

1 SISTEMA DE SUPERVISIÓN, CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCADA)

1.1 ALCANCE DEL TRABAJO

El contratista deberá diseñar e implementar un sistema completo que permita supervisar y controlar de todos los equipos de la planta, sean estos o no parte del alcance del suministro del contratista.

El Contratista deberá incluir todo el software, bases de datos, pantallas, interfaces y hardware necesarios para el control y mando de todo el equipamiento de la planta.

Todos los equipos, dispositivos y prestaciones características no específicamente previstos en esta Especificación, pero necesarios para un sistema de supervisión y control completo, deberán ser incluidos por el Contratista en el alcance de su trabajo.

A continuación, se listan -de forma no taxativa- los componentes principales del suministro:

- Sistema SCADA completo con: servidores, gabinetes, controladores, tarjetas I/O, tarjetas de comunicaciones y equipos de red, fuentes de alimentación, borneras, módulos y conexiones ópticas, etc.
- Base de datos histórica y cronológico de eventos
- Cableado de instrumentación y datos
- Una estación de operación
- Servicios de configuración y programación necesarios para suministrar un sistema completamente funcional
- Repuestos
- Software y licencias
- Documentación
- Capacitación

1.2 GENERALIDADES DE DISEÑO

El contratista deberá suministrar e implementar el sistema para la supervisión, control y adquisición de datos de la Planta Solar que contará con un equipo con características de servidor, el cual correrá un software SCADA que se comunicará con los Inversores y con los diferentes equipos de la Planta.

Se deberá diseñar un sistema de control considerando la operación remota como modo de operación principal, minimizando las tareas que requieran personal en la planta. Por lo tanto, todas las funciones de diagnóstico y de operación normal deberán estar implementadas en el sistema de control.

El sistema de control de la planta será un único sistema, que integrará la supervisión y el control de todos los componentes de la planta. Aun existiendo un sistema de control independiente para algunos equipos (por ej. Inversores, estación meteorológica, etc.), todas las funcionalidades deberán estar implementadas en el sistema de control principal.

El sistema SCADA se comunicará con el equipo de Banco de datos históricos (BDH), enviando a éste la información para ser almacenada.

Entre las características principales del sistema de supervisión y control se encuentran las siguientes:

- Presentación inteligente y gestión de alarmas y disparos. Tendrá incorporado niveles de alarmas y disparos en caso que los parámetros se alejen de los valores de funcionamiento normal. Estos parámetros podrán ser programables por UTE en cualquier momento.
- Monitoreo en tiempo real de toda la planta en forma gráfica.
- Emisión de comandos y consignas de regulación.
- Operación y monitoreo a través de una estación de operación instalada en la planta.
- Operación y monitoreo de la planta de forma remota a través de VPN, desde internet y la red de UTE (mínimo 10 conexiones simultáneas en modo visualización, 1 para operación).
- Operación en forma remota recibiendo la consigna de potencia desde despacho de cargas. Este modo se debe poder deshabilitar.

- Deberá incluir para cada alarma, el período admisible para la reparación del defecto indicado.
- En caso de ocurrencia de ciertas alarmas y eventos pre-establecidos deberá llamar a celulares a definir.
- El Sistema contará con todas las informaciones relevantes para poder tomar la decisión de re acoplamiento. También contará con la información necesaria como para determinar cualquier tipo de falla, de modo de planificar el mantenimiento correctivo que los equipos necesiten. Los eventos (alarmas, cambios de estado, comandos de operador, etc.) deben ser registrados cronológicamente con una discriminación de 1ms.
- Almacenar los datos de operación en una base de datos histórica.
- Equipo duplicado: A menos que se especifique lo contrario, cuando se requieran dos o más equipos que desempeñen la misma función, estos deberán ser números de modelo exactos producidos por el mismo fabricante, intercambiables, y deberán estar estandarizados como un elemento de stock de repuesto.
- Los gabinetes asociados al sistema de supervisión y telemando estarán situados en la sala de datos del Centro de Control
- Los equipos eléctricos y electrónicos deberán estar montados, conectados y protegidos para que sean altamente resistentes a los efectos de descargas eléctricas.
- Contará con distintos niveles de acceso de usuarios, protegido por contraseña, como mínimo los siguientes niveles:
 - a- Solo visualización
 - b- Operación
 - c- Programación
- Debe permitir agregar y modificar etiquetas (tags) de puntos de la base de datos en línea y sin afectar el sistema.

1.2.1 Requisitos de Integración

El contratista será responsable de integrar en el sistema de supervisión y control, todos los equipos y sub-sistemas que forman parte de la planta. Deberá integrar los equipos suministrados en esta Sección y el equipo y los sistemas provistos en otras Secciones de estos Documentos. El sistema de control deberá actuar de enlace con otros equipos de diseño del Contratista, sus Proveedores, subcontratistas y otros

contratistas para garantizar una interfaz adecuada con los sistemas proporcionados en otras Secciones.

Deberá integrar los sistemas detallados a continuación, así como también cualquier equipo o sistema instalado para el correcto funcionamiento de la planta:

1.2.1.1 Equipos suministrados por el contratista:

- a) inversores de potencia
- b) torres meteorológicas
- c) centros de transformación de la central y sistema eléctrico en general
- d) Celdario de MT del edificio de control
- e) Sistema de SSAA (incluyendo el generador auxiliar, banco de baterías, etc.)
- f) Sistema de incendio
- g) Sistema de detección de intrusos
- h) CCTV
- i) Sistema de identificación personal

1.2.1.2 De la misma manera, el Contratista deberá integrar en el sistema de supervisión y control otros equipos suministrados dentro del alcance de estos documentos y otros sistemas de UTE:

- a) Sistema de medición SMEC
- b) Supervisión del transformador principal 150kV/31kV y la secciones de 31kV y 150kV correspondiente al parque, ubicados en la subestación de 150kV PTA.
 - Los datos serán suministrados por DCU a través del protocolo IEC 60870-6 TASE 2
 - Se deberán diseñar las pantallas requeridas en el sistema de supervisión y control mostrando el unifilar de la subestación e indicando buses energizados, tensiones y corrientes, mediciones de

potencia y energía, estado abierto/cerrado, y pantallas de alarma tal como las generadas por el SCADA de Trasmisión.

- Las pantallas requeridas en el sistema de supervisión y control mostrando estado de los equipos y enlaces de conexión, alarmas de los enlaces, e integración en el registro histórico de todos los cambios de estado y cambios en variables analógicas que superen un límite de variación (“threshold”) configurable en cada variable.

1.2.2 Comunicación

El contratista será responsable de diseñar, suministrar e instalar los sistemas de control y de comunicaciones que, cumpliendo las especificaciones del *Anexo XXVIII – “Requerimientos de comunicaciones”*, permitan:

- Brindar a DCU acceso permanente a la información relacionada con los aspectos de la conexión como ser: registro de energía eléctrica, potencia activa, potencia reactiva, tensión, frecuencia y estado de conectividad de los equipos conectividad desde los paneles al punto de conexión a la red así como también las señales de alarmas de disparo de las unidades, cumpliendo con lo especificado en el *Anexo XXVII - Convenio de Uso Tipo*. La comunicación se realizará a través del protocolo IEC 60870-6 TASE 2.
- Acceso remoto a través de VPN, desde la red de UTE y desde internet.
- Recibir consignas de potencia activa y reactiva desde DCU a través del protocolo IEC 60870-6 TASE 2.
- Posibilidad de recibir consultas a la base de datos vía ODBC y OPC.
- Brindar acceso a todos los datos generados por el SCADA mediante alguna de las interfaces o conectores disponibles de la base PI de Osisoft, con el objetivo de almacenarlos en la base histórica PI perteneciente a UTE - Generación. La información de las interfaces y conectores disponibles está publicada en el sitio web <https://techsupport.osisoft.com/Products/PI-Interfaces-and-PI-Connectors/>
- El sistema de control pondrá a disposición de UTE, a través de la interfaz con PI, todos los indicadores definidos en anexo XL *Indicadores de operación*, así como los valores de tiempos y eventos que dan lugar a esos resultados. En particular, estarán disponibles los tiempos definidos en dicho documento. El alcance de la presente especificación incluye todos los componentes físicos necesarios para esta funcionalidad en campo y en gabinetes de control (instrumentos, transmisores, relés, cableados, tarjetas de entrada-salida, etc.) así como la programación necesaria en los diferentes programas de software utilizados. El acceso a todos estos datos, así como la

programación de nuevos indicadores, será irrestricto para UTE en cualquier momento, por lo que deberá preverse todo lo necesario para el logro de esta funcionalidad.

- Envío y recepción de datos a través de protocolo Modbus TCP/IP
- El contratista suministrará la red de fibra óptica que vincule el sistema informático de la Central con la fibra óptica de UTE instalada en el edificio de la subestación de Trasmisión de 150 kV en PTA.

1.2.3 Base de datos

- La base de datos deberá tener una disponibilidad mayor al 99.9% y estará ubicada en servidores físicos que serán propiedad de UTE, no siendo aceptable soluciones que utilicen sitios públicos o de terceros para el almacenamiento de datos.
- Debe contar con capacidad para almacenar 10 años de información.
- Debe permitir la conexión directamente de Excel para acceder fácilmente a la información almacenada
- Tener incorporada funciones de cálculo para facilitar los reportes (promedio, máximos, mínimos, totales, desviación estándar, etc.).
- Debe ser capaz de recolectar datos, además del SCADA, de otros sistemas futuros vía OPC
- Debe contar con estampado de tiempo con una precisión de 1ms.

1.2.4 Sincronización horaria

El sistema constará de al menos un equipo GPS como reloj maestro para la sincronización de todos los componentes provistos de relojes internos (controladores, servidores, interfaces, estación de operación, relés, reportes, tendencias y log de eventos, etc.).

Las alarmas y eventos tendrán una discriminación de 1ms efectiva.

1.2.5 Pantallas HMI del SCADA

- Los colores, el diseño de las pantallas y el manejo de alarmas deberán seguir el concepto de HMI de alto desempeño (ISA, The High Performance HMI Handbook).
- Las pantallas deberán incluir unifilares, diagramas e indicadores de proceso, como sea conveniente, para mostrar en forma conceptual el sistema que está siendo controlado y/o supervisado y si el mismo se encuentra operando en condiciones normales.
- Pantalla de diagnóstico del sistema de control. La pantalla de diagnóstico del sistema de control deberá mostrar información relevante del sistema de tal manera que el operador a primera vista pueda evaluar el estado general del sistema de control (por ejemplo, estado de los servidores, estados de los controladores de comunicaciones, estado de los módulos de los controladores de comunicaciones, estado de las fuentes de alimentación, temperaturas, etc.)
- El acceso a las funciones de control del sistema debe estar protegido por contraseña para evitar operaciones no autorizadas.
- Pantalla de comunicaciones. La pantalla de comunicaciones deberá mostrar un diagrama en bloques de las comunicaciones del Sistema de control y el estado de cada uno de los enlaces.
- El sistema de pantallas del SCADA permitirá monitorear y visualizar al menos:
 - a) potencia instantánea generada por todos los inversores de potencia, tensión de continua y corriente de las entradas de inversores.
 - b) el estado de los inversores de potencia
 - c) las señales de la/las torres meteorológicas
 - d) el estado de los centros de transformación de la central
 - e) Históricos horarios de la producción de cada día
 - f) Tríptico de conexión de la central
 - g) Alarmas asociadas a todos los equipos
 - h) Potencia de salida del parque
 - i) Factor de potencia de la planta (coseno de ϕ)
 - j) Corriente de salida del parque
 - k) Tensión de salida del parque en 31.5kV
 - l) Frecuencia de la red
 - m) Medida de tensión de las barras de celdas
 - n) Estado de celdas
 - o) Estado de interruptores de SSAA

- p) Estado del generador auxiliar
 - q) Variables del generador auxiliar
 - r) Variables del banco de batería y el cargador de batería
 - s) Posición de la llave selectora de configuraciones de SSAA
 - t) Alarmas y estado del sistema de SSAA
 - u) Alarmas y estados del sistema anti-intrusos del Centro de Control
 - v) Alarmas y estados del sistema anti incendio del Centro de Control
 - w) Performance Ratio del parque
 - x) Consigna establecida por DCU
 - y) Estado e información del transformador principal 150kV/31kV
 - z) Estado e información de los equipos del punto de conexión
 - aa) Medición del sistema SMEC
- Al inicio de una condición de alarma se mostrará un aviso que será visible en todas las pantallas. El aviso de alarma permanecerá visible hasta que la condición de alarma haya sido reconocida a través de una pantalla de resumen de alarmas. Se implementaran todas las alarmas que resulten relevantes para informar acerca del estado de la planta, incluyendo al menos:
 - a) Alarmas eléctricas: frecuencia de red fuera de límites, tensión de red fuera de límites, disparos, etc.
 - b) Pérdida de comunicación con algún equipo del parque o el exterior
 - c) Temperatura excesiva de algún equipo
 - d) Equipo fuera de funcionamiento/ falla de equipo
 - e) Producción de parque fuera de los parámetros establecidos por DCU
 - f) Alarmas provenientes de otros sistemas, detección de intrusos, CCTV, sistema de incendio, etc. Se deben poder discriminar las alarmas de cada sistema, no es aceptable una única alarma de falla como resumen.

1.2.6 Alimentación

El sistema de supervisión y control debe contar con doble alimentación del sistema de alimentación segura (según *ANEXO XXXIV_Servicios auxiliares*) y fuentes redundantes en sus componentes principales para proporcionar potencia estable, confiable y protegida para los equipos. Se deben utilizar dispositivos que provean tolerancia a fallas y capacidad de autocuración (“self-healing”) del circuito de alimentación.

Contaran con fuentes de alimentación redundantes al menos: servidores, bases de datos, estaciones de operación con sus accesorios, controladores, tarjetas I/O, módulos de comunicación y equipos de comunicaciones.

Todos los componentes del sistema de control que contengan memoria volátil deberán contar con baterías de respaldo para preservar la memoria por al menos 30 días luego de una falta de alimentación y así evitar la re instalación de software.

Los equipos eléctricos y electrónicos deberán estar montados, conectados y protegidos para que sean altamente resistentes a los efectos de descargas eléctricas.

1.3 BANCO DE DATOS HISTÓRICOS (BDH) Y REGISTRO CRONOLÓGICO DE EVENTOS (RCE)

El banco de datos históricos, será un banco de datos, donde se almacenará toda la información del sistema SCADA, incluyendo inversores, centros de transformación, estaciones meteorológicas, alarmas y registros del centro de control, subestación de la Central y los restantes subsistemas.

Será una base de datos orientada a flujo de datos de instrumentos, y que por tanto optimice su tamaño y las búsquedas.

Los datos serán provistos por el SCADA.

El RCE es un listado cronológico de eventos con discriminación de 1 ms que se podrá consultar desde la BDH en caso de incidencia para realizar un análisis de causa raíz.

Deberá cumplir con las siguientes características:

- Será consultable desde la red de UTE (pasando a través del firewall) por usuarios que UTE designará. Admitirá cinco (5) consultas simultáneas.
- El acceso de los usuarios será realizado previo ingreso de palabra clave (password).
- Existirán niveles de acceso de usuarios, como mínimo:
 - a. sólo lectura,
 - b. lectura y Escritura
 - c. lectura, escritura y programación (administrador).
- Quedará registrado todo acceso al BDH. Para ello cada usuario tendrá su nombre de usuario y contraseña. Existirán diversos tipos de usuarios: administradores, operadores, gerentes, etc. Cada uno con diferentes potestades.
- El administrador del BDH podrá acceder desde la red de UTE (pasando a través del firewall).
- El cargado de datos al BDH no bajará la performance del SCADA.
- Incluirá todos los datos del RCE.
- Tendrá la capacidad de almacenar todos los datos del sistema más un 50% (cincuenta por ciento), con una frecuencia de actualización de 0,5s cada (incluidos todos los datos del RCE).
- Tendrá la capacidad de graficar hasta 10 señales simultáneamente, en un eje de tiempo totalmente configurable, desde rangos de 5s hasta un (1) año. A los efectos de las consultas, los valores registrados serán diezminutales. La base de datos deberá poder registrar variables con intervalo entre muestra y muestra de 0,5s, para el rango de tiempo de 5s.
- Los gráficos podrán incluir señales tomadas del RCE, junto con señales analógicas.
- Deberá poder ser consultado en lenguaje SQL, de forma de poder ser leída por cualquier base de datos estándar del mercado desde cualquier PC, ya sea en red o llevando el archivo en un CD o disquete.
- El fechado de los datos estará dado por el tiempo en que los datos llegan al SCADA, no por el tiempo en que llegan al BDH.
- Se deberán poder configurar las variables a registrar, así como su frecuencia.
- El sistema de registro debe optimizar la capacidad de almacenamiento, registrando sólo variaciones por encima de cierto umbral a definir para cada variable por el usuario.
- Los parámetros eléctricos se almacenarán al variar su valor (se considerarán variaciones en las unidades, décimas o centésimas dependiendo del parámetro, esto

debe ser parametrizable) con un paso de tiempo mínimo preferentemente de 0,5 segundos y no mayores de 1s, (la variable paso de tiempo debe ser parametrizable). Los demás parámetros se almacenarán cuando se produce una variación de su valor pero con un paso de tiempo mínimo de un minuto.

- Debe poseer una capacidad de almacenamiento de datos que requiera la realización de respaldo de los datos con frecuencia no menor a tres (3) meses.
- Debe tener capacidad de almacenar los datos de cinco (5) años. Este sistema debe ser de amplia difusión en el mercado.
- Si el PC donde corre el BDH queda fuera de servicio, y el equipo donde corre el SCADA está tomando datos, cuando el BDH quede operativo, será capaz de obtener todos los datos generados durante el tiempo que el BDH estuvo fuera de servicio.
- Tendrá la posibilidad de agregar comentarios a valores de variables, de modo que cualquier gráfico los tenga presente. Por ejemplo: cuando un equipo toma valores de mínimo o fondo de escala por que se encuentre en defecto o en reparación, se podrá ingresar un comentario indicando este extremo. El usuario que ingrese el comentario quedará registrado, pudiéndose auditar, de forma de obtener quién realizó esta acción.
- Tendrá la posibilidad de realizar reportes en formato planilla, configurables.
- Deberá ser compatible con el sistema PI utilizado por UTE

Para las gráficas y tendencias de las variables críticas del proceso, (por ejemplo: potencia activa y reactiva, frecuencia, tensión, etc.) el sistema asegurará un tiempo de actualización de pantallas y bases suficientemente rápido como para permitir una actuación efectiva del operador y un registro posterior que permita discernir el origen de cualquier disturbio.

1.4 Expansibilidad del sistema y Repuestos.

Los sistemas deberán poder expandirse fácilmente para adaptarse a los cambios en los métodos y requisitos para el funcionamiento de la planta.

El sistema deberá ser abierto y permitir ampliaciones futuras, de al menos 50%, mediante la simple conexión de nuevos dispositivos en la red apropiada.

A menos que se especifique lo contrario, el nivel mínimo de expansibilidad con el mínimo de hardware adicional será el siguiente:

- Todos los equipos y recursos, incluidos los módulos de Entradas y Salidas (E/S), los recursos de HMI, el software de aplicación y los servicios de implementación, se proporcionarán de modo que se pueda implementar al menos un 20% de crecimiento del proyecto sin ningún costo adicional para UTE. Los puntos de E/S incluidos en el requisito de crecimiento del proyecto del 20% se denominarán "E/S de repuesto implementadas". El porcentaje de E/S de repuesto implementadas es el 20% de la E/S total del proyecto y puede implementarse en uno o más gabinetes de E/S bajo la dirección de UTE en cualquier momento durante todo el proyecto hasta el comienzo de pruebas en el sitio. Después de la prueba en el sitio, la E/S implementada no utilizada, si la hay, se entregará a UTE como E/S de repuesto.
- Fuente de alimentación: 50% de capacidad de carga adicional para todas las fuentes de alimentación de cada tipo a menos que se especifique lo contrario.
- E/S de repuesto de UTE para todos los gabinetes del sistema de control, provistos además de la E/S de repuesto implementada:
 - 10%, equipado con el suministro del proyecto.
 - 40% de capacidad total restante mínima por cada procesador.
- Memoria libre de la CPU del controlador (después del programa de usuario y los datos, incluidas las E/S de repuesto implementadas):
 - 60% de la capacidad total instalada.
- Recursos de servidor o estación de trabajo, después de la E/S de repuesto implementada:
 - 60% de recursos de memoria libres con una carga de trabajo promedio.
 - 80% de capacidad de almacenamiento masivo libre después de la puesta en marcha.
- Espacio de instalación para equipos de expansión, después de la E/S de repuesto implementada:
 - 10% del área total, reservada dentro de armarios y gabinetes de control.
 - 20% de espacio, reservado dentro de bastidores de equipos.
 - Las áreas reservadas deben estar claramente marcadas y etiquetadas como tales.
- Se deberá suministrar un 10% de repuestos de cada tipo de equipo (o mínimo 1) para: módulos de comunicaciones, equipos de comunicaciones y fuentes de alimentación.

1.5 EQUIPAMIENTO

1.5.1 Estación de operación

Las unidades deben ser adecuadas para montaje en bastidor estándar (“rack”) de 19”, siguiendo las mejores prácticas de centros de datos.

Los requisitos mínimos para las nuevas estaciones de trabajo montadas en bastidor son los siguientes:

- Chasis estándar de montaje en rack de 19 pulgadas.
- Fuentes de alimentación redundantes aptas para reemplazo en caliente.
- La memoria y el almacenamiento de estado sólido deben dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 50% cuando todo el software y las pantallas estén instalados:
 - a- Memoria mínima recomendada por el fabricante del sistema de control. Mínimo 16GB.
 - b- Almacenamiento. Discos duros
 - de estado sólido SAS (“Serial Attached SCSI”)
 - Tipo de matriz de discos duros RAID-5
 - Total de espacio en disco utilizable como se requiera para la aplicación. Mínimo 512 GB mínimo
- Procesador de 64 Bits, 6-core/12 Threads
- 1 unidad óptica
- Tarjetas Gigabit Ethernet para servidor, con conmutación por error y equilibrio de carga (“failover and load balancing”). La cantidad mínima de puertos será 2.
- 2 ranuras de expansión disponibles que utilizan la última y mejor tecnología disponible en el momento de la operación comercial.
- 4 puertos USB3.1.
- Tarjetas de video de pantallas múltiples según sea necesario para admitir 2 pantallas digitales con una resolución mínima de 1.920x1.080 para cada puerto. Todas las tarjetas serán del mismo tipo y fabricante y proporcionarán un mínimo de 2Gb de memoria dedicada por tarjeta.
- 1 conector de video tipo VGA análogo o DVI-D, para ser conectado a la consola de mantenimiento

- Accesorios necesarios para montaje en rack.

1.5.2 Servidores

Las unidades deben ser montadas en rack y las mejores prácticas del centro de datos. Los servidores deberán tener las siguientes o mejores características:

- El almacenamiento de estado sólido deberá dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 50% cuando todo el software este instalado y considerando un almacenamiento de datos de 3 años.
 - a- Discos duros de estado sólido SAS ("Serial Attached SCSI").
 - b- Tipo de matriz de discos duros RAID-5 mínimo. El Contratista deberá proveer un arreglo mejor si fuera necesario para cumplir con la disponibilidad requerida del sistema de control.
 - c- Total de espacio en disco utilizable según tamaño requerido, 1TB mínimo
- La memoria deberá dimensionarse para proporcionar como mínimo una capacidad de reserva del 75% cuando todo el software y las pantallas estén instalados Tamaño de la memoria según sea necesario, 32 GByte mínimo
- Procesador de 64 bits, 8-core/16 threads mínimo
- Fuentes de alimentación redundantes.
- 1 conector de video tipo VGA análogo o DVI-D, para ser conectado a la consola de mantenimiento.
- Accesorios necesarios para montaje en rack.

1.5.3 Gabinetes y paneles de control

Los gabinetes de control deberán se suministrarán como un sistema de armarios ensamblables para contener (según se requiera) los componentes de control y supervisión tales como: controladores, dispositivos de entrada/salida, dispositivos control, fuentes de alimentación, terminales de interconexión, interruptores, relés de bloqueo, llaves selectoras, instrumentos de gabinete, pulsadores.

Serán instalados en la sala de comunicaciones y contarán con las siguientes características:

- Tableros de control estándar tendrán un tamaño (ancho x alto x profundidad) secciones de 800mm x 2.200mm x 800mm más un zócalo de 100mm con nivelación regulable, para una altura total de 2.300mm. El número de secciones serán determinadas por el Contratista durante el diseño final.
- Salidas e ingreso a los paneles: se realizarán por los pasajes inferiores, quitando y volviendo a colocar las tapas y paredes sin sujetar o rodear cables existentes.
- Gabinetes/paneles montados en sala de control deberán contar con un grado de protección IP54(según IEC 60529) o superior. Material: Acero
- Protección de sobre voltaje. Todas las alimentaciones y las señales de control que salgan o entren al gabinete de control deberán tener electrónica de supresión de voltaje en los bloques de terminales.
- Las puertas deben estar provistas de manijas con cerradura y ojales para candados. Cada sección de la puerta debe tener un ancho máximo de 800 mm.
- Todos los armarios de control y cajas de cableado deberán suministrarse con un calentador operado por termostato/humidistato conectado al suministro auxiliar de 220Vca, con una potencia adecuada para evitar que la humedad se condense.
- Capacidad de carga: hasta 300 kg. Debe ser robusto como para elevarlo colgándolo por el techo
- Tratamiento de superficies: imprimación por inmersión
- Espesor mínimo de la pintura: 70 μ m
- Barra para aterramiento del gabinete instalada en la parte inferior del mismo. Esta barra será de cobre con sección mínima de 1" * 0.25"
- Puesta a tierra de todas las piezas planas
- Siempre que sea posible, se debe seleccionar la opción de montaje utilizando riel DIN TS35.
- Chapas de suelo, chasis para montaje de equipos y guías galvanizados
- Puesta a tierra de todas las piezas planas
- En caso de montarse Gabinetes/paneles de control en el exterior, deberán contar con un grado de protección IP66 (según IEC 60529) o superior y ser de un material de alta resistencia a la corrosión.

1.6 DOCUMENTACIÓN

La documentación que acompañe al sistema de control deberá tener debidamente definida y registrada la lógica empleada, así como las variables, estados y su correlación con las señales físicas provenientes de campo asociadas a cada estado o variable cuando corresponda.

Para todo el software de esta Sección, se proporcionará un manual específico desarrollado para la PSF, con secciones que deberán detallar para la configuración específica suministrada a UTE en las versiones finales del software "como construido", como sigue.

- 1.6.1.1.1 Instalación del software: esta sección debe detallar todos los pasos de instalación necesarios para llevar a cabo este procedimiento asumiendo un sistema vacío. Esta secuencia debe incluir detalles de qué software debe instalarse primero, y opciones de instalación específicas aplicables a UTE.
- 1.6.1.1.2 Configuración del software: esta sección detallará todos los pasos de puesta en servicio del software y las opciones de configuración y los parámetros aplicables a UTE.
- 1.6.1.1.3 Descripción del programa: esta sección proporcionará una descripción detallada de todos los programas desarrollados específicamente para UTE, incluidos diagramas de bloques, funciones de subrutina, parámetros estándar, fallas, lista de errores y sus combinaciones, y otra información según sea necesario.
- 1.6.1.1.4 Código de software: todo el código personalizado desarrollado para UTE se adjuntará al manual, con una introducción narrativa que describa el objeto que llama al código/bloque, qué hace, qué fuente de entradas requiere y qué datos de salida proporciona. Todo el código del software debe estar bien documentado con comentarios detallados.

1.7 CAPACITACIÓN

A. Antes de la Recepción Provisoria, el Contratista deberá proporcionar entrenamiento al personal de UTE en la operación y el mantenimiento de los equipos suministrados en esta Sección.

B. La capacitación a UTE será para no menos de 15 personas del personal de operación y mantenimiento de UTE. La capacitación tendrá una duración de al menos 40 hrs.

C. Detalles del curso:

1. El Contratista deberá proporcionar los horarios y el (los) esquema (s) del curso de capacitación para revisión por parte de UTE al menos 8 semanas antes de la capacitación.

2. Durante el proceso de diseño, el Contratista revisará los horarios y los esquemas e incluirá detalles completos sobre el contenido y la duración de cada curso aplicable.

3. Los cursos realizados por el fabricante deberán incluir como mínimo, entre otros:

a. Entrenamiento Común:

d- Teoría de operación

e- Prácticas de mantenimiento recomendadas

f- El uso de todas las herramientas de mantenimiento y diagnóstico y equipos de prueba.

g- Diagramas de bloques de instalación/configuración de equipos y software, y resolución de problemas ("troubleshooting")

b. Entrenamiento de Mantenimiento

h- Proveer capacitación en mantenimiento del sistema para permitir que el personal de UTE realice un mantenimiento de rutina y preventivo, solucione problemas y repare todo el hardware suministrado con el sistema. El curso deberá enfatizar las medidas de seguridad y las áreas que pueden requerir mantenimiento periódico, reajuste, reinicio, verificación o recalibración. Las instrucciones de mantenimiento y reparación deben asumir que el personal de UTE reparará el equipo reemplazando componentes discretos ("assemblies") tales como plaquetas y módulos, y no incluirá instrucciones sobre la reparación a nivel de la plaqueta del circuito (reemplazo de componentes electrónicos).

i- La capacitación deberá cubrir al menos los siguientes temas:

- Mantenimiento preventivo, programado para todos los equipos;
- Función y funcionamiento normal de las plaquetas de circuitos y módulos;
- Diagnóstico de fallas de hardware a la plaqueta o módulo con falla;
- Extracción y sustitución de plaquetas de circuito y módulos extraíble
- Mantenimiento de emergencia y procedimientos de restauración.

j- Desarrollar el programa de capacitación en mantenimiento teniendo en cuenta que el personal tiene experiencia en el mantenimiento y reparación de productos electrónicos y un conocimiento general de los sistemas informáticos, pero no necesariamente está familiarizado con el hardware específico suministrado.

c. *Entrenamiento de Programación*

- k- Proporcionar entrenamiento para formar un programador básico para el software SCADA y HMI suministrado.
- l- Como mínimo, proveer capacitación para programadores en los siguientes temas:
 - Procedimientos de copia de seguridad del sistema y recarga desde la copia de seguridad;
 - Ingreso de puntos de E/S y de la base de datos;
 - Programación de funciones lógica;
 - Programación y sintonización de bucles PI/PID en caso de utilizarse
 - Recuperación de errores e interpretación de errores;
 - Configuración del protocolo de comunicación y diagnóstico.
 - Modificaciones de pantalla HMI y adiciones; y
 - Procedimientos de etiquetado de datos HMI.

4. *Certificación de los Asistentes. Dentro de los diez días posteriores a la finalización de cada clase, el proveedor del sistema deberá presentar a UTE lo siguiente:*

- a. *Una lista de todo el personal de UTE que asistió a la clase.*
- b. *Una evaluación del personal de UTE que asistió a la clase a través de una prueba escrita u otra evaluación equivalente.*

c. *Una copia del texto impreso utilizado durante la clase con todas las notas, diagramas y comentarios. Esta documentación deberá estar contenida en el manual de capacitación.*

5. *Documentación:*

a. *El Contratista proporcionará manuales adecuados y no retornables a cada una de las personas que atiendan el entrenamiento.*

b. *El Contratista deberá incluir todos los materiales de capacitación que se entregarán a cada estudiante para cada curso de capacitación.*

c. *El Contratista también proporcionará dos juegos de copias de cada curso de capacitación (en formato electrónico y físico) a UTE para que el departamento de capacitación de UTE lleve a cabo futuros cursos de capacitación.*

d. *Calificaciones del instructor: Los instructores deben ser ingenieros o técnicos competentes certificados, experimentados, expertos y capacitados específicamente en el área a cubrir por el curso. Los instructores deberán tener fluidez en el idioma castellano hablado y escrito.*

e. *Idioma: Los manuales del curso deberán estar escritos en castellano. Todas las sesiones del curso se realizarán en castellano.*