



“ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS PARA EL DETALLE DE INGENIERIAS LA LINEA ROLDOS OFELIA”

Producto 2: CAPÍTULO: J.1 SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO

RESPONSABLES:

	NOMBRE	CÉDULA	FIRMA
ELABORADO POR	Ing. Pablo Espinosa MSc.	1715854103	Pablo Espinosa
REVISADO POR	Ing. Carlos Baldeón	1704378890	[Firma]
APROBADO POR	Ing. Carlos Baldeón	1704378890	[Firma]

CÓDIGO: QC-OR-TT-SCA-EF-01-R1

Junio 2016

ÍNDICE

1. OBJETIVO	6
2. INTRODUCCIÓN	6
3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL	7
3.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	7
3.2 OPERACIÓN NORMAL	8
3.3 OPERACIÓN DE EMERGENCIA (FALLA DEL MOTOR PRINCIPAL)	9
3.4 OPERACIÓN DE EMERGENCIA (SIN SUMINISTRO DE ENERGÍA).....	9
3.5 OPERACIÓN DE FRENOS	10
3.5.1 Freno Principal	10
3.5.2 Frenos de Servicio.....	10
3.5.3 Frenos de Emergencia	10
3.6 OPERACIÓN EN ZONA DE CADENCIA.....	11
3.7 OPERACIÓN DE SENSORES DE DESCARRILAMIENTO DE CABLE Y CABINAS	13
3.8 OPERACIÓN DE LA CENTRAL HIDRÁULICA DE TENSIÓN.....	14
3.9 OPERACIÓN DE ENTRADA Y SALIDA DE CABINAS AL GARAJE	15
3.10 OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE SEGURIDAD	16
3.11 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE DE PINZA	17
3.12 OPERACIÓN SENSORES DE VIENTO	18
3.13 OPERACIÓN DE PULSADORES DE PARADA EMERGENCIA.....	19
3.14 TABLEROS PRINCIPALES DE CONTROL.....	20
3.15 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE CONFIABILIDAD MOTOR PRINCIPAL	21
3.16 TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA	22
3.17 DESPLIEGUES DEL HMI	23
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL	26
5. ANEXOS	31
5.1 LISTAS DE INSTRUMENTOS.....	31
5.2 LISTAS DE EQUIPOS	31

5.3	HOJAS DE DATOS	31
5.4	LISTAS DE SEÑALES	32
5.5	PLANOS DE ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL	33
5.6	PLANOS DE TABLEROS DE CONTROL	33
5.7	PLANOS DE TABLEROS DE CONEXIONES EN CAMPO	33
5.8	PLANOS DE INTERCONEXIÓN	33
5.9	PLANOS DE MONTAJE	36
5.10	PLANOS DE UBICACIÓN DE INSTRUMENTOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones Técnicas Sensor Inductivo Digital	12
Tabla 2. Especificaciones Técnicas Finales de Carrera	13
Tabla 3. Especificaciones Técnicas Sensores de Descarrilamiento de Cable	16
Tabla 4. Especificaciones Técnicas Cable de Control Flexible	17
Tabla 5. Especificaciones Técnicas Sensor Inductivo Analógico	18
Tabla 6. Especificaciones Técnicas Sensor de Viento	19
Tabla 7. Especificaciones Técnicas Fibra Óptica	23
Tabla 8. Especificaciones Técnicas PLC	28
Tabla 9. Especificaciones Técnicas Módulos de Entradas y Salidas	29
Tabla 10. Especificaciones Técnicas Pantalla Táctil	29
Tabla 11. Especificaciones Técnicas Switch Ethernet	30
Tabla 12. Especificaciones Técnicas Transceiver	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sensor Inductivo	12
Figura 2. Gálibo	14
Figura 3. Volante Móvil	15
Figura 4. Sensor de descarrilamiento de Cable	17
Figura 5. Sensor de Viento	19
Figura 6. Botones de Paras de Emergencia	20
Figura 7. Arquitectura del Sistema de Control	27

1. Objetivo

Detallar el funcionamiento del sistema de control automático que comprende el suministro e instalación de los equipos y materiales para el control y monitoreo de la operación del teleférico para transporte de pasajeros entre las estaciones de La Ofelia y La Roldós.

2. Introducción

El sistema de transporte tiene cuatro estaciones localizadas en La Ofelia, La Mariscal, Colinas del Norte y La Roldós.

En la estación localizada en Colinas del Norte se encuentra instalado el sistema motriz principal y de emergencia con sus respectivos variadores de velocidad, reductores y sistemas de frenado.

Además, en esta estación se encuentra instalado el controlador principal (PLC). Las estaciones están comunicadas por medio de fibra óptica por lo cual es posible monitorear y controlar la operación del sistema desde cualquiera de ellas.

En las estaciones de La Ofelia y La Roldós (estaciones de retorno) se encuentra una zona de cadencia que es donde se ajusta y mantiene una distancia constante entre las cabinas, además, aquí también están instaladas centrales hidráulicas con un pistón que posiciona el volante móvil de tal manera que la tensión del cable tractor portador se encuentre dentro del 10% de la tensión especificada por el fabricante del cable.

El sistema de control y telecomunicaciones garantiza una redundancia física, por lo cual se tiene dos redes de comunicación (Profinet A y B).

El sistema de control automático asegura la operación del sistema tanto en condiciones normales como en condiciones de emergencia como corte del suministro de energía eléctrica o fallo del motor principal, también detendrá la operación en caso de malfuncionamiento como descarrilamiento del cable o de las cabinas

3. Descripción Funcional

El sistema de control automático agrupa todas las señales del sistema lo cual permite controlar y monitorear todos los parámetros que intervienen en la operación. A continuación se describen los elementos del sistema de control y su funcionamiento:

3.1 Funcionamiento del Sistema de Control

Por tratarse de un sistema en el que se transporta pasajeros, el sistema de control debe garantizar redundancia tanto física como a nivel de controlador para así asegurar el correcto funcionamiento del teleférico bajo cualquier circunstancia. Por este motivo se ha seleccionado un PLC redundante, el cual consta de dos CPU's para formar dos redes de comunicación. De igual manera, la comunicación entre estaciones se realiza mediante dos cables de fibra óptica lo que permite mantener la comunicación aunque uno de ellos falle. El sistema de control cuenta con el mismo número de módulos de entradas/salidas de las mismas características para cada red.

El PLC se encuentra en la estación de Colinas del Norte, sin embargo el sistema puede ser controlado y monitoreado desde las cuatro estaciones.

El sistema de control es el encargado de:

- Mantener la tensión del cable dentro de un 10% de la tensión especificada por el fabricante a través de una central de tensión hidráulica ubicada en las estaciones de retorno y detener la operación en caso de no ser posible.
- Monitorear la velocidad del viento dentro de la trayectoria del teleférico y detener la operación del mismo en caso que se sobrepasen los 40 Km/h.
- Detener la operación del sistema y remover una cabina en caso de que la presión de su pinza desembragable se encuentre fuera de los límites determinados por el fabricante

- Detener el sistema en caso de que el cable o una cabina no se encuentren dentro de la trayectoria de diseño en la zona de las estaciones, lo cual es monitoreado mediante gálibos.
- Alarmar el sistema en caso de que los volantes móviles de las estaciones de retorno han sido retraídos hasta una posición límite lo cual indica que el cable tractor portador debe ser recortado debido a su expansión longitudinal.
- Monitorear la posición de las cabinas dentro de las estaciones, para mantener una distancia constante entre ellas controlando la velocidad de los motores de cadencia automáticamente. En caso de remover una cabina hay la opción de mantener su espacio en el cable o reajustar la distancia entre las cabinas restantes. De ser necesario, también hay la opción de controlar los motores de cadencia de manera manual.
- Determinar la distancia entre las cabinas y las estaciones y poder asignar una alarma a una o más cabinas para activar una señal sonora a su entrada a una estación determinada.
- Alarmar el sistema en caso de que uno de los módulos detectores de descarrilamiento de cable reporte fallo y detenerlo si la falla se presenta en los dos.
- Controlar y monitorear el estado de los sistemas de frenado (principal, de servicio y de emergencia)
- Controlar y monitorear el ingreso de las cabinas al garaje así como su salida.
- Escoger el sistema motriz, ya sea el principal o el de emergencia, y arrancarlo.
- Operar el sistema en modo mantenimiento lo cual permite verificar el funcionamiento de cada elemento del sistema

3.2 Operación Normal

En operación normal el motor principal es el que mueve al sistema. La velocidad de este motor es controlada a través de un variador de frecuencia el cual se comunica con el PLC mediante el bus de comunicación de campo Profinet.

El status del motor principal es monitoreado tanto por el “Sistema de confiabilidad del motor principal” y el PLC. El PLC receptorá las señales de corriente, temperatura, nivel de aceite, etc., y detendrá su funcionamiento en caso de presentarse niveles críticos según especificación del fabricante.

Este motor transmite su potencia al volante mediante un reductor de velocidad que de igual manera es monitoreado por el PLC.

3.3 Operación de Emergencia (Falla del Motor Principal)

En caso de falla del motor principal o del reductor de velocidad, el sistema es operado por los dos motores de emergencia que transmiten la potencia al volante a través de una corona piñón. Estos dos motores son controlados en paralelo por un variador de frecuencia que se comunica con el PLC mediante el bus de comunicación de campo Profinet.

Estos motores son monitoreados por el PLC, en caso de sobrecarga o recalentamiento el sistema se detiene automáticamente.

3.4 Operación de Emergencia (Sin Suministro de Energía)

En caso de corte de suministro de energía eléctrica el sistema es operado por los dos motores de emergencia. Estos son alimentados por un generador eléctrico a diésel.

La carga de las baterías utilizadas para el arranque del generador es monitoreada todo el tiempo por el PLC para garantizar que en caso de emergencia el generador sea encendido. En caso de que la carga de las baterías no cumpla con los requerimientos del fabricante del generador el sistema se alarmará lo cual permitirá realizar un cambio de baterías o el mantenimiento respectivo.

3.5 Operación de Frenos

El sistema cuenta con tres tipos de frenos especificados a continuación:

3.5.1 Freno Principal

El freno principal es electromagnético y bloquea el eje que conecta el motor principal con el reductor de velocidad. El freno puede ser controlado desde el HMI o desde el tablero de control. Este freno es monitoreado por el PLC, en caso de que este freno o algún otro estén activados no será posible arrancar el motor principal y será necesario desbloquearlos.

3.5.2 Frenos de Servicio

En caso de falla del motor principal o corte en el suministro de energía, el motor principal estará fuera de servicio y el sistema será operado por los motores de emergencia. En este caso el freno principal también quedará fuera de servicio y los frenos de servicio serán los que frenan el sistema.

Los frenos de servicio frenan el volante directamente mediante pastillas de freno.

Los frenos de servicio son hidráulicos y pueden ser controlados desde el tablero de control o desde el HMI. Para bloquear/desbloquear estos frenos, el PLC comanda electroválvulas que permiten o cortan el paso del líquido presurizado por una central hidráulica.

El sistema de control no arrancará el sistema motriz mientras los frenos de servicio estén bloqueados.

3.5.3 Frenos de Emergencia

Los frenos de emergencia tienen un funcionamiento análogo a los frenos de servicio, pueden ser controlados desde el tablero de control o desde el HMI. Son comandados por una electroválvula operada por el PLC, esta electroválvula es de reacción rápida y detienen

la operación del sistema de forma inmediata y brusca por lo cual estos frenos solo deben ser utilizados solamente en casos de emergencia.

Los frenos de emergencia frenan el volante directamente mediante pastillas de freno. El status de los frenos de emergencia es monitoreado por el PLC, mientras estos estén bloqueados el sistema no podrá ser arrancado.

3.6 Operación en Zona de Cadencia

La zona de cadencia es la zona en la que las cabinas se desenganchan del cable tractor portador dentro de las estaciones. A lo largo de esta zona y en las regiones de entrada y salida de las cabinas a las estaciones se encuentran instalados sensores inductivos digitales, estos sensores permiten determinar la posición exacta de cada cabina dentro de las estaciones lo cual permite a su vez establecer la distancia que existe entre ellas.

Determinar la posición de las cabinas permite detectar si una cabina no ha completado un determinado trayecto y detener la operación en este caso.

Las cabinas deben mantener una distancia constante entre ellas, por lo cual cuando se desenganchan del cable en las estaciones de retorno son movidas por un motor de cadencia cuya velocidad se ajusta automáticamente para poder adelantar a las cabinas que se encuentran retrasadas y retrasar a las que están adelantadas.

Cuando una cabina sale de operación se puede escoger a través del HMI si se desea mantener el espacio de esta cabina para cuando reingrese al sistema o si se debe reajustar la distancia de las cabinas restantes, este reajuste también es realizado de forma automática por el PLC mediante el motor de cadencia.

Adicionalmente, los motores de cadencia pueden ser operados de manera manual para que el operador controle la velocidad de las cabinas dentro de la estación de ser necesario.

SENSOR INDUCTIVO	
INFORMACIÓN GENERAL	
CUERPO	ROSCABLE DE ACERO INOXIDABLE
VOLTAJE DE OPERACIÓN	24 VDC
BLINDADO	SI
PROTECCIÓN CONTRA FALSA DETECCIÓN	SI
TIPO DE SALIDA	NORMALMENTE ABIERTA
NORMAS Y CERTIFICADOS	
IP67 (IEC529)	SI
NEMA 4,12,13	SI

Tabla 1. Especificaciones Técnicas Sensor Inductivo Digital

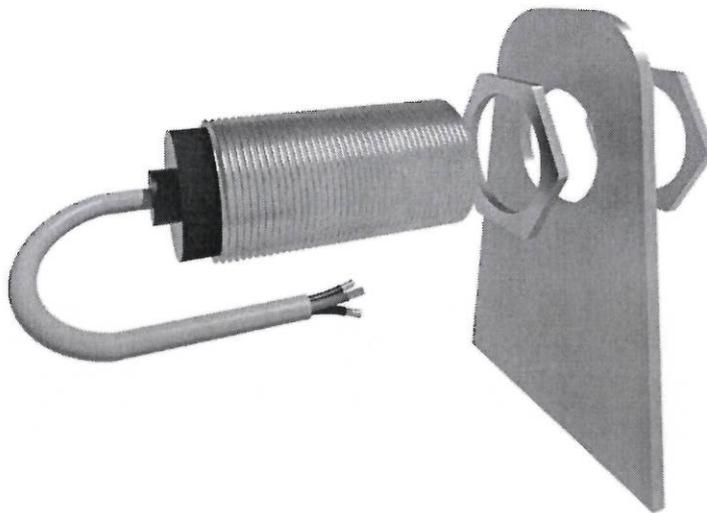


Figura 1. Sensor Inductivo

3.7 Operación de Sensores de Descarrilamiento de Cable y Cabinas

Dentro de las estaciones y en las zonas de entrada y salida de las estaciones se han colocado gálibos (finales de carrera) los cuales detectan si el cable o las cabinas se encuentran fuera de la trayectoria de diseño, en ese caso la operación del sistema se detendrá.

FINAL DE CARRERA	
INFORMACIÓN GENERAL	
CARCASA	METÁLICA
VOLTAJE DE OPERACIÓN	24 VDC
TIPO DE CABEZAL	PERMITE EL CAMBIO DE CABEZAL DE MANERA FÁCIL FACILITANDO LA CONFIGURACIÓN
TIPO DE SALIDA	2 CONTACTOS N.A.
NORMAS Y CERTIFICADOS	
ENVOLVENTE NEMA A6004	SI
NEMA 4, 13, 6P	SI
IP67	SI
UL, CSA, CE	SI

Tabla 2. Especificaciones Técnicas Finales de Carrera

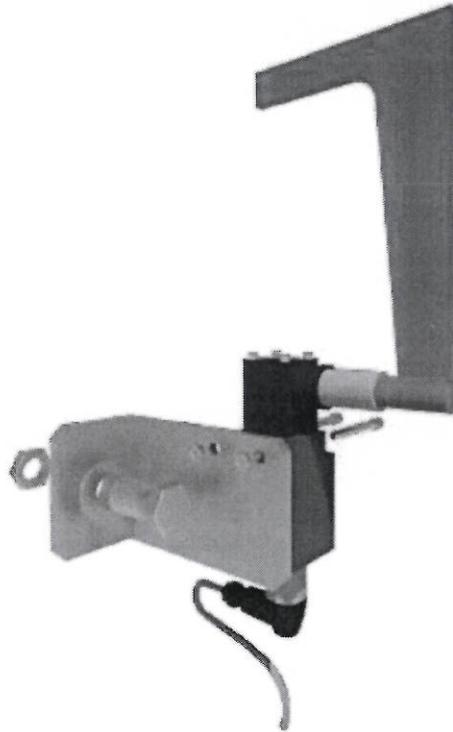


Figura 2. Gálbo

3.8 Operación de la Central Hidráulica de Tensión

Las centrales hidráulicas de tensión son controladas y monitoreadas por el sistema de control. Las centrales hidráulicas posicionan los volantes móviles de las estaciones de retorno a través de un pistón. El objetivo de controlar la posición de los volantes móviles es mantener la tensión del cable tractor portador dentro del 10% de la tensión determinada por el fabricante.

El sistema de control determina la tensión del cable a partir del valor de presión enviado desde la central hidráulica y ajustará dicho valor para mantener la tensión del cable dentro de los límites indicados.

Debido a la elongación del cable, los volantes móviles se retraerán para mantener la tensión del cable. En cada estación de retorno se encuentra un gálibo que indica cuando el volante se ha retraído hasta una posición crítica ya sea por el espacio físico o la longitud del pistón. Una vez alcanzada esta posición el cable tiene que ser recortado y empalmado nuevamente.

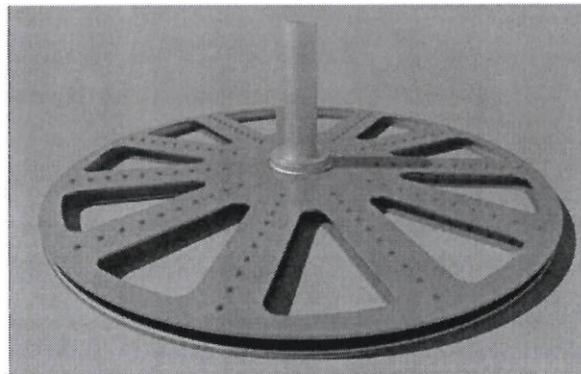


Figura 3. Volante Móvil

3.9 Operación de Entrada y Salida de Cabinas al Garaje

Las cabinas podrán ser desviadas hacia el garaje, ya sea para mantenimiento o almacenamiento.

El PLC controla un riel móvil que dirige las cabinas hacia el garaje, de igual manera el riel se posicionará de tal manera que sea posible reintegrar las cabinas al sistema.

Se han colocado dos finales de carreras, cada uno indica si el riel se encuentra cerrado o abierto. Además se han colocado dos sensores inductivos digitales para detectar la ubicación de las cabinas una vez que salen o van a reingresar al sistema.

3.10 Operación de la Línea de Seguridad

Este es un sistema redundante compuesto por dos módulos de línea de seguridad que indican si el cable tractor portador se descarrila del tren de poleas de las pilonas y la pilonas en la que esto ocurre. El descarrilamiento es reconocido por sensores rompibles que están conectados a los módulos de línea de seguridad mediante un cable de control flexible.

Los dos módulos monitorean el estado del cable en todo su trayecto, sensan con circuitos diferentes el estado del cable en dos pilonas y los dos módulos no sensan las mismas dos pilonas con un circuito.

Si uno de los módulos falla, el sistema de control se alarmará pero no se detendrá. El sistema se detendrá cuando los dos módulos presenten falla y se podrá determinar la pilonas en la que el descarrilamiento del cable ha ocurrido.

SENSORES ROMPIBLES	
INFORMACIÓN GENERAL	
TIPO DE SALIDA	CONTACTO ABIERTO AL ROMPERSE
UMBRAL DE ROTURA	CONSTANTE
REVESTIMIENTO	EVITA FALLOS DE AISLAMIENTO
SOPORTE	PLASTICO
CONECTORES REFORZADOS	SI
NORMAS Y CERTIFICADOS	
GRADO DE PROTECCION	IP67 (IEC529)
NEMA	4, 5

Tabla 3. Especificaciones Técnicas Sensores de Descarrilamiento de Cable

CABLE DE CONTROL FLEXIBLE	
INFORMACIÓN GENERAL	
CALIBRE	10 AWG
NÚMERO DE PARES	30
CONSTRUCCIÓN	FLEXIBLE
CONDUCTOR ANTI FLAMA	SI, 75 - 105°C
RESISTENTE A LA INTERPERIE (U/V)	SI

TIPO DE CUBIERTA	PVC
NORMAS Y CERTIFICADOS	
ESPECIFICACIONES	NOM - 063-SCFI
CERTIFICACIÓN	NOM - ANCE

Tabla 4. Especificaciones Técnicas Cable de Control Flexible

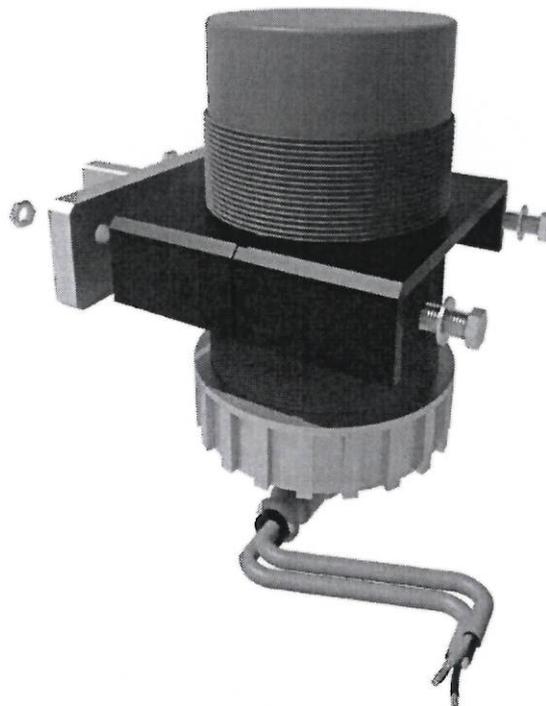


Figura 4. Sensor de descarrilamiento de Cable

3.11 Operación del Sistema de Pesaje de Pinza

El sistema de pesaje de pinza desembragable en cada estación identifica el mal funcionamiento de este dispositivo, lo cual detiene la operación mientras se retira la cabina cuya pinza esté defectuosa. Este sistema está compuesto por un módulo que recibe la señal analógica de un sensor inductivo e indica el valor de la lectura en un display. Este módulo

se comunica con el PLC para indicar si el valor está dentro o fuera de los límites especificados por el fabricante de la pinza.

SENSOR INDUCTIVO ANALÓGICO	
INFORMACIÓN GENERAL	
CUERPO	ROSCABLE DE ACERO INOXIDABLE
VOLTAJE DE OPERACIÓN	24 VDC
BLINDADO	SI
TIPO DE SALIDA	0 A 10 V
NORMAS Y CERTIFICADOS	
IP67 (IEC529)	SI
NEMA 1	SI
NEMA 2	SI
NEMA 3	SI
NEMA 4,12,13	SI

Tabla 5. Especificaciones Técnicas Sensor Inductivo Analógico

3.12 Operación Sensores de Viento

El sistema contiene tres sensores de viento ubicados en las estaciones de La Ofelia, Colinas del Norte y La Roldós. Estos sensores se comunican con el sistema de control mediante comunicación analógica de 4 – 20 mA. Los sensores de viento permiten determinar la velocidad y dirección del viento a través de la trayectoria del teleférico, la operación del teleférico se detendrá en caso de velocidades de viento mayores a 40 km/h en alguna zona de la trayectoria.

SENSOR DE VIENTO	
INFORMACIÓN GENERAL	
CARCASA	METÁLICA
VOLTAJE DE OPERACIÓN	24 VDC
PIEZAS MÓVILES	NO
TIPO DE MEDICIÓN	ULTRASÓNICO
TIPO DE SALIDA	4-20mA

RANGO DE MEDICIÓN	HASTA 75 m/s
COMUNICACIÓN	RS-232/RS-485
NORMAS Y CERTIFICADOS	
PRUEBAS AMBIENTALES	IEC 60068
PROTECCIÓN	IEC 60529 CLASE IP67
CE	SI

Tabla 6. Especificaciones Técnicas Sensor de Viento



Figura 5. Sensor de Viento

3.13 Operación de Pulsadores de Parada Emergencia

En cada estación se han colocado botones que permiten detener el sistema de manera inmediata. Estos son llamados pulsadores de parada de emergencia.

Estos botones han sido colocados tanto en el área de motores como las zonas de embarque y desembarque de pasajeros.

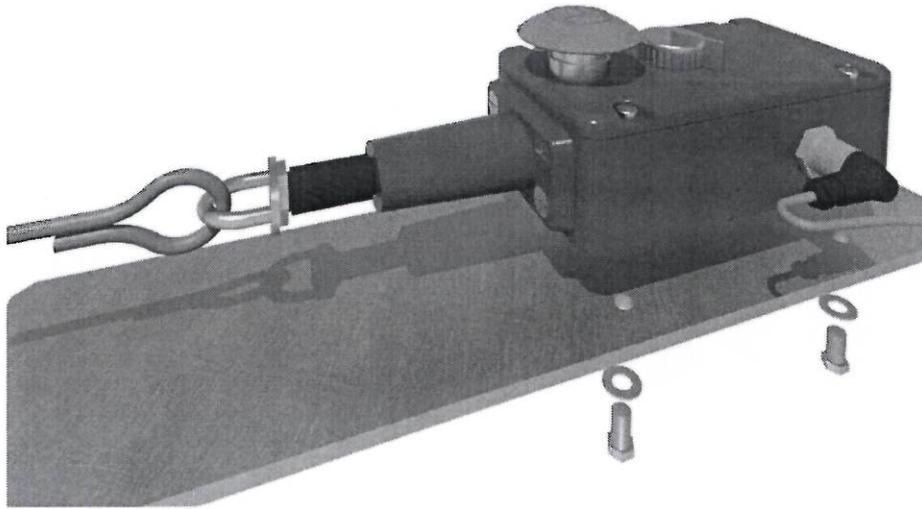


Figura 6. Botones de Paras de Emergencia

3.14 Tableros Principales de Control

Los tableros principales, a ser ubicados en el cuarto de control de cada estación, alojan en la parte exterior de sus puertas al menos los siguientes elementos que permiten el monitoreo y control de la operación del teleférico:

- Pantalla de visualización del HMI
- Indicador del pesaje de pinza
- Estado de las dos líneas de seguridad
- Indicadores luminosos del estado y fallos de motores, reductor, frenos, volantes, etc.
- Botones y/o seleccionadores que permitan:
 - Seleccionar el sistema motriz (principal o de emergencia)
 - Controlar la velocidad del sistema motriz
 - Activar y liberar los sistemas de frenado
 - Iniciar la operación del sistema
 - Activar la parada de emergencia del sistema

- Operar el sistema sin seguridades
- Seleccionar la operación de la estación de manera local o remota
- Operar el sistema en modo mantenimiento
- Desviar las cabinas hacia el garaje y reintegrarlas a la operación

Al interior de los tableros de control se ubican los equipos como el PLC, módulos de entradas y salidas, switches Ethernet, fuentes de alimentación, etc.

3.15 Operación del Sistema de Confiabilidad Motor Principal

Es un sistema especializado en análisis de fallas de máquinas rotativas para el motor eléctrico principal, que aproveche las características de vibración, velocidad, temperatura propias de la máquina para determinar problemas en su normal funcionamiento: desequilibrio del rotor, desalienación del eje, holgura, fallas de los cojinetes, problemas del estator, barras rotas del rotor, ensamble incorrecto, etc.

El equipo de monitoreo y protección del motor posee las siguientes características:

- Monitorización adaptable a las condiciones propias y cambiantes de operación. Capaz de obtener y almacenar datos para que las tendencias de los niveles de alerta, análisis y datos se basen en condiciones similares.
- Metodología de procesamiento PeakVue o similar que reconozca las ondas de esfuerzo "stress wave" en aumento de los componentes mecánicos del sistema de giro, mismas que estarán asociadas al impacto metal-metal, fricción, agrietamiento por fatiga, lubricación, etc. Esto permitirá detectar fallas en los rodamientos y cajas de engranajes en etapa temprana.
- Equipo modular con capacidad de albergar las tarjetas necesarias para la recolección de datos desde el motor. Certificación CSA Class1 Div2 / ATEX Zone 2
- El equipo será capaz de soportar en un mismo chasis tarjetas de medición para monitoreo, tarjetas tipo relé (hasta un máximo de 32 señales), y tarjetas de comunicación redundante o simples.
- Las tarjetas para recepción de temperaturas permiten señales de tipo RTDs (Pt100, Ni100, Ni120, Cu10), termocuplas (E, J, K, T), 0-10V o 4-20mA, con entradas aisladas galvánicamente, resolución de 24bit ADC y precisión de hasta 1% del rango, además de contar con entradas digitales para cualquier señal discreta asociada a la temperatura. Esta tarjeta se la podrá usar para señales de proceso 4-20mA.

- Cuenta con un solo tipo de tarjeta configurable (universal) para el monitoreo de las siguientes señales: vibración relativa y absoluta del eje, expansión de la carcasa del motor, excentricidad, velocidad, posición, etc. Esta tarjeta es capaz de integrar los sensores instalados en el sistema motriz.
- Se debe considerar la instalación e integración de la señal de tensión del cable tractor portador.
- El fabricante del motor deberá recomendar la instalación, tipo y cantidad de sensores a instalarse, en total cumplimiento con la API 670. Para la instalación de los mismos se utiliza cable de instrumentación desde el motor hasta las tarjetas de adquisición de datos.
- La tarjeta para salida de tipo relé es de 16 canales seleccionable normalmente abierto o normalmente cerrado, carga AC/DC 48/32 V, 2A.
- La tarjeta de comunicación puede ser simple o redundante y será la encargada de leer los datos de las tarjetas de adquisición de datos del motor y enviarlos al software propio del sistema, a otras RTU o sistemas de terceros. Tiene como mínimo comunicación Modbus TCP/IP (10/100Mbit), Modbus RTU (hasta 38.4Kbaud) y OPC UA con capacidad para enlazarse al sistema de control principal.
- El sistema tiene su propio software de configuración y programación para protección, así como el software de predicción básica. La información y alarmas pueden ser visualizada en el HMI del sistema.
- Todos los equipos cumplen plenamente con la norma API670 “Sistemas de Protección de Maquinaria”.

3.16 Tendido de Fibra Óptica

La comunicación entre las estaciones se realiza mediante fibra óptica. Para garantizar la redundancia física del sistema se tienden dos cables en paralelo

El cable de fibra óptica contiene en su interior fibra monomodo utilizada por el sistema de control y fibra multimodo utilizada para la voz y datos.

Cada cable de fibra óptica es conectado a un ODF ubicado en el rack de comunicaciones del cuarto de control, desde aquí se envía la fibra óptica monomodo a un transceiver (fibra óptica – Ethernet) para establecer la comunicación con la red Profinet a través de los switches Ethernet.

FIBRA OPTICA	
INFORMACIÓN GENERAL	
CABLES TENSORES QUE GUÍAN AL NÚCLEO	2 CABLES DE ACERO GALVANIZADO
MONOMODO	12 FIBRAS DE 9,5/125 UM
MULTIMODO	12 FIBRAS 62,5/125 UM
VELOCIDAD EN LONGITUDES HASTA 2000m	10GBS
TENSION MAXIMA DE SERVICIO	250 Vac

Tabla 7. Especificaciones Técnicas Fibra Óptica

3.17 Despliegues del HMI

La Interfaz Hombre Máquina (HMI por sus siglas en inglés) permite a los operadores visualizar y controlar las variables que intervienen en la operación del sistema y los parámetros de los variadores, centrales hidráulicas, frenos, reductor, etc. desde las pantallas táctiles ubicadas en el tablero de control de cada estación.

El HMI contiene

- Una banda permanente superior en la cual se puede:

Visualizar:

- La fecha
- La hora.
- El usuario en línea y nivel de accesibilidad.
- El estado de los frenos.
- La velocidad de las cabinas.
- Modo de funcionamiento del sistema.

Controlar:

- La velocidad de las cabinas.

Acceder:

- Página de fallos.

- Una página principal en la que se puede:
Visualizar:
 - Velocidad y sentido del viento.
 - Un esquema general de las estacionesAcceder:
 - A las páginas de estado y control de la operación del teleférico

- Una página de estado de cada estación, en la que se puede:
 - Visualizar el avance de las cabinas en las zonas de aceleración, desaceleración y cadencia si aplica.
 - Visualizar el estado de la posición del cable dentro de la estación.
 - Visualizar el estado y acceder a los parámetros de los equipos instalados dentro de la estación, como variadores, reductores, centrales de tensión, etc.

- Una página de utilización que permite:
 - Visualizar un histórico de utilización y fallos de al menos 7 días.
 - Realizar un diagnóstico de fallos del sistema.
 - Visualizar y/o modificar los parámetros del PLC y el estado de sus entradas y salidas.
 - Realizar un diagnóstico del PLC y sus entradas y salidas.

- Una página de zona de cadencia que permite:
 - Visualizar y elegir el modo de funcionamiento del cadenciador; lo cual dirige a un submenú en el que se puede elegir entre:
 - Sin servicio (motor de cadencia apagado).
 - Sincronizado (velocidad del motor igual a la velocidad el cable).
 - Regulado (la velocidad de las cabinas es controlada mediante cálculos de velocidades).
 - Regulado con huecos.
 - Manual (la velocidad del cadenciador es colocada por el usuario).
 - Visualizar la posición de la cabina en la entrada y salida de la estación (adelantada o retrasada).
 - Acceder a la página de cálculo de valor de cadencia.
 - Acceder a una página que indica la distancia media y distancias críticas entre cabinas.

- Acceder a una página en la cual se indica al sistema cuando nuevas cabinas son integradas al tráfico para el recálculo de distancias.
- Una página de seguimiento de cabinas que permite:
 - Visualizar la distancia restante para que cada cabina ingrese a la estación seleccionada.
 - Seleccionar una cabina y activar una alarma sonora (bocina) a su llegada a una estación determinada.
- Una página de control de garaje que permite:
 - Visualizar el estado de las rieles del garaje.
 - Controlar la posición de las rieles de acceso al garaje.
- Una página de configuración que permite, dependiendo del nivel de usuario:
 - Configurar fecha y hora.
 - Ingresar/eliminar usuarios, gestionar contraseñas y determinar grados de accesibilidad.
 - Revisar y modificar los parámetros de configuración de la pantalla táctil.
- Una página del estado del sistema de confiabilidad para el motor principal

4. Especificaciones Técnicas de los Equipos del Sistema de Control

El hardware y software para el funcionamiento del sistema de control e historización de las variables que intervienen en la operación del teleférico permiten tener redundancia física tanto a nivel de controlador como de la red de comunicación.

La red de campo garantiza redundancia física, por lo que en cada estación son instalados dos switch Ethernet (Profinet A y B o similar) que conectan al controlador con los módulos de entradas/salidas y los equipos con interfaz de campo como variadores y UPS.

El hardware del sistema de control es redundante por lo cual se instala en el tablero de control ubicado en el cuarto de control un PLC con dos CPUs de las mismas características. El controlador cuenta con módulos de entrada y salida descentralizados.

De igual manera, los módulos de entradas y salidas (E/S) también son redundantes. Además cuentan con un interfaz que permite integrar dichas señales a las redes de campo. Tanto el módulo de interfaz como la fuente de alimentación de los módulos de señales son modulares. A estos módulos E/S se conectarán las siguientes señales analógicas y digitales:

- Sensores inductivos digitales y sensores de viento
- Finales de carrera (gálibos)
- Protecciones eléctricas de motores y bombas
- Sensores de estado de motores y bombas
- Módulo de pesaje de pinza

- Módulo de línea de seguridad
- Botones y selectores de las puertas del tablero de control
- Sistemas de parada de emergencia

El HMI es desplegado en cada estación mediante una pantalla táctil con doble interfaz de comunicación que permite conectar la pantalla a las dos redes Profinet.

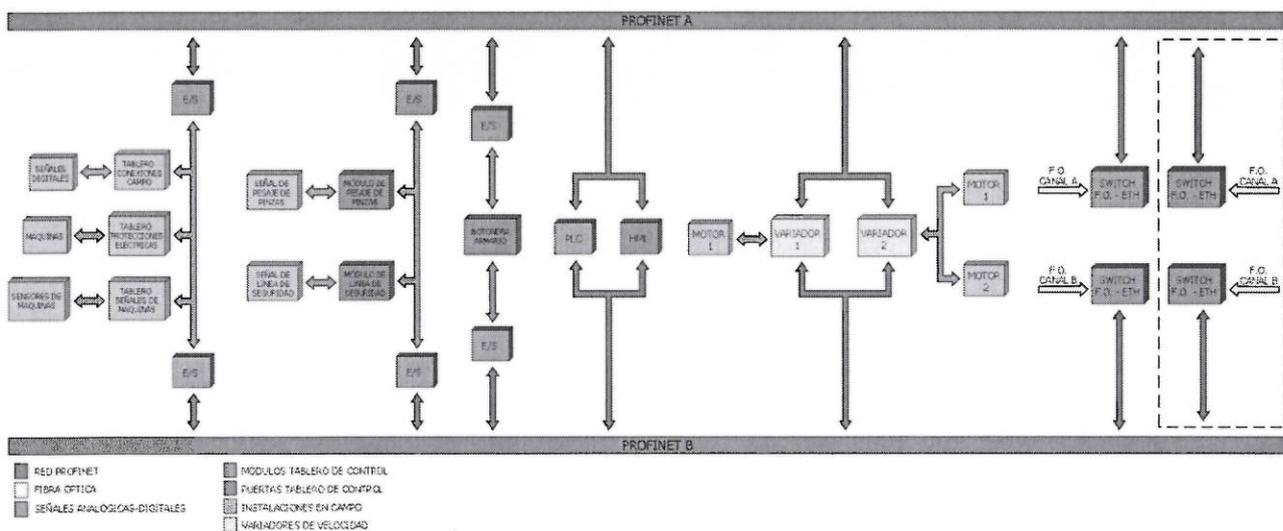


Figura 7. Arquitectura del Sistema de Control

Las estaciones intermedias cuentan con el doble de switches conversores FO – Ethernet que las de retorno ya que se comunican con dos estaciones (Línea punteada Figura 7).

Las características de los equipos que conforman el sistema de control y HMI son las siguientes:

PLC	
INFORMACIÓN GENERAL	
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	24VDC
AISLAMIENTO GALVÁNICO	SI
LED DE FUNCIONALIDAD CORRECTO	INCORPORADO

CONEXIONES	BORNES DE TORNILLO
CPU	
TIPO DE INTERFAZ	PROFINET
ENTRADAS Y SALIDAS	DISTRIBUIDAS
RESPALDO	GARANTIZADO CON MEMORIA DE CARGA
FUENTE	
VOLTAJE DE SALIDA	24VDC
CORRIENTE NOMINAL	2A
FUSIBLE DE ENTRADA	INCORPORADO
POSIBILIDAD DE CONEXIÓN EN PARALELO	SI
NORMAS Y CERTIFICADOS	
GRADO DE PROTECCIÓN	IP20, IEC 60 529
COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	EN 50082-2
VIBRACIONES	IEC 68
EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL	UL 508
MARCA CE, UL, FM, CSA	SI
TE 200S	SI

Tabla 8. Especificaciones Técnicas PLC

MODULOS DE ENTRADAS Y SALIDAS	
INFORMACIÓN GENERAL	
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	24V
MEMORIA DE TRABAJO INTEGRADA	256 Kbyte/64kbyte VOLÁTIL
MEMORIA DE CARGA (MMC)	8 Mbyte
INTERFAZ DE COMUNICACIÓN	
TIPO DE INTERFAZ	RJ-45 x3
NORMA FÍSICA	RS-485/RJ-45
PROFINET (O SIMILAR)	INTEGRADO
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	10-100Mbit/s
I/O MÓDULOS POR ESTACIÓN	128
MÓDULOS DE ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES/ANALÓGICAS	
LED VERDE FUENTE OK	SI
LED ROJO DE FALLA FUENTE	SI
PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS	INTEGRADA
LED INDICADOR EN CADA PIN	INTEGRADO
ENTRADAS/SALIDAS DIGITALES	24V
VALOR DE 0 LÓGICO ENTRADAS	DE -30 A 5 V

VALOR DE 1 LÓGICO ENTRADAS	15-30V
ENTRADA/SALIDA ANALOGICAS	±10V Y 4-20mA
CONEXIONES	BORNES DE TORNILLO
NORMAS Y CERTIFICADOS	
IEC 61784-1	SI
PROTECCIÓN IP20	SI
MARCA CE, CSA, UL, FM	SI
TE 200S	SI

Tabla 9. Especificaciones Técnicas Módulos de Entradas y Salidas

PANTALLA TÁCTIL DE 15"	
INFORMACIÓN GENERAL	
VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN	24 VDC
VOLTAJE ADMISIBLE	±20%
MODO DE INGRESO	TÁCTIL
PANTALLA TIPO	LCD
COLOR	64K
CONTROL DE BRILLO	SI
FUSIBLE	INCORPORADO
RELOJ A TIEMPO REAL	INTEGRADO
INTERFAZ DE COMUNICACIÓN	
DB9 (RS-232/RS-485)	SI
PUERTO USB	SI
RJ-45 ETHERNET	2
NORMAS Y CERTIFICADOS	
MARCA CE, CSA, UL, FM	SI
PROTECCIÓN IP 20	SI

Tabla 10. Especificaciones Técnicas Pantalla Táctil

SWITCH DE COMUNICACIÓN	
INFORMACIÓN GENERAL	
VOLTAJE DE OPERACIÓN	24 VDC
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	DE -40 A 60°C
TIPO DE CONECTOR	RJ-45
NÚMERO DE CONEXIONES	10
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	10/100/1000 Mbit/s
CONTACTO PARA ALARMA	SI

DIAGNÓSTICO DE PUERTOS	SI
REDUNDANCIA CÍCLICA	SI
REDUNDANCIA EN STANDBY	SI
CONECTIVIDAD	
BASADO EN VLANS	SI
NÚMERO DE VLANS	255
FAST ETHERNET	SI
PROFINET	SI
PROTOCOLOS	HTTP/HTTPS
NORMAS Y CERTIFICADOS	
PROTECCIÓN IP30	SI
IEEE 802.1	SI
MARCA CE, CSA, UL, FM	SI

Tabla 11. Especificaciones Técnicas Switch Ethernet

SWITCH F.O./ETHERNET	
INFORMACIÓN GENERAL	
VOLTAJE DE OPERACIÓN	24 VDC
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	DE 0 A 60°C
ETHERNET	RJ-45
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA	1000 Mbit/s FULL DUPLEX
CONECTORES DE F.O.	2
NORMAS Y CERTIFICADOS	
PROTECCIÓN IP30	SI
EN 61000-6-4	SI
MARCA CE, CSA, UL, FM	SI

Tabla 12. Especificaciones Técnicas Transceiver

5. ANEXOS

5.1 Listas de Instrumentos

	CODIGO	HOJA	NOMBRE
1	QC-OR-TT-SCA-LI-01-R1	1/6	Lista de Instrumentos y Cables
2	QC-OR-E1-SCA-LI-01-R1	2/6	Instrumentos y Cables de la Estación Ofelia
3	QC-OR-E2-SCA-LI-01-R1	3/6	Instrumentos y Cables de la Estación Mariscal
4	QC-OR-E3-SCA-LI-01-R1	4/6	Instrumentos y Cables de la Estación Colinas
5	QC-OR-E4-SCA-LI-01-R1	5/6	Instrumentos y Cables de la Estación Roldos
6	QC-OR-P-SCA-LI-01-R1	6/6	Instrumentos y Cables de las Pilonas

5.2 Listas de Equipos

7	QC-OR-TT-SCA-LE-01-R1	1/5	Lista de Equipos
8	QC-OR-E1-SCA-LE-01-R1	2/5	Equipos de la Estación Ofelia
9	QC-OR-E2-SCA-LE-01-R1	3/5	Equipos de la Estación Mariscal
10	QC-OR-E3-SCA-LE-01-R1	4/5	Equipos de la Estación Colinas
11	QC-OR-E4-SCA-LE-01-R1	5/5	Equipos de la Estación Roldos

5.3 Hojas de Datos

12	QC-OR-TT-SCA-DS-01-R1	1/23	Hojas de Datos
13	QC-OR-SCA-DS-SI-1	2/23	Hoja de datos Sensor Inductivo Digital
14	QC-OR-SCA-DS-SI-2	3/23	Hoja de datos Sensor Inductivo Analogivo
15	QC-OR-SCA-DS-FC-1	4/23	Hoja de datos Final de Carrera
16	QC-OR-SCA-DS-SV-1	5/23	Hoja de datos Sensor de Viento
17	QC-OR-SCA-DS-BP-1	6/23	Hoja de datos Boton de Parada de Emergencia
18	QC-OR-SCA-DS-CA-1	7/23	Hoja de datos Sensor de Descarrilamiento
19	QC-OR-SCA-DS-PLC-1	8/23	Hoja de datos PLC

20	QC-OR-SCA-DS-FA-1	9/23	Hoja de datos Fuente de Alimentacion PLC
21	QC-OR-SCA-DS-MI-1	10/23	Hoja de datos Modulo de Interfaz
22	QC-OR-SCA-DS-FA-2	11/23	Hoja de datos Fuente de Alimentacion MI
23	QC-OR-SCA-DS-DI-1	12/23	Hoja de datos Modulo de Entradas Digitales
24	QC-OR-SCA-DS-DO-1	13/23	Hoja de datos Modulo de Salidas Digitales
25	QC-OR-SCA-DS-AI-1	14/23	Hoja de datos Modulo de Entradas Analogicas (I)
26	QC-OR-SCA-DS-AI-2	15/23	Hoja de datos Modulo de Entradas Analogicas (V)
27	QC-OR-SCA-DS-AO-1	16/23	Hoja de datos Modulo de Salidas Analogicas (I)
28	QC-OR-SCA-DS-AO-2	17/23	Hoja de datos Modulo de Salidas Analogicas (V)
29	QC-OR-SCA-DS-SW-1	18/23	Hoja de datos Switch Ethernet
30	QC-OR-SCA-DS-SW-2	19/23	Hoja de datos Transceiver
31	QC-OR-SCA-DS-PT-1	20/23	Hoja de datos Pantalla Tactil
32	QC-OR-SCA-DS-C10-1	21/23	Hoja de datos Cable armado 14 pares 10AWG
33	QC-OR-SCA-DS-C10-2	22/23	Hoja de datos Cable armado 30 pares 10AWG
34	QC-OR-SCA-DS-FO-1	23/23	Hoja de datos Cable de Fibra Óptica

5.4 Listas de Señales

35	QC-OR-TT-SCA-LS-01-R1	1/9	Lista de Señales
36	QC-OR-E1-SCA-LS-01-R1	2/9	Lista de Señales Estación Ofelia
37	QC-OR-E1-SCA-LS-02-R1	3/9	Lista de Señales Estación Ofelia
38	QC-OR-E2-SCA-LS-01-R1	4/9	Lista de Señales Estación Mariscal
39	QC-OR-E3-SCA-LS-01-R1	5/9	Lista de Señales Estación Colinas del Norte
40	QC-OR-E3-SCA-LS-02-R1	6/9	Lista de Señales Estación Colinas del Norte
41	QC-OR-E3-SCA-LS-03-R1	7/9	Lista de Señales Estación Colinas del Norte
42	QC-OR-E4-SCA-LS-01-R1	8/9	Lista de Señales Estación Roldós
43	QC-OR-E4-SCA-LS-02-R1	9/9	Lista de Señales Estación Roldós

5.5 Planos de Arquitectura del Sistema de Control

44	QC-OR-TT-SCA-AR-01-R1	1/5	Arquitectura del Sistema de Control
45	QC-OR-E1-SCA-AR-01-R1	2/5	Arquitectura de la Estación Ofelia
46	QC-OR-E1-SCA-AR-01-R1	3/5	Arquitectura de la Estación Mariscal
47	QC-OR-E1-SCA-AR-01-R1	4/5	Arquitectura de la Estación Colinas
48	QC-OR-E1-SCA-AR-01-R1	5/5	Arquitectura de la Estación Roldos

5.6 Planos de Tableros de Control

49	QC-OR-TT-SCA-TP-01-R1	1/5	Tableros de Control
50	QC-OR-E1-SCA-TP-01-R1	2/5	Tablero de Control de la Estación Ofelia
51	QC-OR-E2-SCA-TP-01-R1	3/5	Tablero de Control de la Estación Mariscal
52	QC-OR-E3-SCA-TP-01-R1	4/5	Tablero de Control de la Estación Colinas
53	QC-OR-E4-SCA-TP-01-R1	5/5	Tablero de Control de la Estación Roldos

5.7 Planos de Tableros de Conexiones en Campo

54	QC-OR-TT-SCA-TS-01-R1	1/5	Tableros de Conexiones en Campo
55	QC-OR-E1-SCA-TS-01-R1	2/5	Tableros de Conexiones de la Estación Ofelia
56	QC-OR-E2-SCA-TS-01-R1	3/5	Tableros de Conexiones de la Estación Mariscal
57	QC-OR-E3-SCA-TS-01-R1	4/5	Tableros de Conexiones de la Estación Colinas
58	QC-OR-E4-SCA-TS-01-R1	5/5	Tableros de Conexiones de la Estación Roldos

5.8 Planos de Interconexión

59	QC-OR-TT-SCA-PI-01	1/76	Planos De Interconexión
60	QC-OR-E1-SCA-PI-01	2/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
61	QC-OR-E1-SCA-PI-02	3/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
62	QC-OR-E1-SCA-PI-03	4/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
63	QC-OR-E1-SCA-PI-04	5/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos Y Sensor De Viento
64	QC-OR-E1-SCA-PI-05	6/76	Planos De Interconexión Botones De Parada

65	QC-OR-E1-SCA-PI-06	7/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
66	QC-OR-E1-SCA-PI-07	8/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 1
67	QC-OR-E1-SCA-PI-08	9/76	Planos De Interconexión Bornera 2 Tablero Secundario 1
68	QC-OR-E1-SCA-PI-09	10/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
69	QC-OR-E1-SCA-PI-10	11/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
70	QC-OR-E1-SCA-PI-11	12/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
71	QC-OR-E1-SCA-PI-12	13/76	Planos De Interconexión Señales De Alarma
72	QC-OR-E1-SCA-PI-13	14/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 2
73	QC-OR-E1-SCA-PI-14	15/76	Planos De Interconexión Bornera De 24v Y 0v Tablero Principal
74	QC-OR-E1-SCA-PI-15	16/76	Planos De Interconexión Bornera Señales Tablero Principal
75	QC-OR-E2-SCA-PI-01	17/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
76	QC-OR-E2-SCA-PI-02	18/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
77	QC-OR-E2-SCA-PI-03	19/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
78	QC-OR-E2-SCA-PI-04	20/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
79	QC-OR-E2-SCA-PI-05	21/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
80	QC-OR-E2-SCA-PI-06	22/76	Planos De Interconexión Señales De Alarma Y Botones De Parada
81	QC-OR-E2-SCA-PI-07	23/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 1
82	QC-OR-E2-SCA-PI-08	24/76	Planos De Interconexión Bornera 2 Tablero Secundario 1
83	QC-OR-E2-SCA-PI-09	25/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
84	QC-OR-E2-SCA-PI-10	26/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
85	QC-OR-E2-SCA-PI-11	27/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
86	QC-OR-E2-SCA-PI-12	28/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera Y Botones De Parada
87	QC-OR-E2-SCA-PI-13	29/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
88	QC-OR-E2-SCA-PI-14	30/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
89	QC-OR-E2-SCA-PI-15	31/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 2
90	QC-OR-E2-SCA-PI-16	32/76	Planos De Interconexión Bornera 2 Tablero Secundario 2
91	QC-OR-E2-SCA-PI-17	33/76	Planos De Interconexión Bornera De 24v Y 0v Tablero Principal
92	QC-OR-E2-SCA-PI-18	34/76	Planos De Interconexión Bornera Señales Tablero Principal
93	QC-OR-E3-SCA-PI-01	35/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
94	QC-OR-E3-SCA-PI-02	36/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
95	QC-OR-E3-SCA-PI-03	37/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
96	QC-OR-E3-SCA-PI-04	38/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
97	QC-OR-E3-SCA-PI-05	39/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
98	QC-OR-E3-SCA-PI-06	40/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos Y Sensor De Viento

99	QC-OR-E3-SCA-PI-07	41/76	Planos De Interconexión Señales De Alarma
100	QC-OR-E3-SCA-PI-08	42/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
101	QC-OR-E3-SCA-PI-09	43/76	Planos De Interconexión Señales Del Motor Principal Y Emergencia
102	QC-OR-E3-SCA-PI-10	44/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 1
103	QC-OR-E3-SCA-PI-11	45/76	Planos De Interconexión Bornera 2 Tablero Secundario 1
104	QC-OR-E3-SCA-PI-12	46/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
105	QC-OR-E3-SCA-PI-13	47/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
106	QC-OR-E3-SCA-PI-14	48/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
107	QC-OR-E3-SCA-PI-15	49/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
108	QC-OR-E3-SCA-PI-16	50/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
109	QC-OR-E3-SCA-PI-17	51/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
110	QC-OR-E3-SCA-PI-18	52/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
111	QC-OR-E3-SCA-PI-19	53/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
112	QC-OR-E3-SCA-PI-20	54/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
113	QC-OR-E3-SCA-PI-21	55/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 2
114	QC-OR-E3-SCA-PI-22	56/76	Planos De Interconexión Bornera 2 Tablero Secundario 2
115	QC-OR-E3-SCA-PI-23	57/76	Planos De Interconexión Bornera De 24v Tablero Principal
116	QC-OR-E3-SCA-PI-24	58/76	Planos De Interconexión Bornera De 24v Y 0v Tablero Principal
117	QC-OR-E3-SCA-PI-25	59/76	Planos De Interconexión Bornera Señales Tablero Principal
118	QC-OR-E3-SCA-PI-26	60/76	Planos De Interconexión Bornera Señales Tablero Principal
119	QC-OR-E4-SCA-PI-01	61/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
120	QC-OR-E4-SCA-PI-02	62/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
121	QC-OR-E4-SCA-PI-03	63/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos
122	QC-OR-E4-SCA-PI-04	64/76	Planos De Interconexión Sensores Inductivos Y Sensor De Viento
123	QC-OR-E4-SCA-PI-05	65/76	Planos De Interconexión Señales De Alarma
124	QC-OR-E4-SCA-PI-06	66/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
125	QC-OR-E4-SCA-PI-07	67/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 1
126	QC-OR-E4-SCA-PI-08	68/76	Planos De Interconexión Bornera 2 Tablero Secundario 1
127	QC-OR-E4-SCA-PI-09	69/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
128	QC-OR-E4-SCA-PI-10	70/76	Planos De Interconexión Finales De Carrera
129	QC-OR-E4-SCA-PI-11	71/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
130	QC-OR-E4-SCA-PI-12	72/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
131	QC-OR-E4-SCA-PI-13	73/76	Planos De Interconexión Botones De Parada
132	QC-OR-E4-SCA-PI-14	74/76	Planos De Interconexión Bornera 1 Tablero Secundario 1

133	QC-OR-E4-SCA-PI-15	75/76	Planos De Interconexión Bornera De 24v Y 0v Tablero Principal
134	QC-OR-E4-SCA-PI-16	76/76	Planos De Interconexión Bornera Señales Tablero Principal

5.9 Planos de Montaje

135	QC-OR-TT-SCA-PM-00-R1	1/9	Planos de Montaje
136	QC-OR-TT-SCA-PM-01-R1	2/9	Montaje de Gálivos
137	QC-OR-TT-SCA-PM-02-R1	3/9	Montaje de Gálivos
138	QC-OR-TT-SCA-PM-03-R1	4/9	Montaje de Gálivos
139	QC-OR-TT-SCA-PM-04-R1	5/9	Montaje de Gálivos
140	QC-OR-TT-SCA-PM-05-R1	6/9	Montaje de Botón de Parada de Emergencia
141	QC-OR-TT-SCA-PM-06-R1	7/9	Montaje de Sensor de Descarrilamiento de Cable
142	QC-OR-TT-SCA-PM-07-R1	8/9	Montaje del Sensor de Viento
143	QC-OR-TT-SCA-PM-08-R1	9/9	Montaje de Sensor Inductivo

5.10 Planos de Ubicación de Instrumentos

144	QC-OR-TT-SCA-PU-01-R1	1/5	Ubicación de Instrumentos
145	QC-OR-E1-SCA-PU-01-R1	2/5	Ubicación de Instrumentos Estación Ofelia
146	QC-OR-E2-SCA-PU-01-R1	3/5	Ubicación de Instrumentos Estación Mariscal
147	QC-OR-E3-SCA-PU-01-R1	4/5	Ubicación de Instrumentos Estación Colinas
148	QC-OR-E4-SCA-PU-01-R1	5/5	Ubicación de Instrumentos Estación Roldós