω , pico de ganancia @ 2.4GHz 2dBi, incluye cable de conexión coaxial plenum de 90cm, la antena corresponde al catálogo AIR-ANT2544V4M-R (Figura Nro.342), fabricante CISCO.



Fig. 38 Antena omnidireccional de cuatro elementos

AIR-ANT2544V4M-R.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.16 Equipamiento adicional

Dentro de los tableros de control contaremos con equipamiento eléctrico de bajo nivel necesarios para complementar el equipamiento de control necesario para el diseño, estos accesorios corresponden a accesorios de módulos Contrologix y Point IO, relés, pulsadores, selectores y luces piloto.

3.4.3.1.17 Chasis Contrologix

Los equipos de la familia contrologix requieren de un alojamiento llamado chasis, el cual aparte de albergar el controlador, módulos y fuente de alimentación crea un bus de comunicación interno entre los equipos, este chasis viene en varios tamaños, el chasis seleccionado es de 07 slots y corresponde al catálogo 1756-A7. (Figura Nro.343)



Fig. 39 Chasis Contrologix de 7 Slots. 1756-A7.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.18 Bases terminales Contrologix

Los módulos Contrologix cuentan bases terminales removibles, los cuales son de 36 conexiones por tornillo que soportan conductores de 22 a 14 AWG unifilares o multi-filares.

El bloque terminal para todos los módulos seleccionados líneas arriba es el de catálogo 1756-TBCH. (Figura Nro.344)



Fig. 40 Base terminal Contrologix. 1756-TBCH.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.19 Bases terminales Point IO

Al igual que los módulos Contrologix es necesario contar con bases de conexión, la particularidad de estas bases en diferencia a las anteriormente mencionadas es que en la familia Point IO las bases terminales son los que generan el bus de datos interno de los módulos, en otras palabras, no es necesario un chasis.

La base terminal seleccionada para todos los módulos es una base ensamblada a dos piezas, con 8 puntos de conexión y conexión por abrazadera, soporta conductores desde 22 a 14 AWG unifilares y multifilares. 1734- TBS. (Figura Nro.345)

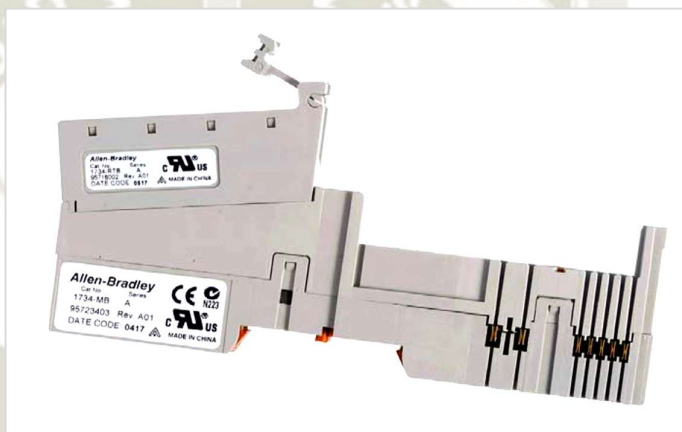


Fig. 41 Base Terminal Point IO.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.20 Relés

Los relés permitirán adaptar eléctricamente señales de 24VDC a 220VAC o viceversa esto permitirá contar con salidas a 220VAC y entradas a 220VAC donde se requiera, ya que el mando y control es de 24VDC, estos relés no estarán sujetos a conmutaciones muy seguidas, por lo no están sometidas trabajo pesado, por lo tanto, bastará con seleccionar relés electromecánicos.

En consecuencia, los relés seleccionados son electromecánicos, con bobinas a 24VDC y 220VAC a dos polos según sea el caso, tubulares, terminales tipo pin para conexión a base, dos contactos normalmente

abiertos y dos contactos normalmente cerrados, cada contacto a 10A max.@220VAC, incluye bases terminales.

Relé de bobina 24VDC de catálogo: 700-HA32Z24. (Figura Nro.346)

Relé de bobina 220VAC de catálogo: 700-HA32A2. (Figura Nro.347)

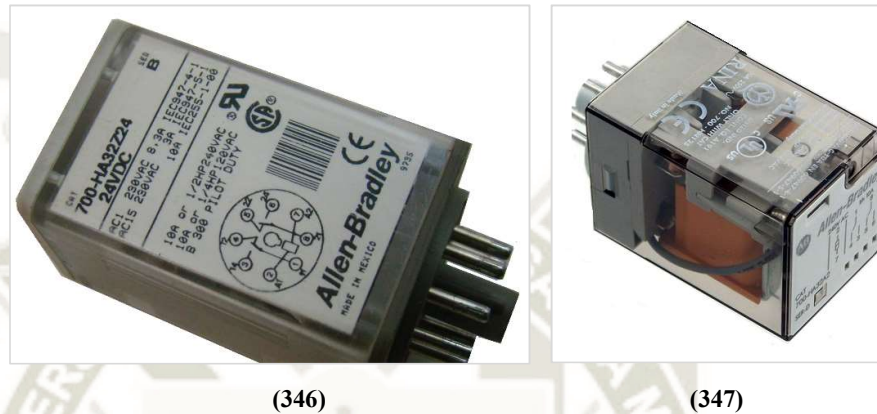


Fig. 42 Relé de bobina 24VDC. 700-HA32Z24, Fig. 43 Relé de bobina 220VAC. 700-HA32A2.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.21 Pulsadores

Los pulsadores permitirán tener acción directa sobre la apertura y cierre de puertas en cabinas cuando se encuentren en operación manual – local y para arrancar o parar el motor principal en también en operación manual – local.

En el diseño se necesitan pulsadores de uso general y pulsadores de emergencia. Para el caso de los pulsadores de uso general, se necesitan de tipo momentáneo, una posición, no iluminados, con un contacto NC y un contacto NO, de color verde y rojo según su función.

Por lo tanto, los pulsadores seleccionados es el siguiente:

Pulsador verde, una posición, no iluminado, 1NC, 1NO, 0.4A @ 12 - 130VAC/VDC, de catálogo: 800T-A1A. (Figura Nro.348)

Pulsador rojo, una posición, no iluminado, 1NC, 1NO, 0.4A @ 12 - 130 VAC/VDC de catálogo: 800T-A6A. (Figura Nro.349)

Para el caso de los pulsadores de emergencia, se requiere un pulsador retentivo, con acción mecánica para la liberación, no iluminado, por lo tanto, el pulsador de emergencia seleccionado es el siguiente:

Pulsador tipo hongo, retentivo, una posición, girar para liberar, no iluminado, color rojo, 0.4A @ 12 - 130 VAC/VDC de catálogo: 800-FRXTQH2RA1. (Figura Nro.350)



Fig. 44 Pulsador de una posición, no iluminado, verde. 800T-A1A, Fig. 45 Pulsador de una posición, no iluminado, rojo. 800T-A6A, Fig. 46 Pulsador de emergencia tipo hongo, no iluminado, rojo. 800-FRXTQH2RA1.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.1.22 Selectores

En el diseño se consideraron selectores que permitirán seleccionar el tipo de operación de equipos y sistemas, estos deben de ser de dos posiciones mantenidas y de montaje superficial. En consecuencia, el selector escogido es el siguiente:

Selector de dos posiciones mantenidas, montaje superficial, acción para selección de giro, 0.4A @ 12 - 130 VAC/VDC de catálogo: 800H-HR2A. (Figura Nro.351)



Fig. 47 Selector de dos posiciones mantenidas. 800H-HR2A.

Fuente: *ab.rockwellautomation.com*

Autor: *Rockwell Automation.*

3.4.3.1.23 Luces piloto

Es necesario contar con indicadores visuales ya que estos facilitan la fácil interpretación de estados o condiciones del sistema, dado que el sistema cuenta con tres tipos de operación, dichas luces permitirán identificar en qué tipo de operación se encuentra el sistema en determinado momento.

Por tanto, la luz piloto seleccionada es la siguiente:

Luz piloto LED, 0.2A @ 12 a 130VAC/VDC, color verde de catálogo: 800H-QRTH2G. (Figura Nro.352)



Fig. 48 Luz piloto, color verde. 800H-QRTH2G.

Fuente: *ab.rockwellautomation.com*

Autor: *Rockwell Automation.*

3.4.3.2 Resumen y distribución de equipos

Tablero de distribución 220VAC y 440VAC (Contemplado, no desarrollado)

- 20 circuit breakers de 220VAC.
- 5 circuit breakers de 440VAC.
- Misceláneos (Marshalling)

Tablero VFD (01 unidad):

- 01 Variador de velocidad.
- 01 Transformador monofásico para control
- 01 Circuit breaker principal.
- 01 Base porta fusibles.
- 02 Reactancias de línea.
- 01 HMI con teclado alfanumérico.
- 01 Selector de dos posiciones.
- 02 Circuit breakers para control.
- 01 Fuente 24VDC.
- Misceláneos (Marshalling).

Tablero de control principal (01 unidad):

- 01 Chasis ControlLogix de 07 slots.
- 01 Fuente AC ControlLogix.
- 01 Módulo de comunicación Ethernet.
- 01 Controlador ControlLogix. 1756-L72.
- 01 Módulo de entradas aisladas DC, 16 canales aislados.
- 01 Módulo de salidas tipo relé, 16 canales aislados.
- 01 Módulo de e. analógicas, 8 canales Corriente/Voltaje.
- 02 Tapas de relleno.

- 03 Bases terminales de conexión por tornillo.
- 01 Fuente DC, 240W.
- 04 relés con base, 24VDC, 10A.
- 04 relés con base, 220VAC, 10A.
- 01 switch de comunicación no administrable. 05 puertos de cobre.
- 01 punto de acceso inalámbrico.
- 01 antena omnidireccional para exteriores de 4 elementos.
- 04 Luces piloto.
- 02 Selectores de dos posiciones.
- 01 Pulsador tipo hongo.
- Misceláneos (Marshalling).

Tableros remotos (12 unidades):

- 01 Adaptador Ethernet Point IO.
- 02 Módulos de entradas digital, 24VDC, 8 canales.
- 02 Módulo de salida digital tipo relé, 24 VDC, 4 canales.
- 01 Módulo de entrada analógica. Corriente. 4 canales.
- 05 Bases terminales para módulos Point IO de conexión por abrazadera.
- 01 Unidad de expansión de energía de bus.
- 01 Fuente Flex IO.
- 01 Switch de comunicación de 02 puertos de cobre.
- 01 Fuente DC, 240W.
- 01 Selector de dos posiciones.
- 02 Pulsador momentáneo.
- 01 Pulsador tipo hongo.
- Misceláneas (Marshalling).

Tableros externos de cabina (12 unidades):

- 01 Selector de dos posiciones.
- 02 Pulsador momentáneo.
- Misceláneas (Marshalling).

Tablero de comunicaciones (01 unidad):

- 01 Switch de comunicación. 16 puertos de cobre.
- 02 Patch panel de 8 puertos.
- 01 punto de acceso inalámbrico.
- 01 antena omnidireccional para exteriores de 4 elementos.
- Misceláneos (Marshalling).

Tablero principal LED (01 unidad)

- 02 Chasis Contrologix, 1756-A10.
- 01 Controlador Contrologix, 1756-L72
- 02 Fuentes Contrologix, 1756-PA75.
- 02 Módulos de comunicación Ethernet, 1756-EN2T.
- 12 módulos de salidas rápidas tipo PWM, 1756 – OB16IF.
- 01 switch administrable de 20 puertos.
- Misceláneos (Marshaling).

Tableros secundarios LED (12 unidades)

- 24 relés de estado sólido opto acoplados, 700-SH5FZ24.
- Fuente estándar de salida de 24VDC, 1606-XLS480E.
- Misceláneos (Marshalling).

Resumen de tableros eléctricos, control e instrumentación:

Tabla 2: Resumen de tableros eléctricos, control e instrumentación.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Ítem	Ubicación	Descripción	Tag	Cantidad
1	Sala eléctrica.	Tablero distribución 220VAC y 440VAC	-	01
2		Tablero de control principal.	FW-B001.	01
3		Tablero VFD	FW-001.	01
4	Cabinas.	Tableros remotos.	FW-C-I001 al FW-C-I012.	12
5		Tableros externos.	FW-C-E001 al FW-C-E012.	12
6	Plataforma en centro de rueda.	Tablero de comunicaciones.	FW-C001	01

3.4.3.3 Diseño de tableros de control

El sistema contará con un tablero de control principal, el cual estará ubicado a nivel del suelo en una sala eléctrica adyacente a la sala de control, este alojará el PLC y equipamiento necesario para su funcionamiento. En esta misma sala eléctrica se contará con un tablero eléctrico principal a cargo de la distribución de energía general: 220VAC (Iluminación, servicios generales, teléfonos, etc), 220VAC aislado para sistemas de control, 440VAC para parte de potencia (Variador de velocidad). A su vez se contará con un tablero eléctrico que albergará al variador de velocidad VFD.

Se contará con estaciones remotas siendo estas las cabinas de la rueda, en donde es necesario contar un tablero en cada estación el cual albergará los módulos IO remotos y demás equipamiento necesario para su funcionamiento, a su vez se cuenta con un tablero de operación de puertas fuera de cada una de las cabinas, este alberga pulsadores.

En el centro de la rueda de observación se tendrá un tablero que albergará el equipamiento necesario para las comunicaciones entre la rueda y el sistema de control.

La rueda contará con gabinetes en los rayos de la rueda que se harán cargo del control del sistema de iluminación LED.

Para el diseño de los tableros de control fue necesario hacer una aproximación de las señales que se tendrán en cada punto y determinar el tipo de tablero según el caso, así como un análisis de la distribución de equipos dentro y/o fuera de los tableros de control y determinar su ubicación para poder desarrollar el diseño según nuestras necesidades y condiciones de espacio y superficies.

En la imagen nro. se presenta un bosquejo preliminar de la ubicación de tableros eléctricos, control e instrumentación.

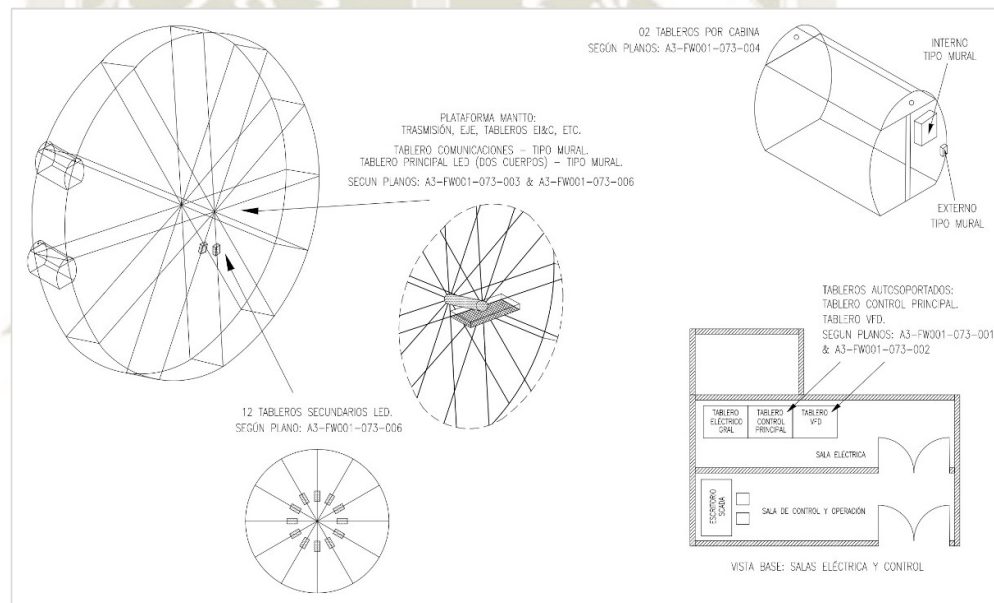


Fig. 49 Bosquejo de ubicación de tableros eléctricos, control e instrumentación.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.3.3.1 Tablero de control principal

El Tablero de control principal irá ubicado dentro de una sala eléctrica a nivel del suelo, por lo tanto este no estará sujeto chorros o partículas pulverizadas de agua u otro fluido, solo estará sujeto a partículas de polvo, por lo tanto su grado de protección solo deberá ser resistente a partículas con tamaño menor a 1mm de diámetro y chorros de agua débiles, esto debido a que puede presentarse pequeñas filtraciones debido

a fuertes lluvias, el grado protección seleccionado es IP55, protección recomendada para salas eléctricas, el material del tablero de control será de chapa de acero de 2mm de espesor, con imprimación por inmersión con entrada de cables tipo galvanizado, estas características corresponde a un grado de protección NEMA 12 también recomendada para saldas eléctricas.

Al encontrarse el tablero en una sala eléctrica es posible contar con conexión por la parte superior o inferior del tablero, ya sea por bandejas eléctricas, tuberías o bandejas subterráneas, por lo tanto, el tipo de tablero seleccionado es el de tipo auto soportado con zócalo inferior, esto brinda mayor espacio para equipamiento dentro del tablero facilidad de acceso para las tareas de mantenimiento, reparación o reemplazo de equipos.

Este tablero albergará equipamiento necesario para realizar el control automático y manual sobre el sistema, a su vez contará con equipamiento de comunicaciones Ethernet/IP que permitirá el enlace con las estaciones remotas del sistema.

Anexo:

Anexo Nro. 4 Listado de señales – Tablero de control principal.

Planos:

Del A3-FW001-073-001-001 al A3-FW001-073-001-016.

3.4.3.3.2 Tableros remotos

Los tableros remotos estarán montados dentro de cada una de las cabinas de la rueda de observación, siendo doce tableros idénticos que estarán expuestos a partículas de polvo continuamente ya que las puertas de las cabinas abrirán y cerrarán varias veces en todos los tipos de operación del sistema, a su vez estarán expuestos a posibles partículas pulverizadas o chorros de agua debido a lluvias y falta de mantenimiento de las cabinas, en una sala eléctrica esto es poco probable dado a que esta está construida de material noble, por otra lado las cabinas son de acero y tienen exposición directa con la atmosfera, por lo tanto su protección deberá ser mayor a la del tablero de control principal, seleccionándose un tablero con protección IP 66 la cual no permite el ingreso por ningún motivo de partículas sólidas de cualquier tamaño y soporta chorros potentes de agua, el material es de acero de 3mm de espesor con juntas de poliuretano inyectado e imprimación por inmersión correspondiente a una protección NEMA 4.

El tablero seleccionado es de tipo mural esto debido a que estos deben de ser de tamaño reducido pues de no ser así ocuparía mucho espacio dentro de las cabinas, reduciría el acceso y visibilidad dentro de esta.

Anexo:

Anexo Nro. 5 Listado de señales – Tablero remoto

Planos: Del A3-FW001-073-004-001 al A3-FW001-073-004-014

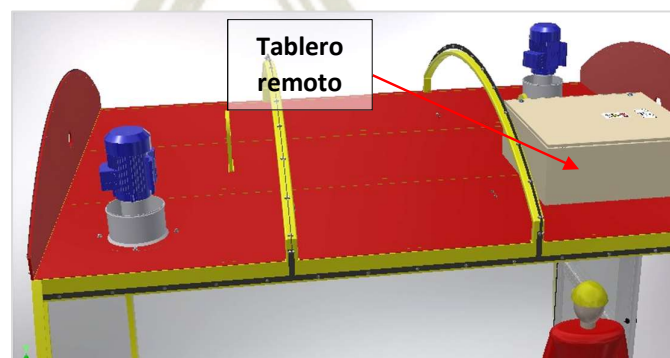


Fig. 50 Captura de ubicación de tablero remoto en una de las cabinas.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.



Fig. 51 Captura de ubicación de tablero remoto en una de las cabinas.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.3.4 Diseños de tablero de fuerza de motor principal

El sistema cuenta con un motor principal, el cual está encargado del giro de la rueda de observación, por lo tanto es un motor de tamaño considerable y este deberá de tener un arranque y parada suave, pero sin perder potencia, por lo tanto su funcionamiento estará basado en el control brindado por un variador de velocidad el cual irá montado en un tablero de control a nivel suelo en una sala eléctrica cerca de la sala de control, el variador y el equipamiento adicional necesario para su funcionamiento son de tamaño mayor al equipamiento de control convencional, por lo tanto requieren de un tablero amplio, de doble puerta y doble placa de montaje, con una protección IP55 sugerida para una sala de control ya que no estará en un ambiente abierto sujeto a polvos, gases o vapores que dañen el equipamiento, el material del tablero será de chapa de acero de 2mm de espesor con imprimación por inmersión con entrada de cables tipo galvanizado, estas características corresponden a un grado de protección NEMA 12.

El cableado de entrada o de salida podrán hacerse por debajo o por la parte de arriba del tablero, según sea la necesidad.

Este tablero principalmente es de fuerza, por lo que la parte de control es mínimo, pero en el diseño se contempla que no deben de encontrarse estos circuitos de distinto tipo cerca o cruzados, esto debido a que las altas tensiones

provocan campos magnéticos que generan corrientes parasitas en las señales de control las cuales alteran estas señales y reducen la calidad del sistema de control, en el diseño y construcción es importante tener esto en cuenta.

Planos:

Del A3-FW001-073-002-001 al A3-FW001-073-006.

3.4.3.5 Diseño de tablero de comunicaciones

Este tablero se ubicará al centro de la rueda de control, por lo tanto al centro y equidistante a todos los tableros remotos, este tablero albergará equipamiento necesario para realizar el enlace inalámbrico entre los tableros remotos y el tablero de control principal, la ubicación seleccionada corresponde a un espacio al aire libre y no se puede colocar un techo o protección sobre el tablero debido a que este girará junto con la rueda, por lo tanto este tablero deberá ser capaz de soportar las condiciones climáticas y estado atmosférico en esta zona, por lo tanto este deberá contar con una protección total contra partículas y contra chorros de agua, la protección seleccionada es IP66, la cual garantiza el no ingreso de partículas sólidas y chorros potentes de agua, a su vez para garantizar una larga vida del equipamiento y del tablero de control este deberá ser acero inoxidable el cual corresponde a una protección NEMA 4X.

El espacio es reducido en la ubicación seleccionada por lo tanto este tablero será de tipo mural, esto debido a que el equipamiento dentro de este tablero también es reducido.

Planos: Del A3-FW001-073-003-001 al A3-FW001-073-003-007

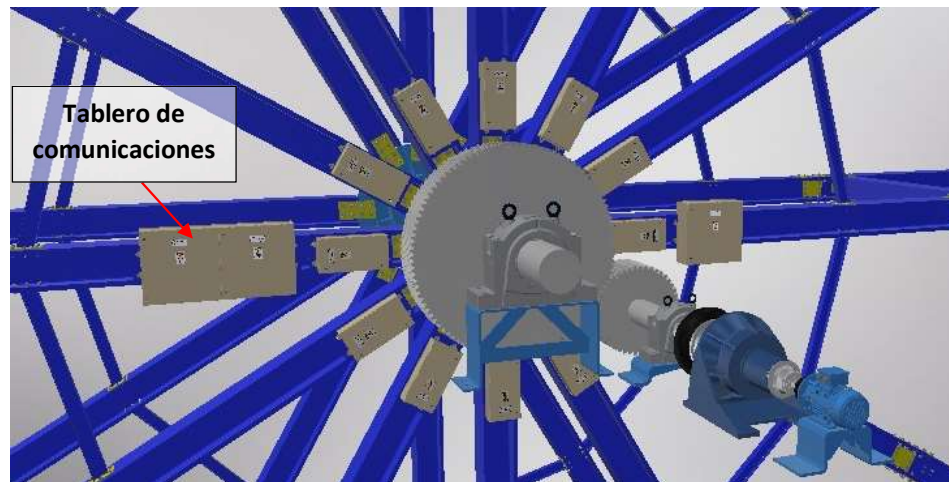


Fig. 52 Captura de ubicación de tablero de comunicaciones.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.3.6 Equipamiento de campo

El equipamiento de campo se encargará de transformar condiciones físicas en condiciones eléctricas medibles para el sistema de control.

3.4.3.6.1 Pulsadores de emergencia

Los pulsadores de emergencia de campo deberán ser capaces de soportar condiciones climatológicas adversas, por lo tanto, su protección deberá ser NEMA 4X.

El pulsador seleccionado es de tipo hongo, retentivo, girar para liberar, dos posiciones, 1NC, 1NO, NEMA 4X, color rojo de catálogo: 800H-FRXT6A1 (Figura Nro.357)

De igual modo el alojamiento donde irán instalados estos pulsadores de campo deberá de contar con el mismo tipo de protección.

El alojamiento seleccionado es de fundición inyectada, un solo pulsador, protección NEMA 4, montaje superficial de catálogo: 800T-1TZ. (Figura Nro.358)



(357)



(358)

Fig. 53 Alojamiento de fundición NEMA 4, catálogo: 800T-1ZT. Fig. 54 Pulsador tipo hongo NEMA 4, catálogo: 800H-FRXT6A1

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.3.6.2 Luces tipo torre apilables

De igual manera serán necesarias luces que indique estado de funcionamiento del sistema, estas permitirán identificar si el sistema se encuentra operando correctamente, se encuentra en emergencia o en falla, es posible manejar el encendido de estas luces, por lo tanto, también puede integrarse la identificación del tipo de operación del sistema, por lo tanto, estas deberán ser de trabajo pesado.

En consecuencia, las luces seleccionadas corresponden a la familia de luces apilables tipo torre modular, tres pisos de montaje superficial con tres luces estroboscópicas de color verde, rojo y amarillo de catálogo: 855D-P00-B24Y543, alimentación de 24VDC, consumo de 20mA por piso, consumo total según nuestra selección: 60mA. (Figura Nro.359)



Fig. 55 Luces tipo torre apilables.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.4 Instrumentación

Los instrumentos se encargarán de transformar condiciones físicas en condiciones eléctricas medibles para el sistema de control.

3.4.4.1 Selección y justificación

Para poder realizar el control manual y automático de la rueda de observación es necesario contar con instrumentos integrados dentro del sistema de control, estos permitirán adquirir datos físicos en tiempo real del sistema lo cual facilitará en conocer el estado de variables a supervisar y el estado y confirmación del funcionamiento correcto de actuadores del sistema.

En el sistema de control de la rueda de observación es primordial saber en qué momento la rueda está posicionada de modo tal que la cabina más baja en ese momento está alineada con la superficie de la zona de embarque para facilitar el ascenso y descenso de los pasajeros de dicha cabina, de igual manera es necesario conocer el estado de apertura o cierre de cada una de las puertas de las cabinas, asimismo se requerirá monitorear el peso dentro de las cabinas esto para determinar si se encuentra con sobrecarga.

3.4.4.1.1 Switch de posición de rueda de observación

Fuera de las cabinas se presentará un ambiente agresivo climatológicamente, dado que en la ciudad de Arequipa se presenta fuerte luz solar en las mañanas, vientos en las tardes a mitad del año y fuertes lluvias en la época de verano. Por lo tanto, los instrumentos montados en esta zona deberán de ser capaces de soportar estas condiciones, de igual modo deberán ser de trabajo pesado para soportar una operación diaria y continua.

En consecuencia, el switch de posición seleccionado para esta zona es el siguiente:

Switch de posición con accionador de tipo muelle, palanca tipo rueda, 1NC, 1NO, 24VDC, operación CW y CCW, sellado de fábrica, pre cableado, para trabajo pesado, con indicador luminoso, protección IP 67 - NEMA 4X de catálogo: 802MC-AY5. (Figura Nro.360)

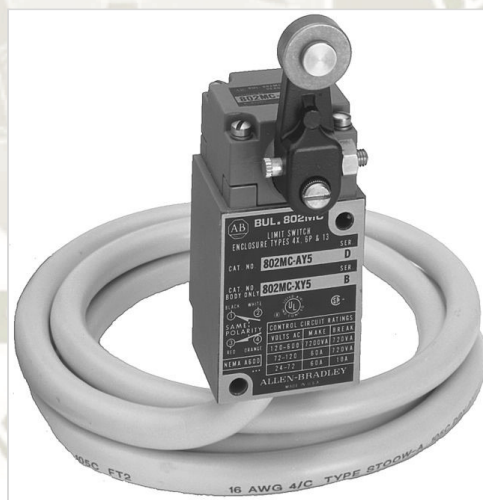


Fig. 56 Switch de posición tipo muelle, palanca tipo rueda, catálogo: 802MC-AY5

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.4.1.2 Switch de posición dentro de cabina

En las cabinas es necesario contar con una confirmación del estado de apertura o cierre de las puertas de acceso, dentro de las cabinas se cuenta con una atmosfera menos agresiva que en los exteriores de la rueda de observación, por lo tanto, los switches a instalar dentro de esta serán no deberán de contar con una protección IP o NEMA alta, por otro lado, dentro de las cabinas el espacio disponible para el montaje es reducido, entonces estos equipos deberán de ser compactos y diseñados para trabajo pesado.

Como resultado el switch de posición ubicado dentro de la cabina es el siguiente:

Switch de uso general con accionador tipo muelle, palanca tipo rueda, 1NC, 1NO, trabajo pesado, operación CW y CCW, protección NEMA 4 de catálogo: 801-ASC1411. (Figura Nro.361)

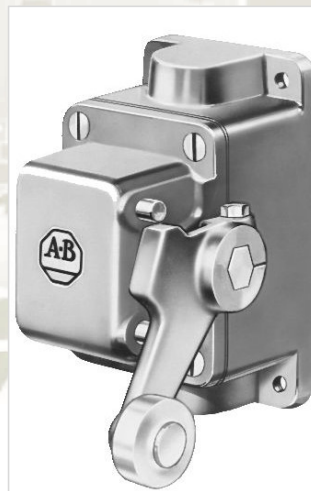


Fig. 57 Switch de posición, tipo muelle con palanca tipo rueda, catálogo: 801-ASC1411.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

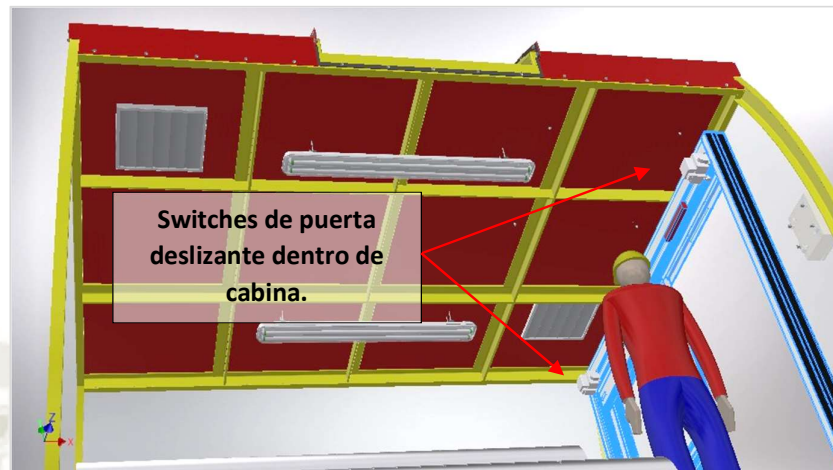


Fig. 58 Switch de puertas deslizantes.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.4.1.3 Celda de carga

Dentro de las cabinas es necesario censar el peso producido por los pasajeros dentro de esta, por lo tanto, el piso de la cabina funcionará como una balanza, para ello es necesario contar con instrumentos debajo de esta, la cual gracias a la pequeña deformación de la chapa de acero generará una excitación en la celda de carga la cual con ayuda de un transmisor se convertirá en una entrada analógica estándar.

La celda de carga deberá ser de bajo perfil para ir ubicada entre el suelo y falso suelo dentro de la cabina, y trabajar a una tensión de 24VDC a 12VDC, ser de trabajo pesado y contar con un rango de funcionamiento acorde al peso estimado dentro de la cabina.

En consecuencia, la celda de carga seleccionada es la siguiente:

Celda de carga de 2 toneladas de capacidad, tipo de excitación de compresión, compacto y de una sola pieza, 150% de protección a sobre carga, carcasa de acero inoxidable, excitación de 10 a 15VDC, precisión de $\pm 0.5\%$, salida 2mV/V. tipo de protección IP65 de catálogo: LC304-5K. Fabricante: OMEGA. (Figura Nro.363)



Fig. 59 Celda de carga, capacidad de 02 toneladas, compresión, catálogo: LC304-5K, fabricante: OMEGA.

Fuente: newmark.com

Autor: Omega



Fig. 60 Ubicación de celdas de carga entre suelo y falso suelo.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.4.1.4 Transmisor para celda de carga

Las celdas de cargas son transductores que generan señales en el orden de mV, por lo tanto, es necesario escalar y convertir esta señal de voltaje a otro tipo de señal estándar de tipo analógica, para ello es necesario contar con un transmisor electrónico que permite realizar esta operación.

En consecuencia, necesitaremos un transmisor compacto, con escala de señal de entrada de mV, span y zero ajustable, salida analógica de 4-20mA y 0-10V.

El equipo seleccionado que cumple con estas características es el siguiente: Transmisor analógico de catálogo LT20WM1, fabricante: Laurel Electronics. (Figura Nro.365)



Fig. 61 Transmisor analógico para celdas de carga, salida 4-20 mA, catálogo: LT20WM1, fabricante: Laurel Electronics.

Fuente: laurels.com

Autor: Laurel Electronics Inc.

3.4.5 Actuadores

Los actuadores convertirán señales eléctricas generadas por el sistema de control en acción mecánica que actuará directamente sobre el medio físico del sistema.

3.4.5.1 Selección y configuración

3.4.5.1.1 Puertas deslizantes

El diseño de cabinas contempla un acceso capaz de brindar facilidad en el cierre y apertura de acceso, este deberá de ser capaz de ser accionado remota y automáticamente, seguro y con una estética que contemple el acceso de luz y no ocupe mucha área de instalación y área en operación.

En consecuencia, el acceso seleccionado es el siguiente: Puerta deslizante de 02 cuerpos, con marco de aluminio extruido, diseño para exteriores, diseño para alto tránsito (trabajo pesado), mecanismo de alto torque, mecanismo con sensores de anti aprisionamiento, con controlador para operación manual, automática, local y remota, estéticamente transparente, seguro de apertura electromecánico, vidrio contra impactos. Ancho total: 2146mm. Alto total: 2337mm. Espesor total: 83mm. Fabricante: Dorma USA. Modelo: ESA200. (Figura Nro.366)

Véase: Plano ESA200 Automatic Sliding Door



Fig. 62 Puerta deslizante. Fabricante: Dorma USA. Modelo: ESA200.

Fuente: doormakaba.com

Autor: Dorma USA.

3.4.5.1.2 Ventiladores

Para la selección de ventiladores se utilizó el catálogo: ‘Ventiladores Industriales – Elevado caudal de aire fresco’ del fabricante Siemens, este catálogo brinda los pasos para el cálculo de flujo y selección de conjunto ventilador axial – motor monofásico.

Dentro del catálogo se tiene la siguiente tabla sin número que indica datos para determinar el aire a remover:

Tabla 3: “Caudal de aire a remover”.

Fuente: Catálogo “Ventiladores industriales – Elevado caudal de aire fresco”.

Autor: Siemens.

Caudal de aire a remover		
Aire exterior °C	Cantidad de aire requerido	
	No fumadores m3/h	Fumadores m3/h
0 a 26	20	30
> 26	15	23

Se extrae para nuestra selección:

- Para personas no fumadoras: 20 m3/h.
- Temperatura de aire exterior: 0 – 26°C.
- Y se tiene las siguientes consideraciones en base a nuestro diseño:
- Presión estática: 30 N/m2 (Considerando persianas sin filtros)
- De la concepción del diseño se contempló 06 minutos para el embarque de las personas a las cabinas y 02 minutos de observación, dando un total de 08 minutos por turno.
- Total, de personas por cabina por hora considerando turnos de 08 minutos, se tiene un total de 90 personas por hora.

Por lo tanto:

$$\text{Cantidad de aire requerido} = (90 \text{ personas} * \text{hora}) * \frac{20\text{m}^3}{\text{h}} = 1800\text{m}^3$$

$$\text{Caudal necesario (Q)} = \frac{1800 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} = 0.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

La siguiente tabla sin número del catálogo permite seleccionar un sistema de dos ventiladores para el caudal requerido:

Tabla 4: “Caudal de aire impulsado bajo diferentes sobrepresiones estáticas”.

Fuente: Catálogo “Ventiladores industriales – Elevado caudal de aire fresco”.

Autor: Siemens.

Ventilador tipo	Sobrepresión N/m ²						
	0	30	50	100	150	200	300
2CC2 254	0.38	0.25	0.16				
2CC2 314	0.70	0.60	0.53				
2CC2 354	1.01	0.90	0.87	0.50			
2CC2 404	1.45	1.30	1.18	0.90			
2CC2 504	2.93	2.75	2.70	2.40	2.17	1.80	
2CC2 634	5.33	5.20	5.10	4.76	4.50	4.10	2.45
2CC1 714	8.37	8.20	8.10	7.80	7.80	7.00	6.00
2CC2 506	1.92	1.75					
2CC2 636	3.55	3.32	3.10	2.50	1.65		
2CC2 716	5.27	5.25	4.98	4.48	3.84	3.10	

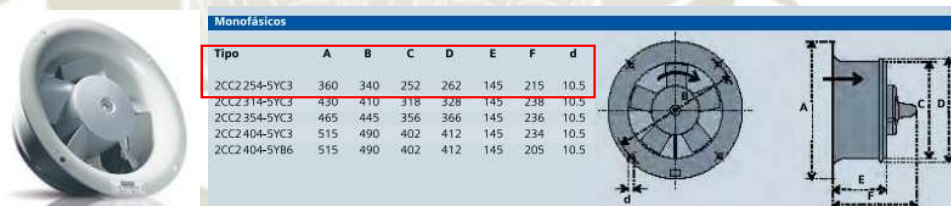
* Aire impulsado por los ventiladores Siemens.

En consecuencia, el ventilador (aspas) seleccionado será el de nro. de parte: 2CC2 254 de diámetro de 252mm y 145mm de alto.

Tabla 5: “Ventiladores para motores monofásicos”.

Fuente: Catálogo “Ventiladores industriales – Elevado caudal de aire fresco”.

Autor: Siemens.



Monofásicos							
Tipo	A	B	C	D	E	F	d
2CC2 254-SYC3	360	340	252	262	145	215	10.5
2CC2 314-SYC3	430	410	318	328	145	238	10.5
2CC2 354-SYC3	465	445	356	366	145	236	10.5
2CC2 404-SYC3	515	490	402	412	145	234	10.5
2CC2 404-SYB6	515	490	402	412	145	205	10.5

Del catálogo #38274679 ‘Motores Monofásicos’ del fabricante Siemens de acuerdo a nuestra selección de ventilador anterior se recomienda la selección de un motor del mismo fabricante de las siguientes características:

Tabla 6: “Datos técnicos, motores monofásicos de 1880RPM”.

Fuente: Catálogo “Motores monofásicos”.

Autor: Siemens.

Datos Técnicos							
Tipo	Diámetro mm.	Caudal m3/s	Potencia kW	Intensidad (A)	Nivel Ruido (dB) (A)	Peso Kg.	No. Depósito
Con motor monofásico, 4 polos, 1800 RPM							
				220V			
ZCC2 254-5YC3	250	0.38	0.050	0.8	62	5.0	01181
ZCC2 314-5YC3	316	0.70	0.088	1.5	62	6.0	01182
ZCC2 354-5YC3	350	1.01	0.110	1.9	68	7.0	01183
ZCC2 404-5YC3	400	1.45	0.220	3.2	74	8.0	01184
ZCC2 504-5YA3	500	2.93	0.700	8.3	78	23.5	01185
Con motor trifásico, 220/440 V., 4 polos, 1800 RPM							
				220V		440V	
ZCC2 404-5YP6	400	1.45	0.20	1.14	0.57	74	7.0
ZCC2 504-5YB6	500	2.93	0.66	3.00	1.50	78	21.5
ZCC2 634-5YB6	630	5.33	1.60	6.40	3.20	87	30.5
ZCC1 714-5YB6*	710	8.37	3.58	14.00	7.00	91	46.0
Con motor trifásico, 220/440 V., 6 polos, 1200 RPM							
ZCC2 506-5YB6	500	1.91	0.19	1.22	0.61	68	18.5

En consecuencia, de la siguiente tabla sin número se selecciona el motor eléctrico monofásico 1LF7-081-4YD90, de 0.33HP, velocidad nominal de 1750 RPM, eficiencia de 51.4% con protección IP67 y de 274mm en su lado más largo de acuerdo al tamaño constructivo 80.

Tabla 7: “Tamaño constructivo 80”.

Fuente: Catálogo “Motores monofásicos”.

Autor: Siemens.

Tamaño constructivo 80

Tipo	Potencia (HP)	Velocidad nominal (RPM)	Eficiencia (%)	Factor de servicio	Factor de potencia	Torque nominal (Nm)	Voltaje (V)	Corriente nominal (A)	Corriente de arranque (A)	Peso neto (Kg)	Condensador arranque (µF)	No. de depósito
3600 RPM												
1LF7 081-2YD90	0,33	3520	64.4	1.75	0.62	0.67	115/230	5.4 / 2.7	5.7In	8.8	216-259	01613
1LF7 082-2YD90	0,5	3520	67.4	1.5	0.65	1.0	115/230	7.4 / 3.7	5.1In	10.2	216-259	01614
1LF7 083-2YD90	0,75	3520	69.9	1.5	0.71	1.5	115/230	9.8 / 4.9	4.4In	11.2	216-259	01615
1800 RPM												
1LF7 081-4YD90	0,33	1750	51.4	1.35	0.70	1.36	115/230	6.0 / 3.0	5.5In	9.2	216-259	01172
1LF7 082-4YD90	0,5	1725	53.8	1.25	0.70	2.06	115/230	8.6 / 4.3	4.8In	9.8	216-259	01173

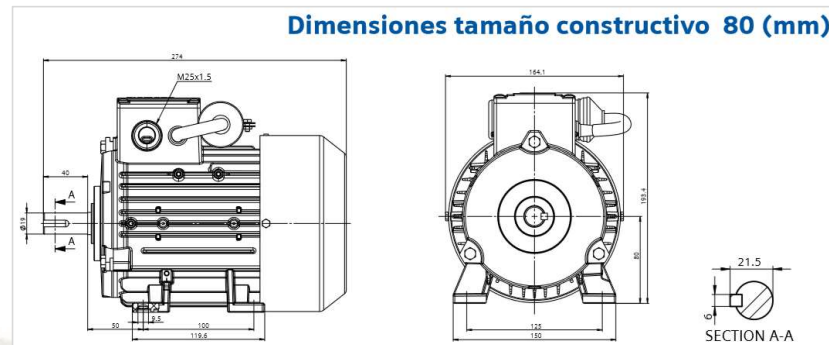


Fig. 63 “Tamaño constructivo 80”.

Fuente: Catálogo “Motores monofásicos”.

Autor: Siemens.

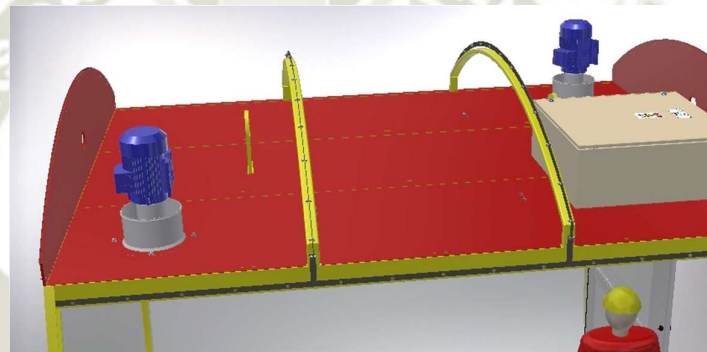


Fig. 64 “Ventilador axial – motor monofásico en techo de cabinas”

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.5.1.3 Motor principal

De acuerdo al cálculo de potencia necesario para el giro de rueda en última aproximación se determinó que se requiere un motor de 18.72HP como mínimo, cabe resaltar que este valor mínimo ya contempla los factores de seguridad (20%) aplicados para el cálculo en los valores de inercia usados para calcular la potencia.

De acuerdo a la altitud geográfica de la ciudad (2335 metros) y el rango de temperatura ambiente en todo el año (7-23°C), se contempló un Factor de reducción KHT para la selección, en consecuencia, la potencia de 18.72 se verá afectada y será necesario un prorrato en su selección:

Tabla 8: “Factor de reducción KHT”.

Fuente: Simotics, portafolio de motores eléctricos - Versión 1.0 de 2018.

Autor: Siemens.

Factor de reducción kHT para variaciones de altura y temperatura de instalación

Altura s.n.m (mts)	Temperatura ambiente					
	20°C	30°C a 40°C	41°C a 45°C	46°C a 50°C	51°C a 55°C	56°C a 60°C
0	1,07	1,00	0,96	0,92	0,87	0,82
1500	1,04	0,97	0,93	0,89	0,84	0,79
2000	1,00	0,94	0,90	0,86	0,82	0,77
2500	0,96	0,90	0,86	0,83	0,78	0,74
3000	0,92	0,86	0,82	0,79	0,75	0,70
3500	0,88	0,82	0,79	0,75	0,71	0,67
4000	0,82	0,77	0,74	0,71	0,68	0,63

De la tabla nro. se extrae que será necesario un prorrato en la potencia:

$$Potencia_{prorrataada} = 18.72HP * \left(\frac{1}{0.96}\right) = 18.76HP$$

De esto se concluye que la potencia prorrataada es bastante similar a la potencia estimada, por lo tanto, los efectos de altura geográfica y temperatura ambiente solo afectan a la potencia del motor eléctrico en 0.04HP, lo cual no es significativo.

Para la selección del motor eléctrico principal contempló un motor de 20HP (Valor comercial) y se usó el catálogo: ‘Simotics, portafolio de motores eléctricos – versión 1.0 del 2018’.

Utilizando la tabla sin número del catálogo Siemens se seleccionó la de tamaño constructivo de tipo 160L y protección IP67.

Tabla 9: “Datos eléctricos motores Serie 1LE0141 IE2, 06 polos, 1200RPM”.

Fuente: www.siemens.com

Autor: Siemens.

Potencia		Referencia del motor	Tamaño constructivo	Rated Speed	Eficiencia 100%	Factor de potencia	Corriente nominal			Torque nominal	Datos de arranque			Peso IM B3
kW	HP						220V A	380V A	440V A		Corriente de arranque x In	Torque de arranque x Tn	Torque Máximo x Tn	
Datos eléctricos motores Serie 1LE0141 IE2 6 Polos 1200 rpm														
0,55	0,75	1LE0141-0DC36-4AA4	80M	1100	68,0	0,72	3	1,74	1,5	4,8	3,5	2	2,4	17,0
0,75	1	1LE0141-0EC06-4AA4	90S	1130	73,0	0,72	3,7	2,15	1,86	6,3	4	2	2,4	22
1,1	1,5	1LE0141-1AC36-4AA4	100L	1160	85,5	0,70	4,9	2,85	2,45	9,1	6	3	3,5	45
1,5	2	1LE0141-1BC16-4AA4	112M	1160	86,5	0,71	6,4	3,7	3,2	12,3	7,5	3	3,5	50
2,2	3	1LE0141-1BC26-4AA4	112M	1160	87,5	0,71	9,5	5,5	4,75	18,1	7,5	3	3,5	55
3	4	1LE0141-1CC06-4AA4	132S	1160	87,5	0,71	12,6	7,3	6,3	24,7	6,5	2,5	3,5	57
3,7	5	1LE0141-1CC26-4AA4	132M	1165	87,5	0,71	15,8	9,1	7,9	30,3	6,5	2,5	3,5	65
5,5	7,5	1LE0141-1CC36-4AA4	132M	1165	89,5	0,75	22	12,7	10,9	45,1	7,5	2,5	3,5	85
7,5	10	1LE0141-1CC86-4AA4	132M	1165	89,5	0,71	31	17,8	15,4	61,5	7,5	2,5	3,5	90
11	15	1LE0141-1DC46-4AA4	160L	1170	90,2	0,76	43	25	21,5	89,8	7,5	2,5	3,5	140
15	20	1LE0141-1DC86-4AA4	160L	1170	90,2	0,73	59	34,5	29,5	122	7,5	2,5	3,5	145
18,5	25	1LE0141-1EC86-4AA4	180L	1180	91,7	0,78	68	39,5	34	150	7,5	2,5	3,5	185
22	30	1LE0141-2AC56-4AA4	200L	1180	91,7	0,80	80	46,5	40	178	7,5	2,4	3	235
30	40	1LE0141-2AC86-4AA4	200L	1182	93,0	0,79	107	62	53	242	7,5	2,4	3	260
37	50	1LE0141-2BC86-4AA4	225M	1182	93,0	0,80	132	76	66	299	8,5	2,6	3,5	340
45	60	1LE0141-2CC86-4AA4	250M	1185	93,6	0,83	151	88	76	363	8,5	2,6	3,5	465
55	75	1LE0141-2CC76-4AA4	250M	1185	93,6	0,83	189	109	94	443	8,5	2,6	3,5	470
75	100	1LE0141-2DC83-3AA4	280M	1185	94,1	0,85			122	604	8,5	2,7	3	565
90	125	1LE0141-2DC73-3AA4	280M	1188	94,1	0,85			153	723	8,5	2,7	3	620
110	150	1LE0141-3AC53-3AA4	315L	1190	95,0	0,84			184	883	8,5	2,4	3	1050
150	200	1LE0141-3AC63-3AA4	315L	1190	95,0	0,85			240	1204	8,5	2,4	3	1060

De acuerdo a la misma tabla su forma y tamaño constructivo es de 160L.

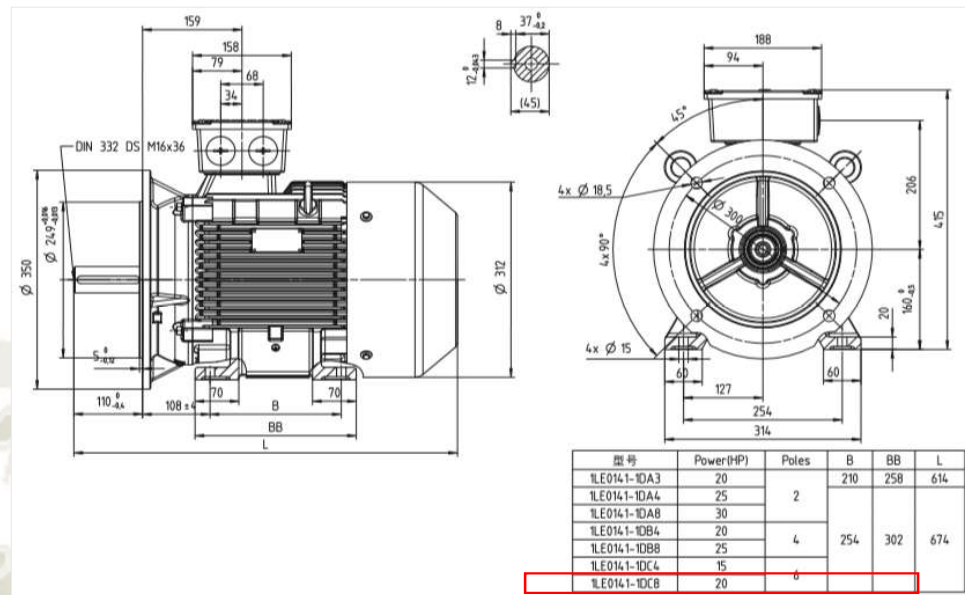


Fig. 65 Tamaño constructivo 160L.

Fuente: www.siemens.com

Autor: Siemens.

3.4.6 Etiquetas de actuadores e instrumentos (Tags)

Véase:

Anexo Nro. 2: ‘Lista de Tags de equipos e instrumentos’.

3.4.7 Iluminación LED

El diseño de la rueda de observación contempla un sistema de iluminación LED de tipo RGB con la finalidad de mejorar la estética exterior en operación diurna y más aún nocturna.

Las luces LED irán montadas en los radios y vigas finales de ambas ruedas que forman el conjunto de la rueda de observación.

Las luces LED de tipo RGB cuentan con una variedad muy amplia de colores, los cuales desde el sistema SCADA podrán ser cambiados por el operador de turno ya sean encendidas continuamente, parpadeantes o en secuencias previamente configuradas en el PLC independiente del sistema de control principal.

Para contar con diversas secuencias, colores y patrones atractivos las tiras LED serán de corta distancia y con señales de control independientes entre sí, podrán lograrse secuencias y patrones similares a las mostradas en la figura nro.

El diseño iluminación exterior contempla un aproximado de 16000 luces LED RGB, esta cantidad de luces LED RGB corresponde a una corriente aproximada de 150 Amperios a una tensión de 24 Voltios, para reducir el flujo de corriente se alimentara inicialmente a 220 Voltios y se utilizará una etapa intermedia de conversión de energía AC/DC, esto reduce la corriente a un aproximado de 17 Amperios, por lo tanto será necesario contar con tableros eléctricos repartidos en las ruedas del conjunto que alojarán equipamiento eléctrico y electrónico.

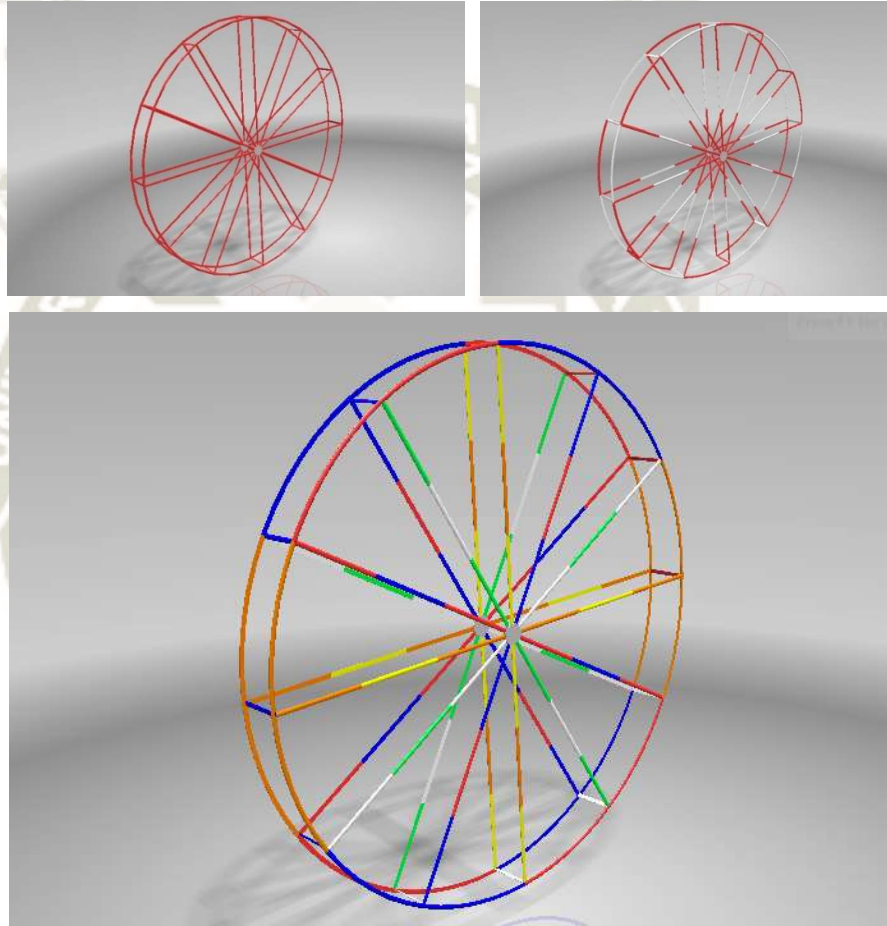


Fig. 66 - Fig. 67 - Fig. 68 Secuencias y patrones generales.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.7.1 Selección y justificación

3.4.7.1.1 Tiras de iluminación LED RGB

El sistema cuenta con iluminación externa en los radios y circunferencia de la rueda de observación, para ello es necesario contar con un sistema independiente, confiable, atractivo y de bajo consumo.

En consecuencia, se seleccionaron tiras de luces LED de tipo RGB de alta intensidad luminosa y resistente a ambientes climáticos agresivos como son lluvias, polvo y radiación solar.

Tira de luces LED, protección IP65, 2200 lumen de intensidad por tira, 24VDC, 2.2W por pie, 1.5A@24VDC, 01 tira \approx 16 pies \approx 5 metros, 150 leds por tira, catálogo: IP65-CB-RGB-24V, fabricante: Flex fire LED – ColorBright. (Figura Nro.393)



Fig. 69 Tira de LED RGB IP65. 150 LED's por tira, 5 metros.

Fuente: flexfireleds.com

Autor: Flex Fire LEDs.

3.4.7.1.2 Cobertura extrusora para tiras de luces LED RGB

La cobertura extrusora ayuda a proteger las tiras de LED de desgastes mecánicos, así como también provoca que la luz generada por los LEDs se extruda y suavice a través de él, esto permite tener un acabado visual más fino y continuo, de este modo se evita tener una luz generada por una serie de puntos.

Esta cobertura se encuentra en contacto directo con el ambiente, por lo tanto, debe de ser capaz de soportar condiciones climáticas adversas, ser de fácil montaje, desmontaje, cambio y/o reparación.

En consecuencia, la cobertura seleccionada es la siguiente: Cobertura extrusora micro de uso general, protección IP 67, alojamiento de aluminio con ventanas de policarbonato mate. Catálogo: B1888ANODA, fabricante: KLÚS. (Figura Nro.374)

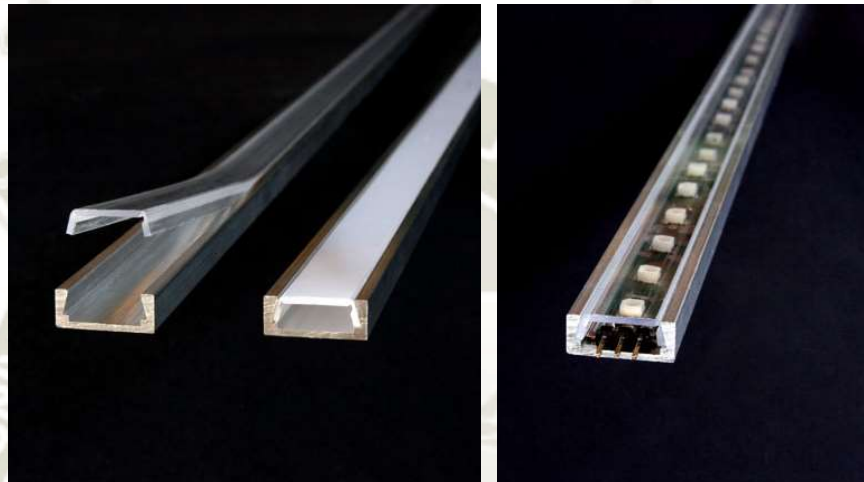


Fig. 70 - Fig. 71 Cobertura para tiras LED IP 67, aluminio y policarbonato.

Fuente: flexfireleds.com

Autor: Flex Fire LEDs.

3.4.7.1.3 Relés de estado sólido

Las tiras de LED necesitan tres señales de tipo PWM independientes de 24VDC para su funcionamiento, esta señal será entregada por un PLC independiente al controlador principal del proceso. Las luces LED requieren una corriente aproximada de 2.0 A. aproximadamente por canal, para ello es necesario una etapa de potencia intermedia entre el PLC y las tiras LED, por ello el diseño contempla una etapa capaz de trabajar a frecuencias PWM de tipo carga pesada a una frecuencia mínima de 60 Hz.

Para cumplir con el requerimiento de la etapa de potencia intermedia para tiras LED se seleccionó el siguiente relé: Relé de estado sólido, Tipo “Hockey Punch”, con indicador LED, salida: 5A@24VDC, 100 Hz máx.,

Opto acoplado, bobina 24VDC, catálogo: 700-SH5FZ24. (Figura Nro.376)



Fig. 72 Relé de estado sólido opto acoplado tipo “Hockey Punch”, 5A@24VDC, 100 Hz. Máx. Catálogo: 700-SH5FZ24.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.7.1.4 Módulo PWM Contrologix

El sistema de procesamiento será independiente al sistema de control y procesamiento principal de la rueda de observación, esto con el fin de quitar peso computacional al proceso pues este es primordial para todo el funcionamiento del sistema, el tipo de señales para el control de iluminación LED RGB son de tipo digital PWM, por lo tanto es necesario usar módulos diferentes a los usados convencionalmente, en consecuencia el módulo seleccionado es el siguiente: Modulo 24VDC, salidas digitales rápidas tipo “peer to peer” y/o PWM, 16 canales de salida, familia Advance Logix de catálogo: 1756-OB16IEF. (Figura nro.377)



Fig. 73 Módulo Controllogix, Advance logix, PWM – “Peer to peer”.

Fuente: ab.rockwellautomation.com

Autor: Rockwell Automation.

3.4.7.2 Diseño de tableros para iluminación LED RGB

Cómo lo indicado en la sección de selección de equipamiento para sistema de iluminación LED es necesario contar con una etapa intermedia entre las señales de tipo PWM generadas por el PLC a cargo de la iluminación LED y las tiras de luces LED ubicadas en los radios y circunferencia de la rueda de observación, en consecuencia, se contempló en el diseño dos tipos de tableros eléctricos para este fin.

El primer diseño considera un único tablero de 02 cuerpos de tipo mural (Tag: LED-MAIN-001 y 002) ubicado en el centro de la rueda de observación que albergará el PLC de la familia Controllogix con borneras de conexión y equipamiento eléctrico general el cual generará y transmitirá las señales de tipo PWM al segundo diseño de tableros eléctricos, este tablero se comunicará de manera automática con el PLC del sistema principal de control ubicado en sala de control a nivel del piso.

El segundo tipo de tableros eléctricos, llamados en adelante secundarios (Tag: LED-SEC-001 al 012) albergarán los relays de estado sólido los cuales basados en la señal de tipo PWM recibida por el tablero PLC brindarán nuevas señales de tipo PWM de mayor potencia ($\approx 2A$) a las tiras de luces LED montadas en los rayos y circunferencia de rueda de observación, cada uno de estos tableros eléctricos secundarios controlará el encendido y color de 08 tiras de luces LED

correspondiente a 02 tiras de luces LED de radios internos, 02 tiras de luces LED de radios intermedios, 02 tiras de luces LED de radios externos y 02 tiras de luces LED de circunferencias (01 sección), por lo tanto, es necesario contar con 12 tableros secundarios que se ubicarán en cada uno de los rayos principales de la rueda cercanos al centro de giro.

Planos: A3-FW001-073-006-001 al A3-FW001-073-006-011.

3.4.7.3 Resumen y distribución de equipos

Tablero principal de iluminación LED (01 unidad):

- 01 controlador Contrologix PLC.
- 02 chasis Contrologix de 10 slots.
- 01 fuente Contrologix.
- 02 módulos de comunicación Ethernet.
- 12 módulos de salidas tipo PWM.
- 01 switch administrable de 20 puertos.
- 01 circuit breaker principal.
- Miscelaneos (Marshalling).

Tableros secundarios de iluminación LED (12 unidades):

- 24 relés de estado sólido.
- 01 fuente 24VDC@480W.
- Miscelaneos (Marshalling)

Resumen de tableros para iluminación LED:

Tabla 10: Resumen de tableros para iluminación LED.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Ítem	Ubicación	Descripción	Tag	Cantidad
1	Plataforma, centro de rueda.	Tablero principal LED (02 cuerpos)	LED-MAIN-001 & LED-MAIN-002	01
2	Radios de rueda	Tableros secundarios LED.	LED-SEC-001 al LED-SEC-012.	12

3.4.8 Sistema de transferencia de energía eléctrica base estática a rueda.

Las cabinas que albergan a los pasajeros de la atracción requieren de determinada potencia eléctrica para su operación, para ello se diseñó un sistema de transmisión de energía que contempla el escenario que esta transferencia debe de ser entre un elemento estático como la base estructural y una parte móvil como es la rueda de la atracción, para ello se diseñó un sistema de transferencia eléctrica por medio de contacto, inspirado en los equipos de soldadura conocidos como soldadura por roldanas o soldadura de costura por resistencia (RSWE – del inglés: Resistance Seam Welding) que utiliza electrodos rotativos con presión mecánica que genera una soldadura continua entre las superficies a soldar.

Las características principales de este proceso de soldadura son:

- Soldadura a baja tensión.
- Soldadura a alta corriente (2000 – 5000 Amperios)
- Requiere de presión mecánica para asegurar contacto.
- Flujo de corriente entre electrodos es continuo.
- Soldeo limitado a línea recta.
- Fallas en el proceso si las superficies no son planas.

En consecuencia, para nuestro concepto es ideal pues se necesita un máximo de 15 amperios AC para cada cabina, es decir, un total de 180A máximo y esta debe de ser continua, no puede haber pérdidas en la transmisión de energía.

Diseño y justificación:

Para poder calcular una superficie de contacto entre elementos se utilizó la siguiente tabla de la norma ANSI/NFPA 70-1999.

Tabla 11: Amperaje versus tamaño de cable – ANSI/NFPA 70-1999

Fuente: Norma ANSI/NFPA 70-1999

Autor: ANSI/NFPA

Wire size		Assigned maximum ampere rating
AWG or kcmil	mm ²	
30	0.05	0.5
28	0.08	0.8
26	0.13	1
24	0.20	2
22	0.32	3
20	0.52	5
18	0.82	7
16	1.3	10
14	2.1	15
12	3.3	20
10	5.3	30
8	8.4	50
6	13.3	65
4	21.2	85
3	26.6	100
2	33.6	115
1	42.4	130
1/0	53.5	150
2/0	67.4	175
3/0	85.0	200
4/0	107	230
250	127	255
300	152	285
350	177	310
400	203	335
500	253	380
600	304	420
700	355	460
750	380	475
800	405	490
900	456	520
1000	507	545
1250	633	590
1500	760	625
1750	887	650
2000	1010	665

Donde se muestra que para un flujo de corriente de 200 amperios se recomienda una sección transversal de 85mm².

En el diseño se contempló una estructura que albergará 09 ruedas en contacto, cada una de 120mm de ancho.

Por lo tanto, se tomaron las siguientes consideraciones y aproximaciones:

Tabla 12: Aproximaciones de ancho de sección transversal de contacto entre ruedas y pistas.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Nro.	Ancho de área de contacto estimada	Longitud de cada rueda.	Nro. De ruedas	Sección transversal total.	Cumple (> 85 mm ²) para 200 Amperios
1	1.0 mm	80 mm	9	720 mm ²	Si
2	0.5 mm	80 mm	9	360 mm ²	Si
3	0.25 mm	80 mm	9	180 mm ²	Si
4	0.20 mm	80 mm	9	128 mm ²	Si
5	0.125 mm	80 mm	9	90 mm ²	Si
6	0.0787 mm	80 mm	9	85 mm ²	Si (Límite teórico)
7	0.0625 mm	80 mm	9	45 mm ²	No

Para nuestros cálculos se estimará un área de contacto por rueda de:

$$A = 0.20 \text{ mm} * 80 \text{ mm}$$

$$A = 16 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, considerándose 09 ruedas se tendría una sección total de:

$$AT = 16 \text{ mm}^2 * 9$$

$$AT = 144 \text{ mm}^2 > 85 \text{ mm}^2$$

Considerando un flujo de corriente de 200 amperios, según tabla, es necesario una sección de 85 mm² siendo 144 mm² mayor en un 69%, el diseño cumplirá los requerimientos.

En consecuencia, se diseñó dos estructuras idénticas de 09 ruedas cada. Estas irán en contacto con dos pistas montadas en la parte móvil de rueda, en tanto estructuras estarán de manera permanente en la plataforma rígida de la estructura estática.

Se consideraron dos pistas debido a que se requiere contar con na polo aislado de línea de 220VAC y un polo neutro aislado respectivamente, la estructura cuenta con un pivote que tiene muelles en un extremo para asegurar contacto y presión de las ruedas a las pistas en todo momento, la estructura pivotante se encuentra aislada eléctricamente de base rígida y esta a su vez se encuentra aislada eléctricamente a la estructura principal en sus bases, esto a modo de doble sistema de seguridad.

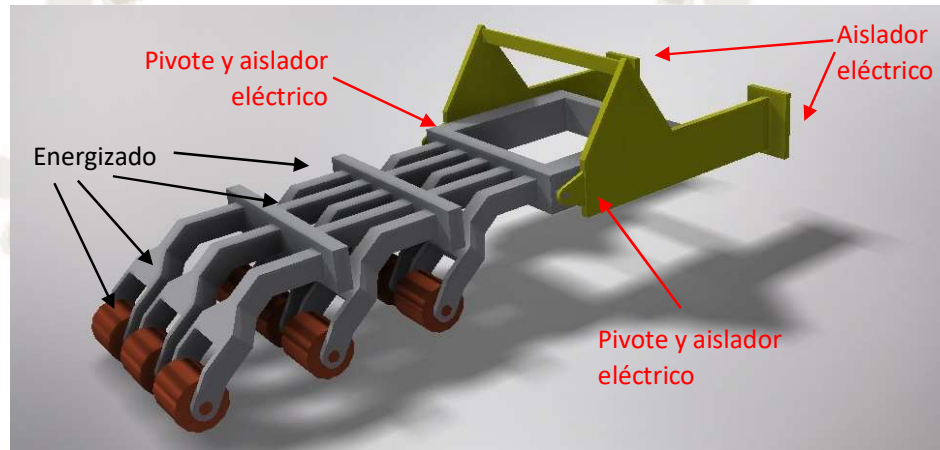


Fig. 74 Estructura de transmisión de energía, se muestran puntos de pivote y puntos de aislamiento eléctrico.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

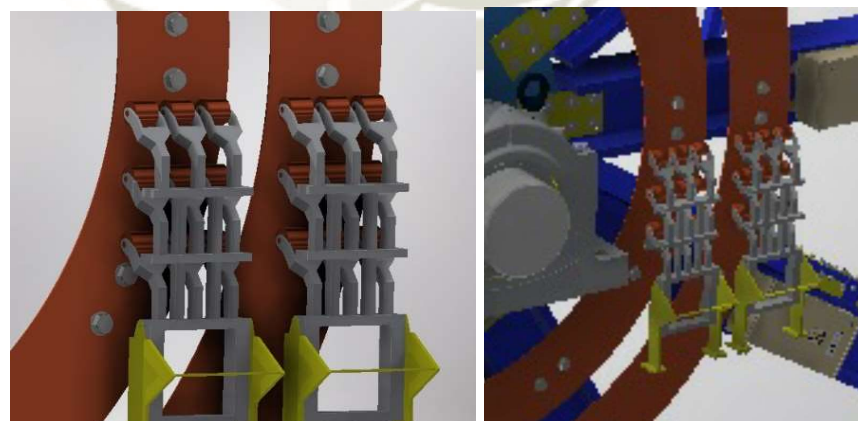


Fig. 75 Izquierda: Contacto entre Estructura de transmisión eléctrica y pistas de línea y neutro AC. Fig. 76 Derecha: Ubicación de conjunto pistas y estructura de trasmisión eléctrica.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Pistas de polo línea y polo neutro se encuentran montadas mecánicamente a radios de rueda por medio de aisladores eléctricos fabricados para tensiones mayores a 25 KV AC. Para asegurar que las pistas sean lisas pernos son de tipo avellanados, así como los agujeros que los albergan.

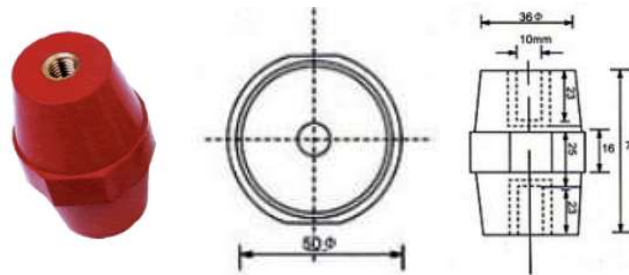


Fig. 77 Aislador eléctrico, fabricante EBC, modelo 34076, aislamiento hasta 25 KV.

Fuente: EBC.com

Autor: EBC High Quality.

Pistas deberán contar con pintura dieléctrica en superficies que no están en contacto con las ruedas. Material de pistas es cobre.

Espesor de las pistas fue validado mediante software para asegurar que pernos y pistas no sufran deformaciones y daños debido a esfuerzo cortante, el resultado máximo será una deformación de 0.01505 mm, no es considerable.

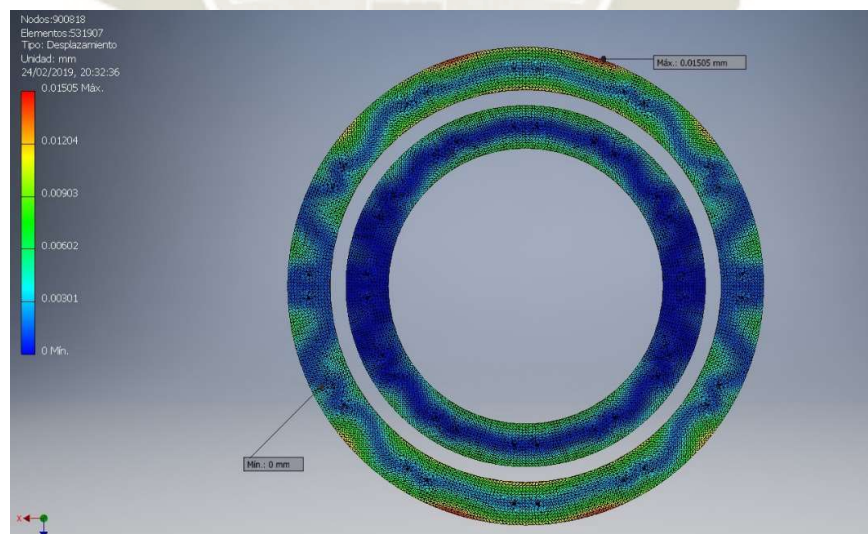


Fig. 78 Verificación de deformación y esfuerzos en pistas de cobre y pernos sometidos a esfuerzo cortante.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Cableado eléctrico nacerá desde pistas hacia cabinas, únicamente dos cables para cada una, 01 línea + 01 neutro, aterramiento se hará a la estructura. Este cableado será realizado de la misma manera al cableado que se realiza en barras de cobre en tableros y sistemas de distribución de energía, cableado con terminales prensados conexiónados con pernos sobre el cobre, de igual manera será la conexión de acometida desde sala eléctrica a nivel del suelo hacia ambas estructuras de transmisión de energía eléctrica.



Fig. 79 - Fig. 80 Ejemplos de conexión eléctrica de cables de alto calibre con terminales prensados y pernos sobre barras de cobre.

Fuente: 123RF.com

Autor: Federicofoto – Stock Foto.

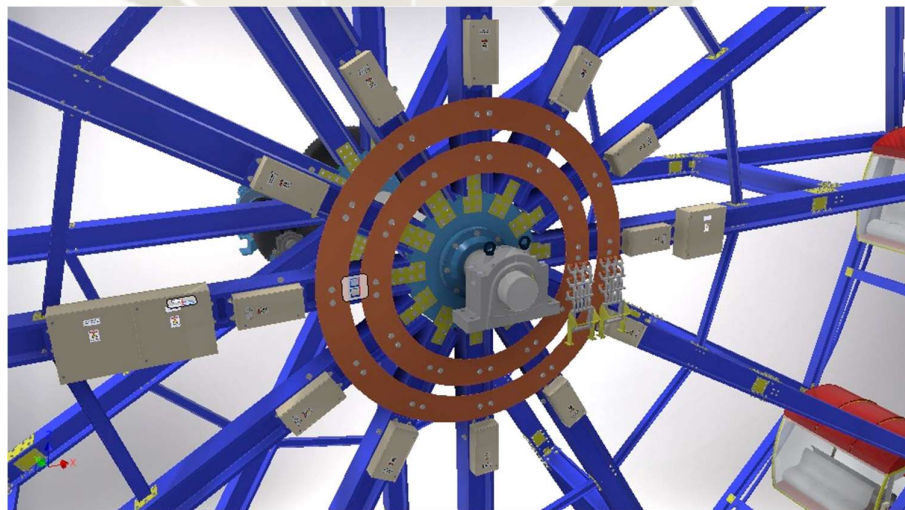


Fig. 81 Vista de pistas ubicadas entre tableros eléctricos de sistemas de control, comunicación e iluminación LED y sistema de transmisión mecánica.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.9 Filosofía de control

El sistema contará con tres tipos de operación: Operación Manual Local, operación Manual Remota y operación Automática.

La operación manual local está diseñada únicamente como contingencia a falla de los otros tipos de operación, esta será comandada directamente sobre los equipos, por lo tanto el sistema de control no tiene mando sobre este, siendo una operación totalmente eléctrica, esta deberá ser realizada por personal técnico especializado adicional al operador de turno, esta operación solo está implementada en el motor principal de la rueda de observación y en cada una de las puertas de las cabinas de la misma.

Por otro lado la operación manual remota y la operación automática serán comandadas desde la aplicación SCADA ubicada en la sala de control y supervisión y será realizada por el operador de turno, la operación manual remota está diseñada para realizar labores de mantenimiento, reparaciones, pruebas y como contingencia a fallas en el sistema automático, por lo tanto esta operación será ejecutada sin la presencia de pasajeros en la rueda salvo casos excepcionales, en la cambio la operación automática será empleada cuando el sistema se encuentre en servicio, es decir con presencia de pasajeros en la rueda de observación, para ambos tipos de operación es necesario contar con un operario en la sala de control y supervisión.

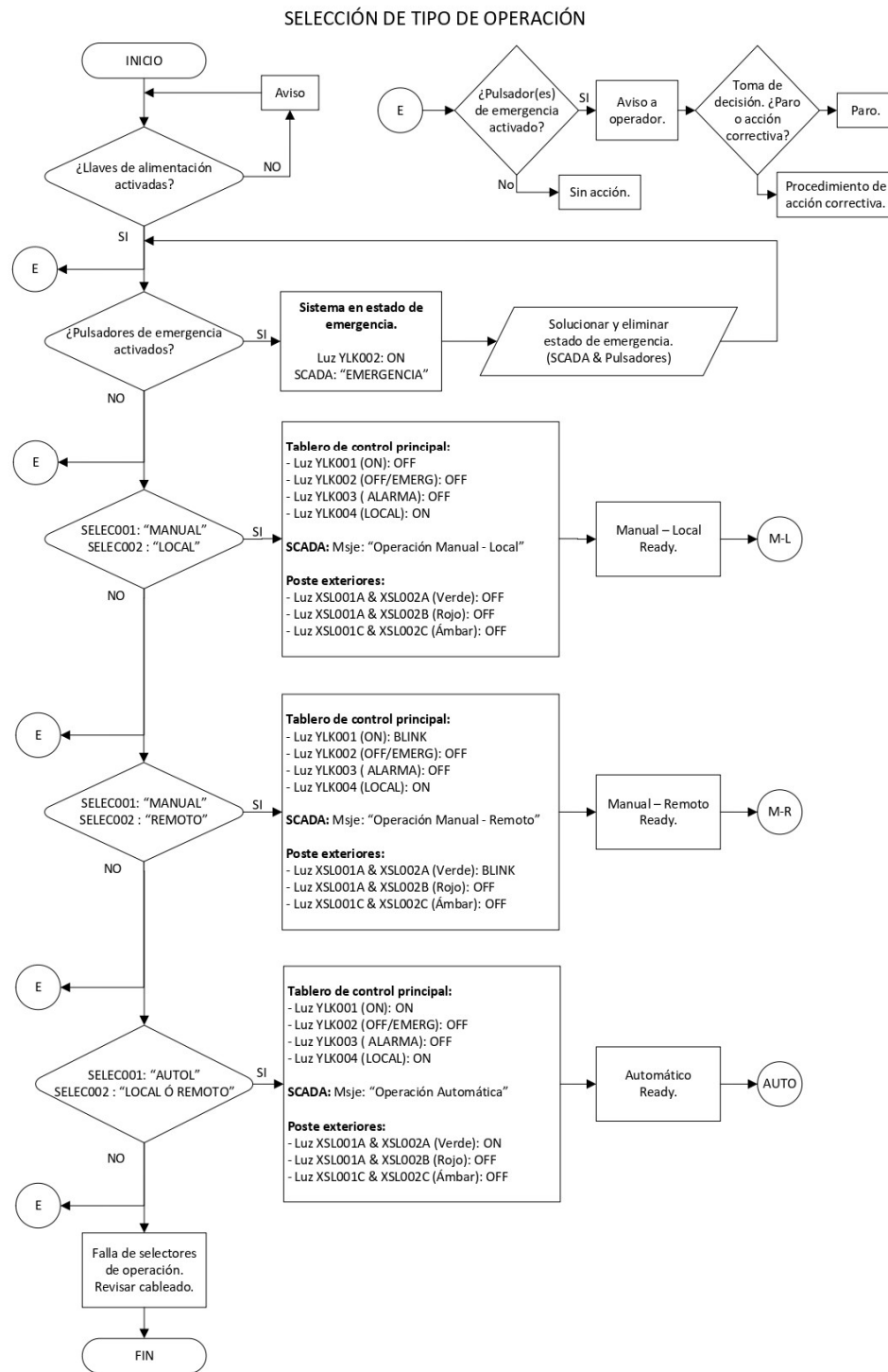


Fig. 82 Diagrama de flujo de selección de tipo de operación.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.9.1 Operación manual – local

Para acceder a este tipo de operación debe de asegurarse que las llaves de alimentación eléctrica del tablero de control principal, tablero de control de motor principal y la de los tableros de control dentro de las cabinas se encuentren accionadas, no es necesario accionar la llave de alimentación del tablero de comunicaciones o circuitos secundarios como iluminación y tomacorrientes.

Una vez alimentados los tableros de control se inicia operando los dos selectores del tablero de control principal, estos deberán posicionarse de la siguiente manera: Selector Manual/Automático (SELC001) en posición “Manual” y el selector Local/Remoto (SELC002) en posición “local”, adicional es necesario que ningún pulsador de emergencia deberá de estar accionado, una vez hecho esto las luces piloto del tablero de control y las luces de poste fuera de la cabina de control se comportarán de la siguiente manera:

Luces piloto:

YLK001:	“On”	Apagado.
YLK002:	“Off/Emerg.”	Apagado.
YLK003:	“Alarma”	Apagado.
YLK004:	“Local “	Encendido

Luces de poste:

XSL001A & XSL002A:	Verde	Apagado.
XSL001B & XSL002B:	Rojo	Apagado.
XSL001C y XSL002C:	Ámbar	Apagado.

De esta manera tendremos confirmación de que el sistema se encuentra en funcionamiento Manual Local, cualquier operación realizada sobre la aplicación SCADA no tendrá efecto puesta esta se encontrará deshabilitada.

En este tipo de operación solo tenemos mando sobre el motor principal y las puertas de las cabinas y será in situ, por consiguiente, será necesario ir al tablero de control del motor o sobre cada una de las cabinas en la zona de embarque.

Referente a la operación del motor principal se cuenta con un selector “Local Enable / Local Disable” (Local habilitado / Local deshabilitado) Etiqueta: SELC10, en su tablero de control, este deberá de colocarse en posición “enable” (Habilitado) esto habilitará el HMI montado en la puerta del tablero desde donde se podrá arrancar y parar el motor localmente, de igual modo se contempla un pulsador de paro y un pulsador de arranque en la puerta del tablero adicional al control por HMI, si es necesario también podrá modificarse parámetros o realizar configuraciones panel HMI, en este tablero se cuenta con tres luces piloto las cual indican si el motor se encuentra arrancado, detenido o en falla.

De encontrarse este selector en posición “Local” y el sistema cambio de tipo de operación Manual Remota u operación Automática se producirá una alarma, por lo tanto, el selector deberá de posicionarse en “Disable” (Deshabilitado) cuando no se desea una operación Manual Local sobre este.

De igual modo se cuenta con dos selectores Local Enable / Local Disable (Local habilitado / Local deshabilitado) en cada una de las cabinas de la rueda de observación, uno en el tablero de control interno (Etiquetas: SEL001 al SEL012) y otro en el tablero de control externo (Etiquetas: SEL001A al SEL012A), estos permitirán abrir o cerrar la puerta de cada una de las cabinas por medio de pulsadores, los pasajeros no tendrán acceso a estos pulsadores (Etiquetas: HSC001 al HSC012 & HSC001A al HSC012A para el cierre y Etiquetas: HSO001 al HSO012 & HSO001A al HS012A para la apertura), ambos tableros de control se encontrarán cerrados, análogamente si se cambia el tipo de operación a Manual Remota u operación Automática y no se realizó el cambio de selectores de uno o más de ellos a la posición “Disable” (Deshabilitado) se indicará una alarma y el sistema no podrá ingresar al nuevo tipo de operación.

Los demás actuadores como son los ventiladores (Etiquetas: MV01 al MV12) y cierres mecánicos de puertas “Strike” (Etiquetas: DS001 al DS012) de cada una de las cabinas sólo podrán ser accionadas en los otros dos tipos de operación o forzando eléctrica o mecánicamente desde el controlador o desde las borneras de los tableros de control.

OPERACIÓN MANUAL - LOCAL

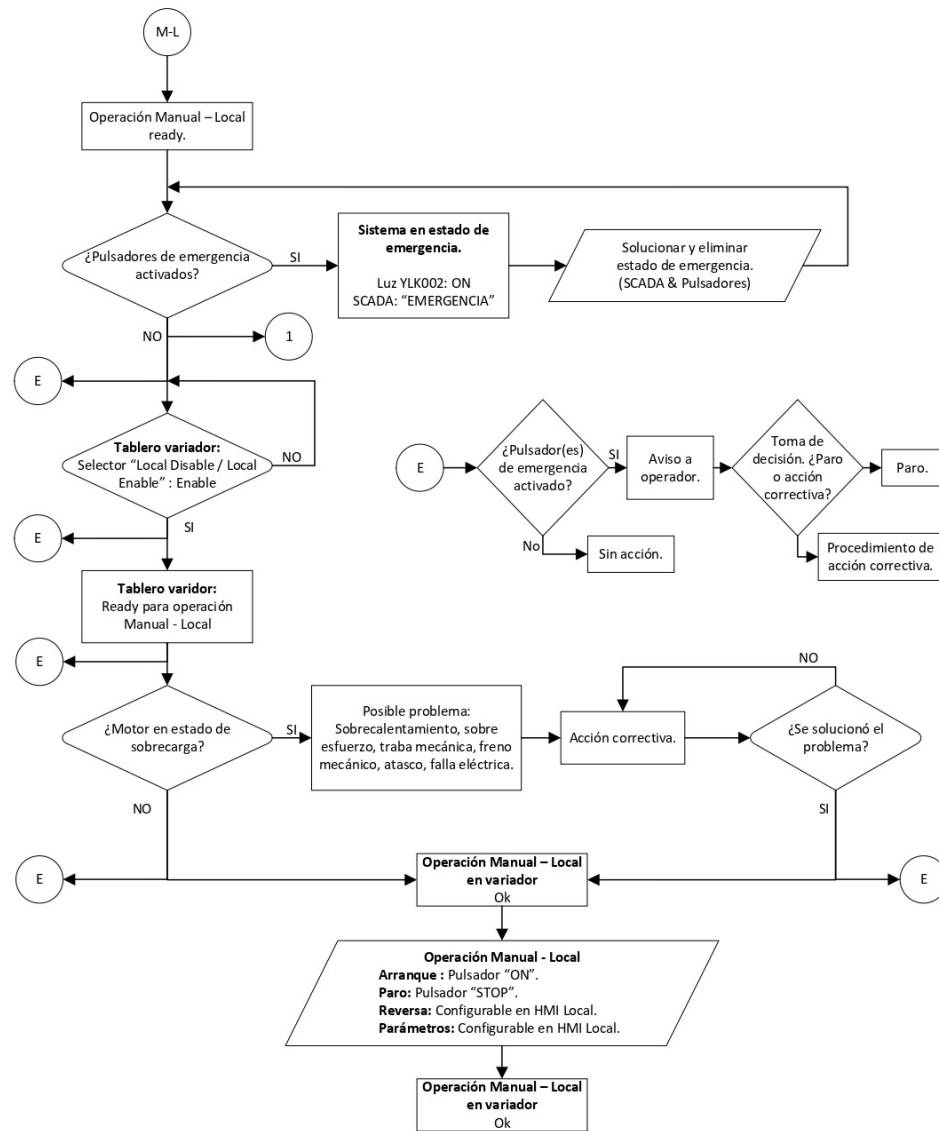


Fig. 83 Diagrama de flujo operación "Manual - Local" (01 de 02)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

OPERACIÓN MANUAL - LOCAL

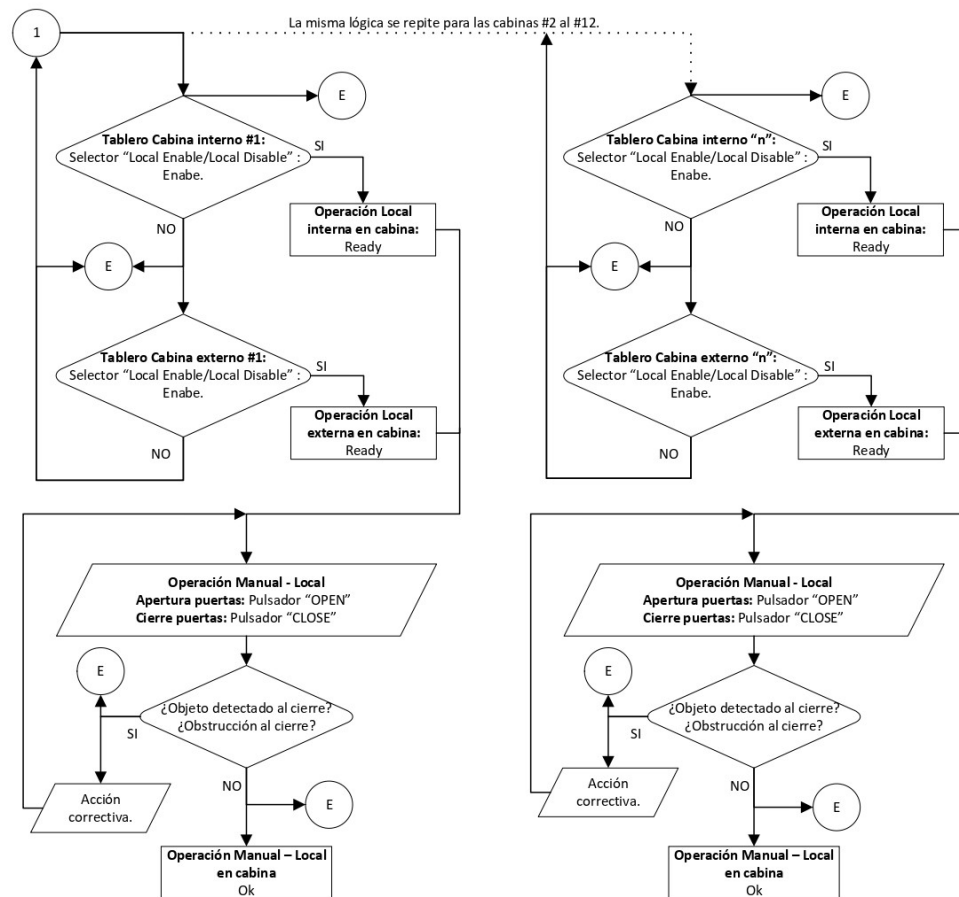


Fig. 84 Diagrama de flujo operación “Manual – Local” (02 de 02)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.9.2 Operación manual – remota

Para acceder a este tipo de operación debe de asegurarse que las llaves de alimentación eléctrica de todos los tableros de control se encuentran accionadas, así como iluminación y tomacorrientes de la sala de control, de este modo aseguramos que los sistemas electrotécnicos, de control y SCADA estén listos para su funcionamiento.

Seguidamente se deberá de comprobar que todos los selectores Local Enable / Local Disable (Local habilitado / Local deshabilitado) de las cabinas se encuentren en posición “Disable” (Deshabilitado), esto también aplica para el selector del tablero de control del motor principal (Etiqueta: SELEC101), de igual modo deberá de verificarse que ningún pulsador de emergencia de todo el sistema se encuentre accionado, esto podrá verificarse directamente en cada uno de los puntos en donde se ubiquen dentro del sistema o en la aplicación SCADA, ya sea como indicadores de estado o alarmas en el caso de los pulsadores de emergencia.

Posteriormente se procede a manipular los selectores del tablero de control principal, el selector Manual/Auto (Etiqueta: SELC001) en posición Manual y el selector Local/Remoto (Etiqueta: SELC002) en posición “Remoto” una vez hecho esto y de no presentarse ninguna falla las luces piloto y las luces de poste deberán mostrarse de la siguiente manera:

Luces piloto:

YLK001:	“On”	Intermitente.
YLK002:	“Off/Emerg.”	Apagado.
YLK003:	“Alarma”	Apagado.
YLK004:	“Local “	Apagado.

Luces de poste:

XSL001A & XSL002A:	Verde	intermitente.
XSL001B & XSL002B:	Rojo	Apagado.
XSL001C y XSL002C:	Ámbar	Apagado.

De esta manera tendremos confirmación visual de que el sistema se encuentra en operación Manual/Remota, de igual modo esto se verá indicado en la aplicación SCADA, cabe recalcar que toda operación en este modo se realiza desde dicha aplicación por medio del operario.

En este punto el operario podrá visualizar el estado de todas las entradas discretas, así como los valores actuales de las entradas analógicas de todo el sistema.

De igual modo tendrá control sobre las salidas del sistema como son: el arranque y paro del motor principal de la rueda de observación, apertura y cierre de las puertas, bloqueo mecánico de puertas y arranque y paro de los ventiladores de cada una de las cabinas.

El accionamiento de las salidas se verán restringidas únicamente por interlock y permisivos de seguridad (físicos o virtuales) más no por interlock o permisivos de control o secuencias automáticas de ningún tipo, por ejemplo, si el operario se ve en la necesidad de abrir la puerta de una capsula que no se encuentre en la zona de embarque podrá hacerlo, en una operación de servicio (Automática) esta acción se verá restringida porque sería innecesaria y peligrosa para los pasajeros, lo único que impediría la apertura de puerta en modo Manual Remoto es que se encuentre bloqueada eléctricamente “Strike” (Etiquetas: DS001 al DS012) pero el operario podría remover este bloqueo desde la aplicación SCADA y proceder con la apertura.

Este modo de operación es muy útil para realizar tareas de mantenimiento, reparaciones y pruebas gracias a que permite realizar un paro completo del sistema en servicio y/o paro y arranque forzado de distintos e independientes equipos y subsistemas en toda la rueda de observación.

Otra función importante de este tipo de operación es el de respaldo al presentarse una falla, alerta o emergencia ya sea en campo o en salas de control, de ser así, el ciclo de servicio se detendría y podrá moverse o activar a deseo del operador distintas partes del sistema, de presentarse una falla particular o muy grande podrá usarse la operación Manual Local como respaldo adicional ante fallas o emergencias.

OPERACIÓN MANUAL - REMOTO

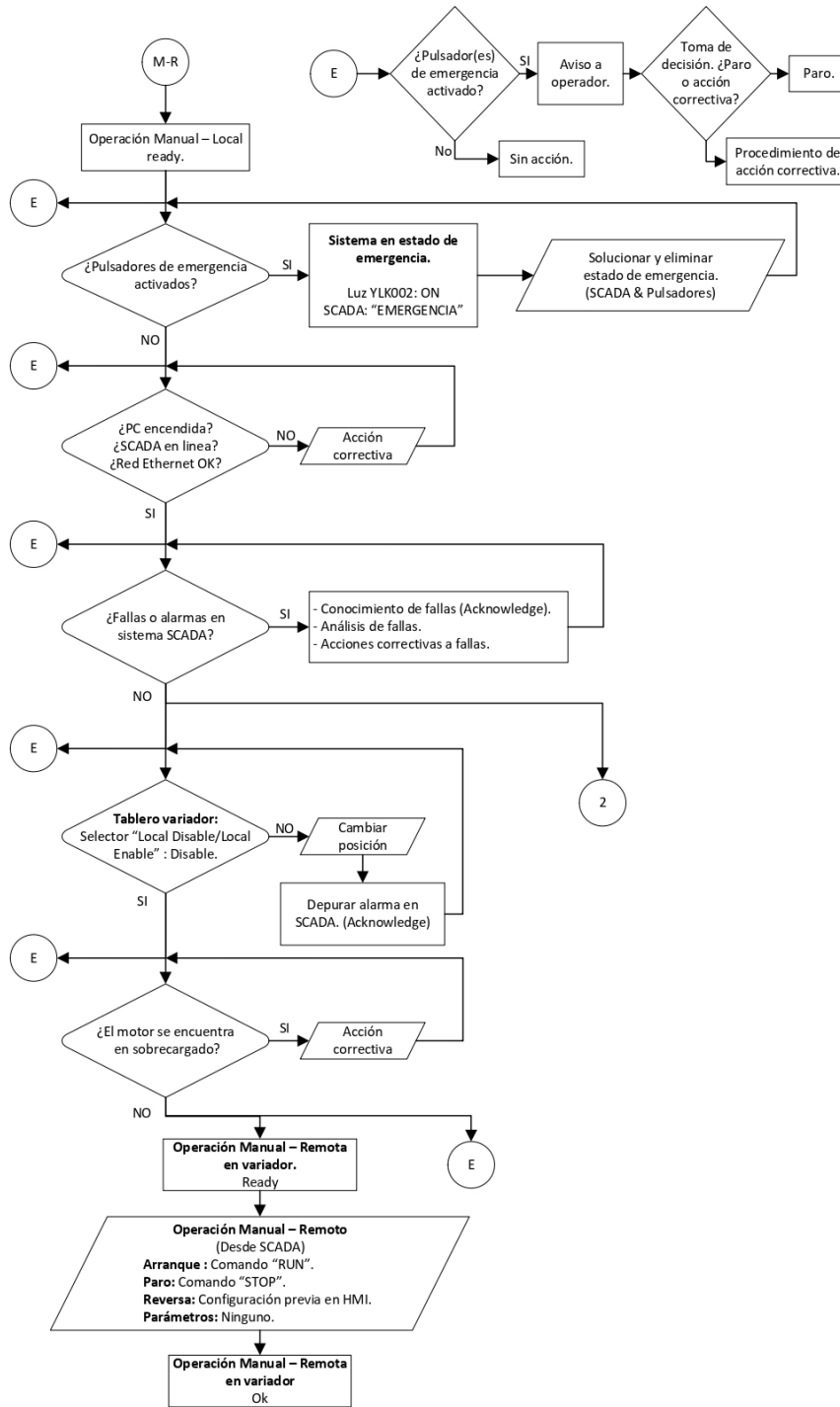


Fig. 85 Diagrama de flujo operación "Manual - Remota" (01 de 02)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

OPERACIÓN MANUAL - REMOTO

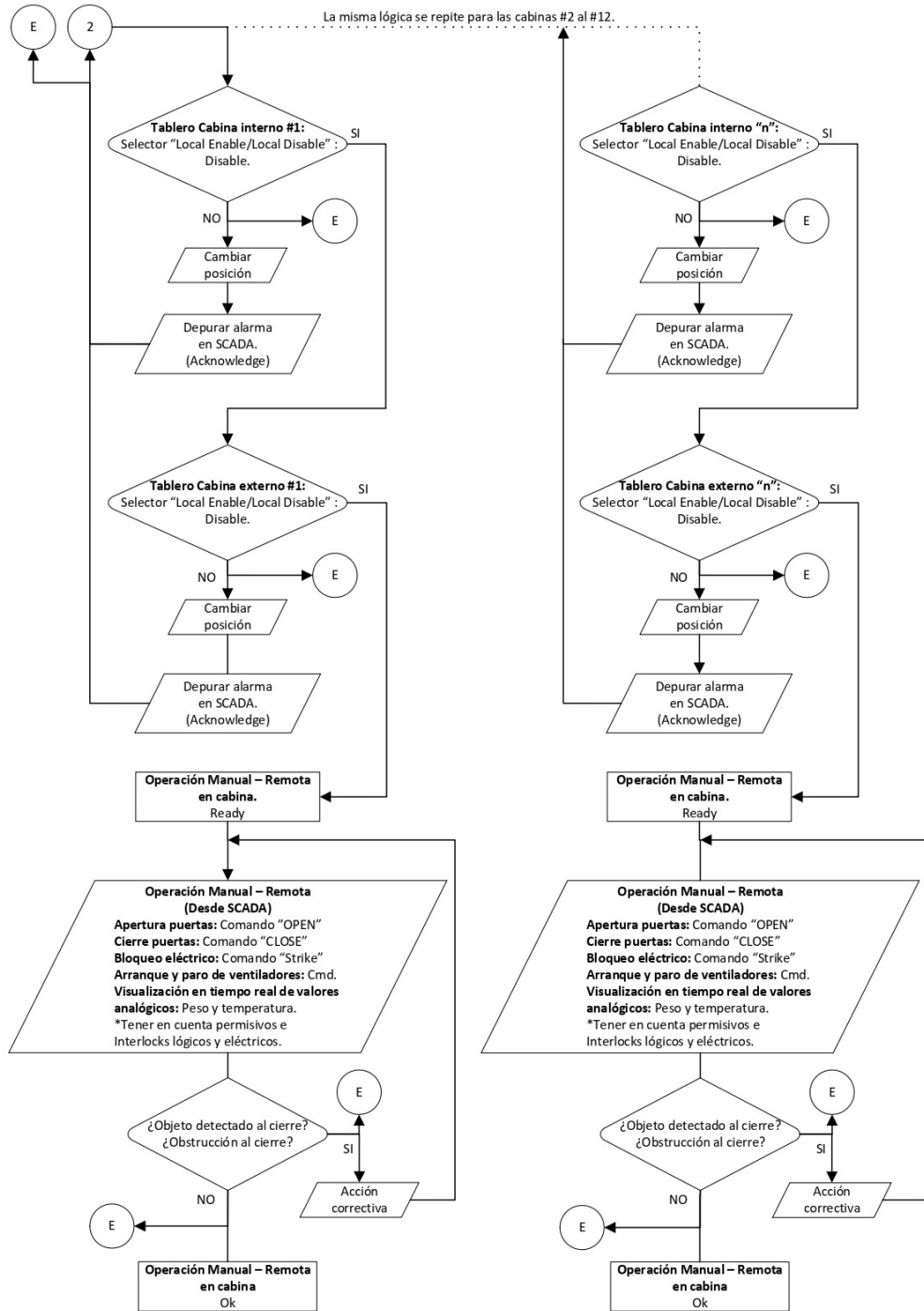


Fig. 86 Diagrama de flujo operación "Manual – Remota" (02 de 02)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.9.3 Operación automática (Servicio)

Al igual que la operación manual, para acceder a este tipo de operación debe asegurarse que las llaves de alimentación eléctrica de todos los tableros de control se encuentran accionadas, así como iluminación y tomacorrientes de la sala de control, de este modo aseguramos que los sistemas electrotécnicos, de control y SCADA estén listos para su funcionamiento.

Posteriormente se procede a manipular los selectores del tablero de control principal, el selector Manual/Automático (Etiqueta: SELC001) en posición “Automático” y el selector Local/Remoto en posición “Remoto”, una vez hecho esto y de no presentarse ninguna falla, las luces piloto y las luces de poste deberán mostrarse de la siguiente manera:

Luces piloto:

YLK001:	“On”	Encendido.
YLK002:	“Off/Emerg.”	Apagado.
YLK003:	“Alarma”	Apagado.
YLK004:	“Local “	Apagado.

Luces de poste:

XSL001A & XSL002A:	Verde	Encendido.
XSL001B & XSL002B:	Rojo	Apagado.
XSL001C y XSL002C:	Ámbar	Apagado.

De esta manera se tiene confirmación visual en campo y en tablero de control de que el sistema se encuentra en modo Automático, de igual modo esto será indicado en la aplicación SCADA.

Esta operación será utilizada únicamente cuando el sistema se encuentre en servicio, es decir, cuando este brindando la función de observador, por lo tanto, con presencia de pasajeros en ella.

En este punto el operador deberá de tener en cuenta que tiene que abordar a las personas en la cabina de forma balanceada, es decir tratar de lograr pesos similares en las doce cabinas, un modo sencillo pero no exacto de ello, es ingresar un mismo número de personas en cada cabina, teniendo en cuenta que el máximo de personas por cabina es de doce personas, de igual modo el

operador podrá verificar el peso que ingresó a cada cabina gracia a que se encuentra con celdas de carga que brindarán que permitirán visualizar el peso de cada cabina en la aplicación SCADA, de ser necesario el operador indicará al ayudante de la zona de embarque el ingreso o salida de una o más personas con la finalidad de evitar sobre esfuerzos innecesarios y eludibles en el motor principal.

El operador solo podrá mover la rueda en segmentos cuando se encuentre en la etapa de abordar a los pasajeros, esto con la finalidad de tener siempre una cabina alineada correctamente en la zona de embarque, por lo tanto en la aplicación SCADA se tendrá un botón el cual permitirá mover la rueda de modo tal que la cabina donde abordaron los pasajeros salga de la zona de embarque y su posición inicial sea reemplazada por la siguiente cabina automáticamente, el operador solo pulsará el botón de siguiente, el arranque y paro se harán en forma autónoma gracias a dos detectores de posición instalados en la estructura fija de la rueda de observación. (Etiquetas: ZEC001 y ZEC002).

Para controlar el ingreso de las personas a las cabinas el operador será el único quién podrá abrir y cerrar la puerta de la cabina que se encuentre en la zona de embarque, una vez se encuentre una cabina posicionada en esta zona, se mandará un comando desde la aplicación SCADA de apertura, se coordinará cuantas personas ingresarán con el ayudante en la zona de embarque y cuando esta misma persona lo indique el operador mandará el cierre de la puerta la cual cuenta con un sensor de barrera que trabaja con un controlador independiente propio del sistema de la puerta, esto permite que no se cierre la puerta de presentarse un objeto o una persona en la trayectoria de cierre, de igual manera cuenta con la característica de que si al cerrar la puerta detecta un aprisionamiento la puerta abre nuevamente, características similares a las de un ascensor; como se indicó, estas operaciones las realiza un controlador independiente y propio de la puerta, por lo tanto también presentar estas mismas características de funcionamiento en otros tipos de operación del sistema, el sistema de control principal envía tres señales: una de cierre, otra de apertura y una de bloque eléctrico; las señales de apertura y cierre también pueden ser dadas por pulsadores cuando se encuentre en el tipo de operación

correspondiente, las puertas contarán con finales de carrera los cuales confirmarán al operador la apertura y cierre de cada una de las puertas. (Etiquetas: ZECC001 al ZECC012 para confirmar el cierre y etiquetas: ZECO001 al ZECO012 para confirmar la apertura).

Una vez cerrada la cabina, el operador presionara “Siguiente” en la aplicación SCADA, lo cual provocará que la puerta se bloquee eléctricamente (Strike (Bloqueo mecánico: Etiquetas: DS001 al DS012) y moverá la rueda de modo tal que la cabina salga de la zona de embarque y la siguiente cabina ocupe la posición dejada por la otra cabina para un nuevo embarque, este mismo procedimiento de embarque de pasajeros se realizará para todas las cabinas.

Una vez se cuente con todas las cabinas con pasajeros y balanceadas, por lo tanto, cerradas y bloqueadas puede iniciarse el ciclo de giro continuo de la rueda, este ciclo dura tres revoluciones, y cada revolución dura dos minutos, el operador únicamente tendrá que verificar si se presentaron alarmas o algún evento significativo, de no ser así, procederá a ejecutar el comando de arranque.

Una vez completado el ciclo, el sistema se detendrá posicionado la primera cabina que se llenó con pasajeros en la zona de embarque, una vez ahí el operador podrá abrir la puerta de la cabina, el ayudante de la zona verificará que todas las personas desembarquen e indicará al operador, este cerrará la puerta y presionará el botón “siguiente” en la aplicación SCADA el cual moverá la cabina fuera de la zona de embarque y posicionando la siguiente cabina en la zona de embarque, esta operación se realizará sucesivamente para todas las demás cabinas.

Si el operador lo considera, puede desembarcar y embarcar la cabina en el mismo paro, esto es aceptable pues ayudaría a mantener las cabinas equilibradas y se reduciría el número de paros a la mitad, esto queda a criterio del operador y de su ayudante, para fines prácticos, esta forma de desembarque y embarque es más provechoso, pero puede causar desorden en la zona de embarque.

Se recomienda tener encendidos continuamente los ventiladores en operación de servicio para evitar el empañamiento de las cabinas, tenerlos en funcionamiento ayuda a recircular el aire dentro de ellas.

OPERACIÓN AUTOMÁTICA (SERVICIO)

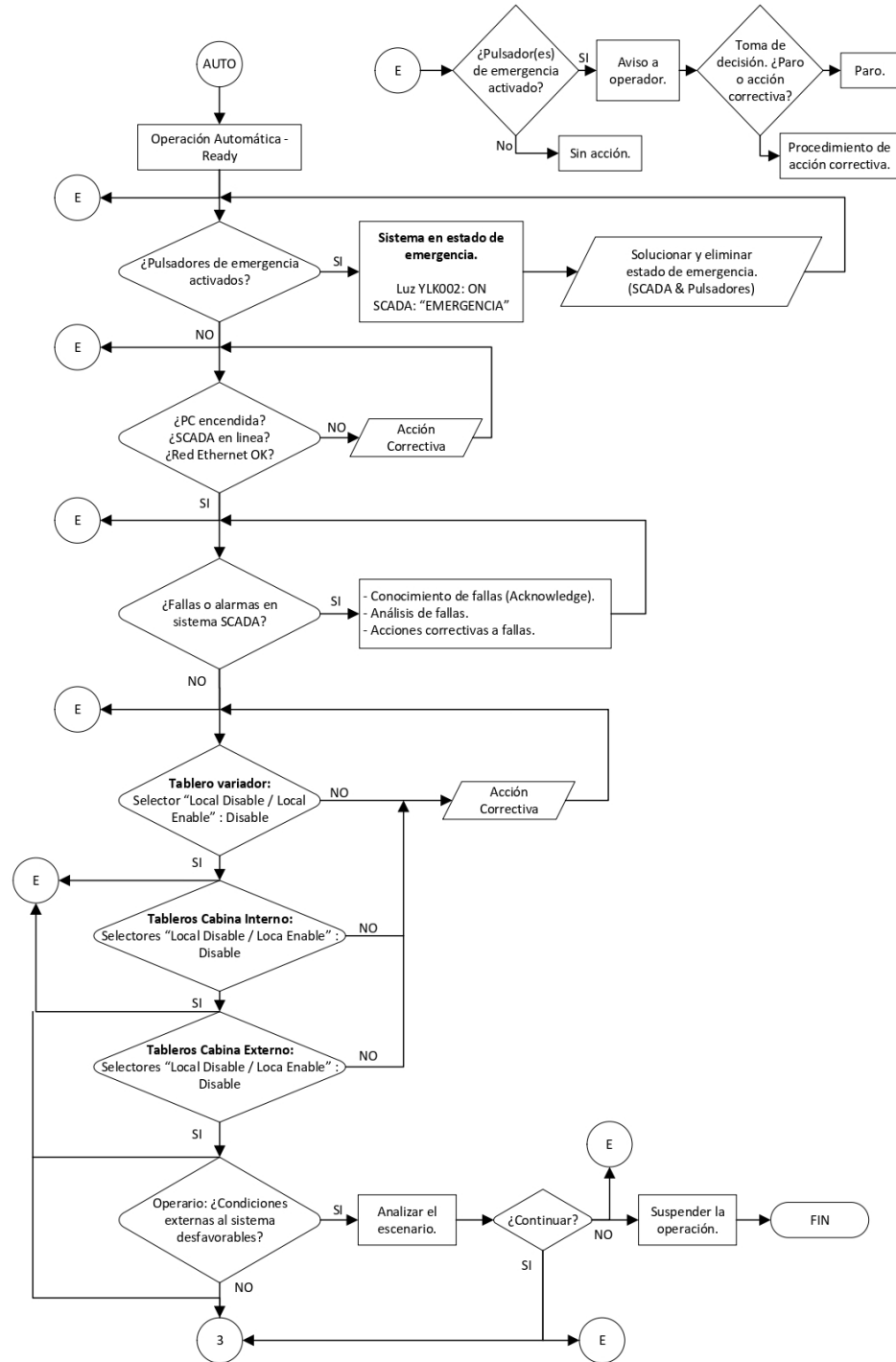


Fig. 87 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)”

(01 de 04)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

OPERACIÓN AUTOMÁTICA (SERVICIO)

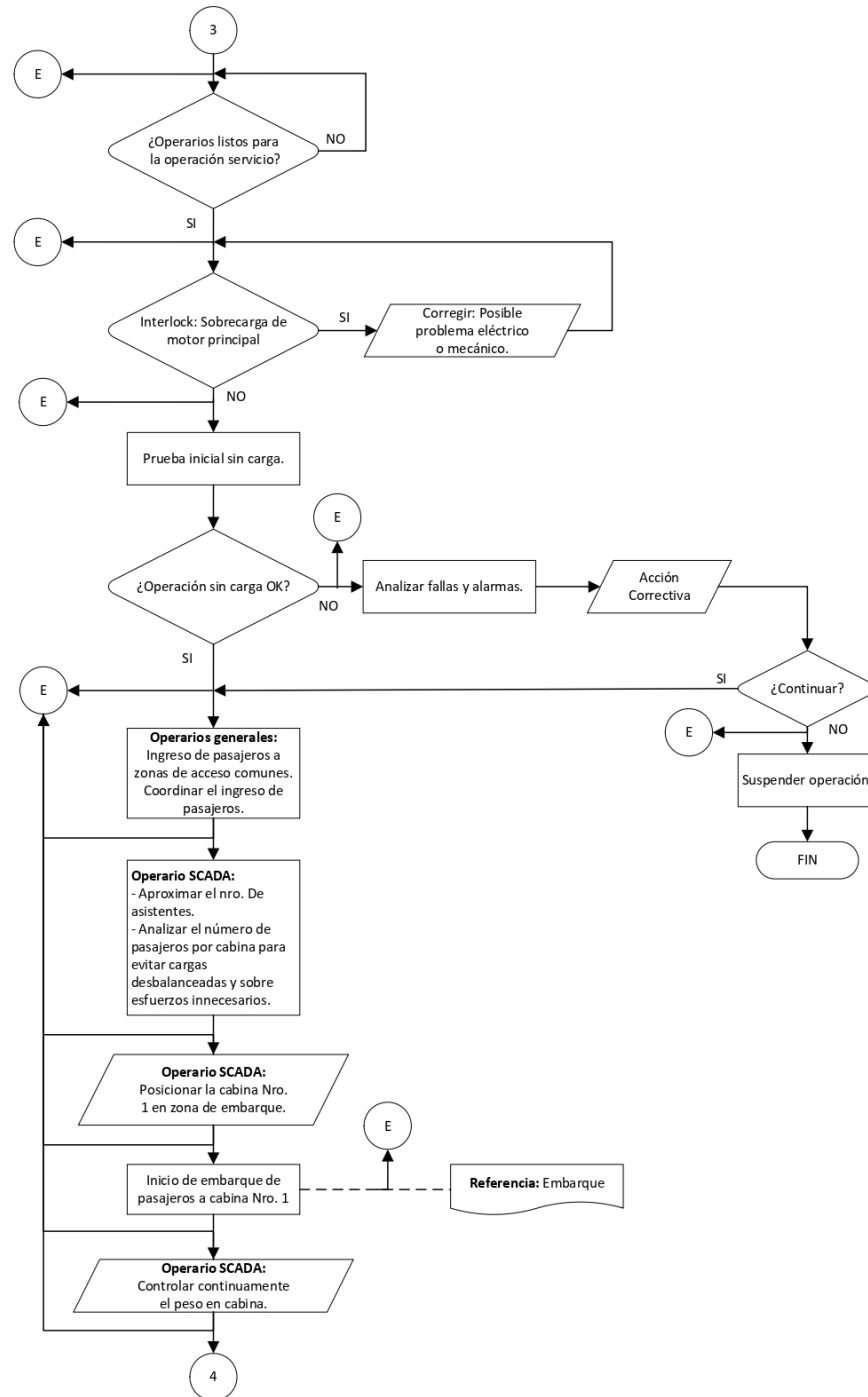


Fig. 88 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)” (02 de 04)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

OPERACIÓN AUTOMÁTICA (SERVICIO)

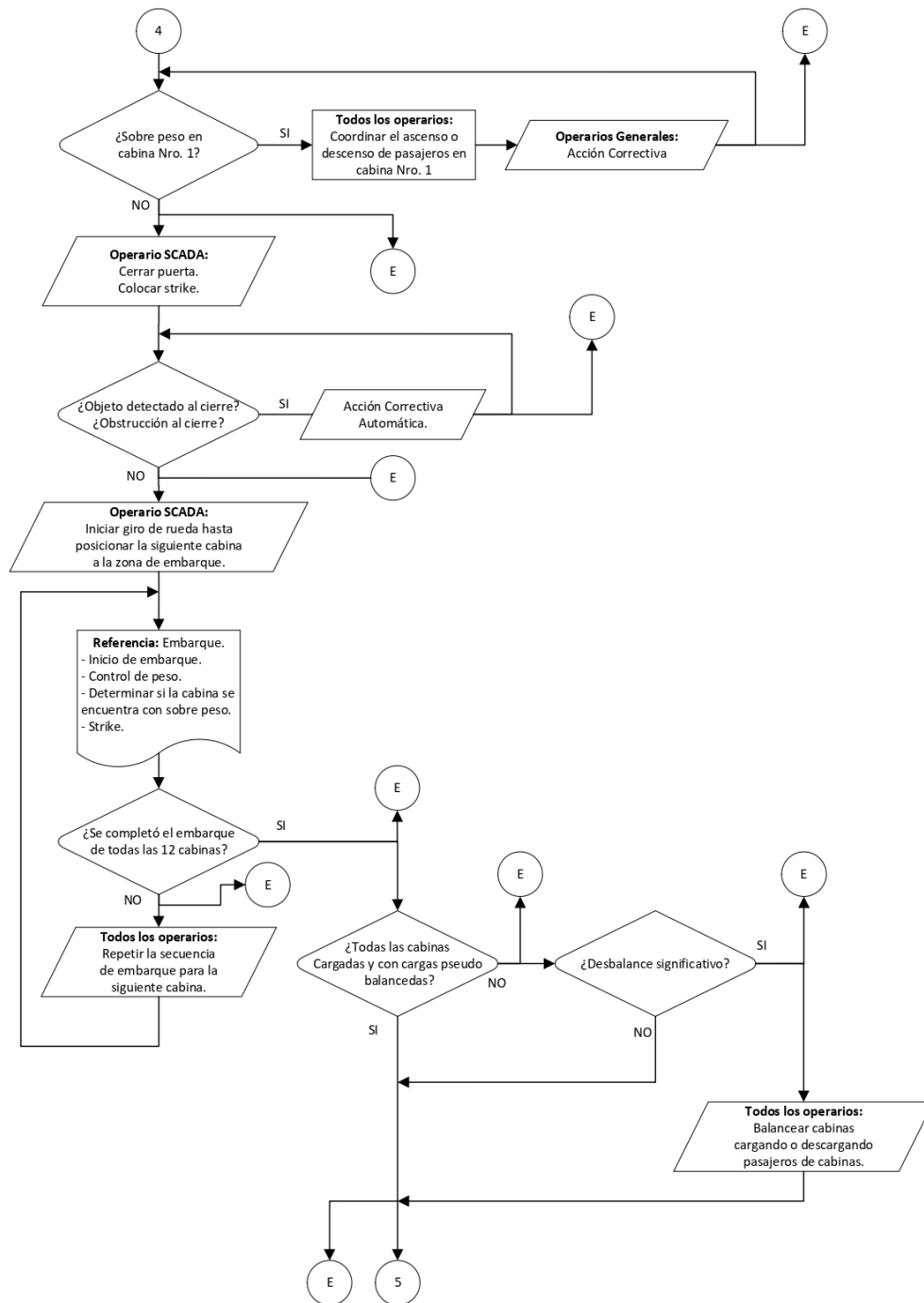


Fig. 89 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)” (03 de 04)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

OPERACIÓN AUTOMÁTICA (SERVICIO)

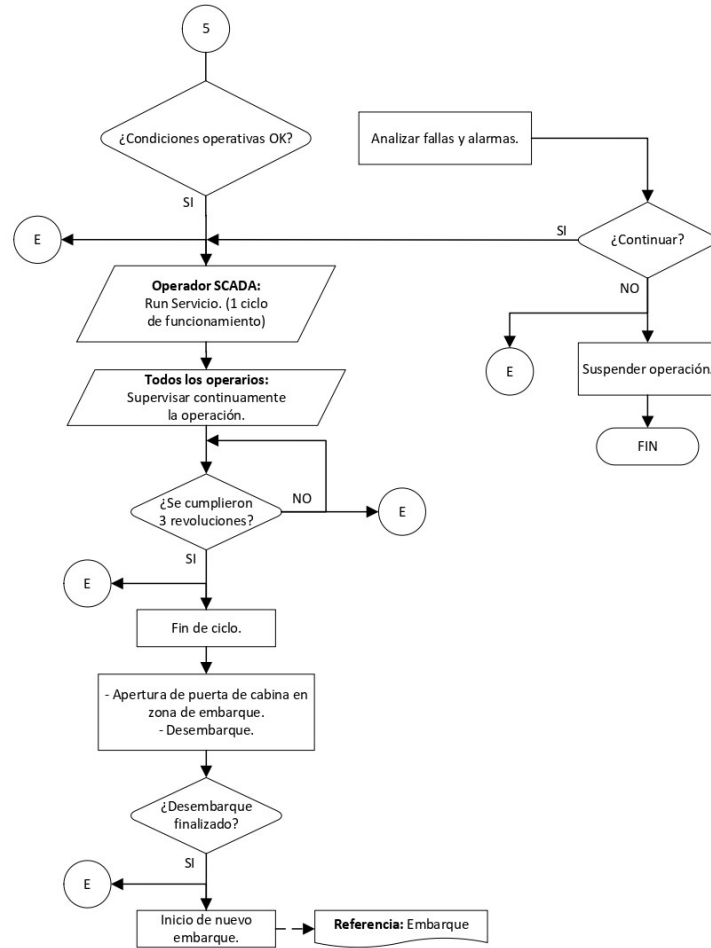


Fig. 90 Diagrama de flujo operación “Automática (Servicio)”

(04 de 04)

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

3.4.9.4 Parada de emergencia

De presentarse una falla en el sistema ya sea mecánica, eléctrica, electrotécnica, SCADA o una emergencia dentro o fuera de las cabinas, podrá considerarse pasar del modo de operación automática al modo de operación Manual Remoto o de ser necesario al modo Manual Local, para pasar de modo automático a otro modo encontrándose el sistema ejecutando le ciclo de giros continuos será necesario detener el sistema presionando uno de los pulsadores de emergencia ubicados en campo en la sala de control principal (Etiquetas: HSS013 y HSS014 en campo y HSS015 en el tablero de control principal), esto producirá el paro del sistema, se cambiará el tipo de operación por medio de los selectores del tablero de control, se resetearán las fallas y alarmas y se procederá con la operación que se seleccionó.

Para los tres tipos de operación cuando se tenga algún pulsador de emergencia accionado se encenderá la luz piloto de color rojo en el tablero de control etiqueta: YLK002, de igual modo se encenderá las luces de poste de color rojo etiqueta: XLS001B y etiqueta: XSL002B.

De igual modo se contemplará que al detectarse algún pulsador de alarma dentro de las cabinas se encenderá la luz piloto de color ámbar etiqueta: YLK003, como las luces de poste de color ámbar etiquetas: XSL001C y XLS002C, el accionamiento de estos pulsadores de alarma no restringe el arranque o paro de algún equipo o del sistema automático pero sí muestra alarmas aparte de las luces, esto para alertar al operador, esto debido a que pueden ser accionadas por cualquier persona, por lo tanto al presentar un evento de este tipo, el personal involucrado en la operación de la rueda de observación y más aún el operador considerarán si es necesario realizar un paro de emergencia.

3.4.10 Permisivos e interlocks

Cuando la operación de una parte o mecanismo previene la operación de otro se le denomina enclavamiento, este dependiendo de su condición de enclavamiento puede ser permisivo o interlock.

Anexo:

Anexo Nro. 3. Listado de Permisivos e Interlocks.

3.4.11 Alarmas y eventos

El sistema contará alarmas y eventos los cuales serán visualizados en la aplicación SCADA, esto ayudará al operador a identificar de manera rápida errores en operación, en el sistema de control o en el sistema físico, de igual manera permitirá registrar eventos relevantes ocurridos dentro de la operación de la rueda de control.

Anexo:

Anexo Nro. 1. Alarmas y eventos.

3.4.12 Listado de señales I/O

El sistema cuenta con señales de entradas y salidas de tipo discreta y analógica, estas serán asignadas a una dirección o canal dentro del sistema de control, a su vez estas contarán con una etiqueta (“Tag”) dentro del sistema de control para facilitar su fácil identificación e interpretación de tipo y función dentro del sistema de control.

Anexos:

Anexo Nro. 4. Listado de señales tablero principal.

Anexo Nro. 5. Listado de señales de tablero remoto.

3.4.13 Aplicación SCADA

La aplicación SCADA se diseñará para ser ejecutada desde una PC de ingeniería en donde se incluirá un servidor local, por lo tanto, la aplicación será de tipo “Site”.

El sistema de control cuenta con una gran cantidad de equipos de marca Allen Bradley, por lo tanto, es recomendable utilizar un software que nos permita

desarrollas la aplicación SCADA del mismo fabricante, de usarse otro software de otro fabricante será necesario contar con softwares adicionales que cumplan la función de servidores OPC para poder integrar equipos de otras marcas ajenos a estos.

Por lo tanto, el software elegido para el diseño es: Factory Talk Site Edition V20.

Para el diseño y ejecución de la aplicación es necesario contar con una PC de ingeniería, el desarrollador del software anteriormente indicado sugiere usar una PC de la familia Workstation de la marca DELL.

La PC deberá contar con la siguiente configuración como mínimo:

- Procesador: Intel Core®I7. 3.6GHz.
- Tarjeta de video: 1Gb. AMD Radeon.
- Disco duro SATA, 1Tb.
- Windows® 7 Professional.
- Pantalla digital plana y ancha: 27”
- Cantidad de pantallas: 01.
- Puertos de E/S: 06 puertos USB, 01 puerto RJ-45, 01 puerto VGA, 02 Display port, 02 líneas de salida de parlantes y micrófono.
- Lectora de DVD, 8x.
- Teclado, mouse y parlantes.

3.4.13.1 Diseño de pantallas

El diseño de las pantallas será similar a uno de industria, este deberá considerar que un operario estará al frente de el por no menos de 08 horas al día, por lo tanto, no deberá de agotar o saturar la visión del operador, este también contará con las variables y estados principales que permitan una ejecución de funcionamiento del sistema sencillo y práctico.

En consecuencia, para lograr ello se usará como referencia las prácticas de diseño del consorcio ASM la cual se basa en lograr un diseño efectivo de las pantallas del operador, esta guía actualmente está reemplazando sistemas SCADA convencionales los cuales eran basados en diseños llamativos, pero poco prácticos y saturados de elementos y dibujos en las pantallas las cuales agotaban visualmente a los operadores.

Las pantallas con las que contará el sistema de control será el siguiente:

- Pantalla de Bienvenida.
- Pantalla de vista general.
- Pantalla de cabina (Uno para cada cabina)
- Pantalla de tendencias de cabina (Una para cada cabina).
- Pantalla tendencias generales del sistema.
- Pantalla de alarmas y eventos.
- Pantalla de operación.
- Pantalla de inicio de sesión.

3.4.13.2 Manual de operación

Las pantallas fueron diseñadas para visualizar y configurar el estado de los equipos y dispositivos que intervienen en el funcionamiento de “Rueda de observación turística y recreativa”, así mismo se visualiza y/o configura el estado de los actuadores del sistema y de cabinas.

3.4.13.3 Pantalla de bienvenida

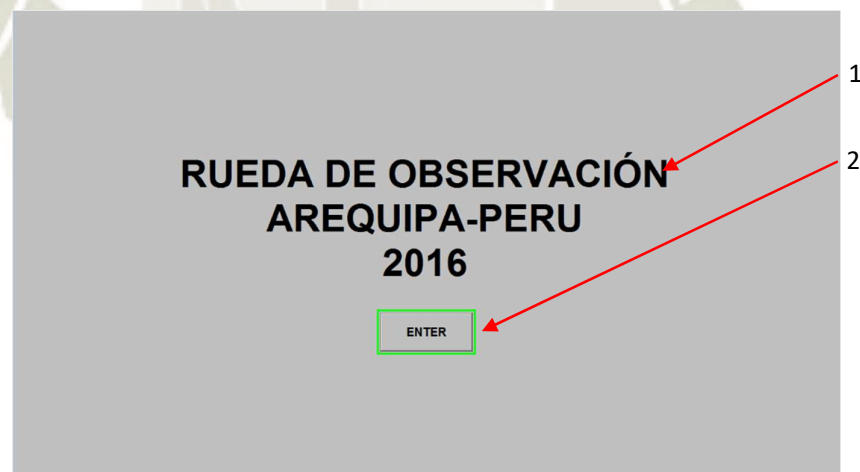


Fig. 91 Pantalla de bienvenida/screensaver.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

Al iniciar el sistema aparecerá la ‘Pantalla de bienvenida’ del programa de operación de la rueda de observación turística y recreacional en donde solo se tiene un botón que dará pase a la siguiente ventana: ‘Pantalla de vista general’, de igual modo esta pantalla aparecerá cuando el sistema

se encuentre sin operación pasados 15 minutos, esto para evitar un arranque o manipulación accidental del sistema.

Detalle:

1. Texto de bienvenida.
2. Botón de pase a 'Pantalla de vista general'.

3.4.13.3.1 Pantalla 'Vista general'

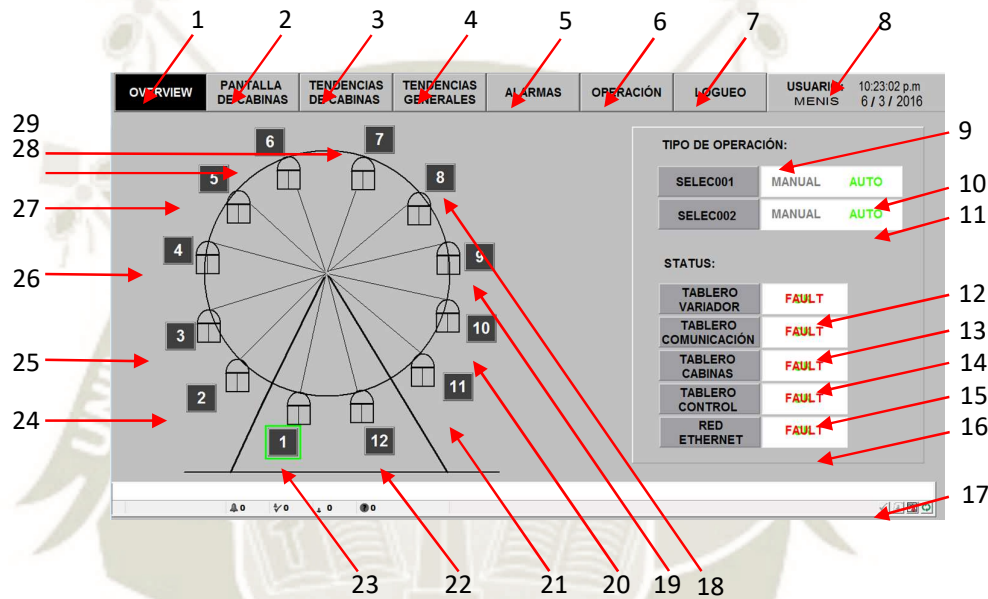


Fig. 92 Pantalla Vista general

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

El sistema consta de una gran rueda giratoria accionada por un motor eléctrico, esta rueda a su vez posee 12 cabinas en sus extremos las cuales albergan pasajeros en su interior, en estas cabinas existen actuadores y sensores, los cuales se encargan de aperturar y cerrar puertas, recircular aire en su interior y monitorear datos en tiempo real como temperaturas y pesos.

El sistema cuenta con 03 tipos de operación: Manual-local, manual-remoto y automático, para lograr ello se cuenta con sub sistemas eléctricos albergados en tableros eléctricos distribuidos en salas eléctricas, en zona central de rueda y las cabinas.

El tipo de operación seleccionado localmente en sala de control en los selectores “SELEC001” y “SELECC002” se visualiza en esta pantalla, de igual modo se verifica el estado operativo de correcto o falla de tablero de variador de motor principal, tablero de comunicaciones, tablero de cabinas, tablero de control principal y estado de red Ethernet.

En el lado izquierdo se tiene un pictograma en donde se muestra la posicional actual de las cabinas, de este modo el operador podrá determinar desde la sala de control que cabina se encuentra en la zona de embarque, de igual modo sobre el pictograma se puede seleccionar cualquiera de las cabinas, abriendo la ventana: “Pantalla de Cabina” correspondiente a la cabina seleccionada.

En la parte superior se encuentran los botones de navegación que permitirán navegar entre las pantallas del sistema de control, según lo indicado en el pulsador virtual.

De igual modo en la parte superior, se muestra el nombre del usuario actualmente activo.

En la parte inferior se muestra un “banner” de alarmas y eventos, en donde se visualizará la última alarma o evento ocurrido, de igual modo este “banner” funciona con un botón al pulsarlo produciendo un salto a la ventana: “Pantalla de alarmas y eventos”.

Detalle:

1. Botón de salto a “Pantalla vista general”.
2. Botón de salto a “Pantalla de Cabinas”.
3. Botón de salto a “Pantalla de tendencias de Cabinas”
4. Botón de salto a “Pantalla de tendencias generales del sistema”
5. Botón de salto a “Pantalla de alarmas y eventos”.
6. Botón de salto a “Pantalla de operación”.
7. Botón de salto a “Pantalla de inicio de sesión”
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Sub-ventana: Tipo de operación & Status del sistema eléctrico.
10. Display de estado de selector: Etiqueta: SELEC001.
11. Display de estado de selector: Etiqueta: SELEC002.

12. Display de estado de tablero: Tablero de variador.
13. Display de estado de tablero: Tablero de comunicaciones.
14. Display de estado de tablero: Tablero de cabina.
15. Display de estado de tablero: Tablero de control principal.
16. Display de estado de comunicación. Red Ethernet.
17. Banner/Botón de salto: Alarmas y eventos.
18. Display/ Botón de salto #8.
19. Display/ Botón de salto #9.
20. Display/ Botón de salto #10.
21. Display/ Botón de salto #11.
22. Display/ Botón de salto #12.
23. Display/ Botón de salto #1.
24. Display/ Botón de salto #2.
25. Display/ Botón de salto #3.
26. Display/ Botón de salto #4.
27. Display/ Botón de salto #5.
28. Display/ Botón de salto #6.
29. Display/ Botón de salto #7.

3.4.13.3.2 Pantalla de cabina

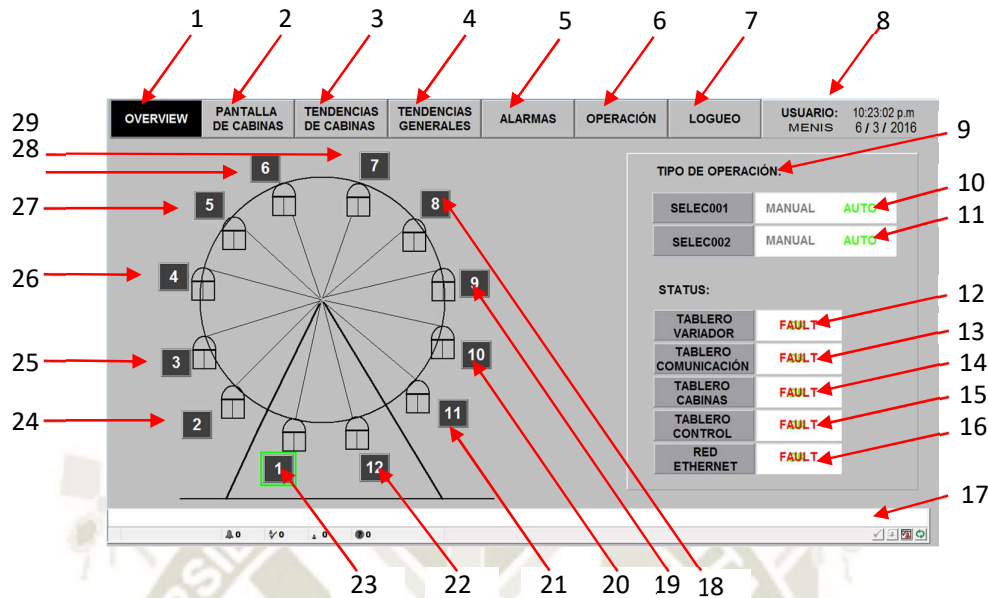


Fig. 93 Pantalla de cabinas.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

En esta ventana se muestran los valores de estado de los selectores del tipo de operación de la cabina seleccionada, de acuerdo al tipo de operación seleccionado en los selectores de los tableros eléctricos ubicados en las cabinas se podrá únicamente visualizar o visualizar/accionar directamente los actuadores de la cabina, de igual modo se puede visualizar valores instantáneos de temperatura, peso y presencia de alarma(s), si se desearse visualizar valores históricos existe un botón llamado “Tendencias” en la parte inferior el cual produce un salto a: “Pantalla de tendencias de cabinas”, este salto estará directamente relacionado a la selección de la cabina actual.

Para poder seleccionar la pantalla específica para alguna cabina deseada se cuenta con un panel desplegable en donde se podrá seleccionar 01 entre las 12 cabinas del sistema.

Al igual que la “pantalla vista general” en la parte superior se tiene botones de navegación que permiten saltar entre las distintas pantallas del sistema de acuerdo a lo indicado en cada botón de navegación, de

igual modo en el lado superior derecho se cuenta con una pantalla donde se visualiza el nombre del usuario actualmente activo, de igual manera en la parte inferior se cuenta con un “banner” donde se visualiza la última alarma o evento suscitado, este también actúa como botón de salto a: “Pantalla de alarmas & eventos”.

Detalle:

1. Botón de salto a “Pantalla vista general”.
2. Botón de salto a “Pantalla de Cabinas”.
3. Botón de salto a “Pantalla de tendencias de Cabinas”
4. Botón de salto a “Pantalla de tendencias generales del sistema”
5. Botón de salto a “Pantalla de alarmas y eventos”.
6. Botón de salto a “Pantalla de operación”.
7. Botón de salto a “Pantalla de inicio de sesión”
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Sub ventana: Estado/Accionamiento de actuadores y sensores.
10. Display/Botón de accionamiento: Puerta deslizante de cabina.
11. Display/Botón de accionamiento: Strike (Pestillo eléctrico) de puerta deslizante.
12. Display/Botón de accionamiento: Ventilación forzada en cabina.
13. Display: Valor instantáneo de temperatura ambiente en cabina.
14. Display: Valor instantáneo de peso en cabina.
15. Display: Presencia de alarma(s).
16. Botón de salto: “Pantalla de tendencias de cabina”.
17. Banner/Botón de salto: “Alarmas & eventos”.
18. Sub ventana: Tipo de operación en cabina.
19. Display de estado: Selector SELEC002.
20. Display de estado: Selector SELEC001.
21. Display de estado: Selector SEL01A (En el caso de cabina #1).
22. Display de estado: Selector SEL01 (En el caso de cabina #1).
23. Selector desplegable: Nro. De cabina (#1 al #12).

3.4.13.3.3 Pantalla de tendencias en cabinas

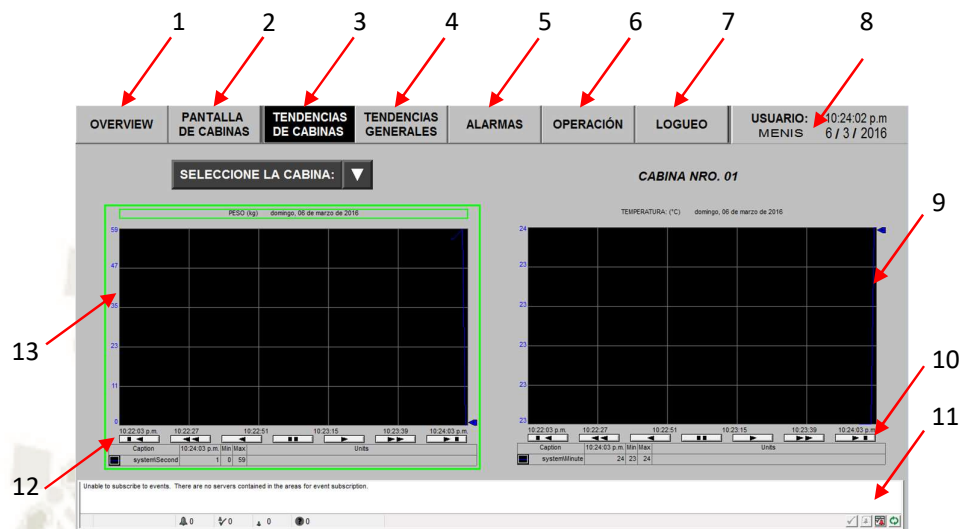


Fig. 94 Pantalla de tendencias de cabinas.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

En esta pantalla podrán visualizarse los valores históricos de peso temperatura de cada una de las cabinas, estos valores será representados en dos ventanas independientes para cada magnitud física y representados por una gráfica lineal, dentro de cada ventana se podrá navegar en el tiempo para verificar valores pasados, de igual modo se podrá modificar escalas y obtener valores instantáneos para un tiempo determinado, esto se logrará con los botones debajo de cada ventana, para poder seleccionar una cabina específica se hará uso del selector desplegable ubicado en el lado izquierdo de la pantalla.

Detalle:

1. Botón de salto a “Pantalla vista general”.
2. Botón de salto a “Pantalla de Cabinas”.
3. Botón de salto a “Pantalla de tendencias de Cabinas”
4. Botón de salto a “Pantalla de tendencias generales del sistema”
5. Botón de salto a “Pantalla de alarmas y eventos”.
6. Botón de salto a “Pantalla de operación”.

7. Botón de salto a “Pantalla de inicio de sesión”
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Línea de tiempo: Temperatura (°C).
10. Botones de navegación de línea de tiempo de temperatura.
11. Banner de alarmas y eventos.
12. Botones de navegación de línea de tiempo de peso.
13. Línea de tiempo: Peso (Kg).
14. Selector desplegable: Selección de cabina.

3.4.13.3.4 Pantalla de tendencias generales del sistema

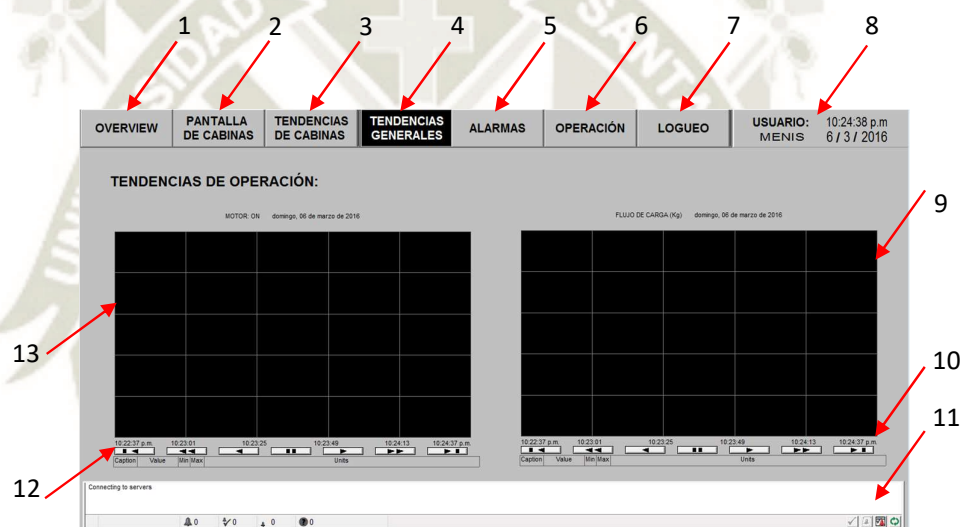


Fig. 95 Pantalla de tendencias generales del sistema.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

En esta pantalla se podrá ver los valores históricos de la corriente del motor principal (A.) y flujo de carga (Kg.), de igual modo a las tendencias de la aplicación, es posible navegar en las ventanas de las gráficas lineales, cambiar escalas y obtener valores instantáneos para algún tiempo específico.

Detalle:

1. Botón de salto a “Pantalla vista general”.
2. Botón de salto a “Pantalla de Cabinas”.
3. Botón de salto a “Pantalla de tendencias de Cabinas”
4. Botón de salto a “Pantalla de tendencias generales del sistema”
5. Botón de salto a “Pantalla de alarmas y eventos”.
6. Botón de salto a “Pantalla de operación”.
7. Botón de salto a “Pantalla de inicio de sesión”
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Línea de tiempo: Flujo de carga (Kg.)
10. Botones de navegación de línea de tiempo de temperatura.
11. Banner de alarmas y eventos.
12. Botones de navegación de línea de tiempo de peso.
13. Línea de tiempo: Corriente de motor principal (A.)

3.4.13.3.5 Pantalla de alarmas y eventos

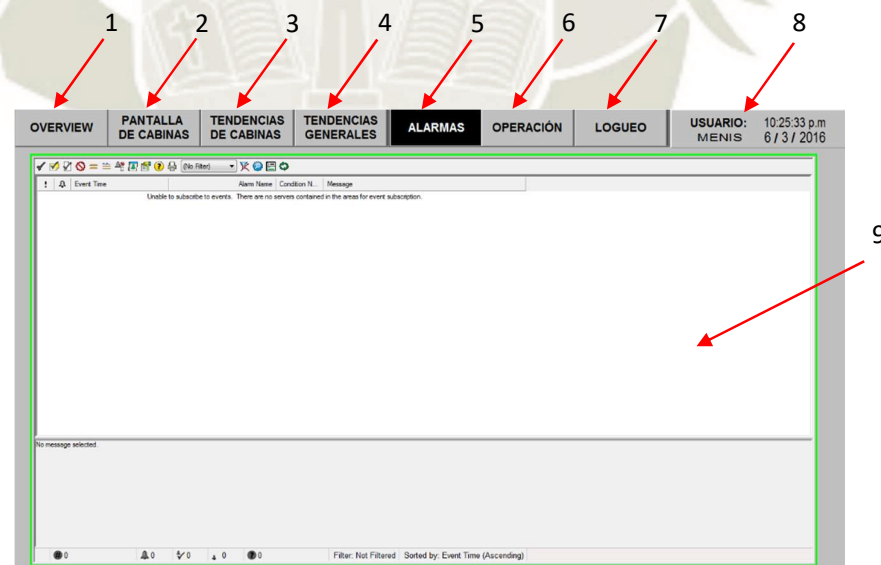


Fig. 96 Pantalla de alarmas y eventos.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

En esta ventana se visualizarán históricamente las alarmas y eventos y presentados en el sistema cronológicamente, ubicándose en el primer reglón de la ventana la alarma o evento más reciente, en este listado podrán visualizarse las alarmas que se encuentren con estado de pendiente reconocimiento ('Acknowledge') de presentarse una alarma y esta no ha sido reconocida por el operador, esta no dará pase para seguir operando el sistema. Con esto se logra una forma adicional de proteger al sistema y equipos, pues de no solucionarse la falla este estado continuará activo, por lo tanto, no se dará pase.

En esta ventana se mostrarán alarmas que están detalladas en la sección de alarmas del documento, por lo tanto, cada alarma que pueda llegar a mostrarse en esta ventana contará con un número de identificación y descripción, de este modo podrá revisar el manual y obtener mayor detalle de falla, puntos de inspección y posibles causas de la alarma.

Detalle:

1. Botón de salto a "Pantalla vista general".
2. Botón de salto a "Pantalla de Cabinas".
3. Botón de salto a "Pantalla de tendencias de Cabinas"
4. Botón de salto a "Pantalla de tendencias generales del sistema"
5. Botón de salto a "Pantalla de alarmas y eventos".
6. Botón de salto a "Pantalla de operación".
7. Botón de salto a "Pantalla de inicio de sesión"
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Ventana de alarmas y eventos del sistema.

3.4.13.3.6 Pantalla de operación

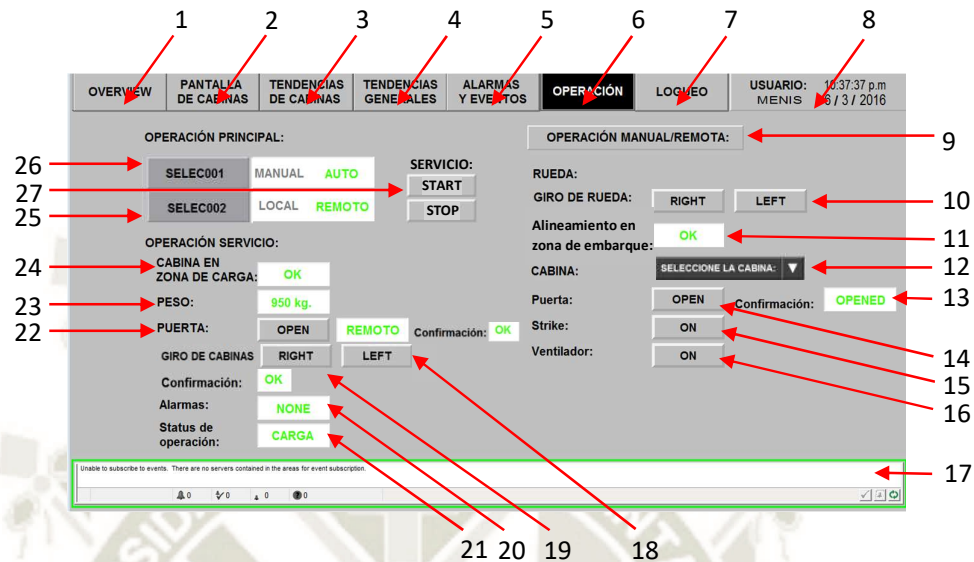


Fig. 97 Pantalla de operación.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

En esta ventana las opciones de mando estarán condicionadas directamente al tipo de operación seleccionada en el sistema por medio de los selectores ubicados en el tablero de control principal (Etiquetas: SELEC001 & SELEC002), de encontrarse el sistema en modo de operación automática (Servicio) se hará uso de los botones y pantallas del lado izquierdo, el sistema por defecto en operación automática y luego de un paro del ciclo de servicio dejará una cabina alineada en la zona de embarque, lo cual también podrá confirmarse por medio de una confirmación de alineamiento de cabina, si las condiciones de seguridad y de sistema lo permiten, se procederá a abrir las puerta de la cabina que se encuentre actualmente en la zona de embarque con ayuda del pulsador 'Open' (Abrir) que hace referencia a la puerta deslizante, también se cuenta con un indicador que confirma la apertura o cierre de la puerta deslizante, durante la carga o descarga de pasajeros podrá visualizarse el peso instantáneo, de superarse el peso máximo, este será visualizado como alarma, la magnitud cambiará a color rojo y no se podrá cerrar las

puertas hasta arreglar la condición de alarma y procesarla como reconocida, luego de cumplirse las condiciones y luego de que el operador considere cerrar la cabina y pasar a la carga/descarga de la siguiente cabina, se procede a cerrar la puerta de la cabina con ayuda del pulsador en pantalla, se espera la confirmación de cierre y se procede a girar la rueda una sección hasta que la siguiente cabina se encuentre centrada en la zona de embarque/desembarque y se repite el ciclo de embarque y desembarque, una vez concluida la carga de pasajeros y si el operador lo considera oportuno es posible iniciar un ciclo de servicio, esto se logra pulsando el botón “START”, el ciclo consta de 02 giros de la rueda y cada giro dura 02 minutos.

Si el sistema se encuentra en el modo de operación Manual-Remoto se hará uso de los botones y pantallas del lado derecho de la pantalla actual, aquí se podrá girar la rueda libremente de derecha a izquierda y cada vez que se encuentre alguna cabina alineada con la zona de embarque y desembarque se mostrará en una pantalla referente al alineamiento, el accionamiento directo de puertas, pestillos (strikes) y ventilador también será posible desde esta sección de la pantalla, para ello se contará con un selector desplegable en donde se podrá seleccionar la cabina en la cual se desee activar los actuadores de modo manual – remoto.

Detalle:

1. Botón de salto a “Pantalla vista general”.
2. Botón de salto a “Pantalla de Cabinas”.
3. Botón de salto a “Pantalla de tendencias de Cabinas”
4. Botón de salto a “Pantalla de tendencias generales del sistema”
5. Botón de salto a “Pantalla de alarmas y eventos”.
6. Botón de salto a “Pantalla de operación”.
7. Botón de salto a “Pantalla de inicio de sesión”
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Texto: Título de operación manual – remota
10. Botones de accionamiento: Giro libre de rueda en operación manual – remota.

11. Confirmación de alineamiento de cabina en zona de embarque en operación manual –remota.
12. Selector desplegable para selección de cabina en operación manual – remota.
13. Display de confirmación de cierre o apertura en operación remota.
14. Botón de accionamiento: Apertura y cierre de puerta deslizante de cabina seleccionada en operación manual – remota.
15. Botón de accionamiento: Pestillo de puerta deslizante (strike) de puerta seleccionada en operación manual – remota.
16. Botón de accionamiento: Encendido ventilador de recirculación en operación manual – remota.
17. Banner de alarmas y eventos.
18. Botones de accionamiento: Giro restringido por secciones de rueda en operación automática (servicio).
19. Display: Confirmación de giro de rueda en operación automática (servicio).
20. Display: Presencia de alarmas en operación automática (servicio).
21. Display: Estatus de operación en operación automática (servicio).
22. Botón de accionamiento: Apertura o cierre de puerta de cabina que se encuentre en zona de embarque & confirmación de apertura o cierre en operación automática (servicio).
23. Display: Peso actual (Kg.) en cabina que se encuentre en zona de embarque y desembarque en operación automática (servicio).
24. Display: Confirmación de alineamiento de cabina en zona de embarque y desembarque en operación automática (servicio).
25. Display: Estado de selector etiqueta: SELEC002 de tablero de control principal.
26. Display: Estado de selector etiqueta: SELEC001 de tablero de control principal.
27. Botones de accionamiento: Inicio y paro de ciclo de giro de rueda en operación automática (servicio).

3.4.13.3.7 Pantalla de inicio de sesión

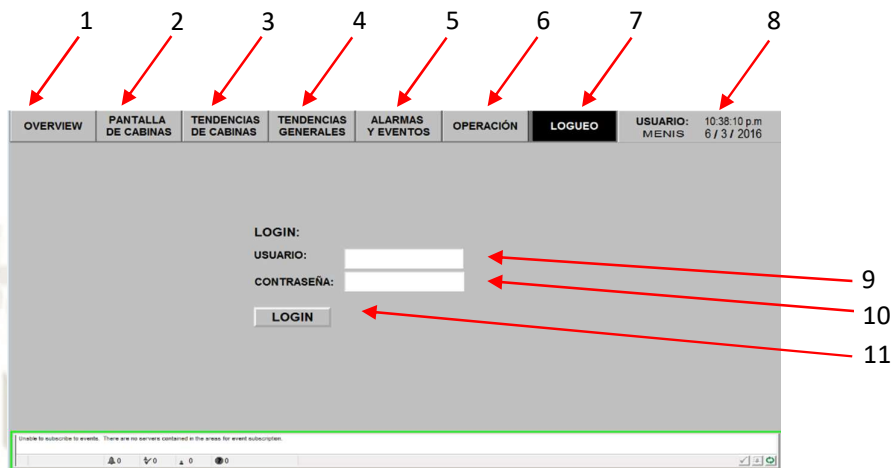


Fig. 98 Pantalla de inicio de sesión.

Fuente: Proyecto de investigación

Autor: Jonathan Menis C.

En esta ventana los distintos niveles de usuario podrán iniciar, terminar y cambiar sus sesiones de usuario como son: Operario, mantenimiento y programador, para ellos deberán de ingresar el usuario y clave respectivos, una vez iniciada la sesión en la esquina superior derecha saldrá el nombre del usuario actual, los distintos niveles de usuario contarán con restricciones en el uso de las pantallas del sistema de control.

Detalle:

1. Botón de salto a “Pantalla vista general”.
2. Botón de salto a “Pantalla de Cabinas”.
3. Botón de salto a “Pantalla de tendencias de Cabinas”
4. Botón de salto a “Pantalla de tendencias generales del sistema”
5. Botón de salto a “Pantalla de alarmas y eventos”.
6. Botón de salto a “Pantalla de operación”.
7. Botón de salto a “Pantalla de inicio de sesión”
8. Display: Usuario actualmente activo.
9. Casilla de texto: Ingreso de nombre de usuario.

10. Casilla de texto. Ingreso de clave de usuario.
11. Botón de accionamiento: Confirmación de ingreso de nombre de usuario y clave.



4 RESULTADOS DEL DISEÑO

4.1 Diseño Eléctrico Instrumental

Se completó el diseño eléctrico, instrumental y de control mínimo propuesto para asegurar el funcionamiento efectivo y seguro para la rueda de observación Ferris utilizando como referencia normas técnicas peruanas INACAL que contempla generalidades y aspectos técnicos mínimos según nuestra legislación.¹

Dentro de la lista de deseos del diseño se contempló el utilizar un solo tiempo de energía, esto se logró dentro del diseño utilizando una tensión de 440VAC para la etapa de fuerza y actuador (Variador de velocidad trifásico, motor eléctrico principal trifásico), etapa de instrumentación y control diseñada en 220VAC y 24VDC (Sensores, transductores, señales de campo y señales de control discretas y análogas) así como etapa de iluminación dinámica LED e iluminación general de las 12 cabinas diseñada en 220VAC.

Respecto a la etapa de potencia el diseño contempla un variador de velocidad (VFD) trifásico de 150HP (Prorratedo) el cual tendrá control sobre un motor eléctrico asíncrono trifásico a 440VAC el cual es el componente a cargo del giro de la rueda de observación Ferris, este motor es de una potencia de 20HP este se encuentra dentro de la red industrial de control, en consecuencia, guarda comunicación permanente para reporte de estatus y señales de mando desde controlador principal del diseño.

El controlador principal (PLC) contemplado en el diseño es de tipo modular de alta velocidad de procesamiento, robusto y de uso industrial, este en su lógica de control contempla la operación manual – local, manual – remota y operación automática (servicio), operaciones de sistemas de lazo abierto con retroalimentación de confirmación discretos. Este a su vez cuenta con una interfaz visual con el operador (SCADA) dentro de la misma sala eléctrica en una habitación separada donde el operador tendrá visualización en pantallas de todo el sistema, así como visualización de la rueda de observación Ferris a través de una ventana amplia, esta habitación es la sala de control.

La aplicación SCADA propuesta de 08 pantallas contempla indicadores de estatus, indicadores, registro y tendencia de parámetros operativos importantes (peso en cada

¹ <https://www.inacal.gob.pe/>

cabina, posición de cabinas, corrientes de motor eléctrico, modo de operación actual, etc.), horómetros de tiempo de operación, advertencias y alarmas operativas, para fines de mantenimiento, pruebas y operación con pasajeros.

Controlador principal requiere conexión con los instrumentos, transductores y actuadores en terreno, para ello el diseño contempla recolección de señales en módulos IO remotos (RIO) en cada una de las 12 cabinas las cuales a su vez llegan a un switch de comunicaciones dentro de un gabinete eléctrico al centro de la rueda, esto en una red industrial Ethernet IP en topología estrella. El gabinete que alberga al switch de comunicaciones de 16 puertos de cobre y 04 puertos combo y administrable a capa 02, este enlaza inalámbricamente a otro gabinete de mismas características en la sala de control, el cual a su vez conecta punto a punto también en protocolo Ethernet IP con el controlador principal logrando así enlace con todos los instrumentos, transductores y actuadores en terreno.

Aplicación SCADA contará con una pantalla adicional para controlar el sistema de iluminación LED dinámica, esta pantalla tendrá acción directa sobre lógica en controlador adicional de sistema de iluminación LED, para ello este controlador cuenta con conexión punto a punto en protocolo Ethernet IP con el controlador principal únicamente para operación y monitoreo de sistema de iluminación LED.

El controlador de iluminación LED será responsable del procesamiento necesario para el control de tiras LED montadas en la rueda de observación Ferris. Se contempla en el diseño 96 tiras, de 05 metros cada una y de 150 LED's tipo RBG por metro a 24VDC, en consecuencia, este tendrá control sobre un aproximado de 16000 luces LED tipo RGB que cambiaran de color y presentaran secuencias en color y tiempo previamente configuradas.

Como sistema adicional, las 12 cabinas cuentan con recirculadores de aire, esto con la finalidad de entregar aire fresco a los pasajeros en todo momento y para evitar empañamiento en las ventanas de las cabinas debido a la presencia de pasajeros, esto contempla rejillas con filtros y 02 motores con hélices de 0.33HP sustentado en un análisis de flujos mínimos para áreas cerradas de no fumadores.

Debido a la característica de la rueda ferris de ser un elemento móvil, se contempló en el diseño un sistema para la transferencia de energía de eléctrica no cableada desde la parte estática (columnas) hacia la parte móvil (rueda). Esta consta de dos pistas de

cobre, una de 1500mm de radio y la segunda de 2050 mm de radio las cuales cumplen la función de línea y neutro a 220VAC, estas tendrán contacto permanente con 09 ruedas de cobre cada una, el conjunto podrá transmitir un máximo teórico de 330A.

El presente diseño contempla el mínimo necesario para una operación eficaz y segura sobre el diseño mecánico de rueda de observación Ferris en base normas técnicas nacionales anteriormente mencionadas y a consideraciones adicionales por parte de los diseñadores basados en exigencias y deseos del diseño.

Resultados respecto a exigencias y deseos:

Tabla 13: Lista de Exigencias y Deseos

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Exigencias			
Ítem	Descripción	Resultado	Comentarios
1	La rueda de observación deberá tener un diámetro comprendido entre 25 a 35 metros en la ciudad de Arequipa.	Conseguido	-
2	La cantidad de pasajeros mínima por ciclo de servicio deberá ser superior a 100.	Conseguido	-
3	Deberá ser segura, para salvaguardar la integridad de los pasajeros.	Conseguido	-
4	Deberá de brindar el confort suficiente a los pasajeros, según normas INACAL NTP 924.001, 002, 003, 004, 005.	Conseguido	-
5	El diseño involucrara la selección de componentes y materiales relacionados a control e instrumentación existentes en el mercado nacional en un 70% y del mercado internacional en un 30%.	Conseguido	-
6	La operación de servicio será en turnos diurnos y nocturnos de 8 horas cada uno.	Conseguido	-

7	Evitar el uso de más de un tipo de energía, adicional a la eléctrica baja V.	Conseguido	-
8	Se deberá contar con personal especializado para la supervisión y control de la rueda de observación, así como un staff dedicado al mantenimiento.	Conseguido	-
Deseos			
1	Diseño estético e innovador.	Conseguido	-
2	Cabinas con capacidad semejantes a diseños existentes.	Conseguido	-
3	Contar con un sistema totalmente autónomo.	No conseguido	El diseño contempla un diseño de operación semi automático, se consideró esto debido a que el proceso contempla pasajeros y debe de existir un operador a cargo de monitoreo y toma de decisiones generales a nivel operativo.
4	Contar con sistemas de contingencia a corte de energía eléctrica y emergencias.	No conseguido	El diseño no contempla sistemas de respaldo eléctrico como generadores o sistemas UPS, se contemplaron dentro de la lista de sugerencias.
5	Capacidad de implementar un mantenimiento preventivo y predictivo.	No conseguido	Se recomienda iniciar esta implementación posterior.
6	Contemplar una mínima vida útil en operación constante de 20 años	Conseguido	-



4.2 Costos de Proyecto

Tabla 14: Materiales Parte Mecánica – Eléctrica - Instrumental.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

1. Materiales Parte Mecánica – Eléctrica - Instrumental							
Item	Descripción	Características	Und	Cantidad	P.U. US\$	Total US\$	
1.1	Fabricación de Estructuras Metálicas						
		Perfiles Estructurales (30 kg/m)	ASTM A36	kg	232386.75	\$6.50	\$1,510,513.88
		Uniones Estructurales	ASTM A36	kg	4660.004	\$6.50	\$36,348.03
		Larguero de escaleras	ASTM A36	kg	5000	\$6.50	\$32,500.00
		Barandas (20 kg/m)	ASTM A36	kg	1000	\$6.50	\$6,500.00
		Peldaños escaleras	ASTM A36	kg	500	\$6.50	\$3,250.00
		Plataforma lateral 1	ASTM A36	kg	2500	\$6.50	\$16,250.00
		Plataforma lateral 2	ASTM A36	kg	1850	\$6.50	\$12,025.00
		Soporte de Motor Eléctrico	ASTM A36	kg	300	\$6.50	\$1,950.00
		Soporte de Chumaceras	ASTM A36	kg	1200	\$6.50	\$7,800.00
		Columnas	ASTM A36	kg	6000	\$6.50	\$78,000.00
	Otros adicionales 5%	Pernería en General	kg	1	\$110,000.00	\$110,000.00	
Total						\$1,815,136.91	
1.2	Componentes Mecánicos - Eléctricos						
		Motor Eléctrico Trifásico	Serie1LE0141 IE2 6 Polos 1200 RPM 20HP	EA	1	\$235,000.00	\$235,000.00
		Acople de alta	A90/120 68.60kg	EA	1	\$2,200.00	\$2,200.00
		Reductor de Velocidad Right Angle	Serie 318L421059NPC 1450 RPM	EA	1	\$575,000.00	\$575,000.00
		Acople de baja	BR320 520kg	EA	1	\$4,500.00	\$4,500.00
		Eje Salida de Reductor	300x2270mm AISI 4340	EA	1	\$45,000.00	\$45,000.00
		Piñón Helicoidal	Dia 850mm, ancho 500mm, 45 dientes, 5000kg	EA	1	\$98,000.00	\$98,000.00
	Engranaje Helicoidal	Dia 1900mm, ancho 500mm, 103 dientes, 13300kg	EA	1	\$228,000.00	\$228,000.00	

	Tambor Central	500kg ASTM A36	EA	1	\$55,000.00	\$55,000.00
	Eje Central	440x4800mm AISI 1020	EA	1	\$78,000.00	\$78,000.00
	Acople Central	1967.5kg ASTM A36	EA	2	\$69,000.00	\$138,000.00
	Rodamiento cercano acople de baja	22256 CCK/W33 112kg	EA	1	\$1,350.00	\$1,350.00
	Chumacera cercano acople de baja	SNL 3160	EA	1	\$1,890.00	\$1,890.00
	Rodamiento lejano acople de baja	23144 CCK/W33 52kg	EA	1	\$850.00	\$850.00
	Chumacera lejano acople de baja	SNL 3144	EA	1	\$1,190.00	\$1,190.00
	Rodamiento Engranaje Helicoidal	23092 CA/W33 205kg	EA	1	\$2,550.00	\$2,550.00
	Rodamiento apoyos Eje Central	23196 CAK/W33 470kg	EA	2	\$3,560.00	\$7,120.00
	Chumaceras apoyos Eje Central	SNL 3196 F	EA	2	\$4,984.00	\$9,968.00
	Rodamiento Acople Central	24088 ECA/W33 245kg	EA	2	\$2,780.00	\$5,560.00
	Anillos de transmisión eléctrica	Cobre	EA	1	\$32,000.00	\$32,000.00
	Otros adicionales 5%	Pernería en General	EA	1	\$55,000.00	\$55,000.00
Total						\$1,576,178.00
1.3	Cabinas					
	Eje de Cabina	90x4000mm AISI 4340	EA	12	\$32,000.00	\$384,000.00
	Estructura Cabina	Perfiles C4x5.4 ASTM A36	EA	12	\$3,267.55	\$39,210.60
	Techo falso	3200x2500mm ASTM A36	EA	12	\$533.50	\$6,402.00
	Piso inferior	3200x2500mm ASTM A36	EA	12	\$1,632.40	\$19,588.80
	Piso	3200x2500mm ASTM A36	EA	12	\$1,632.40	\$19,588.80
	Vidrio Lateral Perfilado	Perfilado 3200x2470mm	EA	24	\$6,320.00	\$151,680.00
	Vidrio Lateral Recto	Recto 3000x2270mm	EA	12	\$5,448.00	\$65,376.00
	Puerta de acceso	ESA200 Automatic Sliding Door	EA	12	\$3,000.00	\$36,000.00
	Moto-Ventilador de Cabina	Motor 1F 1/4HP, Ventilador axial 2CC2	EA	48	\$1,300.00	\$62,400.00
	Rodamiento de Pared	C2215K	EA	24	\$450.00	\$10,800.00
	Silla Ergonómica para Cabina	Plástico	EA	120	\$250.00	\$30,000.00
Otros adicionales 5%	Pernería, fluorecestes, plásticos, estructuras varias	EA	1	\$30,000.00	\$30,000.00	
Total						\$855,046.20

Total x Cabina					\$71,253.85
1.4	Componentes Instrumentales				
	1	Chasis contrologix, 7 slots.	1756-A7	1	\$289.00
	2	Chasis contrologix, 10 slots.	1756-A10	2	\$1,398.00
	3	Fuente contrologix	1756-PA75	3	\$1,680.00
	4	Módulo Ethernet	1756-EN2T	3	\$1,698.00
	5	Controlador contrologix	1756-L72	2	\$5,600.00
	6	Módulo Entradas discretas 16 canales	1756-IB16I	1	\$165.00
	7	Módulo salidas digitales 16 canales.	1756-OB16IEF	12	\$2,760.00
	8	Módulo salidas discretas tipo relay 16 canales	1756-OW16I	1	\$265.00
	9	Módulo de entradas análogas 8 canales.	1756-IF8	1	\$445.00
	10	Tapas de relleno	1756-N2	9	\$171.00
	11	Bloques de conexión por tornillo Contrologix	1756-TBCH	3	\$129.00
	12	Punto de acceso inalámbrico.	1783-WAPAK9	2	\$2,940.00
	13	Antena omnidireccional de 04 elementos.	AIR-ANT2544V4M-R	2	\$600.00
	14	Switch de comunicación, no administrable.	1783-US5T	1	\$120.00
	15	Switch administrable, 20 puertos.	1783-HMS16TG4CGN	2	\$7,400.00
	16	Switch de comunicación, 03 puertos	1783-ETAP	12	\$3,000.00
	17	Patch panel industrial.	DCPP8RG	1	\$95.00
	18	Fuente de instrumentación 240W.	1606-XLE240E	16	\$3,440.00
	19	Fuente de instrumentación 480W.	1606-XLS480E	12	\$3,000.00
	20	Circuit breaker 2 polos, 30A.	1492-SP2C300	1	\$25.00
	21	Circuit breaker 2 polos, 25A.	1492-SP2C250	12	\$180.00
	22	Circuit breaker 2 polos, 20A.	1492-SP2C200	2	\$60.00
	23	Circuit breaker 1 polo, 10A.	1492-SP1C100	12	\$180.00
	24	Circuit breaker 1 polo, 5A.	1492-SP1C050	25	\$575.00
	25	Circuit breaker 1 polo, 4A.	1492-SP1C040	13	\$247.00
26	Circuit breaker 1 polo, 2A.	1492-SP1C020	3	\$69.00	

27	Circuit breaker 1 polo, 1A.	1492-SP1C010	16	23	\$368.00
28	Circuit breaker miniatura, 1 polo, 2A.	1492-GH-020	24	15	\$360.00
29	Circuit breaker miniatura, 1 polo, 1A.	1492-GH-010	24	12	\$288.00
30	Bornera de conexión por tornillo, 01 piso, gris.	1492-J3	288	1.71	\$492.48
31	Bornera de conexión por tornillo, 01 piso, gris.	1492-J4	797	1.09	\$868.73
32	Bornera de conexión por tornillo, 01 piso, verde/amarilla.	1492-JG4	102	3	\$306.00
33	Soporte para marcado de grupo, gris.	1492-GM35	316	0.99	\$312.84
34	Tope de retención.	1492-EAJ35	132	2.2	\$290.40
35	Bornera porta fusible, 01 piso, indicador de neón, 300VAC.	1492-H4	152	8.9	\$1,352.80
36	Bornera porta fusible, 01 piso, indicador LED, 30VDC.	1492-H5	76	8.5	\$646.00
37	Bornera porta fusible, 01 piso, indicador LED, 30VDC.	1492-WFB424	444	8	\$3,552.00
38	Tapa de cierre de borneras H4 y H5.	1492-N37	50	1.1	\$55.00
39	Tapa de cierre de borneras J4.	1492-EBJ3	4	0.99	\$3.96
40	Relé de uso general, bobina 24VDC	700-HA32Z24	28	13	\$364.00
41	Relé de uso general, bobina 220VAC	700-HA32A2	28	13	\$364.00
42	Base para relé, 08 pines.	700-HM100	56	10	\$560.00
43	Luz piloto LED, verde.	800H-QRTH2G	5	49	\$245.00
44	Luz piloto LED, rojo.	800H-QRTH2R	1	49	\$49.00
45	Luz piloto LED, ámbar.	800H-QRTH2A	1	49	\$49.00
46	Selector de 02 posiciones mantenidas.	800H-HR2A	27	29	\$783.00
47	Pulsador de hongo retentivo.	800-FRXTQH2RA1	26	29	\$754.00
48	Pulsador momentaneo, verde	800T-A1A	25	29	\$725.00
49	Pulsador momentaneo, rojo.	800T-A6A	25	29	\$725.00
50	Armario autosoportado, TS8, IP55.	886.5000	1	600	\$600.00
51	Armario compacto, AE, IP66	1073.5000	12	190	\$2,280.00
52	Armario compacto, AE, IP66	1014.600	1	620	\$620.00
53	Caja mural policarbonato, IP66.	7451.0000	12	120	\$1,440.00
54	Tablero autosoportado.	8886.500	2	550	\$1,100.00

55	Armario compacto AE, IP66	1014.600	14	300	\$4,200.00
56	Armario compacto AE, IP66		12	90	\$1,080.00
57	Fuente de poder Flex IO.	1794-PS3	12	199	\$2,388.00
58	Adaptador Ethernet point IO.	1734-AENT	12	225	\$2,700.00
59	Módulo de entrada discreta point IO, 8 canales.	1734-IV8	24	109	\$2,616.00
60	Módulo de salidas discretas point IO, 8 canales.	1734-OW8	24	45	\$1,080.00
61	Módulo de entradas análogas point IO, 04 canales.	1734-IE4C	12	229	\$2,748.00
62	Base terminal para módulos point IO.	1734-TBS	60	20	\$1,200.00
63	Variador de velocidad, 480VAC, 3ph, 150Hp Heavy duty w/ freno	20F1AND248AA0NNNNN	1	12499	\$12,499.00
64	Interface humana, teclado alfa numérico, montaje superficial.	20-HIM-C6S	1	195	\$195.00
65	Módulo I/O adicional, 6 entradas digitales, 2 salidas tipo relé.	20-750-2262D-2R	1	225	\$225.00
66	Módulo de comunicaciones ethernet, 02 puertos.	20-COMM-E	1	229	\$229.00
67	Reactancia de línea de entrada, 250A, 600V.	1321-3R200-B	1	899	\$899.00
68	Reactancia de línea de salida, 250A, 600V.	1321-3R200-C	1	1099	\$1,099.00
69	Circuit breaker, 700A, 3ph.	140G-M0F3-D63	1	379	\$379.00
70	Motor protection circuit breaker, 400A, adjustable.	140MG-K8P-D40	1	650	\$650.00
71	Base porta fusibles, tripolar, clase J.	6633J	1	800	\$800.00
72	Fusible de acción rápida clase J, 550A.	HSK550	3	140	\$420.00
73	Transformador estándar 350A.	1497-F-BASX-1-N	1	130	\$130.00
74	Base porta fusibles, 2 polos, para fusibles CC, 30A.	1492-FB2C30	1	30	\$30.00
75	Fusibles tipo CC, 3.5A.	ATQR3-1/2	3	7.5	\$22.50
76	Fuente 24VDC, compacto, 0.5A.	2868596	1	76	\$76.00
77	Relé de estado sólido optoacoplado, salida 24VDC.	700-SH5FZ24	288	15	\$4,320.00
78	Tiras de iluminación LED (150 unidades por tira)	RGB150 (ColorBright)	96	17	\$1,632.00
79	Micro-ALU, LED Extrusion. Aluminum.	B1888 (Klus Design)	96	6.27	\$601.92
80	PC en sala de control.		1	4000	\$2,500.00
81	Licencias PLC y sala de control, nivel operador.		1	1800	\$1,800.00
Total					\$102,604.63

Tabla 15: Resumen Materiales

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

Item	Resumen Materiales	
1.1	Fabricación Estructuras Metálicas	\$1,815,136.91
1.2	Componentes Mecánicos - Eléctricos	\$1,576,178.00
1.3	Cabinas	\$855,046.20
1.4	Componentes Instrumentales	\$102,604.63
Total		\$4,348,965.74

Tabla 16: Equipos

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

2. Equipos						
Item	Nº	Descripción	Cantidad Und	Cantidad Dias	Precio Unit	Precio Total
2.1	1	Grúa 700 Ton	1	30	\$5,000.00	\$150,000.00
	2	Grúa 300 Ton	1	120	\$2,500.00	\$300,000.00
	3	Camion 15-20 Ton	2	300	\$250.00	\$150,000.00
	4	Camion Camabaja	1	30	\$250.00	\$7,500.00
	5	Maquina de soldar	6	90	\$1,100.00	\$594,000.00
	6	Camioneta Pick up	6	300	\$90.00	\$162,000.00
	7	Mini Van	2	300	\$120.00	\$72,000.00
	8	Grupo Electrogeno	1	300	\$250.00	\$75,000.00
Total						\$1,510,500.00

Tabla 17: Mano de Obra

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

3. Mano de Obra						
		Dias Proyecto	300	Meses Proy.	10.00	
Item	Descripción	Qty Pers/Turno	Qty Turnos	Tarifa	Costo/Turno	Costo Total
3.1	Jefatura General Proyectos					
	Jefe Projectista	1	300	\$20.00	\$240.00	\$72,000.00
	Jefe de Calidad	1	300	\$16.36	\$196.36	\$58,909.09
	Jefe de Seguridad	1	300	\$15.45	\$185.45	\$55,636.36
	Ingeniero de Proyectos	1	300	\$15.45	\$185.45	\$55,636.36
	Planner General	1	300	\$14.55	\$174.55	\$52,363.64
Total						\$294,545.45
Item	Descripción	Qty Pers/Turno	Qty Turnos	Tarifa	Costo/Turno	Costo Total
3.2	Montaje Mecanico de Ferris Wheel					
	Supervisor de Campo	1	300	\$10.91	\$130.91	\$39,272.73
	Supervisor de Seguridad	1	300	\$9.09	\$109.09	\$32,727.27
	Planner	1	300	\$8.18	\$98.18	\$29,454.55
	Mecanico Lider	2	300	\$8.64	\$103.64	\$62,181.82
	Soldadores	6	180	\$7.27	\$87.27	\$94,254.55
	Tecnico Mecanico	12	300	\$6.36	\$76.36	\$274,909.09
	Vigia	2	300	\$1.82	\$21.82	\$13,090.91
Total						\$545,890.91
Item	Descripción	Qty Pers/Turno	Qty Turnos	Tarifa	Costo/Turno	Costo Total
3.3	Instalación Eléctrica Instrumental de Ferris Wheel					
	Ingeniero de Comisionamiento	1	60	\$18.00	\$216.00	\$12,960.00

Programador	1	60	\$18.00	\$216.00	\$12,960.00
Supervisor de Campo	1	150	\$12.00	\$144.00	\$21,600.00
Supervisor de Seguridad	1	150	\$10.00	\$120.00	\$18,000.00
Planner	1	75	\$9.00	\$108.00	\$8,100.00
Electricista & Instrumentista Lider	1	150	\$9.50	\$114.00	\$17,100.00
Tecnico Electricista & Instrumentista	8	150	\$8.00	\$96.00	\$115,200.00
Total					\$205,920.00

Tabla 18: Resumen Mano de Obra

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C

Item	Resumen Mano de Obra	
3.1	Jefatura General Proyectos	\$294,545.45
3.2	Montaje Mecanico de Ferris Wheel	\$545,890.91
3.3	Instalacion Electrica Instrumental de Ferris Wheel	\$205,920.00
Total		\$1,046,356.36

Tabla 19: Resumen Mano de Obra

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C

Item	Descripción	TOTAL US\$
1	Materiales	\$4,348,965.74
2	Equipos	\$1,510,500.00
3	Mano de Obra	\$1,046,356.36
4	Gastos Administrativos	\$100,000.00
Total		\$7,005,822.10

CONCLUSIONES

- ❖ Se completó el diseño instrumental, de control y eléctrico complementario del Ferris Wheel, considerando su posible construcción en la ciudad de Arequipa.
- ❖ Se completó el diseño eléctrico / instrumental relacionado al sistema de control, actuadores e iluminación LED del sistema Ferris Wheel, el diseño está contemplado en planos eléctricos, planos instrumentales, planos de red, y planos layout, así como en arreglos generales.
- ❖ Se completó el diseño de filosofía de control (descripción funcional) la cual en base a diseño eléctrico / instrumental contempla la manera en la que Ferris Wheel operará desde un punto lógico y la operación desde un punto de interfaz humana con el operador del equipo (Sistema SCADA – “Supervisory Control and Data Acquisition”).
- ❖ Se completó la selección de componentes de equipamiento eléctrico, instrumental relacionado al sistema de control, actuadores e iluminación LED, todo mediante criterios técnicos normados y brindados por fabricantes.
- ❖ Se estimó los costos de un Ferris Wheel en Arequipa totalizando \$7,005,822.10 dólares, para la inversión de construcción y puesta en marcha del proyecto, considerando 10 meses desde preparativos hasta puesta en marcha.
- ❖ El trabajo de focus group recogido entre agentes relaciones a proyectos arquitectónicos y de desarrollo de la ciudad, obtuvo como resultado un dictamen favorable para realizar un proyecto de esta envergadura.

RECOMENDACIONES

- ❖ Mejorar capa física de red de comunicación entre tablero de comunicaciones en centro de la rueda y tableros remotos, actualmente se cuenta con una topología de tipo estrella que no ofrece protección frente a pérdidas de comunicación punto a punto. La topología recomendada puede ser la de tipo anillo, esto involucrará el montaje adicional de 01 switch en cada tablero remoto pues requiere dos o más puntos de conexión RJ45 en cada tablero remoto para esta configuración.
- ❖ Mejorar protección frente a fallas en controladores del sistema, puede contemplarse duplicidad de controladores, es decir, controladores redundantes, esto protege la operación frente a falla de uno de estos, los controladores redundantes pueden ser instalados en cada controlador actual, uno para cada uno.
- ❖ Contemplar un sistema de generadores en caso exista corte de energía en la etapa de potencia (Motor eléctrico) y sistemas generales como pulsadores de emergencia, mandos de control, sistemas de alarma visual, luces de emergencia y sistema(s) UPS para la etapa de control e instrumentación. Ambos con una autonomía al corte de suministro de al menos 30 minutos.
- ❖ Mejorar electrónicamente y automáticamente la estabilidad de cabinas, logrando contar con cabinas sin asientos y de mayor capacidad, el sistema compensa el peso de los pasajeros y genera fuerzas opuestas para que el piso se encuentre con una inclinación cercana a cero referentes al piso y/o horizonte.
- ❖ Implementar el plan de mantenimiento preventivo eléctrico e instrumental del Ferris Wheel, incluso el mantenimiento Overhaul pasados 30 años en operación.
- ❖ Desarrollar la viabilidad del proyecto, considerando que en otros lugares del mundo hay una tarifa por persona para ingreso a este atractivo. Se propuso un valor de \$10 por persona, después de realizar un benchmarking con los Ferris Wheel más relevantes.
- ❖ Se sugiere profundizar a futuro este proyecto con la norma INACAL NTP 924.002 – 2014 basada en la normal ASTM F770 acerca de la práctica estándar para propiedad, operación y mantenimiento e inspección de juegos mecánicos y dispositivos.
- ❖ Implementar dispositivos de comunicación entre cabinas y sala de control principal, sistema similar al que se tiene en los ascensores, para contingencia frente a fallas o emergencias en operación de servicio.

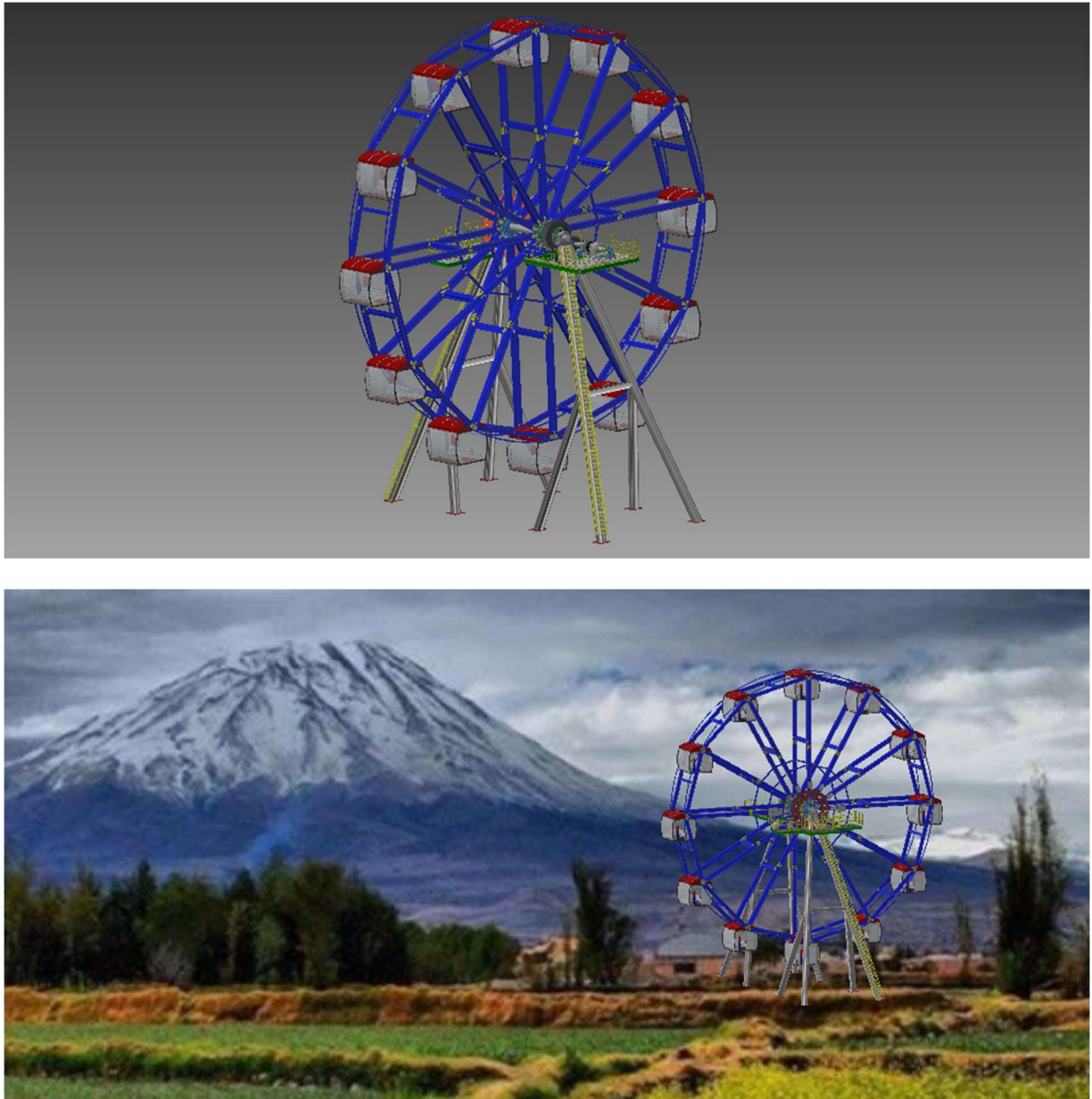


Fig. 99 Arriba, diseño CAD de rueda de observación. Abajo: Presentación preliminar de ubicación, ubicación final en la ciudad no en la campiña.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

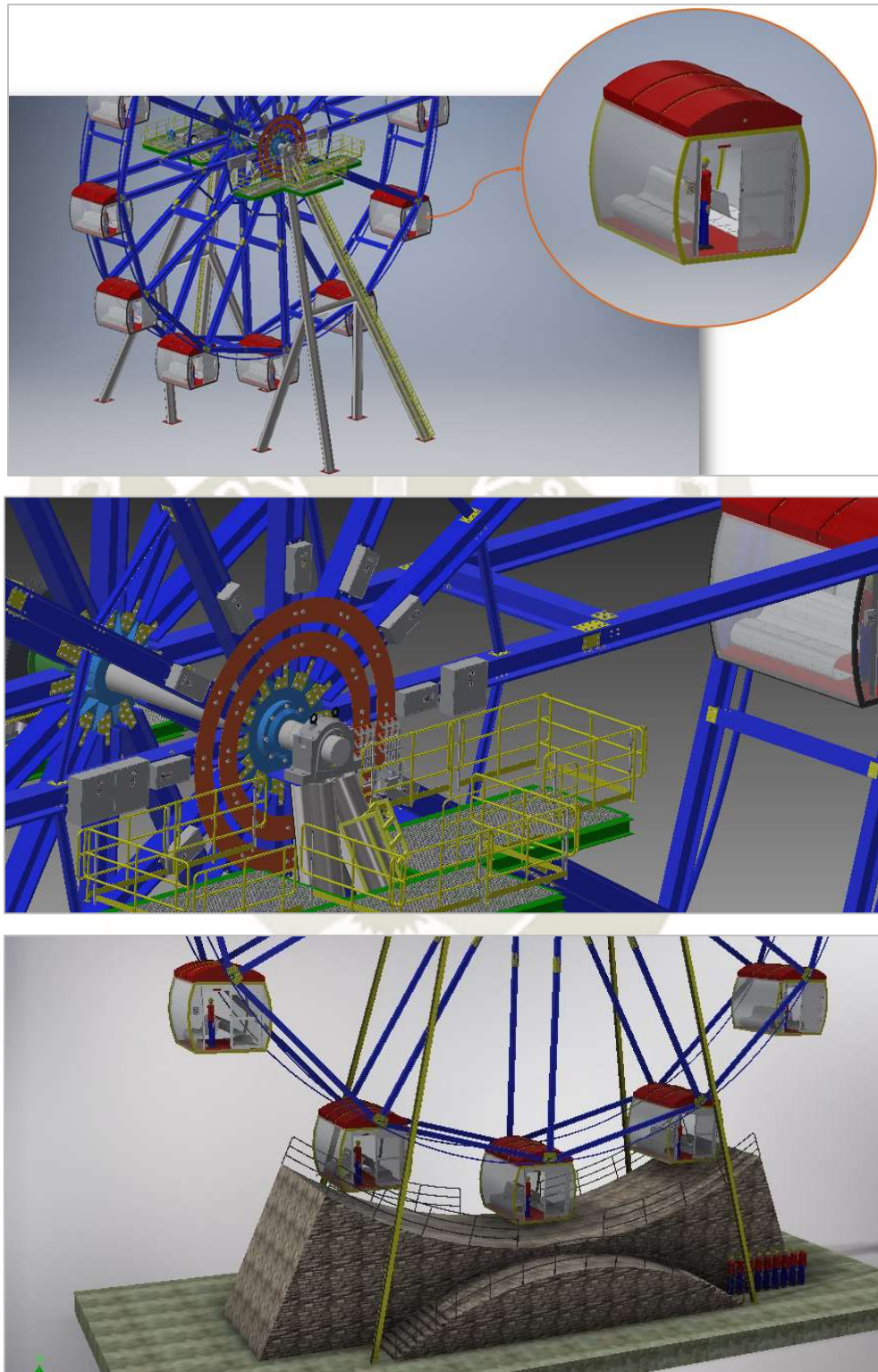


Fig. 100 Arriba: Diseño CAD. Centro: Eje central y gabinetes. Abajo: Zona de embarque.

Fuente: Proyecto de investigación.

Autor: Jonathan Menis C.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dumlija M. (2019). Chicago`s Ferris Wheel story, 2019. <http://www.architecture.org/news/evolving-chicago/chicagos-ferris-wheel-story/>
2. Observation Wheel Directory (2014). Ferris Wheel History: Past, Present and Future <http://www.observationwheeldirectory.com/ferriswheelarticles/ferris-wheel-history/>
3. Anderson N., (1992), Ferris Wheel An Illustrated History, Ohio EEUU, Bowling green state university popular press, Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=SkFQ5tgWKfEC&printsec=frontcover&dq=Ferris+wheels:+an+illustrated+history&cd=1&redir_esc=y#v=onepage&q=Ferris%20wheels%3A%20an%20illustrated%20history&f=false
4. Visitar Chicago, (2006), La Rueda de Chicago, 2019 <https://visitarchicago.com/archive/la-rueda-de-chicago/>
5. The London Eye (2014), Take Note all you need to know about the London Eye, <https://www.londoneye.com/media/42154/london-eye-press-pack-2014.pdf>
6. Wiki Arquitectura, (2001), Edificio London Eye, 2000 <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/london-eye/>
7. Time Out Dubai (2016), Ain Dubai is the new name for Dubai-I – update, <https://www.timeoutdubai.com/aroundtown/news/72177-ain-dubai-is-the-new-name-for-dubai>
8. Im on holidays (2017), Ain Dubai – The world`s largest Ferris Wheel, <http://blog.imonholidays.com/ain-dubai-worlds-largest-ferris-wheel/>
9. William Bolton (2006) Ingeniería de control. 2da edición. Editorial Alfaomega. México.
10. Katsuhiko Ogata (2003) Ingeniería de control moderna. 4ta edición. Editorial Prentice Hall. Madrid. Capítulo 01, pág. 07.
11. Katsuhiko Ogata (2003) Ingeniería de control moderna. 4ta edición. Editorial Prentice Hall. Madrid. Capítulo 01, pág. 06.
12. Leonel Corona, Griselda Abarca & Jesús Mares (2014) Sensores y actuadores. 1era edición. Editorial Grupo editorial Patria. México. Capítulo 01, pág. 02.
13. Real academia española (2014) Diccionario de la lengua española. 23va edición. Editorial España. España.
14. Leonel Corona, Griselda Abarca & Jesús Mares (2014) Sensores y actuadores. 1era edición. Editorial Grupo editorial Patria. México. Capítulo 01, pág. 17.
15. William Bolton (2002) Mecatrónica: Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica. 2da edición. Editorial Marcombo, España, pág. 122.

16. Manuel Álvares (2000) Convertidores de frecuencia, controladores de motores y SSR. 1era edición. Editorial Marcombo. Capítulo 01, pág. 02.
17. Gordon Clarke & Deon Reynders (2004) Modern SCADA Protocols. 1era edición. Editorial Elsevier. Gran Bretaña. Capítulo 01, pág. 13.
18. Tarik Ozkul (2010) Fieldbus Network Design: Real-time Industrial Networks. 1era edición. Editorial Tarik Ozkul, Estados unidos. Capítulo 01, pág. 01.



ANEXOS Y TABLAS



ANEXO 1: Tabla de Alarmas y Eventos

TABLA NRO. 76

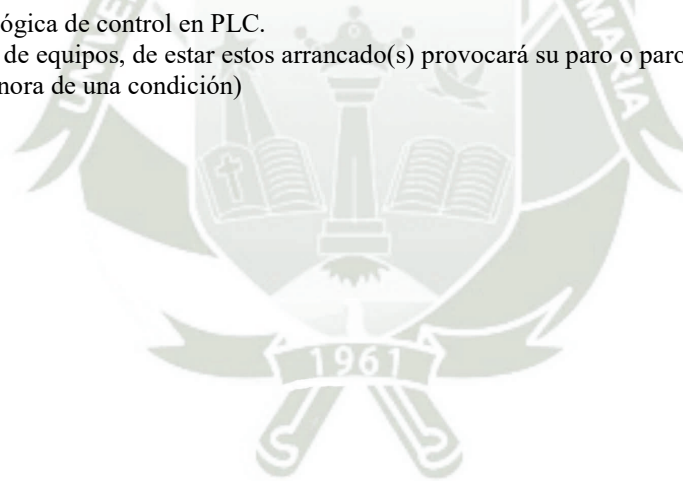
ALARMAS Y EVENTOS

TRIGGER	MENSAJE	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN	TIPO
Nota 1	“Operación manual local activa”	1. Selectores en posición de operación Manual local.	1. Cambiar el modo de operación. 2. Verificar la conexión de selectores.	E
Nota 1	“Operación manual remota activa”	1. Selectores en posición de operación manual remota.	1. Cambiar el modo de operación. 2. Verificar la conexión de sectores.	E
Nota 1	“Operación automática activa”	1. Selectores en posición de operación automática.	1. Cambiar el modo de operación. 2. Verificar conexión de selectores.	E
Nota 1	“Selectores de operación en posición errónea”	1. Selectores en posición no correspondiente a ningún tipo de operación”	1. Mover los selectores a una posición correcta según la operación deseada. 2. Verificar conexión de selectores.	A
Nota 1	“Parada de Emergencia en sala de control”	1. Pulsador de emergencia de sala de control presionado.	1. Liberar el pulsador. Verificar conexión de pulsador.	A
Nota 1	“Parada de Emergencia en campo”	1. Pulsador de emergencia de campo presionado.	1. Liberar el pulsador. 2. Verificar conexión de pulsador.	A
Nota 1	“Parada de Emergencia en tablero de control motor”	1. Pulsador de emergencia de tablero de control de motor presionado.	1. Liberar el pulsador. 2. Verificar conexión de pulsador.	A
Nota 1	“Pulsador de alarma en cabina nro. x accionado”	1. Pulsador de alarma de cabina nro. “x” presionado.	1. Verificar la excusa de accionamiento. 2. Liberar el pulsador.	E
Nota 1	“Sobrecarga en motor principal”	1. Posible bloqueo mecánico del giro de la rueda. 2. Falla en conexión eléctrica del motor principal. 3. Falta de mantenimiento en motor principal.	1. Corregir fallas en conexiones eléctricas de potencia. 2. Retirar cualquier bloqueo que impida el giro de la rueda. 3. Programar y cumplir con las tareas de mantenimiento.	A
Nota 1	“Sobrecarga de pasajeros en cabina nro. x”	1. Nro. De pasajeros en cabina “x” excedido. 2. Celda de carga averiada.	1. Reducir la cantidad de pasajeros en la cabina “x”. 2. Reparar o reemplazar el sensor.	A

Nota 1	“Selector en posición enable en cabina nro. x”	1. Selector de cabina nro. x en posición habilitada estando en operación manual remota o automática.	1. Retornar a operación manual local, de ser necesario girar la rueda y colocar nuevamente el(los) selector(es) en posición local deshabilitada.	A
Nota 1	“Selector en posición enable en tablero de motor principal”	1. Selector de tablero de control de motor principal en posición habilitado en operación manual remota o automática.	1. Retornar a operación manual local, y posicionar el selector en posición local deshabilitado.	A
Nota 1	“Giro restringido, puerta abierta”	1. Puerta abierta al cambiar de cabina en abordaje de pasajeros.	1. Cerrar la puerta antes de accionar el comando de cambio de cabina para continuar con el abordaje de pasajeros.	A
Nota 1	“Puerta Abierta, paro forzado”	1. Puerta abierta en operación automática.	1. Verificar visualmente si la puerta se encuentra abierta. 2. De estar abierta, cambiar a modo manual remoto y enviar comando de cierre. 3. De ser necesario girar a la rueda y llevar la cabina a la zona de embarque y responder a la emergencia.	A

Nota 1: Tag será indicado en implementación de lógica de control en PLC.

Leyenda: A: Alarma (Deshabilita el arranque de equipos, de estar estos arrancado(s) provocará su paro o paro del sistema)
E: Evento (Indicación visual y/o sonora de una condición)



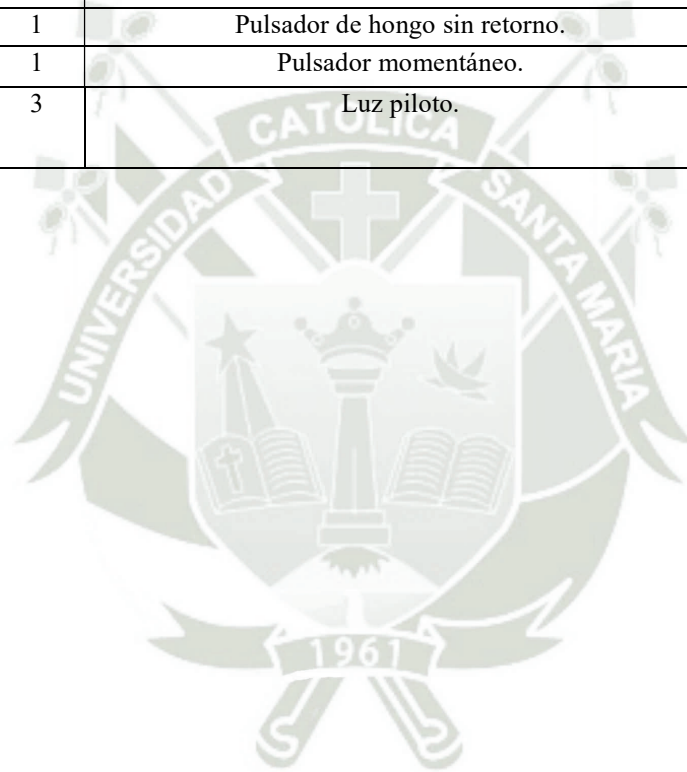
ANEXO 2: Tabla de Actuadores e Instrumentos

TABLA NRO. 77

ACTUADORES E INSTRUMENTOS

ITEM	TAG	QTY	DESCRIPCIÓN	SERVICIO
Campo (Rueda de observación)				
1	M1	1	Motor principal de la rueda de observación.	Giro de rueda de observación.
2	XSL001 & XSL002	2	Poste de luz de tres colores.	Indicación de Alarma, emergencia, u operación normal.
3	HSS013 & HSS014	2	Pulsador de hongo sin retorno.	Emergencia del sistema.
Campo (Cabinas)				
4	ZEC001 al ZEC024	24	Switch de posición sellado, trabajo pesado.	Posición de cabinas en zona de embarque.
5	ZECC001 al ZECC012	12	Switch de posición de trabajo pesado.	Confirmación de cierre de puerta de cabina.
6	ZECO001 al ZECO002	12	Switch de posición de trabajo pesado.	Indicación de apertura de puerta de cabina.
7	WS001 al WS012	12	Celda de carga	Sensado de peso en cada cabina.
8	WT001 AL WT012	12	Transimor de celda de carga.	Sensado de peso en cada cabina.
9	HSC001 al HSC012 & HSC001A al HSC012A	24	Pulsador momentáneo.	Mando de cierre local de puerta de cabina.
10	HSO001 al HSO012 & HSO001A al HSO012A	24	Pulsador momentáneo.	Mando de apertura local de puerta de cabina.
11	SEL001 al SEL012 & SEL001A al SEL012A	24	Selector de dos posiciones.	Selección de mando local o remoto/automático en cabina.
12	HSS001 al HSS012	12	Pulsador de hongo sin retorno.	Alarma dentro de cabinas.
13	DC001 al DC012	12	Controlador de puertas deslizantes.	Apertura y cierre de puertas automáticas deslizantes.
14	DS001 al DS012	12	Bloqueo eléctrico de cierre de puertas.	Bloqueo eléctrico de cierre de puertas.
15	MV01 al MV12	12	Motor de ventilador extractor	Recirculación de aire en cada cabina
16	PD001 al PD012	12	Puerta deslizante.	Embarque y desembarque de pasajeros en cabinas.
Tablero de control principal				
17	SELC001 & SELC002	2	Selector de dos posiciones	Selección de tipo de operación.

18	YLK001, YLK002, YLK003 & YLK004	4	Luz piloto.	Indicación de estado del sistema, falla, alarma, operación normal, operación local
19	HSS015	1	Pulsador de hongo sin retorno.	Emergencia del sistema.
Tablero de control motor				
20	SELC101	1	Selector de dos posiciones	Selección Manual/Remoto
21	HSS016	1	Pulsador de hongo sin retorno.	Emergencia del sistema.
22	HS001 & HS002	1	Pulsador momentáneo.	Arranque y paro manual de motor principal.
23	YLK005, YLK006 & YLK007	3	Luz piloto.	Indicación de estado del motor principal: corriendo, paro, falla.



ANEXO 3: Tabla de Permisivos e Interlocks

TABLA NRO. 78

PERMISIVOS E INTERLOCKS

EQUIPO / INSTRUMENTO	CONDICIÓN DE ENCLAVAMIENTO	ENCLAVAMIENTO	
		PERMISIVO	INTERLOCK
M1	El motor principal no arrancará de encontrarse en condición de sobrecarga en cualquier tipo de operación.		✓
M1	El motor principal no arrancará de encontrarse algún pulsador de emergencia activado en cualquier tipo de operación.		✓
M1	El motor principal no arrancará de encontrarse alguna puerta abierta en operación automática.		✓
M1	El motor principal no arrancará por medio de pulsadores locales si el sistema no se encuentra en operación manual local.		✓
PD001 al PD012	Las puertas deslizantes no podrán abrirse en ningún tipo de operación de encontrarse bloqueadas eléctricamente por medio de “strikes”.		✓
PD001 al PD012	Las puertas no podrán ser abiertas o cerradas de encontrarse los pulsadores de emergencia accionados en cualquier tipo de operación.		✓
PD001 al PD012	Las puertas deslizantes solo podrán ser abiertas o cerradas en operación automática y en la zona de embarque desde la aplicación SCADA.		✓

PD001 al PD012	Las puertas deslizantes sólo podrán ser abiertas o cerradas en operación Manual remota en cualquier punto desde la aplicación SCADA.		✓
PD001 al PD012	Las puertas solo podrán ser abiertas o cerradas localmente por medio de pulsadores en operación manual local.		✓
PD001 al PD012	Las puertas frenaran su cierre de encontrar algún objeto o detectar un atrapamiento.		✓



ANEXO 4: Tabla de Listado de Señales – Tablero de Control Principal

TABLA NRO. 79

LISTADO DE SEÑALES – TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL

TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL			
MODULO (SLOT)	DIRECCIÓN	ETIQUETA PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
DIGITAL INPUTS 1756-IB16I (SLOT 2)	Local:2:I.Data.0	SELC001M	Selector SELC001, posición “Automática”.
	Local:2:I.Data.1	SELC001A	Selector SELC001, posición “Manual”.
	Local:2:I.Data.2	SELC002L	Selector SELC002, posición “Remoto”.
	Local:2:I.Data.3	SELC002R	Selector SELC002, posición “Local”.
	Local:2:I.Data.4	HSS015	Pulsador de emergencia y paro en tablero.
	Local:2:I.Data.5	HSS013	Pulsador de emergencia de terreno #1.
	Local:2:I.Data.6	HSS014	Pulsador de emergencia de terreno #2.
	Local:2:I.Data.7	SELC101LE	Selector SELC101 de motor, operación “Local Disable”.
	Local:2:I.Data.8	SELC101LD	Selector SELC101 de motor, operación “Local Enable”.
	Local:2:I.Data.9	-	Reserva
	Local:2:I.Data.10	-	Reserva
	Local:2:I.Data.11	-	Reserva
	Local:2:I.Data.12	-	Reserva. (Acondicionado con relé electromecánico para recibir señales alternas de 120 o 240VAC).
	Local:2:I.Data.13	-	Reserva. (Acondicionado con relé electromecánico para recibir señales alternas de 120 o 240VAC).
	Local:2:I.Data.14	-	Reserva. (Acondicionado con relé electromecánico para recibir señales alternas de 120 o 240VAC).
Local:2:I.Data.15	-	Reserva. (Acondicionado con relé electromecánico para recibir señales alternas de 120 o 240VAC).	
DIGITAL RELAY OUTPUTS	Local:3:O.Data.0	YLK001	Luz Piloto verde, operación normal.
	Local:3:O.Data.1	YLK002	Luz piloto roja, emergencia/paro.

1756-OW16I (SLOT 3)	Local:3:O.Data.2	YLK003	Luz piloto ámbar, alarma.
	Local:3:O.Data.3	YLK004	Luz piloto roja, operación local.
	Local:3:O.Data.4	XSL001G	Luz de poste1 verde, operación normal.
	Local:3:O.Data.5	XSL001R	Luz de poste1 roja, emergencia/paro.
	Local:3:O.Data.6	XSL001A	Luz de poste1 ámbar, alarma.
	Local:3:O.Data.7	XSL002G	Luz de poste2 verde, operación normal.
	Local:3:O.Data.8	XSL002R	Luz de poste2 roja, emergencia/paro.
	Local:3:O.Data.9	XSL002A	Luz de poste2 ámbar, alarma.
	Local:3:O.Data.10	-	Reserva.
	Local:3:O.Data.11	-	Reserva.
	Local:3:O.Data.12	-	Reserva. (Acondicionado para brindar salida digital a 220VAC).
	Local:3:O.Data.13	-	Reserva. (Acondicionado para brindar salida digital a 220VAC).
	Local:3:O.Data.14	-	Reserva. (Acondicionado para brindar salida digital a 220VAC).
	Local:3:O.Data.15	-	Reserva. (Acondicionado para brindar salida digital a 220VAC).
	ANALOG INPUTS (SLOT 4)	Local:4:I.Ch0Data	-
Local:4:I.Ch1Data		-	Reserva.
Local:4:I.Ch2Data		-	Reserva.
Local:4:I.Ch3Data		-	Reserva.
Local:4:I.Ch4Data		-	Reserva.
Local:4:I.Ch5Data		-	Reserva.
Local:4:I.Ch6Data		-	Reserva.
Local:4:I.Ch7Data		-	Reserva.

ANEXO 5: Tabla de Listado de Señales – Tablero Remoto

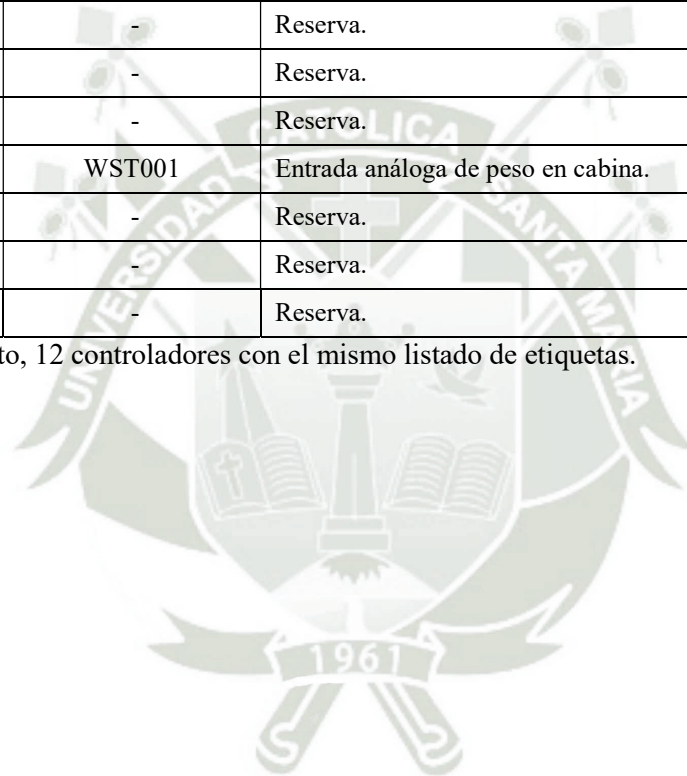
TABLA NRO. 80

LISTADO DE SEÑALES – TABLERO REMOTO

TABLERO REMOTO #1			
MODULO (SLOT)	DIRECCIÓN	ETIQUETAS PROGRAMA	DESCRIPCIÓN
DIGITAL INPUTS 1734-IV8 (SLOT 1)	Remote1:1:I.0	ZEC001	Switch de posición 1. (Cabina en zona de embarque)
	Remote1:1:I.1	ZEC002	Switch de posición 2. (Cabina en zona de embarque)
	Remote1:1:I.2	ZECC001	Switch de confirmación de cierre de puerta deslizante.
	Remote1:1:I.3	ZECO001	Switch de confirmación de apertura de puerta deslizante.
	Remote1:1:I.4	SEL001	Selector “Local Enable/Local Disable”, tablero interior. (1=Disable 0=Enable)
	Remote1:1:I.5	HSO001	Pulsador momentáneo, apertura forzada local de puerta deslizante, tablero interno.
	Remote1:1:I.6	HSC001	Pulsador momentáneo, cierre forzado local de puerta deslizante, tablero interior.
	Remote1:1:I.7	HSS001	Pulsador de alarma, tablero interior.
DIGITAL INPUTS 1734-IV8 (SLOT 2)	Remote1:2:I.0	SEL001A	Selector “Local Enable/Local Disable”, tablero exterior. (1=Disable 0=Enable)
	Remote1:2:I.1	HSO001A	Pulsador momentáneo, apertura forzada local de puerta deslizante, tablero exterior
	Remote1:2:I.2	HSC001A	Pulsador momentáneo, cierre forzado local de puerta deslizante, tablero exterior
	Remote1:2:I.3	-	Reserva.
	Remote1:2:I.4	-	Reserva.
	Remote1:2:I.5	-	Reserva.
	Remote1:2:I.6	-	Reserva.
	Remote1:2:I.7	-	Reserva.
DIGITAL OUTPUTS	Remote1:3:O.0	DC001O	Mando de apertura de puerta deslizante. (Auto)


1734-OW4 (SLOT 3)	Remote1:3:O.1	DC001C	Mando de cierre de puerta deslizante. (Auto)
	Remote1:3:O.2	MV01	Mando de encendido de ventilador de cabina.
	Remote1:3:O.3	DS001	Mando de bloqueo eléctrico de puerta deslizante.
DIGITAL OUTPUTS 1734-OW4 (SLOT 4)	Remote1:4:O.0	-	Reserva.
	Remote1:4:O.1	-	Reserva.
	Remote1:4:O.2	-	Reserva.
	Remote1:4:O.3	-	Reserva.
1734-IE4C (SLOT 5)	Remote1:5:I.Ch0Data	WST001	Entrada análoga de peso en cabina.
	Remote1:5:I.Ch1Data	-	Reserva.
	Remote1:5:I.Ch2Data	-	Reserva.
	Remote1:5:I.Ch3Data	-	Reserva.

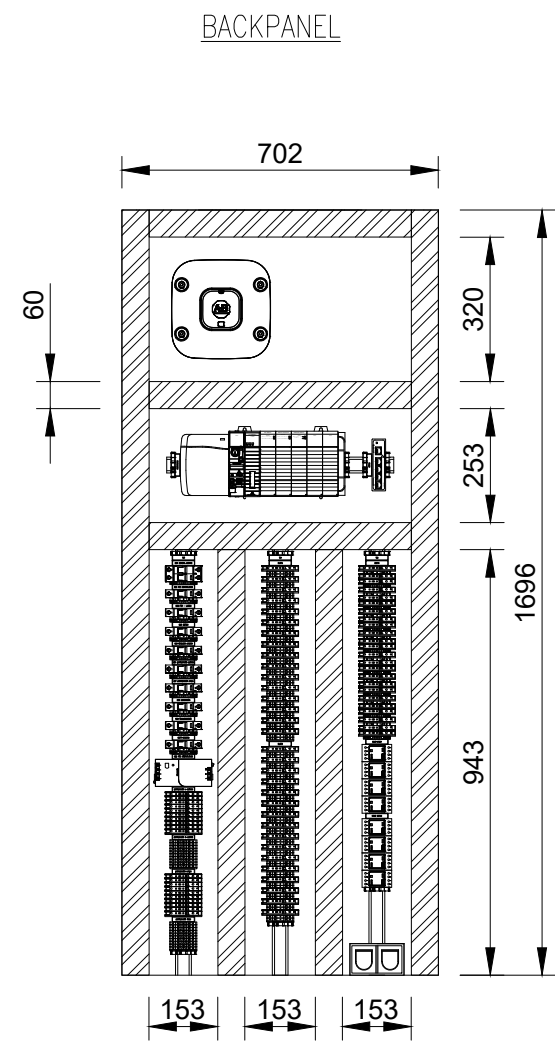
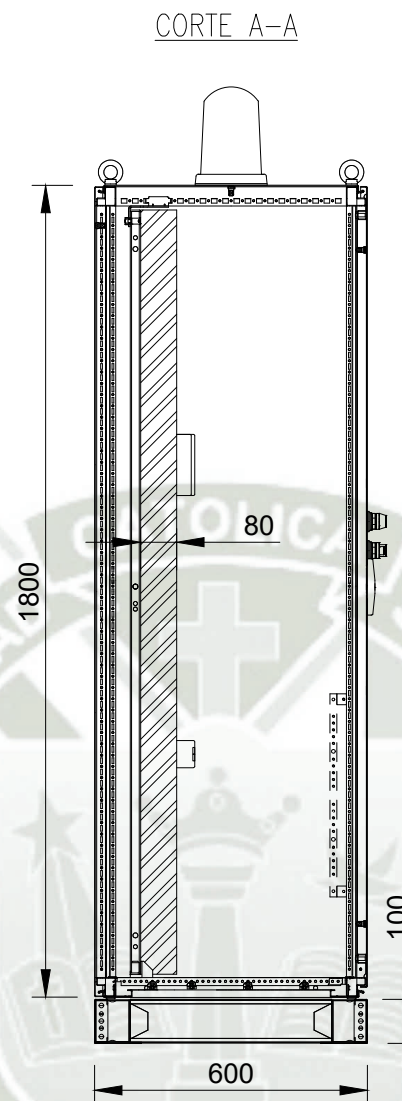
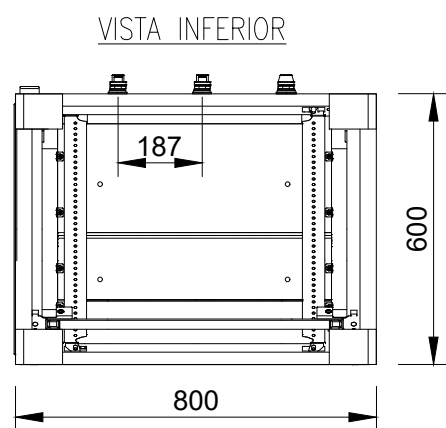
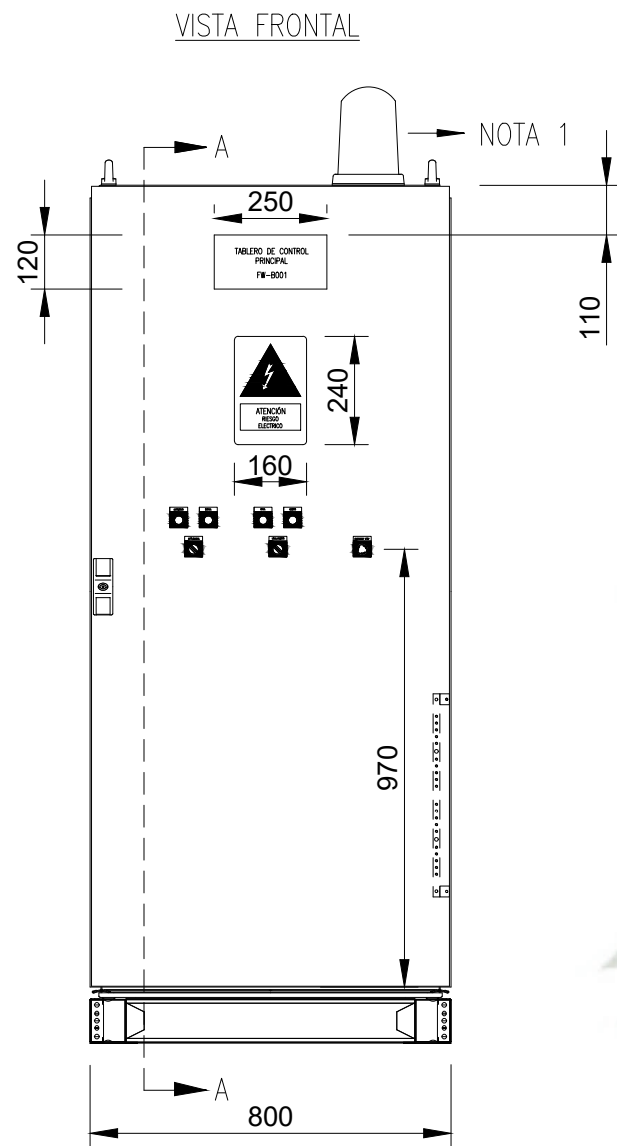
Nota: Se cuentan con 12 cabinas, por lo tanto, 12 controladores con el mismo listado de etiquetas.






ITEM	N° DE PLANO	DESCRIPCION
1	A3-FW001-073-001-001	CARATULA
2	A3-FW001-073-001-002	INDICE
3	A3-FW001-073-001-003	DIAGRAMA DE DIMENSIONES
4	A3-FW001-073-001-004	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION
5	A3-FW001-073-001-005	LISTA DE EQUIPAMIENTO
6	A3-FW001-073-001-006	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE FUERZA -- TBO
7	A3-FW001-073-001-007	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DISTRIBUCIÓN 220VAC & 24VAC
8	A3-FW001-073-001-008	DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA
9	A3-FW001-073-001-009	DIAGRAMA DE ARQUITECTURA DE RED ETHERNET LOCAL
10	A3-FW001-073-001-010	DIAGRAMA DE MODULOS DE PLC
11	A3-FW001-073-001-011	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS DISCRETAS, SLOT 2, 1756-IB16I
12	A3-FW001-073-001-012	DIAGRAMA DE CONEXIONADO SALIDAS TIPO RELÉ, SLOT 3, 1756-OW16I
13	A3-FW001-073-001-013	DIAGRAMA DE CONEXIONADO ENTRADAS ANALÓGICAS, SLOT 4, 1756-IF8

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
A	26/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020 REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020 APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA : CLIENTE : FECHA :
													ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-001-002	REV. A



NOTA 1: ANTENA OMNIDIRECCIONAL, SERÁ INSTALADA EN LOS EXTERIORES DE LA SALA DE CONTROL.
 NOTA 2: DIMENSIONES EN MILIMETROS.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	26/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.								



CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

DISEÑADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
PROCESADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
REVISADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
APROBADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
JEFE DE PROYECTO:		FECHA:	
CLIENTE:		FECHA:	

DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ

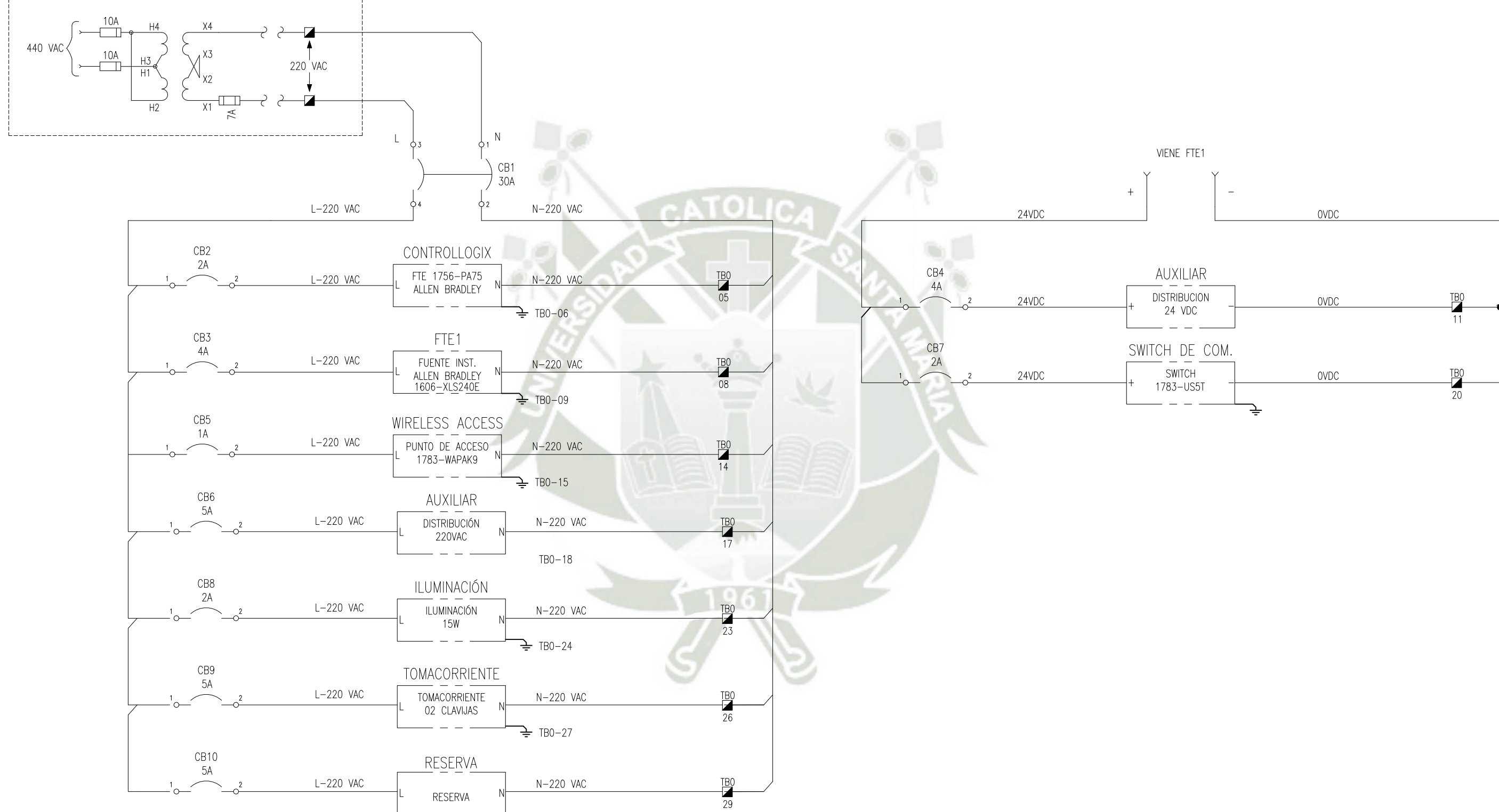
NOMBRE DE PLANO: INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE DIMENSIONES


ESCALA: S/E

NUMERO DE PLANO: A3-FW001-073-001-003

REV. A

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA



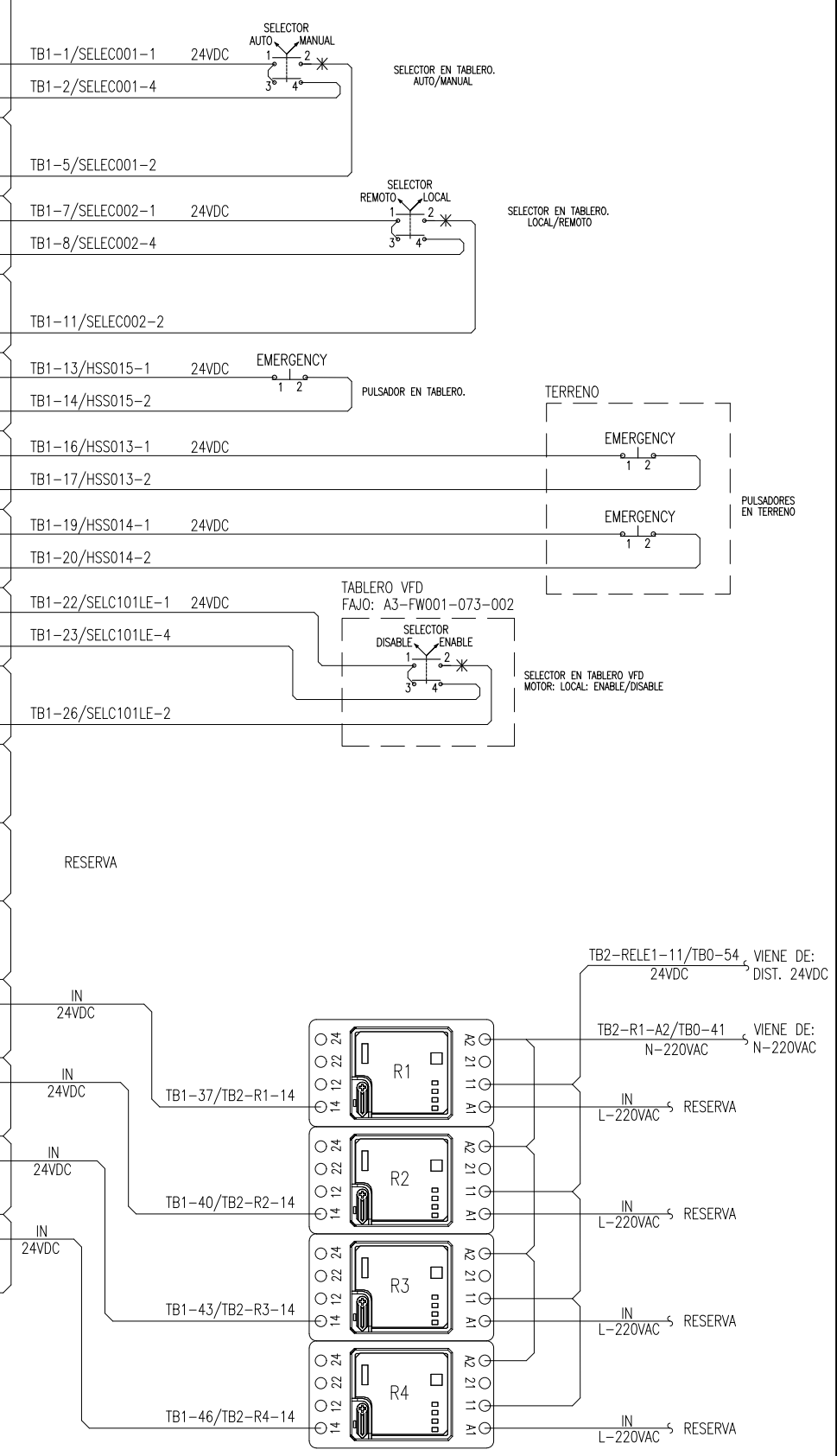
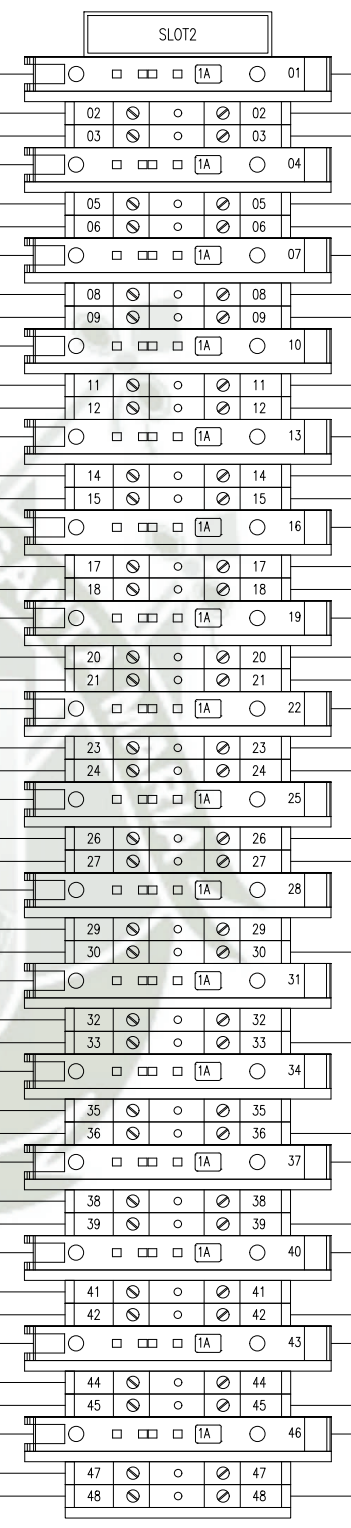
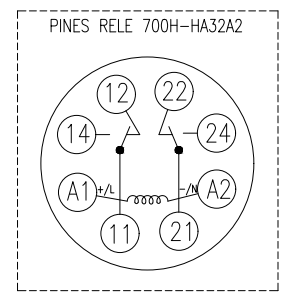
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA	REVISADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	ESCALA: S/E	APROBADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-001-008	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	REV. A
A	26/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.										CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		CLIENTE : FECHA :							

1756-IB16I	
24VDC DIGITAL INPUT	
RACK: 01	
SLOT: 02	
IN 0	1
GND-0	2
IN 1	3
GND-1	4
IN 2	5
GND-2	6
IN 3	7
GND-3	8
IN 4	9
GND-4	10
IN 5	11
GND-5	12
IN 6	13
GND-6	14
IN 7	15
GND-7	16
IN 8	17
GND-8	18
IN 9	19
GND-9	20
IN 10	21
GND-10	22
IN 11	23
GND-11	24
IN 12	25
GND-12	26
IN 13	27
GND-13	28
IN 14	29
GND-14	30
IN 15	31
GND-15	32
NOT USED	33
GND-15	34
NOT USED	35
NOT USED	36

TB0-31/TB2-R5-11

VIENE DE: DIST. 24VDC TB0-51/TB1-01 24VDC

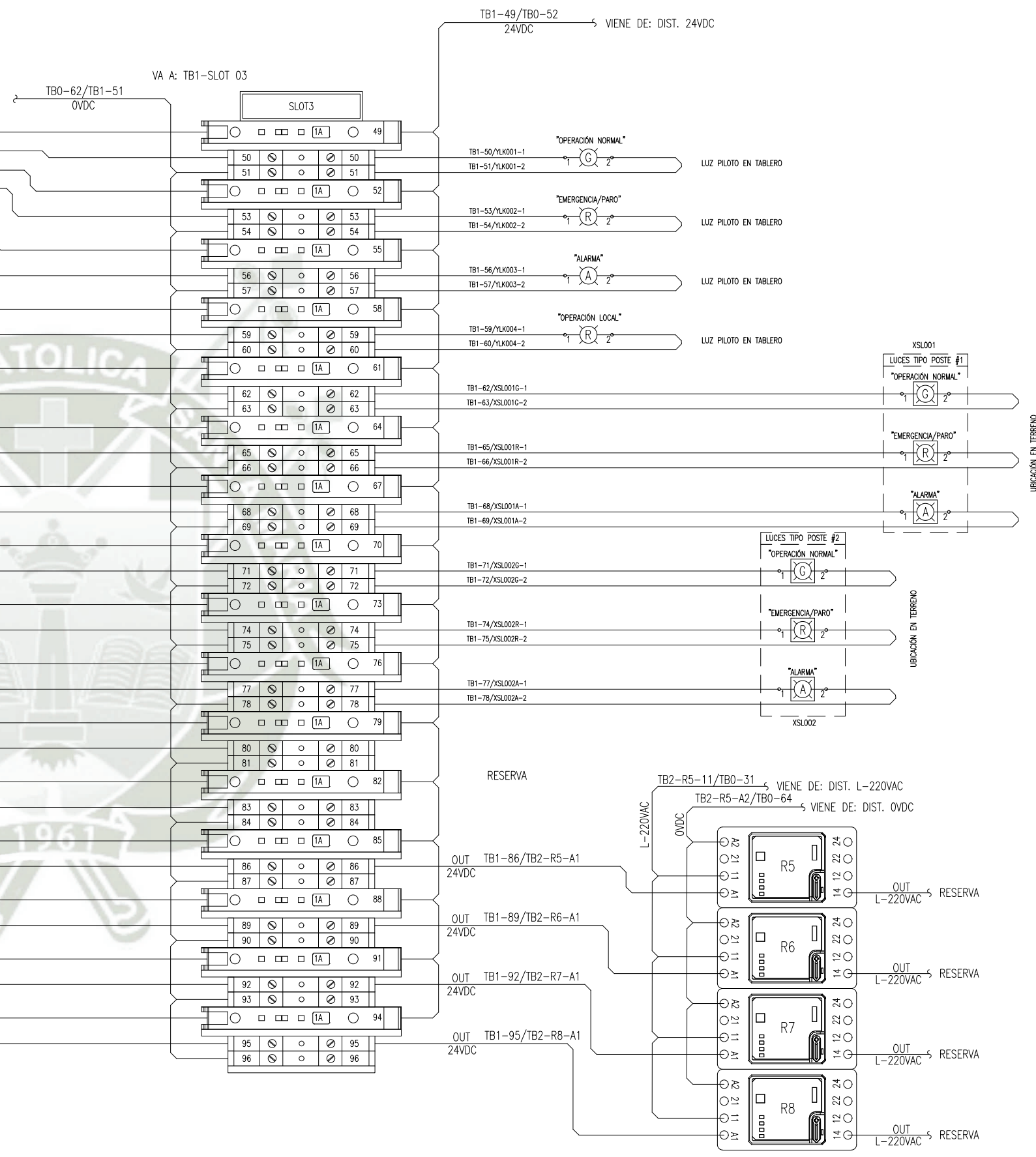
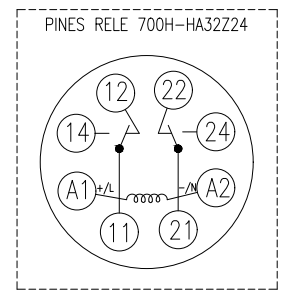
TB1-03/TB0-61 OVDC VIENE DE: DIST. OVDC



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑO POR: J. MENIS PROCESADO POR: J. MENIS REVISADO POR: J. MENIS APROBADO POR: J. MENIS JEFE DE PROYECTO: CLIENTE:	FECHA: 15/01/2020 FECHA: 15/01/2020 FECHA: 15/01/2020 FECHA: 15/01/2020 FECHA:	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	NOMBRE DE PLANO: INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS DISCRETAS, SLOT 02, 1756-IB16I	ESCALA: S/E NUMERO DE PLANO: A3-FW001-073-001-011	REV.
A	26/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.															

CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

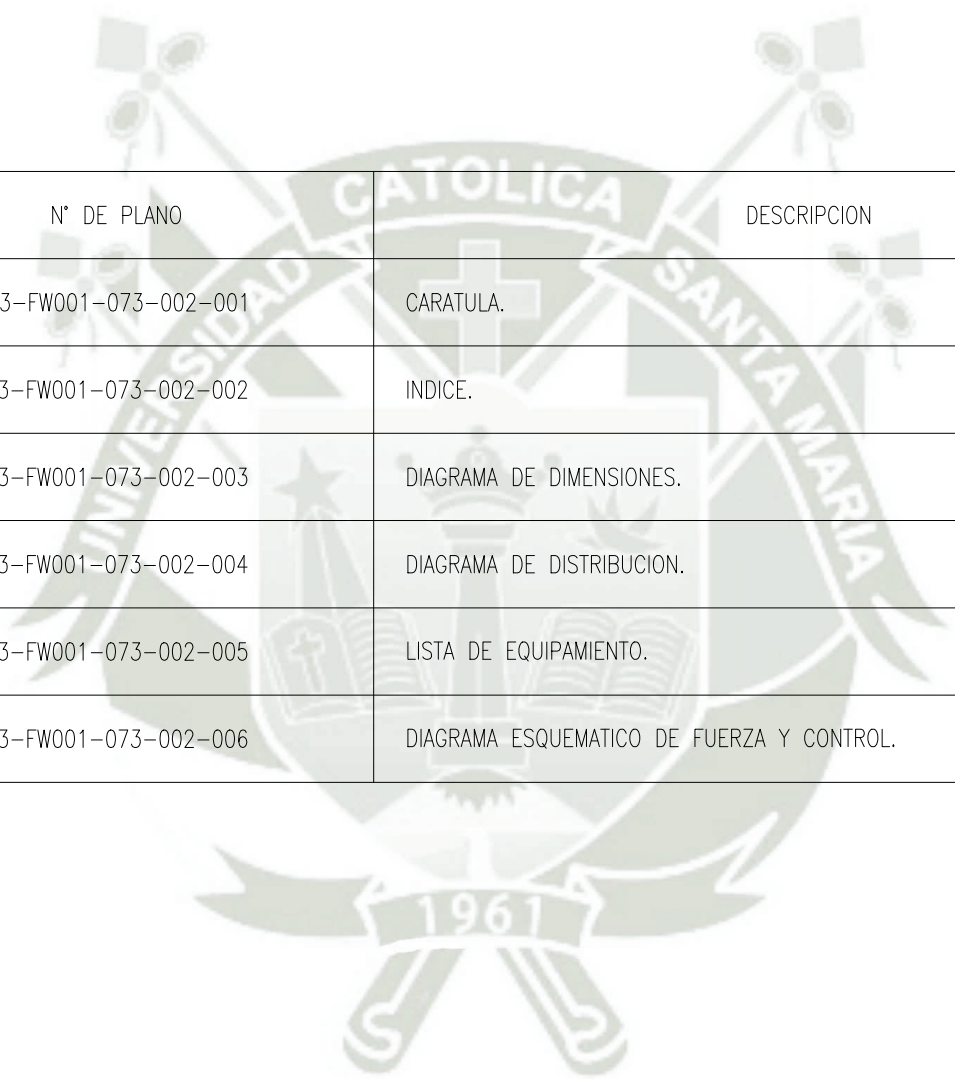
1756-OW16I DIGITAL RELE OUTPUT RACK: 01 SLOT: 03	
L1-0	2
OUT 0	1
L1-1	4
OUT 1	3
L1-2	6
OUT 2	5
L1-3	8
OUT 3	7
L1-4	10
OUT 4	9
L1-5	12
OUT 5	11
L1-6	14
OUT 6	13
L1-7	16
OUT 7	15
L1 8	18
OUT 8	17
L1-9	20
OUT 9	19
L1-10	22
OUT 10	21
L1-11	24
OUT 11	23
L1-12	26
OUT 12	25
L1-13	28
OUT 13	27
L1-14	30
OUT 14	29
L1-15	32
OUT 15	31
L1-15	34
NOT USED	33
NOT USED	36
NOT USED	35




REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 REVISADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA: CLIENTE: FECHA:	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE SALIDAS TIPO RELE, SLOT 03, 1756-OW16I	NOMBRE DE PLANO ESCALA: S/E NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-001-012	REV.
A	26/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.													

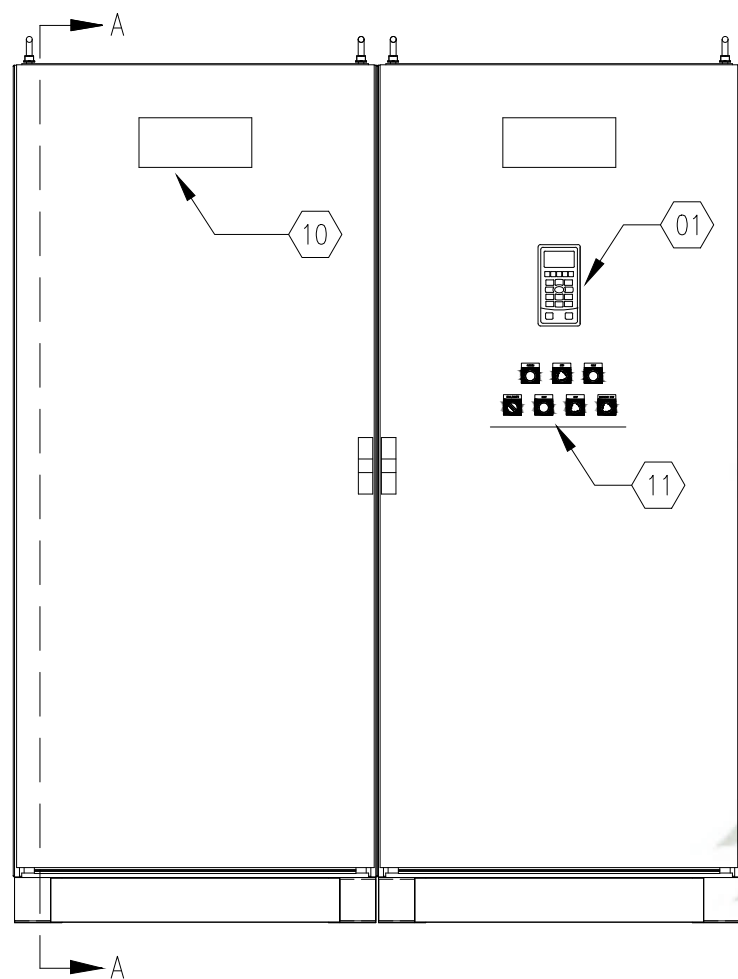
CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA
 EN EL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO,
 SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA,
 ESTAN PROHIBIDOS.

ITEM	N° DE PLANO	DESCRIPCION
1	A3-FW001-073-002-001	CARATULA.
2	A3-FW001-073-002-002	INDICE.
3	A3-FW001-073-002-003	DIAGRAMA DE DIMENSIONES.
4	A3-FW001-073-002-004	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION.
5	A3-FW001-073-002-005	LISTA DE EQUIPAMIENTO.
6	A3-FW001-073-002-006	DIAGRAMA ESQUEMATICO DE FUERZA Y CONTROL.

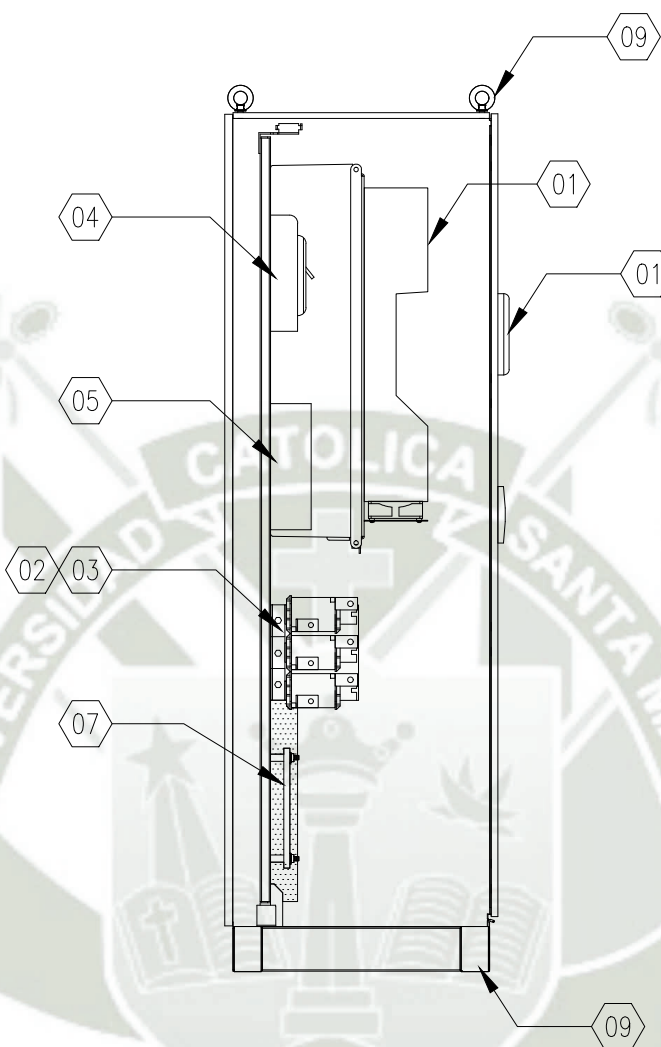


REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
A	25/10	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020 REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020 APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA : CLIENTE : FECHA :
													ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-002-002	REV. A

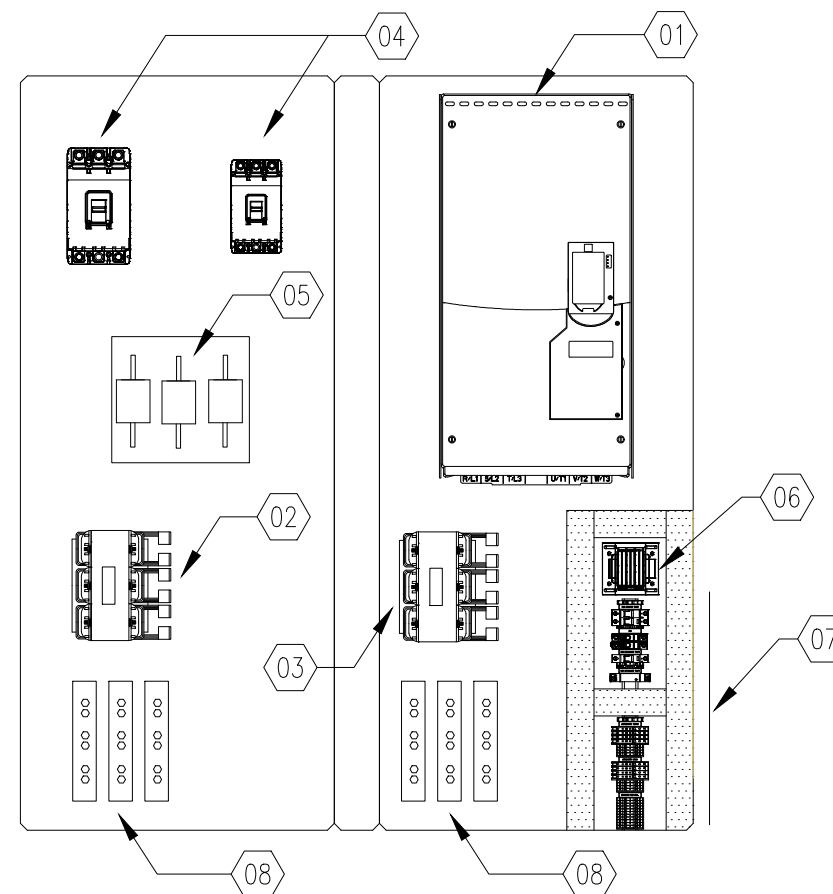
VISTA FRONTAL



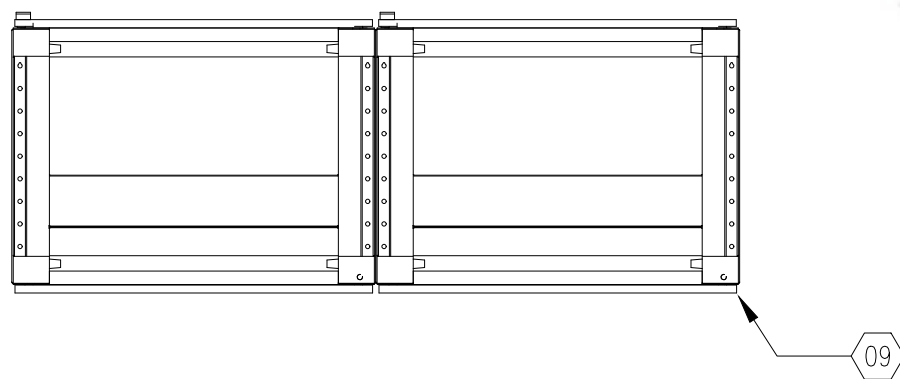
CORTE A-A



BACKPANEL



VISTA INFERIOR



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	25/10	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/		



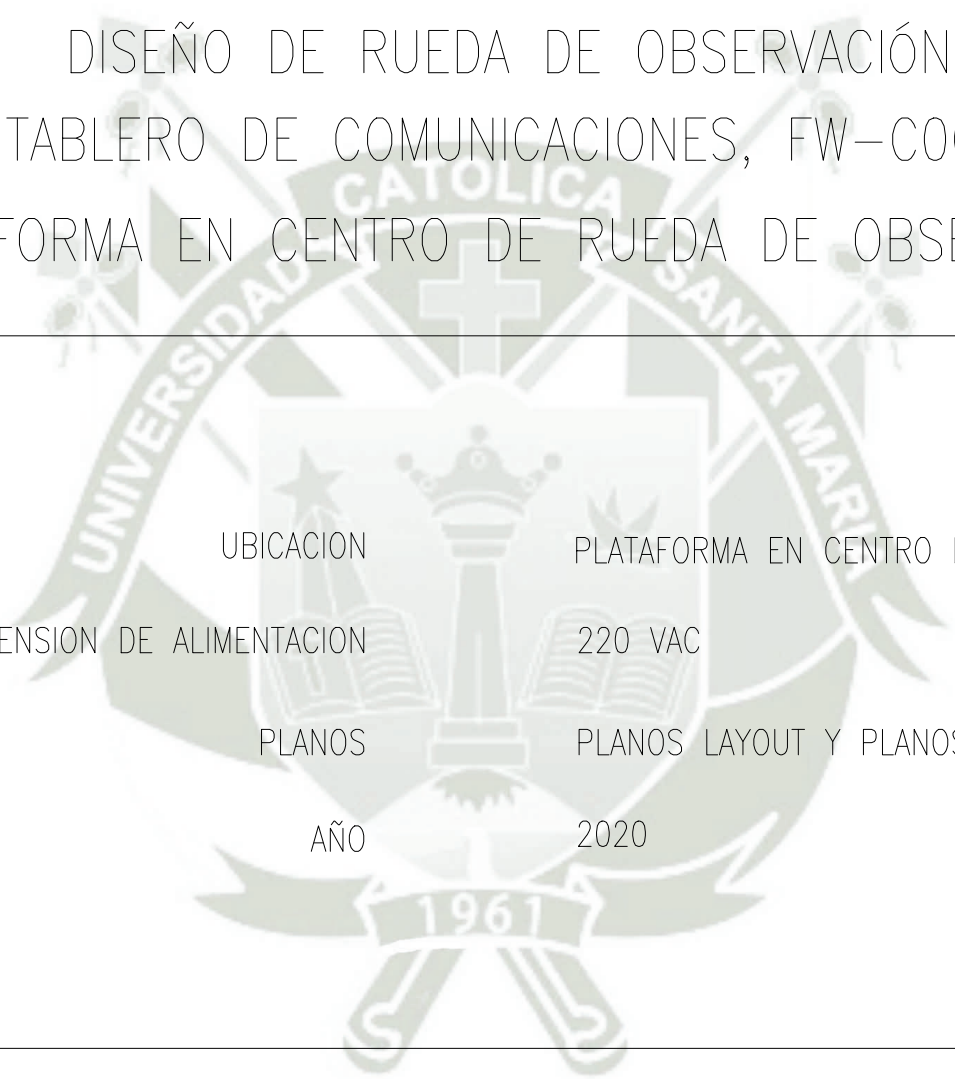
CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

DISEÑADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
PROCESADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
REVISADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
APROBADO POR:	J. MENIS	FECHA:	15/01/2020
JEFE DE PROYECTO:		FECHA:	
CLIENTE:		FECHA:	


DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
NOMBRE DE PLANO	INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN
ESCALA	S/E
NUMERO DE PLANO	A3-FW001-073-002-004
REV.	A

DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN TABLERO DE COMUNICACIONES, FW-C001 PLATAFORMA EN CENTRO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN


UBICACION PLATAFORMA EN CENTRO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN
 TENSION DE ALIMENTACION 220 VAC
 PLANOS PLANOS LAYOUT Y PLANOS CONEXIONADO
 AÑO 2020

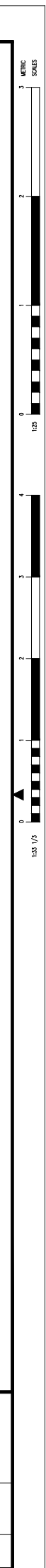
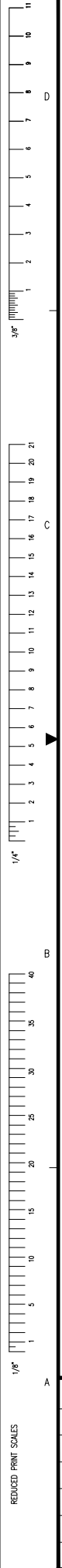


REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	DISEÑO POR: J. MENIS	FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACION AREQUIPA-PERÚ
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/			PROCESADO POR: J. MENIS	FECHA : 15/01/2020	
				/					/			REVISADO POR : J. MENIS	FECHA : 15/01/2020	
				/					/			APROBADO POR : J. MENIS	FECHA : 15/01/2020	NOMBRE DE PLANO
				/					/			JEFE DE PROYECTO:	FECHA :	INSTRUMENTACION CARATULA
				/					/			CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E
				/					/					NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-003-001
				/					/					REV. A

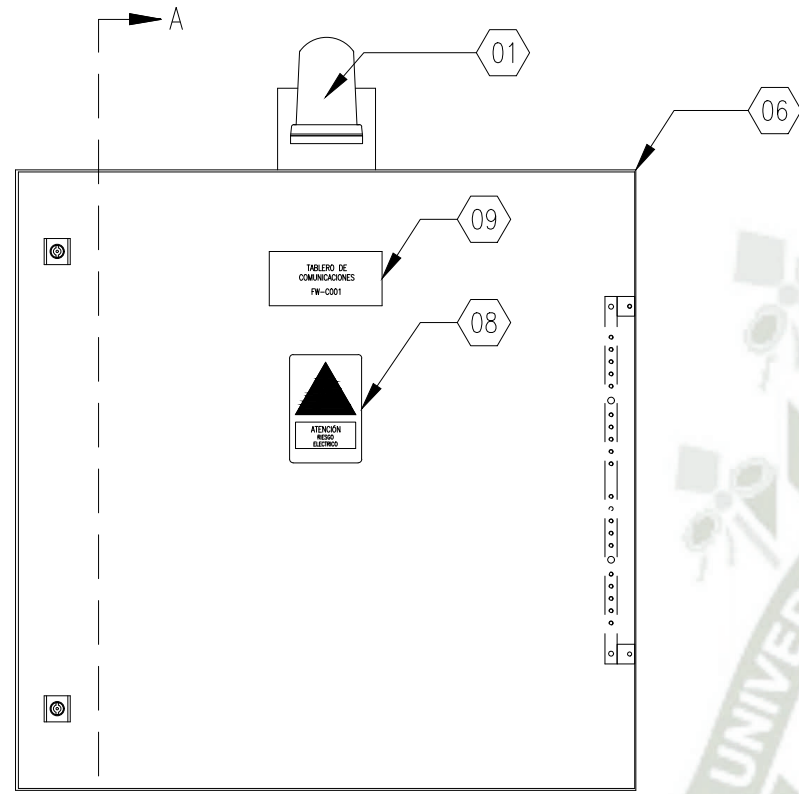

CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

ITEM	N° DE PLANO	DESCRIPCION
1	A3-FW001-073-003-001	CARATULA
2	A3-FW001-073-003-002	INDICE
3	A3-FW001-073-003-003	DIAGRAMA DE DIMENSIONES
4	A3-FW001-073-003-004	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION
5	A3-FW001-073-003-005	LISTA DE EQUIPAMIENTO
6	A3-FW001-073-003-006	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE FUERZA - TBO
7	A3-FW001-073-003-007	DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA
8	A3-FW001-073-003-008	DIAGRAMA DE ARQUITECTURA DE RED ETHERNET LOCAL

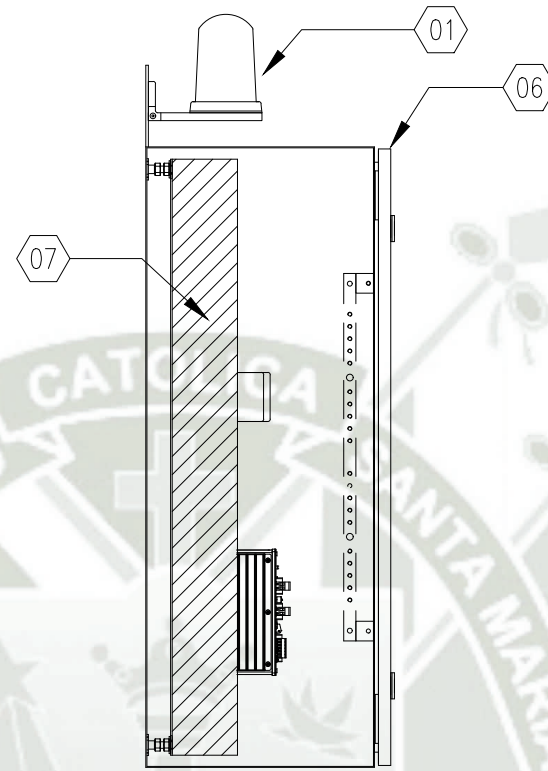
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO			DISEÑO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/			CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	INSTRUMENTACION CARATULA		
				/				/			REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020					
				/				/			APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020		NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-003-002			
				/				/			JEFE DE PROYECTO: FECHA :		ESCALA: S/E	REV. A		
				/				/			CLIENTE : FECHA :					



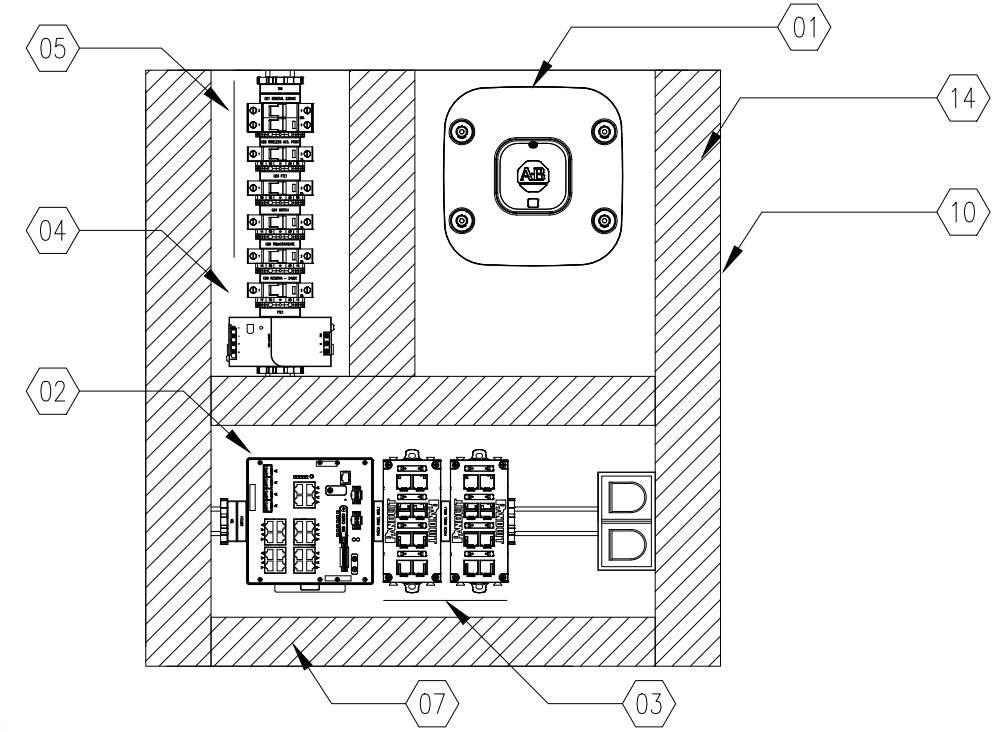
VISTA FRONTAL



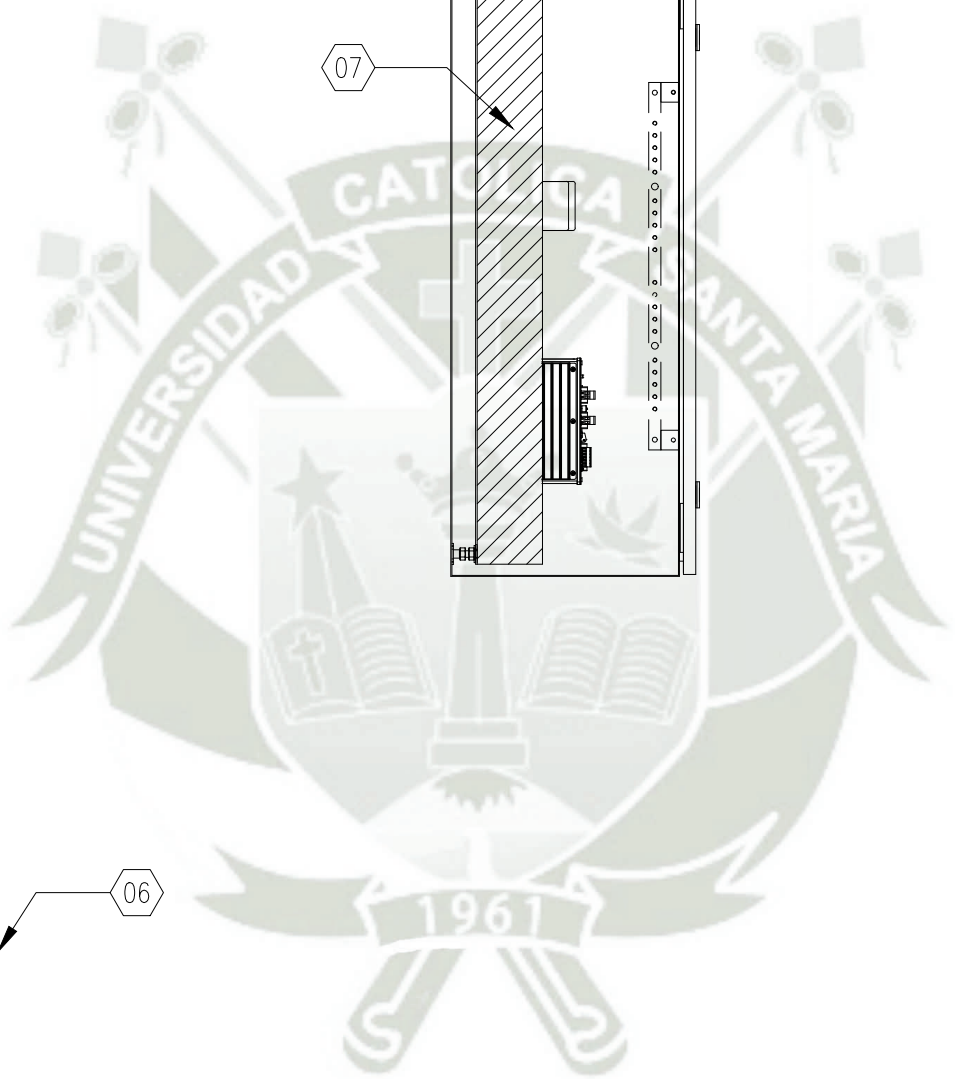
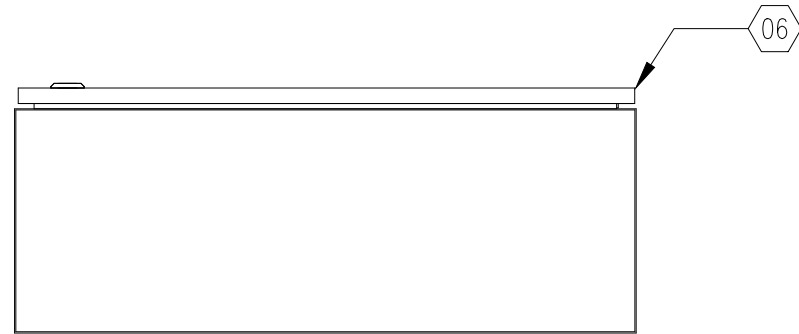
CORTE A-A



BACKPANEL



VISTA INFERIOR



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/		
				/					/		
				/					/		
				/					/		

CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020

PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020

REVISADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020

APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020

JEFE DE PROYECTO: FECHA:

CLIENTE: FECHA:

DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN
AREQUIPA-PERÚ


NOMBRE DE PLANO: INSTRUMENTACION
DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: S/E NUMERO DE PLANO: A3-FW001-073-003-004

REV. A

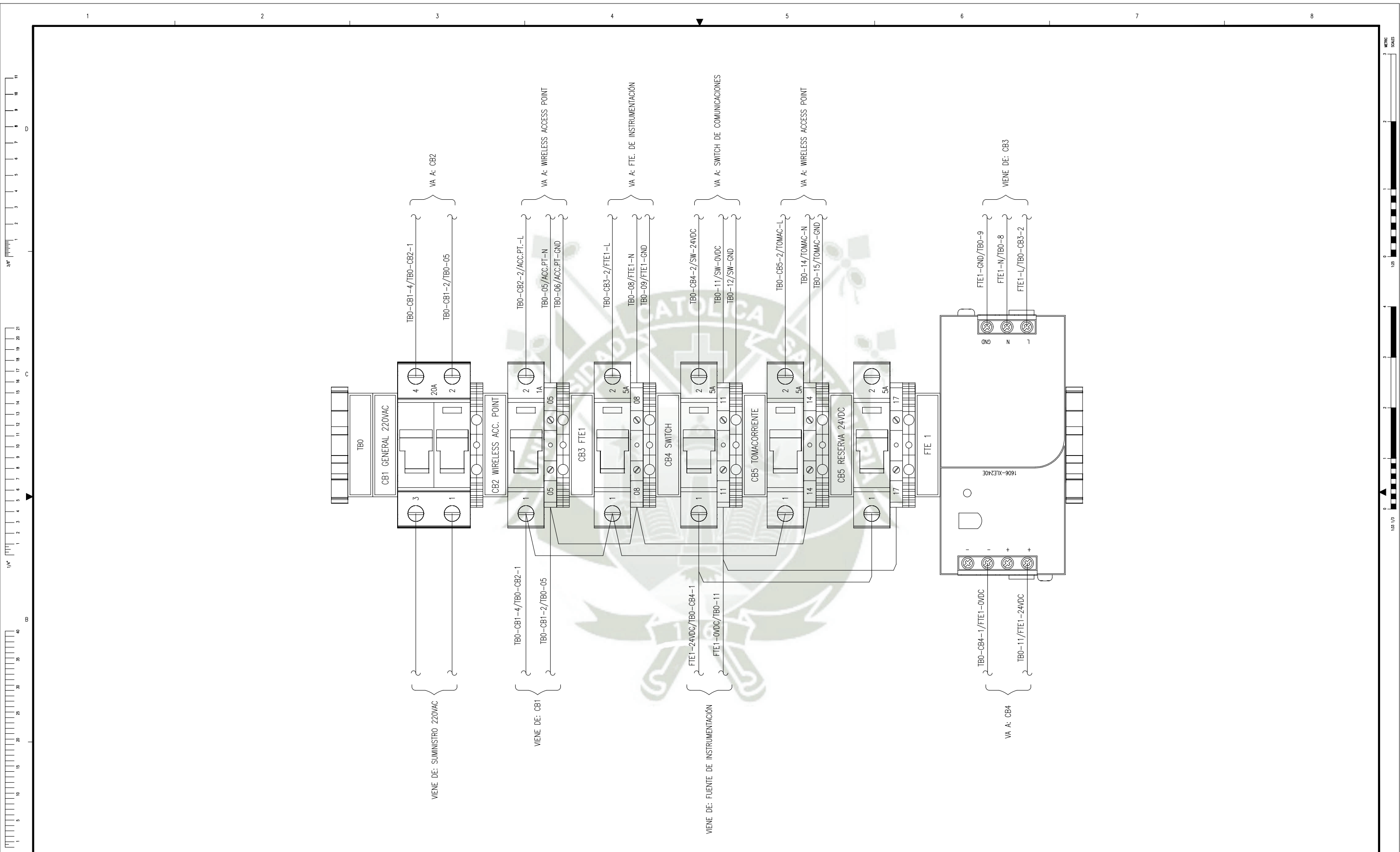
LISTA DE EQUIPAMIENTO

ITEM	CANT	FABRICANTE	CATALOGO	DESCRIPCION
01	01	ALLEN BRADLEY	1783-WAPAK9	PUNTO DE ACCESO INALÁMBRICO. 110-220VAC.
	01	ALLEN BRADLEY	AIR-ANT2544V4M-R	ANTENA OMNIDIRECCIONAL PARA EXTERIORES DE 4 ELEMENTOS.
02	01	ALLEN BRADLEY	1783-HMS16TG4CGN	SWITCH ADMINISTRABLE, 20 PUERTOS, 16 RJ45 + 04 PUERTOS COMBO, TIPO CAPA 2, 24VDC, 4A.
	02	ALLEN BRADLEY	1492-GM35	SOPORTE PARA MARCADOR DE GRUPO. GRIS.
	01	ALLEN BRADLEY	1492-EAJ35	TOPE DE RETENCIÓN.
03	02	PANDUIT	CDPP8RG	PATCH PANEL INDUSTRIAL, 08 PUERTOS RJ45, MONTAJE EN RIEL DIN.
	02	ALLEN BRADLEY	1492-GM35	SOPORTE PARA MARCADOR DE GRUPO. GRIS.
	01	ALLEN BRADLEY	1492-EAJ35	TOPE DE RETENCIÓN.
04	01	ALLEN BRADLEY	1606-XLE240E	FUENTE DE INSTRUMENTACIÓN, 240W, 120-220VAC DE ENTRADA, 24VDC DE SALIDA.
	01	ALLEN BRADLEY	1492-GM35	SOPORTE PARA MARCADOR DE GRUPO. GRIS.
	01	ALLEN BRADLEY	1492-EAJ35	TOPE DE RETENCIÓN.
05	01	ALLEN BRADLEY	1492-SP2C200	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TERMOMAGNÉTICO, 2 POLOS, 20A.
	04	ALLEN BRADLEY	1492-SP1C050	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TERMOMAGNÉTICO, 1 POLOS, 5A.
	01	ALLEN BRADLEY	1492-SP1C010	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TERMOMAGNÉTICO, 1 POLOS, 1A.
	04	ALLEN BRADLEY	1492-J4	BORNERA DE CONEXIÓN POR TORNILLO, 22-10AWG, 1 PISO, GRIS.
	05	ALLEN BRADLEY	1492-JG4	BORNERA DE TIERRA DE CONEXIÓN POR TORNILLO, 22-10AWG, 1 PISO, VERDE/AMARILLA.
	06	ALLEN BRADLEY	1492-GM35	SOPORTE PARA MARCADOR DE GRUPO. GRIS.
	01	ALLEN BRADLEY	1492-EAJ35	TOPE DE RETENCIÓN.
06	01	RITTAL	1014.600	ARMARIO COMPACTO AE, ACERO INOXIDABLE, IP66, NEMA4X, 760x760x300mm (HxWxD)
	01	RITTAL	-	BARRA DE TIERRA DE COBRE 99%
07	03	-	-	CANAleta RANURADA, 80x80mm (WxH)
	02	-	-	CANAleta RANURADA, 60x80mm (WxH)
08	01	-	-	SEÑAL DE RIESGO ELÉCTRICO.
09	01	-	-	NAMEPLATE, MATERIAL: LAMICOID.
10	01	-	-	TOMACORRIENTE DE 02 CLAVIJAS

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO			DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-003-005	REV. A	
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/			CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.												

REDUCED PRINT SCALES

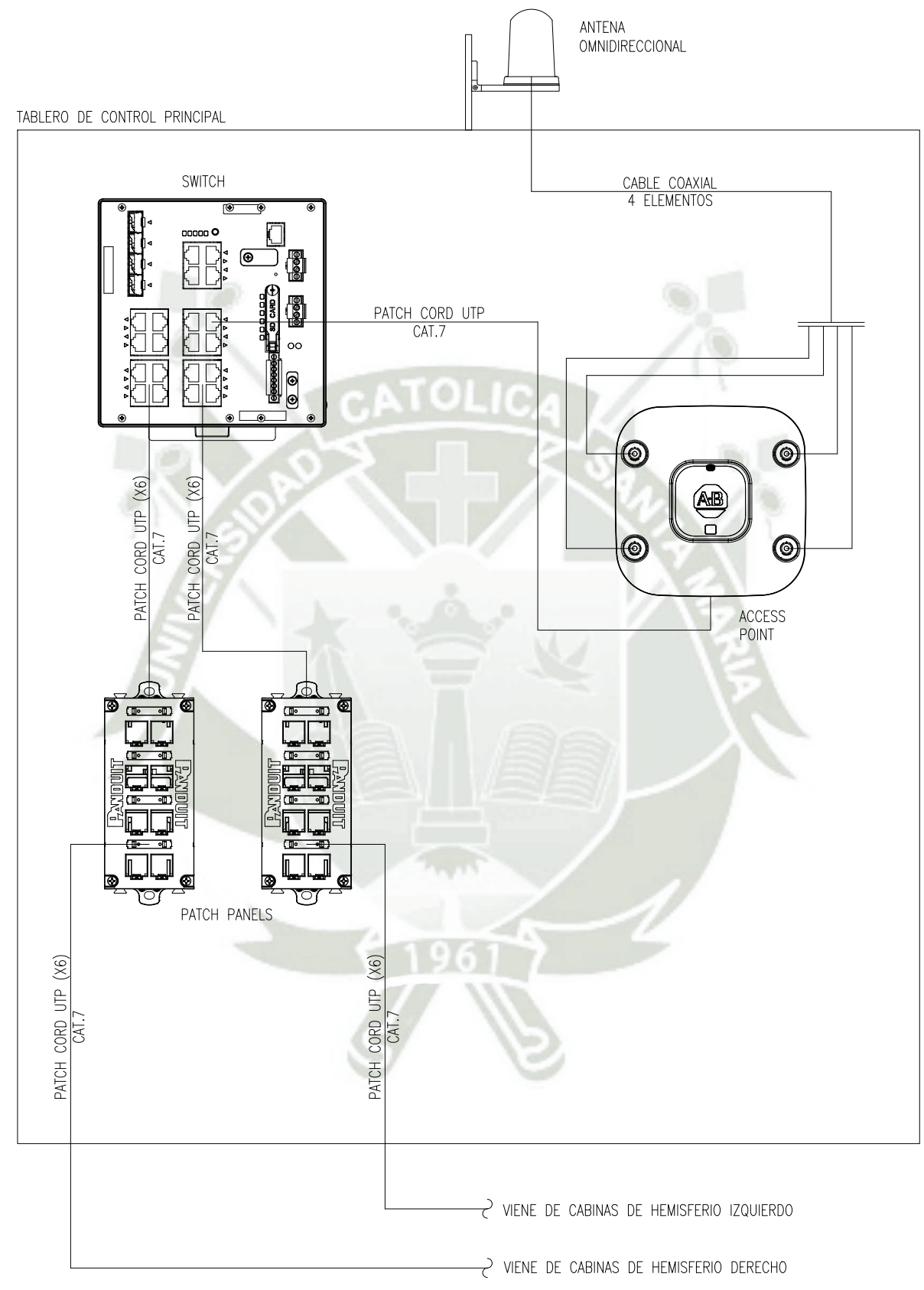
SCALE




REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.								


<p>CONFIDENCIAL</p> <p>ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.</p>	DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE FUERZA - TBO
	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	
	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	
	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	
	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	
CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E

NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-003-006	REV. A
---	-----------



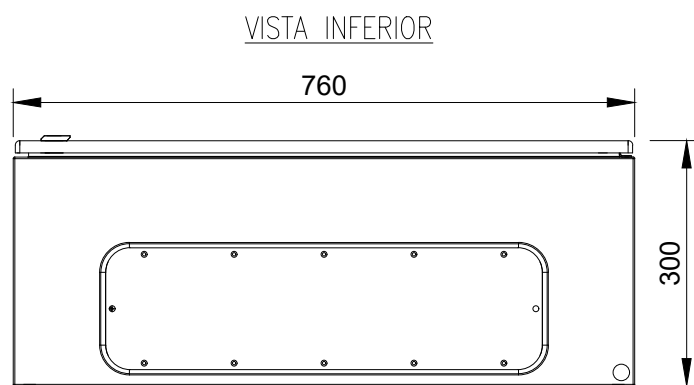
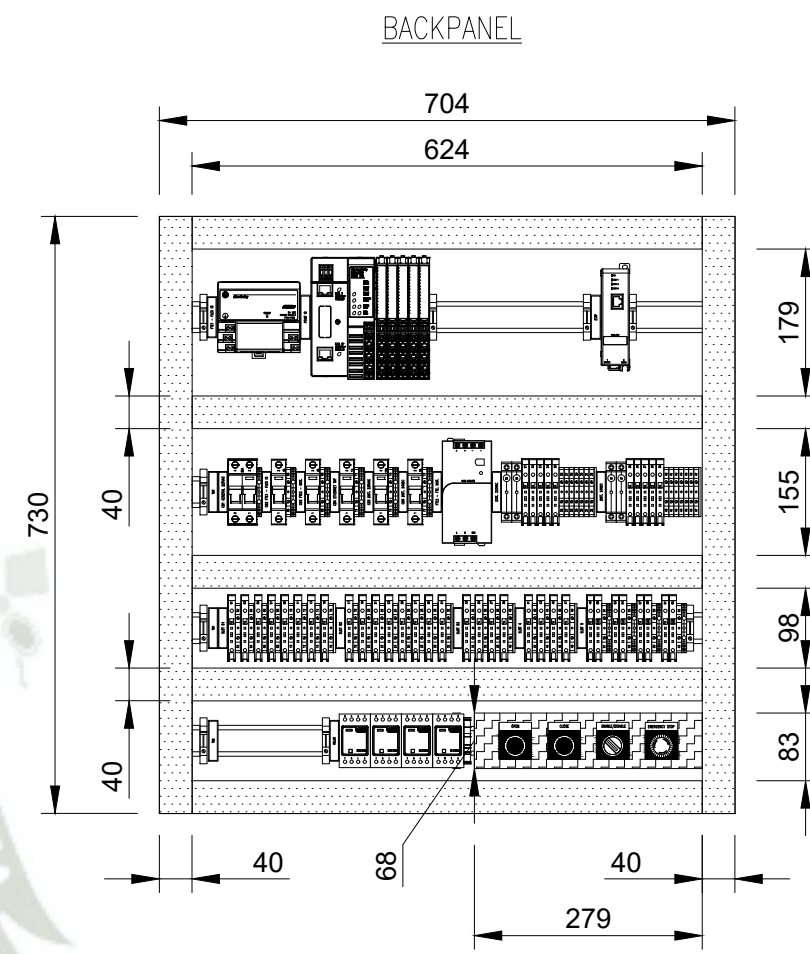
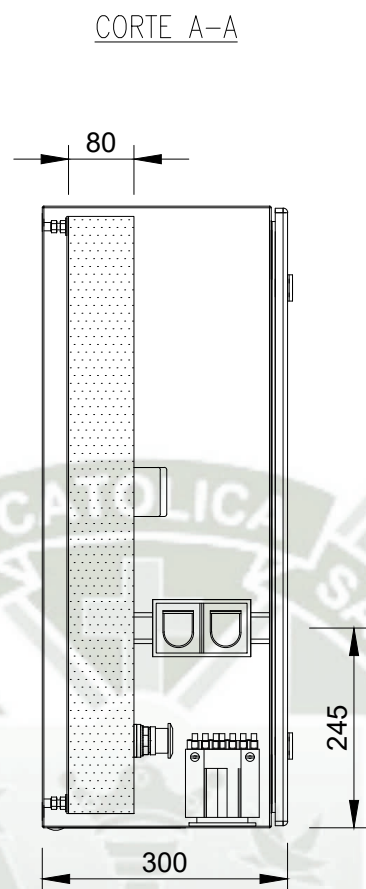
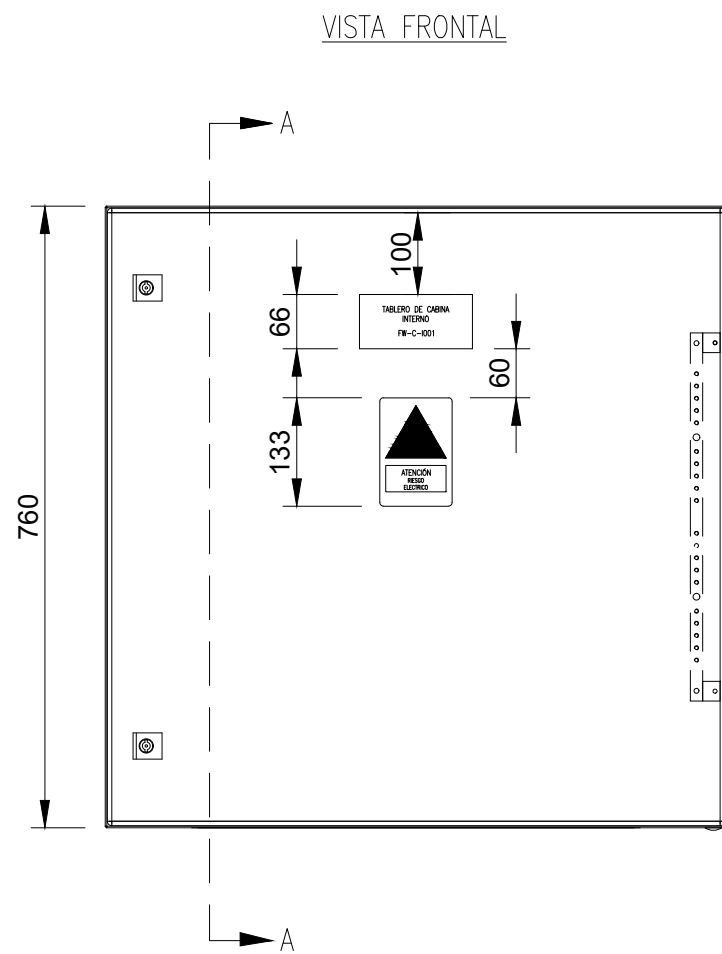
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS PROCESADO POR: J. MENIS REVISADO POR: J. MENIS APROBADO POR: J. MENIS JEFE DE PROYECTO: CLIENTE :	FECHA : 15/01/2020 FECHA : 15/01/2020 FECHA : 15/01/2020 FECHA : 15/01/2020 FECHA :	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ INSTRUMENTACION ARQUITECTURA DE RED LOCAL	ESCALA: S/E NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-003-007	REV.
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				CONFIDENCIAL				
												ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.					

ITEM	N° DE PLANO	DESCRIPCION
1	A3-FW001-073-004-001	CARATULA
2	A3-FW001-073-004-002	INDICE
3	A3-FW001-073-004-003	DIAGRAMA DE DIMENSIONES
4	A3-FW001-073-004-004	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION
5	A3-FW001-073-004-005	LISTA DE EQUIPAMIENTO
6	A3-FW001-073-004-006	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE FUERZA - TBO
7	A3-FW001-073-004-007	DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA
8	A3-FW001-073-004-008	DIAGRAMA DE ARQUITECTURA DE RED ETHERNET LOCAL
9	A3-FW001-073-004-009	DIAGRAMA DE MODULOS I/O REMOTOS
10	A3-FW001-073-004-010	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS DISCRETAS, SLOT 1, 1734-IV8
11	A3-FW001-073-004-011	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS DISCRETAS, SLOT 2, 1734-IV8
12	A3-FW001-073-004-012	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE SALIDAS TIPO RELÉ, SLOT 3. 1734-OW4
13	A3-FW001-073-004-013	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE SALIDAS TIPO RELÉ, SLOT 4. 1734-OW4
14	A3-FW001-073-004-014	DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS ANALÓGICAS, SLOT 5, 1734-IE4C
15	A3-FW001-073-004-015	DIAGRAMA DE DIMENSIONES, DISTRIBUCIÓN Y EQUIPAMIENTO TABLERO EXTERNO.


REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO			DISEÑO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-002	REV. A
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/			CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.											

REDUCED PRINT SCALES

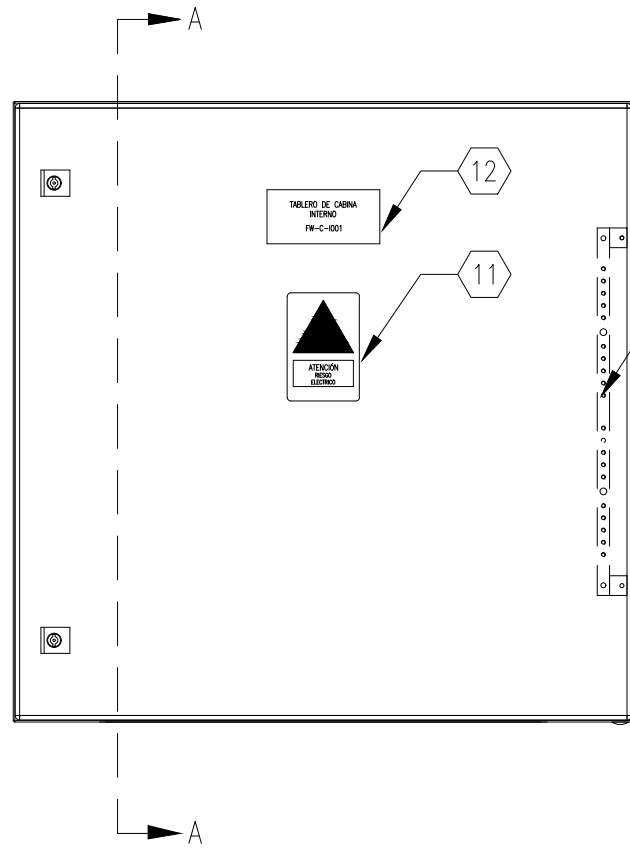
SCALE



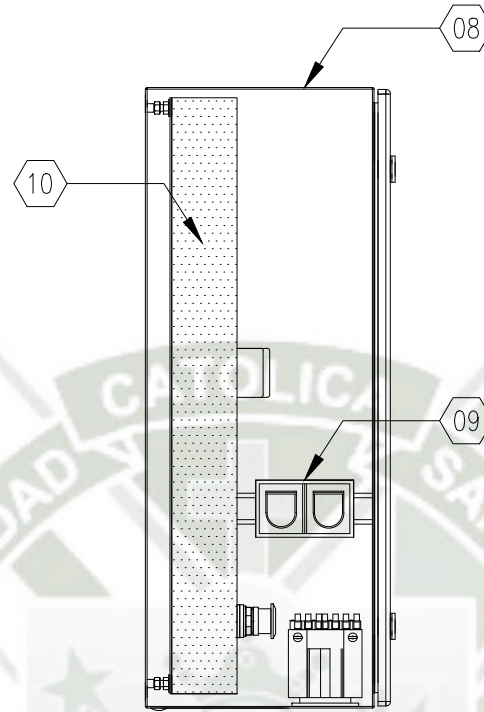
NOTA 1: DIMENSIONES EN MILIMETROS.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 <p>E.P. INGENIERIA MECANICA MECANICA ELECTRICA Y MEGATRONICA</p>	DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.										CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020		APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020
													CLIENTE : FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-003	REV. A

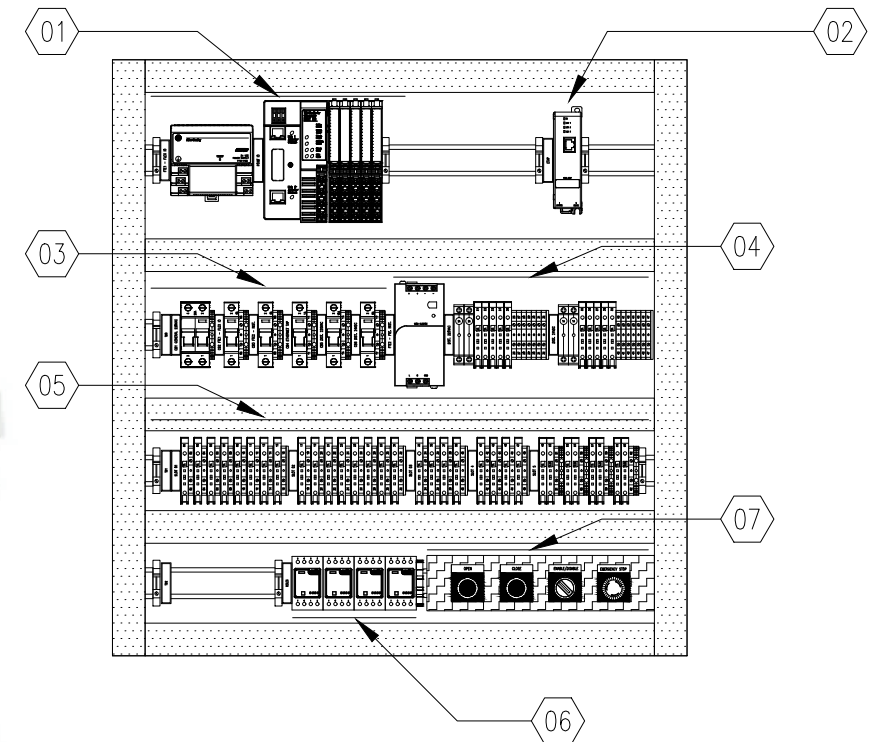
VISTA FRONTAL



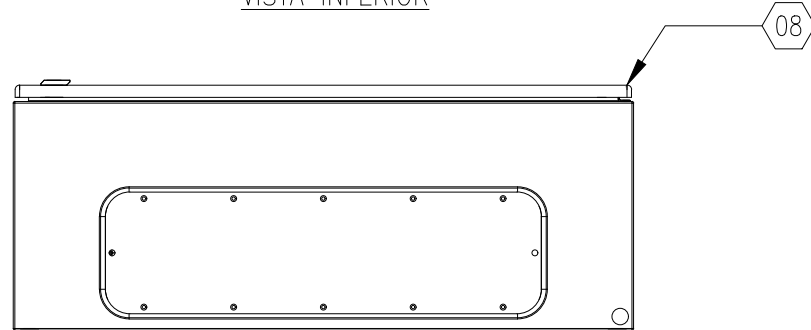
CORTE A-A



BACKPANEL



VISTA INFERIOR



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/		
				/					/		
				/					/		
				/					/		
				/					/		

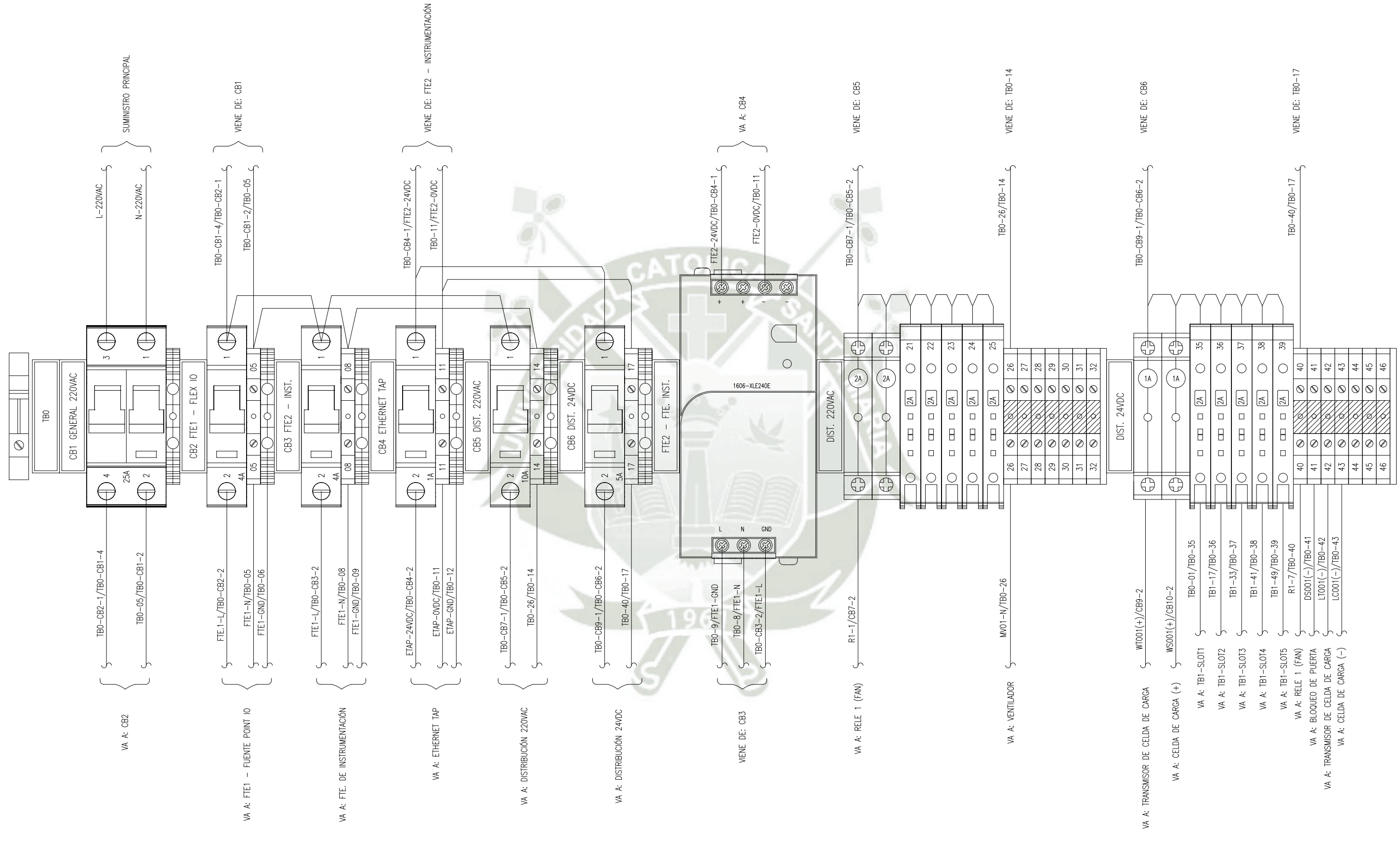
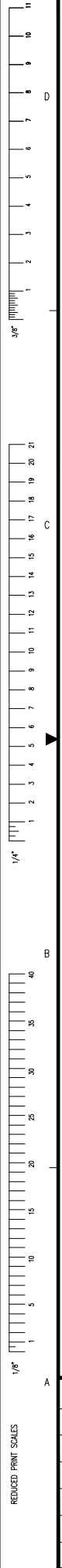
M
E.P. INGENIERIA MECANICA
MECANICA ELÉCTRICA Y MEGATRÓNICA

CONFIDENCIAL

ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

DISEÑADO POR: J. MENIS	FECHA : 15/01/2020
PROCESADO POR: J. MENIS	FECHA : 15/01/2020
REVISADO POR : J. MENIS	FECHA : 15/01/2020
APROBADO POR : J. MENIS	FECHA : 15/01/2020
JEFE DE PROYECTO:	FECHA :
CLIENTE :	FECHA :

DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
NOMBRE DE PLANO	INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN
ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-004
REV.	A



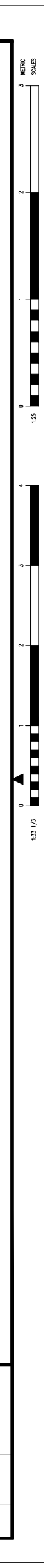
REDUCED PRINT SCALES

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.								

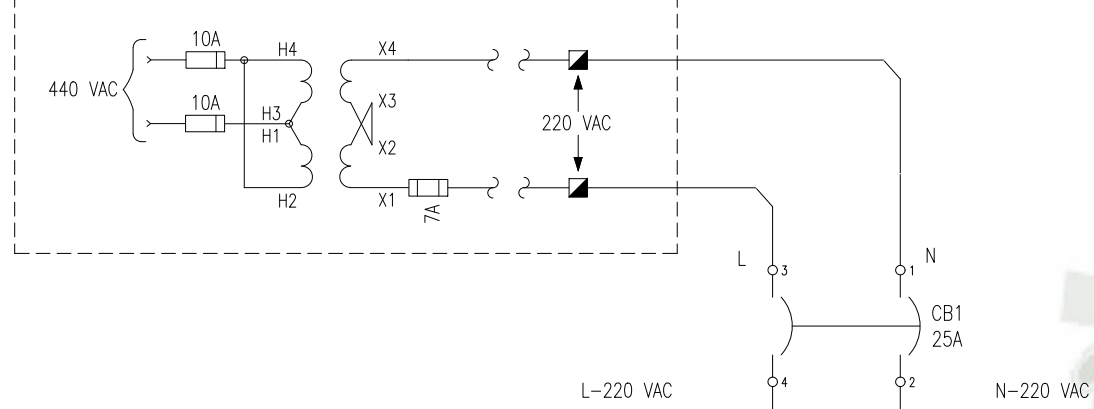
CONFIDENCIAL
 ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

DISEÑADO POR: J. MENIS	FECHA: 15/01/2020
PROCESADO POR: J. MENIS	FECHA: 15/01/2020
REVISADO POR: J. MENIS	FECHA: 15/01/2020
APROBADO POR: J. MENIS	FECHA: 15/01/2020
JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
CLIENTE:	FECHA:

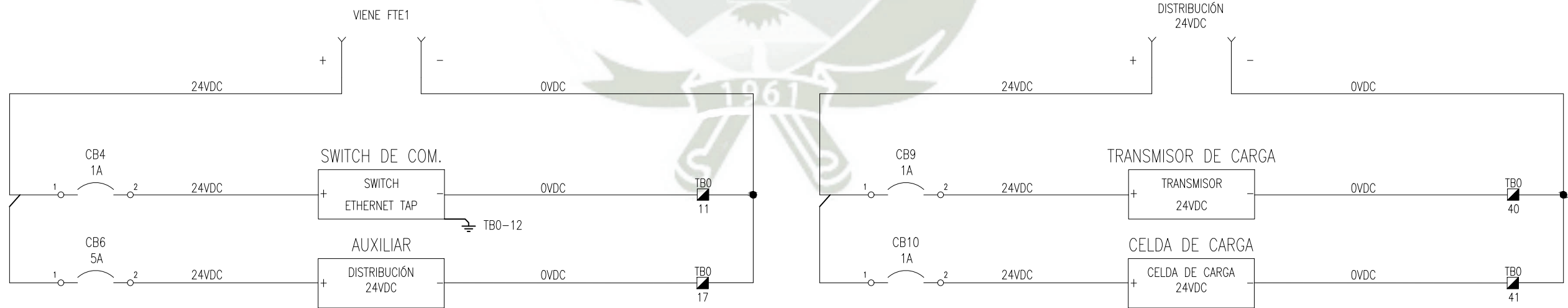
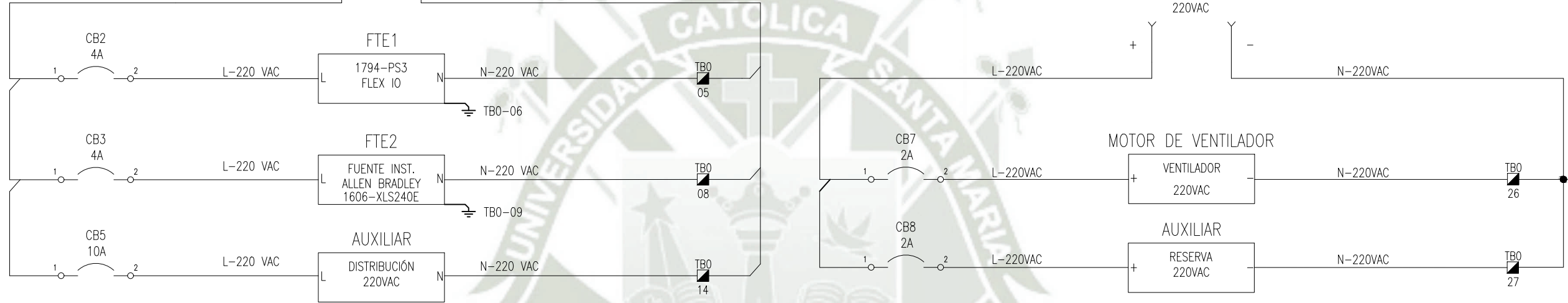
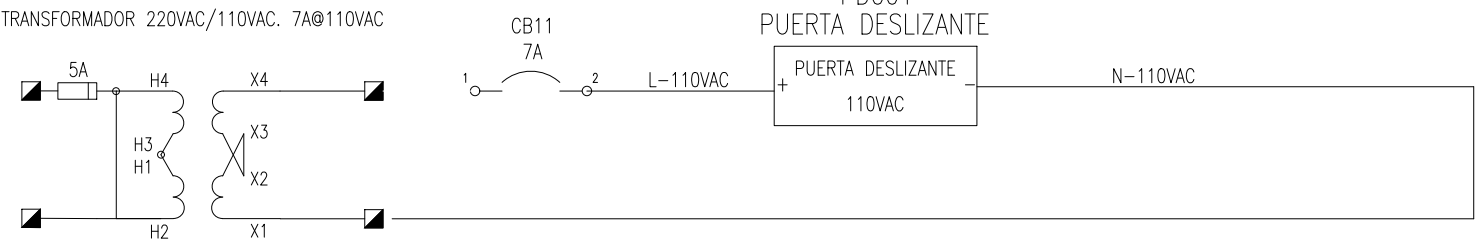
DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE FUERZA - TBO	
ESCALA: S/E	NÚMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-006
REV. A	




TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA EN SALA ELÉCTRICA.

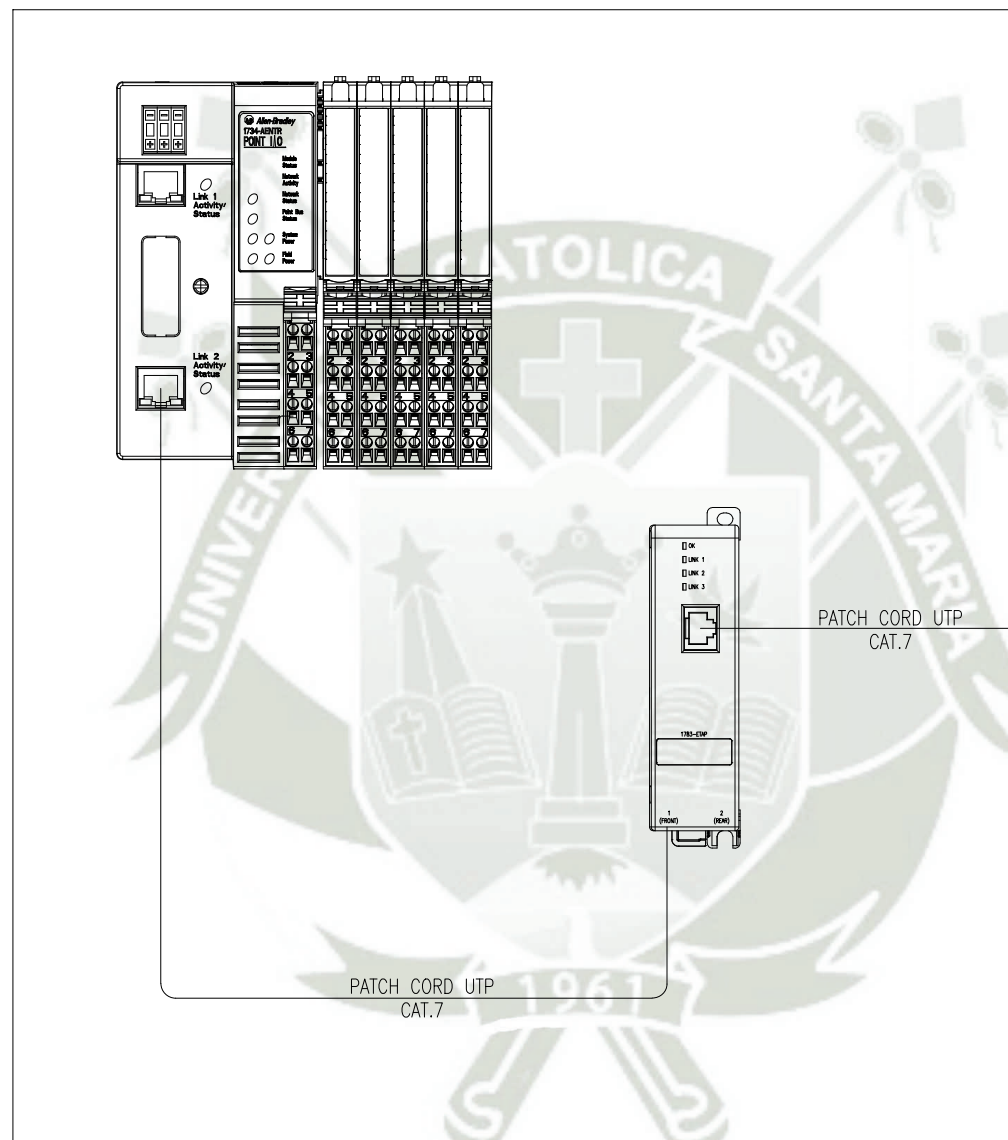


TRANSFORMADOR 220VAC/110VAC. 7A@110VAC




REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA UNIFILAR DE FUERZA	CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-007	REV. A
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.										CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020						

TABLERO DE CONTROL INTERNO DE CABINA

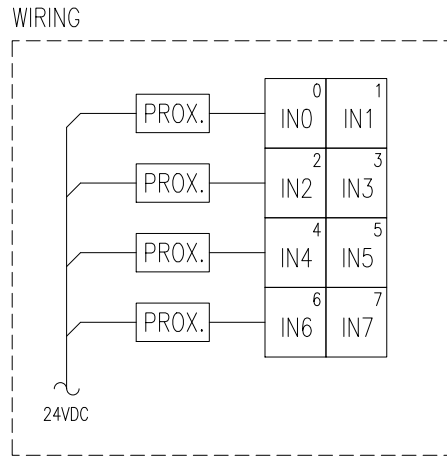
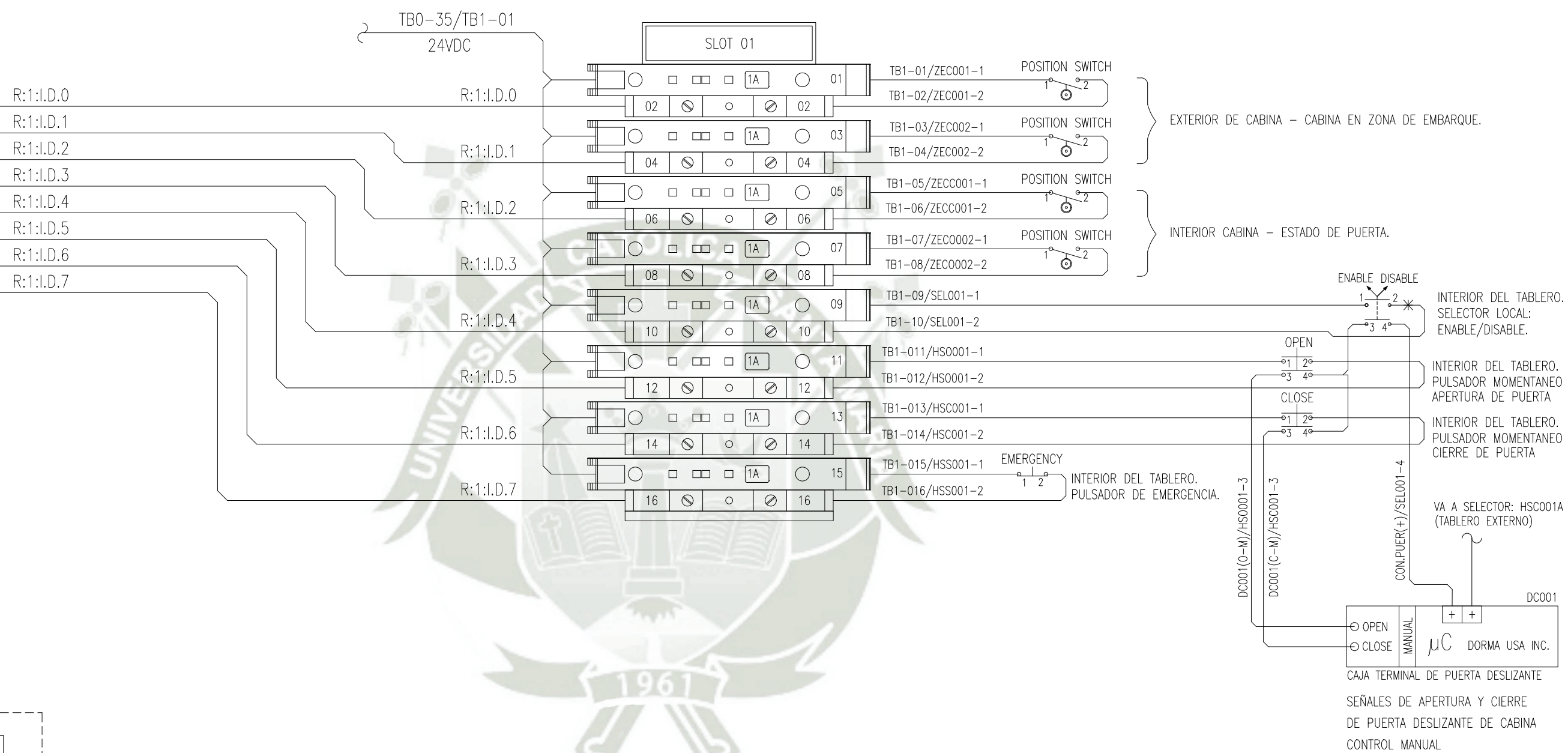



VA A TABLERO DE COMUNICACIONES,
UBICADO AL CENTRO DE LA RUEDA DE OBSERVACIÓN.

CONDUIT FLEXIBLE

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ INSTRUMENTACION ARQUITECTURA DE RED LOCAL
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	
												CLIENTE : FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-008	REV. A

1734-IV8 DIGITAL INPUT	
RACK: 01	
SLOT: 01	
IN-0	0
IN-1	1
IN-2	2
IN-3	3
IN-4	4
IN-5	5
IN-6	6
IN-7	7



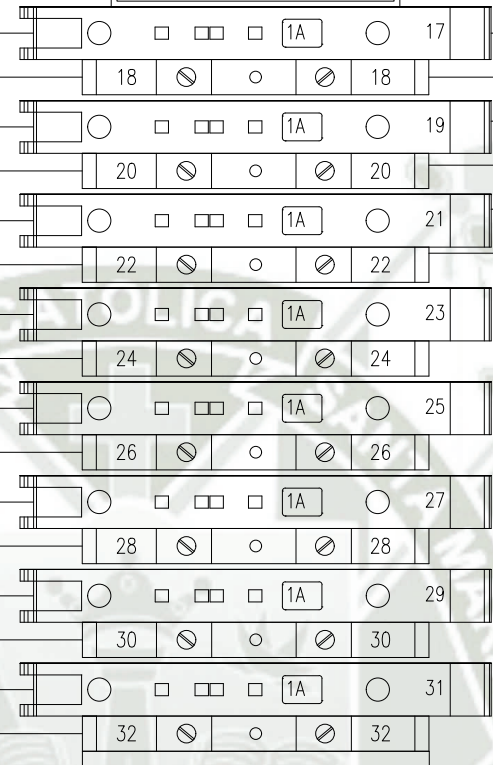
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO			DISEÑO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 REVISADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA: CLIENTE: FECHA:	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS DISCRETAS, SLOT 1, 1734-IV8 ESCALA: S/E NUMERO DE PLANO: A3-FW001-073-004-010	REV.	
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.									CONFIDENCIAL					
												ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.					

1734-IV8 DIGITAL INPUT	
RACK: 01	
SLOT: 02	
IN-0	0
IN-1	1
IN-2	2
IN-3	3
IN-4	4
IN-5	5
IN-6	6
IN-7	7

R:2:I.D.0
R:2:I.D.1
R:2:I.D.2
R:2:I.D.3
R:2:I.D.4
R:2:I.D.5
R:2:I.D.6
R:2:I.D.7

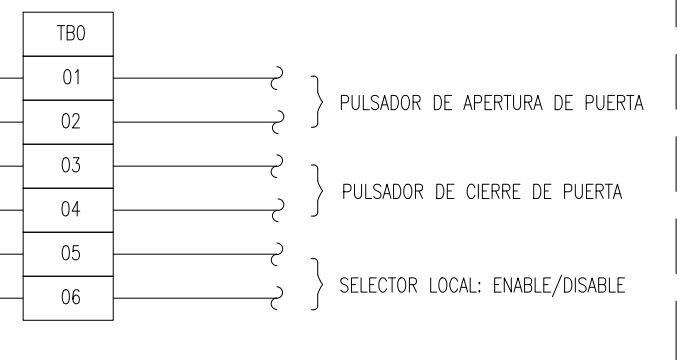
TB0-36/TB1-17
24VDC

SLOT 02



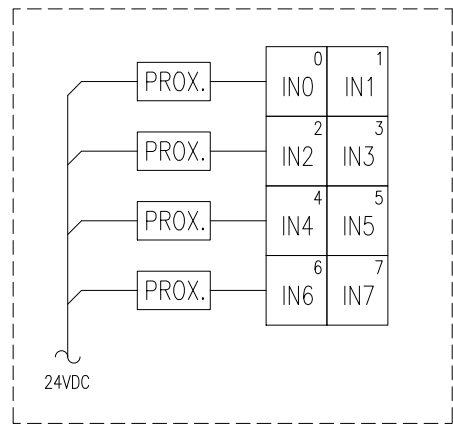
TB1-17/TE: TB0-01
TB1-18/TE: TB0-02
TB1-19/TE: TB0-03
TB1-20/TE: TB0-04
TB1-21/TE: TB0-05
TB1-22/TE: TB0-06


TABLERO EXTERNO (VÉASE PLANO: A3-FW001-073-004-015)



RESERVA

WIRING



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	NOMBRE DE PLANO: INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS DISCRETAS, SLOT 2, 1734-IV8	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO: A3-FW001-073-004-011	REV. A
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.										CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.					

1734-OW4		
DIGITAL OUTPUT		
RACK: 01		
SLOT: 03		
OUT-0A	0	R:3:0.D.0A
OUT-0B	2	R:3:0.D.0B
OUT-1A	1	R:3:0.D.1A
OUT-1B	3	R:3:0.D.1B
OUT-2A	4	R:3:0.D.2A
OUT-2B	6	R:3:0.D.2B
OUT-3A	5	R:3:0.D.3A
OUT-3B	7	R:3:0.D.3B



TB1-33/TB0-37
24VDC

TB1-34/DC001(0-A)

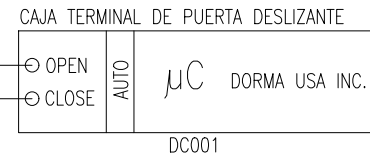
TB1-36/DC001(C-A)

TB1-36/DC001C

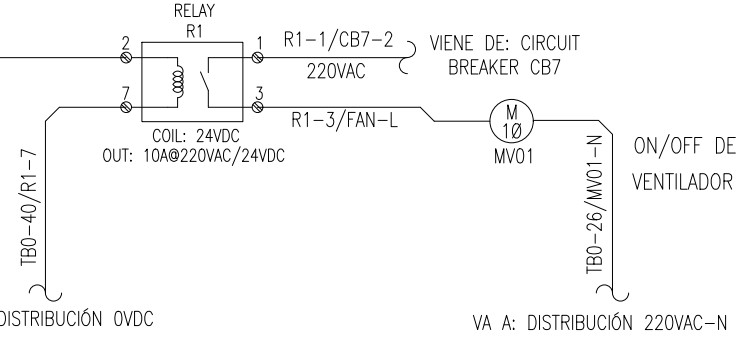
DS001(+)/TB1-40

VA A: DISTRIBUCIÓN OVDC

VA A: DISTRIBUCIÓN 220VAC-N



SEÑALES DE APERTURA Y CIERRE DE PUERTA DESLIZANTE DE CABINA CONTROL AUTOMÁTICO



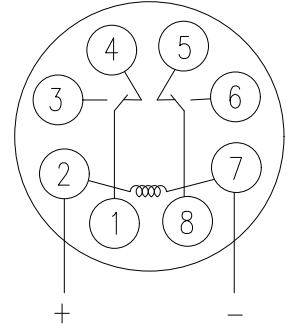
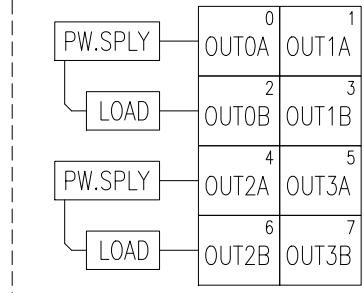
DS001 BLOQUEO ELÉCTRICO DE PUERTA DESLIZANTE


DOOR LOCK

DS001(-)/TB0-41

WIRING

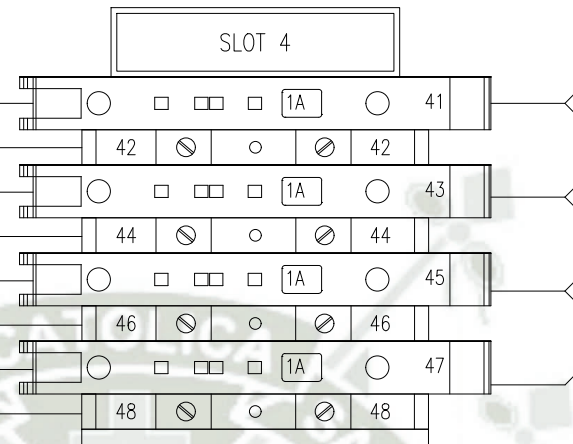
RELAY BASES (FOR 220VAC & 24VDC)



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE SALIDAS TIPO RELÉ, SLOT 3. 1734-OW4	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-012	REV. A
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.										CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.					

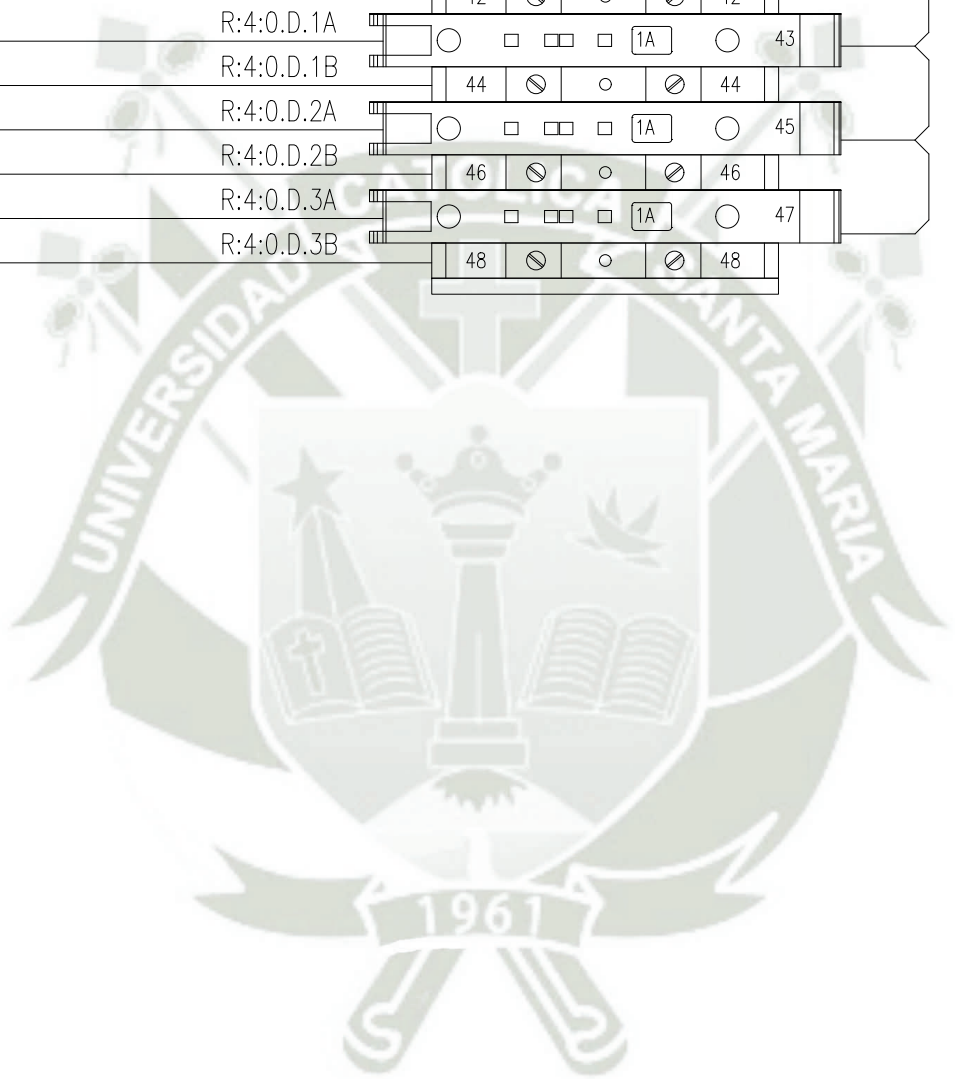
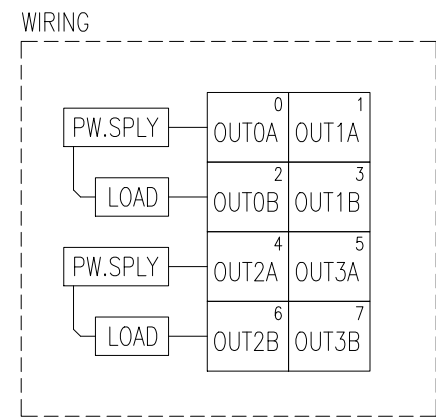
1734-OW4	
DIGITAL OUTPUT	
RACK: 01	
SLOT: 04	
OUT-0A	0
OUT-0B	2
OUT-1A	1
OUT-1B	3
OUT-2A	4
OUT-2B	6
OUT-3A	5
OUT-3B	7

R:4:0.D.0A	R:4:0.D.0A
R:4:0.D.0B	R:4:0.D.0B
R:4:0.D.1A	R:4:0.D.1A
R:4:0.D.1B	R:4:0.D.1B
R:4:0.D.2A	R:4:0.D.2A
R:4:0.D.2B	R:4:0.D.2B
R:4:0.D.3A	R:4:0.D.3A
R:4:0.D.3B	R:4:0.D.3B



TB1-41/TB0-38
24VDC

RESERVA



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/		
				/					/		
				/					/		
				/					/		
				/					/		

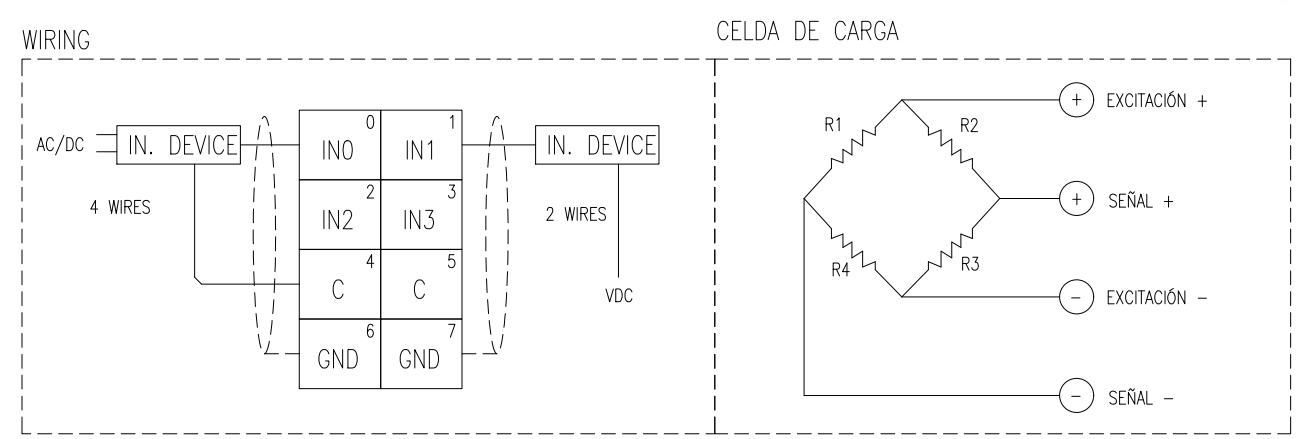
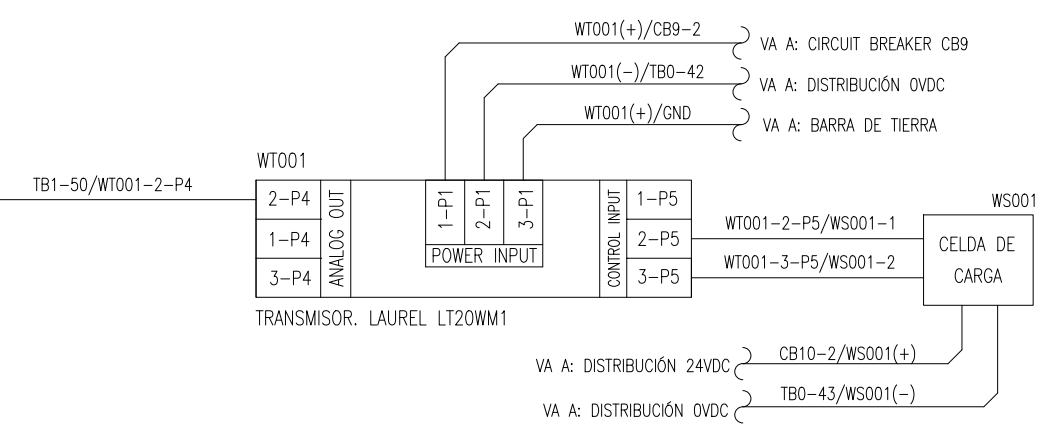
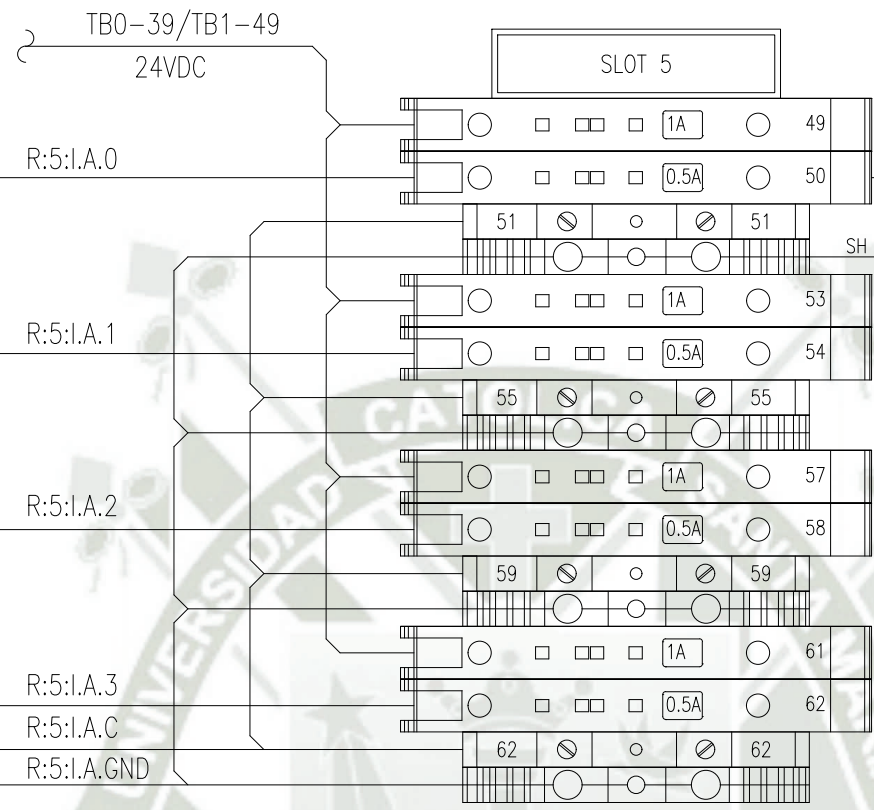



CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.

DISEÑADO POR:	J. MENIS	FECHA :	15/01/2020
PROCESADO POR:	J. MENIS	FECHA :	15/01/2020
REVISADO POR :	J. MENIS	FECHA :	15/01/2020
APROBADO POR :	J. MENIS	FECHA :	15/01/2020
JEFE DE PROYECTO:		FECHA :	
CLIENTE :		FECHA :	

DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	
NOMBRE DE PLANO	INSTRUMENTACION
DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE SALIDAS TIPO RELÉ, SLOT 4. 1734-OW4	
ESCALA:	S/E
NUMERO DE PLANO	A3-FW001-073-004-013
REV.	A

1734-IE4C ANALOG INPUT		
RACK: 01		
SLOT: 05		
IN 0	0	R:5:I.A.0
IN 1	1	R:5:I.A.1
IN 2	2	R:5:I.A.2
IN 3	3	R:5:I.A.3
C	4	R:5:I.A.C
C	5	
CHAS GND	6	R:5:I.A.GND
CHAS GND	7	




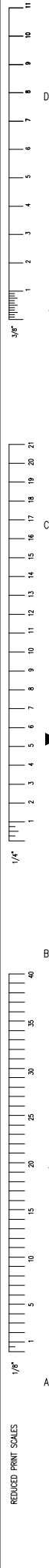
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE CONEXIONADO DE ENTRADAS ANALÓGICAS, SLOT 5, 1734-IE4C	REVISADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	ESCALA: S/E	APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-004-014	JEFE DE PROYECTO: FECHA:	REV. A
A	01/09	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.										CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		CLIENTE: FECHA:							

DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN ARQUITECTURA DE RED

UBICACION _____
 TENSION DE ALIMENTACION _____
 TENSION DE MANDO _____
 PLANOS _____ ARQUITECTURA DE RED
 AÑO 1961 2015



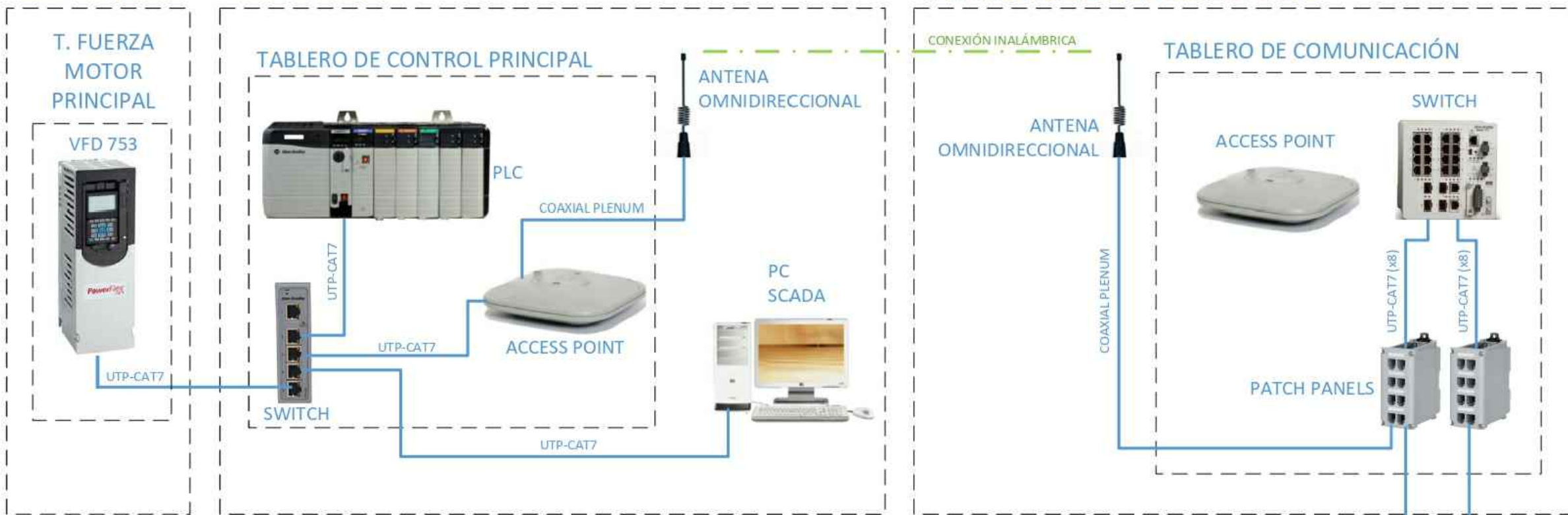
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-005-001	REV. A
A	25/10	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/														
				/					/														
				/					/														
				/					/														
				/					/														
				/					/														



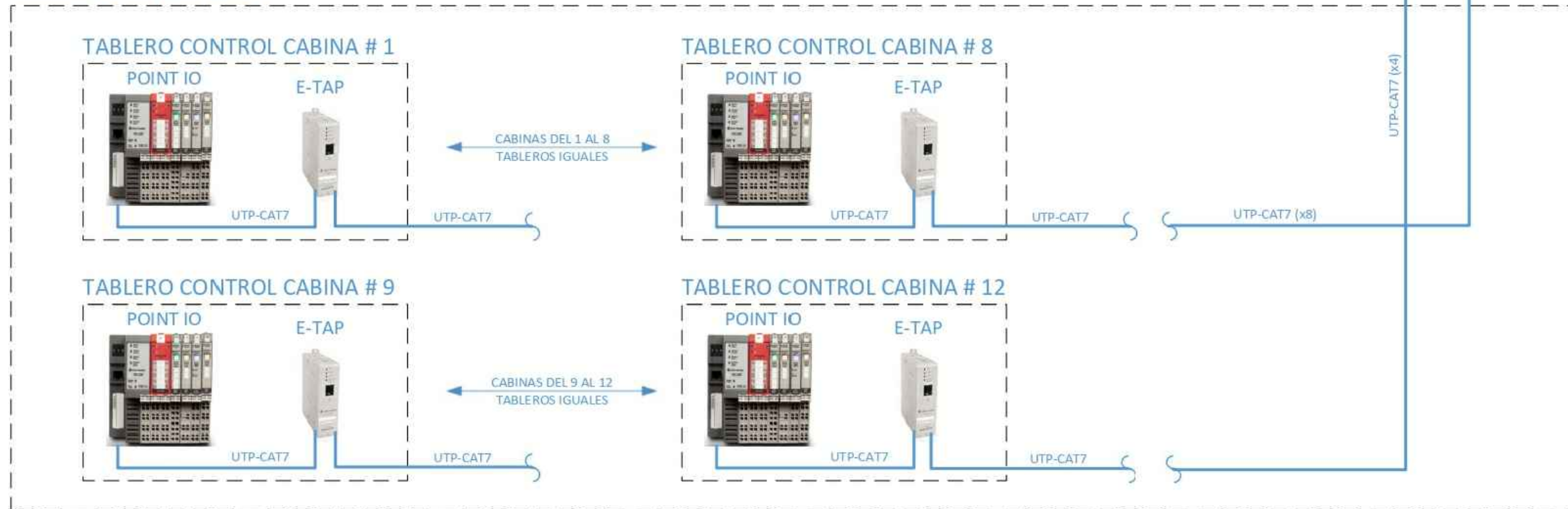
SALA ELÉCTRICA


SALA DE CONTROL

ESTRUCTURA RUEDA DE OBSERVACIÓN



RUEDA DE OBSERVACIÓN




REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO			DISEÑO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 REVISADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA:	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN AREQUIPA-PERÚ INSTRUMENTACION ARQUITECTURA DE RED		ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-005-002	REV. A
A	25/10	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.									CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	CLIENTE : FECHA :	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION ARQUITECTURA DE RED	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-005-002	REV. A		


DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACIÓN ILUMINACIÓN LED, LED-MAIN & LED-SEC RUEDAS GIRATORIAS

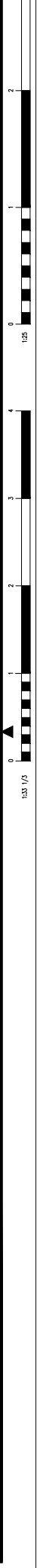
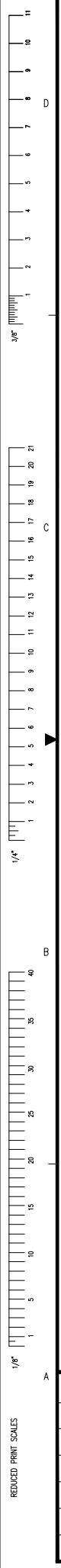
UBICACION	RUEDAS GIRATORIAS
TENSION DE ALIMENTACION	220 VAC
TENSION SECUNDARIA	24 VDC
PLANOS	PLANOS LAYOUT Y PLANOS CONEXIONADO
AÑO	2020

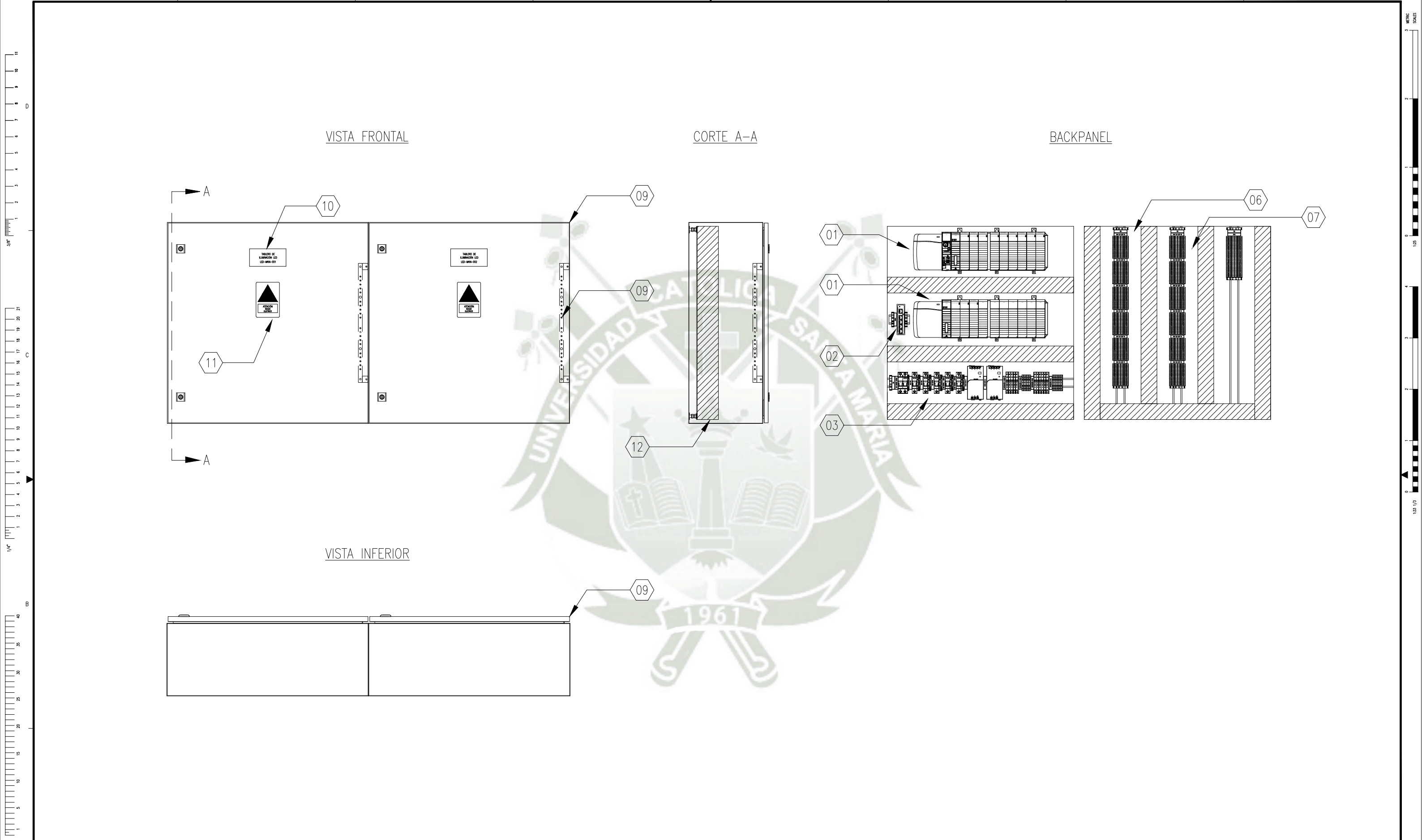



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020		DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACION AREQUIPA-PERÚ	
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/										PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020		
												APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	ESCALA: S/E		NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-006-001	
												CLIENTE :	FECHA :			REV. A	

ITEM	N° DE PLANO	DESCRIPCION
1	A3-FW001-073-006-001	CARATULA
2	A3-FW001-073-006-002	INDICE
3	A3-FW001-073-006-003	DIAGRAMA DE DIMENSIONES, TABLERO ILUMIN. LED PRINCIPAL (PLC)
4	A3-FW001-073-006-004	DIAGRAMA DE DISTRIBUCION, TABLERO ILUMIN. LED PRINCIPAL (PLC)
5	A3-FW001-073-006-005	LISTA DE EQUIPAMIENTO, TABLERO ILUMIN. LED PRINCIPAL (PLC)
6	A3-FW001-073-006-006	DIAGRAMA DE DIMENSIONES, TABLERO SECUNDARIO ILUMIN. LED (RELAYS)
7	A3-FW001-073-006-007	DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN, TABLERO SECUNDARIO ILUMIN. LED (RELAYS)
8	A3-FW001-073-006-008	LISTA DE EQUIPAMIENTO, TABLERO SECUNDARIO ILUMIN. LED (RELAYS)
9	A3-FW001-073-006-009	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO ILUMINACIÓN LED.
10	A3-FW001-073-006-010	DETALLE DE CANTIDAD DE TABLEROS SECUNDARIOS ILUMINACIÓN LED (RELAYS)
11	A3-FW001-073-006-011	ARQUITECTURA DE RED.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 <small>E.P. INGENIERIA MECANICA MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA</small>		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-006-002	REV. A
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/			CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.											

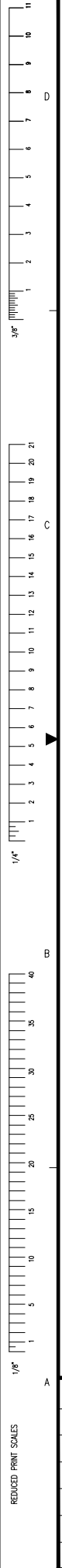




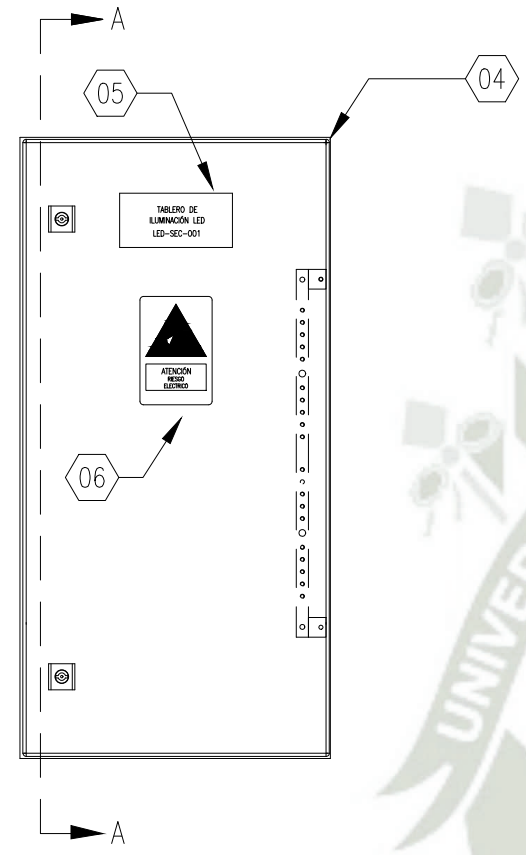
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 <p>CONFIDENCIAL</p> <p>ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.</p>	DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020 PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020 REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020 APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA : CLIENTE : FECHA :	NOMBRE DE PLANO INSTRUMENTACION DIAGRAMA DE DISTRIBUCION, TABLERO ILUMIN. LED PRINCIPAL (PLC)	ESCALA: S/E NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-006-004	REV. A
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/												

REDUCED PRINT SCALES

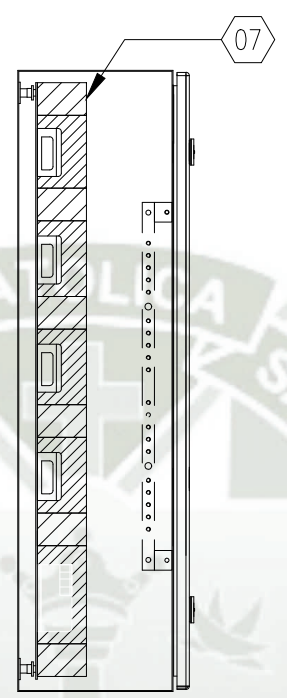
SCALE



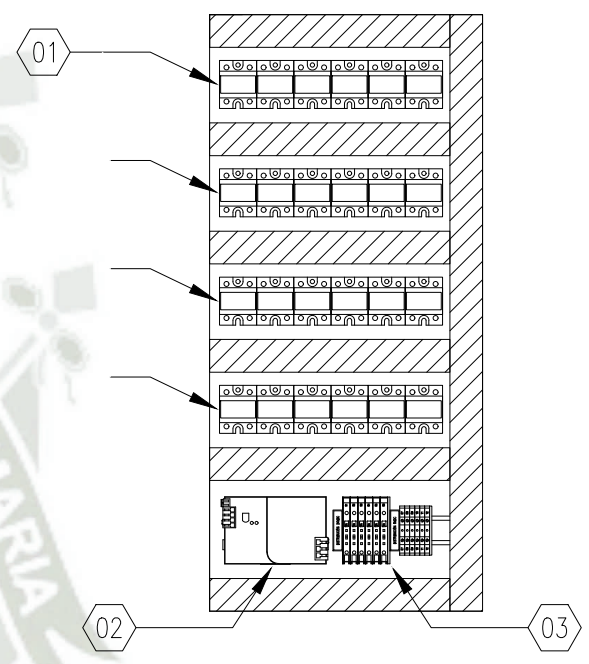
VISTA FRONTAL



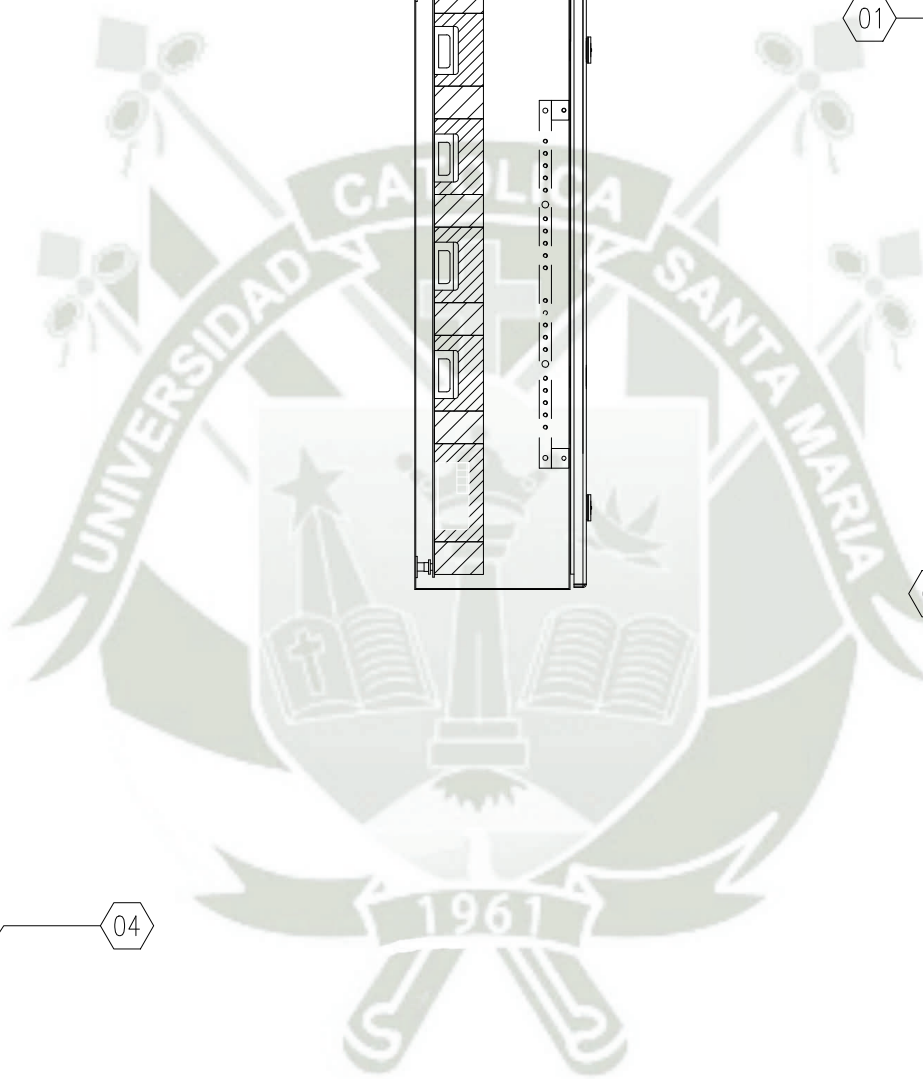
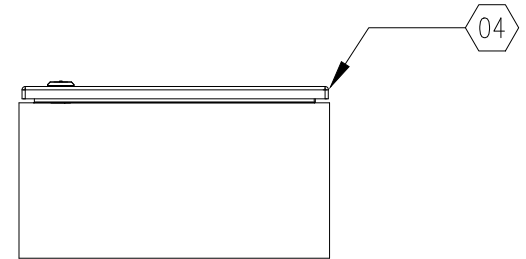
CORTE A-A



BACKPANEL



VISTA INFERIOR




REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO		DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACION AREQUIPA-PERÚ	
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		PROCESADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 REVISADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 APROBADO POR: J. MENIS FECHA: 15/01/2020 JEFE DE PROYECTO: FECHA:
												CLIENTE : FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-006-007	REV. A

LISTA DE EQUIPAMIENTO

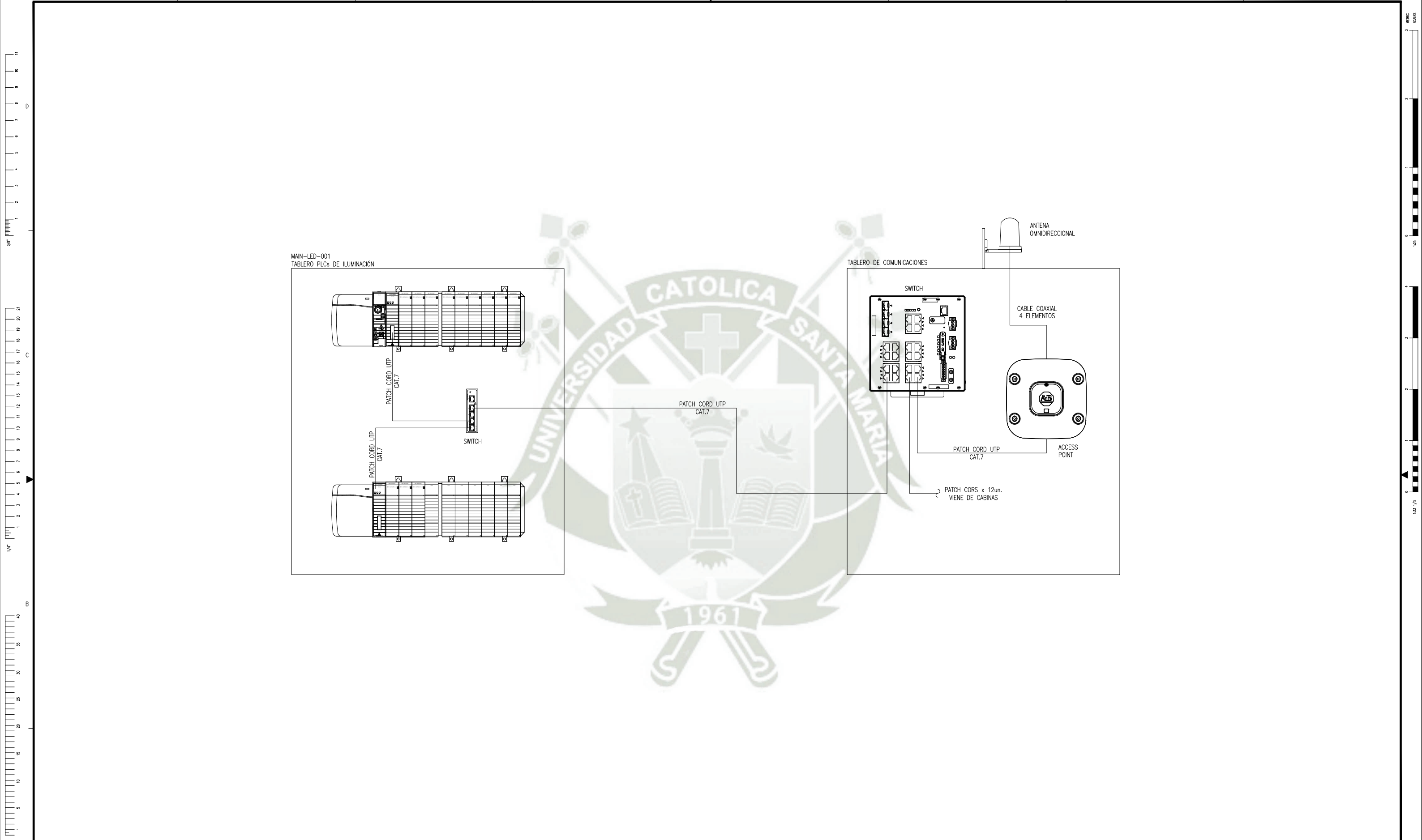
ITEM	CANT	FABRICANTE	CATALOGO	DESCRIPCION
02	24	ALLEN BRADLEY	700-SHSFZ24	RELÉ DE ESTADO SÓLIDO OPTOACOPLADO, 100HZ MÁX, CONTROL 24VDC, SALIDA 24VDC/0.5A.
03	01	ALLEN BRADLEY	1606-XLS480E	FUENTE STARNDARD, 480W, ENTRADA: 220VAC, SALIDA 24VDC, 17A SALIDA.
	06	ALLEN BRADLEY	1492-H4	BORNERA PORTA FUSIBLE, 30-12AWG, 1 PISO, INDICADOR DE NEÓN, 300VAC MAX.
04	06	ALLEN BRADLEY	1492-J4	BORNERA DE CONEXIÓN POR TORNILLO, 22-10AWG, 1 PISO, GRIS.
05	02	RITTAL	-	ARMARIO COMPACTO AE, ACERO INOXIDABLE, IP66, NEMA4X, 760x380x210mm (HxWxD)
06	01	-	-	NAMEPLATE, MATERIAL: LAMICOID.
07	01	-	-	SEÑAL DE RIESGO ELÉCTRICO.
	02	-	-	CANALETA RANURADA, 60x80mm (WxH)




REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 E.P. INGENIERIA MECANICA MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA	DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	APROBADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	JEFE DE PROYECTO: FECHA :	CLIENTE :	FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-006-008	REV. A	
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.										

REDUCED PRINT SCALES

REVERSE SCALES



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DES. CHK.	APROBADO	DWG.NO.	REFERENCIAS DEL DIBUJO	 E.P. INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA	DISEÑADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	PROCESADO POR: J. MENIS FECHA : 15/01/2020	DISEÑO DE RUEDA DE OBSERVACION AREQUIPA-PERÚ
A	29/08	EMITIDO PARA APROBACION INTERNA	J.M.	/					/				CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN ÉL SON PROPIEDAD DEL EQUIPO DE DISEÑO A CARGO, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.	REVISADO POR : J. MENIS FECHA : 15/01/2020	
												CLIENTE : FECHA :	ESCALA: S/E	NUMERO DE PLANO A3-FW001-073-006-011	REV. A