




| | | | | | |
|--|--|--|------------------|-----------------|-----------------|
|  <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA | | | |
| EMPRESA | YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS | | | | |
| PROYECTO | PLANTA DE UREA FORMALDEHIDO UFC-85 | | | | |
| UBICACIÓN | PLANTA DE AMONIACO Y UREA, BULO BULO – COCHABAMBA, BOLIVIA | | | | |
| ANEXO | | | | | |
| <div>ANEXO F ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN</div> | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| REV | FECHA | DESCRIPCION | ELABORADO | REVISADO | APROBADO |


| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 2 de 44 | REV. 0 |

CONTENIDO


| | | |
|-------|-------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUCCION | 5 |
| 2 | OBJETIVO | 5 |
| 3 | NORMATIVA | 5 |
| 4 | CONDICIONES AMBIENTALES..... | 6 |
| 5 | INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL..... | 6 |
| 5.7. | Criterios Generales de Diseño | 18 |
| 5.8. | Interfaz con Otros PLCs | 21 |
| 5.9. | Configuración Software..... | 21 |
| 5.10. | Programación y Mantenimiento | 21 |
| 5.11. | Estándares Aplicables IEC..... | 22 |
| 5.12. | Estándares Aplicables ISA..... | 22 |
| 5.13. | Estándares Aplicables ISO | 23 |
| 5.14. | VALVULAS..... | 23 |
| 5.15. | CONDUCTOS | 23 |
| 5.16. | Calibración de Instrumentos | 23 |
| 5.17. | Redundancia..... | 24 |
| 5.18. | ACCESO A LOS CABLES..... | 24 |
| 5.19. | ANALIZADORES..... | 25 |
| 5.20. | LABORATORIO DE ANALISIS | 25 |
| 5.21. | CABLE..... | 26 |
| 5.22. | TUBING | 26 |
| 5.23. | FIELD SERVICE YOKOGAWA..... | 26 |
| 5.24. | INSTRUMENTOS | 27 |
| 5.25. | HMI..... | 27 |
| 5.26. | ACCESIBILIDAD | 28 |
| 5.27. | SALA DE CONTROL..... | 28 |
| 5.28. | LICENCIAS | 30 |
| 5.29. | ENERGIA | 30 |

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 3 de 44 | REV. 0 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.30. | MMS | 30 |
| 5.31. | VALVULAS DE ALIVIO | 30 |
| 5.32. | PRESERVACION..... | 30 |
| 5.33. | ATERRAMIENTO | 31 |
| 5.34. | PRUEBAS FAT Y SAT | 31 |
| 5.35. | LOTO..... | 31 |
| 5.36. | Junction Boxes JB | 33 |
| 6. | SISTEMAS ELÉCTRICOS | 33 |
| 6.1. | Requisitos Generales..... | 33 |
| 6.2. | Panel de distribución..... | 36 |
| 6.2.1. | Bus de Energía | 36 |
| 6.2.2. | Bus de Tierra..... | 36 |
| 6.2.3. | Tomas | 37 |
| 6.3. | Cables | 37 |
| 6.4. | Inspección de Cables | 38 |
| 6.5. | PRECINTOS Y ETIQUETAS..... | 38 |
| 6.6. | BORNERAS | 39 |
| 6.7. | Ensayos..... | 39 |
| 6.8. | Sistema de Potencia ininterrumpida (UPS) | 39 |
| 6.9. | Centro de Control de Motores | 40 |
| 6.10. | Aterramiento | 40 |
| 6.11. | Protección contra descargas atmosféricas | 40 |
| 6.12. | Protección catódica | 40 |
| 6.13. | Repuestos y herramientas especiales | 41 |
| 6.14. | Área clasificada..... | 41 |
| 6.15. | Sistema de Circuito Cerrado (CCTV) | 41 |
| 6.16. | Fibra Óptica | 41 |
| 6.17. | Alarma de fuego | 42 |
| 6.18. | Traceado eléctrico | 42 |

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 4 de 44 | REV. 0 |

| | | |
|-------|---------------------------|----|
| 6.19. | Iluminación | 42 |
| 6.20. | Equipos de Red | 42 |
| 6.21. | Protectores Solares | 43 |
| 6.22. | Bandejas | 43 |

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 5 de 44 | REV. 0 |

1 INTRODUCCION

Este documento proporciona los lineamientos principales y las especificaciones para el desarrollo del proyecto de implementación de la Planta de Urea Formaldehído, cubriendo los aspectos de electricidad, instrumentación y control concernientes al mismo.

Este documento presenta información preliminar para llevar a cabo el diseño de las instalaciones dentro y fuera de límites de baterías del presente Proyecto. Sin embargo, el CONTRATISTA entenderá que es el único responsable del dimensionamiento y diseño apropiado de todas las instalaciones.

La PLANTA DE FORMALDEHIDO 85 está compuesta por las unidades de Metanol y Urea Formaldehído y utilizará los Servicios Auxiliares disponibles en la Planta de amoniaco y Urea.


2 OBJETIVO

El objetivo del presente anexo es establecer el Alcance y las Bases de Diseño de electricidad, instrumentación y control para la contratación de una Empresa Internacional Especializada para el desarrollo del paquete de diseño de procesos (PDP), Ingeniería Básica Extendida (FEED) de Ingeniería de Detalle, Procura y Construcción (IPC), comisionado además de la Puesta en Marcha de la Planta de Urea Formaldehído (UFC-85).

3 NORMATIVA

Para el diseño se utilizará las siguientes normas, siendo el requerimiento más estricto el aplicable.

- i. API
- ii. IEEE
- iii. ISA
- iv. EMMUA
- v. EIA/TIA
- vi. ANSI
- vii. IBNORCA
- viii. NACE
- ix. NEMA
- x. IEC
- xi. NFPA
- xii. ISO
- xiii. BICSI
- xiv. PIP
- xv. OIIML
- xvi. AGA
- xvii. ASTM
- xviii. LEYES, DECRETOS Y REGLAMENTOS BOLIVIANOS

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 6 de 44 | REV. 0 |

- xix. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE LOS TECNOLOGOS
- xx. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO APLICADAS AL PROYECTO DE AMONIACO Y UREA

4 CONDICIONES AMBIENTALES

Los equipos serán tropicalizados para trabajar en las condiciones del sitio. Se deberá proveer bolsas de absorbentes GEL SILICA de humedad que protejan los equipos de la humedad hasta la instalación definitiva.

5 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

5.1. Sistema de Control Distribuido (DCS)

Realizar la integración con el sistema de Control DCS (mimic de HMI y PLC) actual de la Planta Amoniaco y Urea. Deben tomarse las especificaciones constructivas y de diseño de las plantas existentes, velando por el cumplimiento de: formato y características de mimic de HMIs y PLCs, nivel de redundancia, módulos de E/S (Entrada/Salida), procesadores e interfaz para la comunicación con otros sistemas, tendencia histórica, secuencia de eventos, consolas, despliegues dinámicos, gabinetes, cableado, etc.

5.2. Sistema de Parada de Emergencia (ESD y F&G)

Realizar la integración con el sistema de Control ESD actual de la Planta Amoniaco y Urea. Deben tomarse las especificaciones constructivas y de diseño de las plantas existentes, velando por el cumplimiento de: el formato y características de mimic de HMIs, Redundancia, tolerancia a fallas, arquitectura del PLC (Controlador Lógico Programable), así como las características de los componentes de la consola auxiliar tales como pulsadores, selectores y lámparas indicadoras que permitirán a los operadores desde la sala de control iniciar la parada de unidades y equipos.

El sistema de control del fire and gas de la planta es modelo PROSAFE de YOKOGAWA, Los detectores deben ser de salida 4-20mA +Hart, debe permitir cableado de 2 o 4 hilos, además de Latch/unlatch de la señal. Deben poseer señal Namur para indicar fallo al sistema PROSAFE. Se proveerá gases de calibración y lápiz magnético de programación por cada detector.


En el caso de los detectores de Llama se proveerá la lámpara de calibración.

Se deberá proveer un panel en sala de control para los interruptores de OOS, MOS, PARO, ESD INTERLOCK en caso de que no haya espacio en el panel existente.

Se deberá integrar los interlock de seguridad del proceso, de F&G, de fallo de hardware, tanto de la planta nueva como de la existente, siguiendo los lineamiento de la ingeniería.

Se deberá integrar al SOE existente las señales nuevas.

Todo lo no mencionado en esta especificación pero necesario para correcta integración deberá estar incluido en el alcance de la Contratista.

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 7 de 44 | REV. 0 |

5.3. Equipos Controladores Lógicos Programables (PLC)

Se deben cumplir los mismos requerimientos técnicos para los Controladores Lógicos Programables (PLC-proceso, PLC-ESD) empleados en la PAU, los cuales proporcionarán el control, supervisión, mantenimiento y la función de parada segura de los equipos mayores del paquete para prevenir o reducir anomalías en la operación, daños al equipo y lesiones al personal. También se debe contemplar la comunicación con otros sistemas, tales como el DCS y ESD.

Se debe contemplar el Protocolo HART en su última versión.

Un alcance más detallado se describe a continuación:


Todos los instrumentos y dispositivos eléctricos expuestos al ambiente deben ser NEMA4X o IP65 como mínimo.

Los equipos electrónicos e instrumentos en áreas peligrosas deben ser certificados y aprobados para ser usados en tal clasificación de áreas peligrosas por cualquiera de las siguientes autoridades:


- FM (Factory Mutual Research, USA)
- UL (Underwriters Laboratories, USA)
- CSA (Asociación de Estándares de Canadá, Canada)
- BASEEFA (Servicio de Aprobación Británica para Equipos Eléctricos en Atmósfera Inflamable, UK)
- CENELEC (Comité Europeo de Estandarización Electrotécnica, EU)
- PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany)
- ATEX (ATmosphere EXplosible, EU).

En el alcance del CONTRATISTA se incluye:

- Todos los transmisores contarán con indicadores digitales integrales y serán de dispositivos 4-20 mA, 24 VDC tipo “inteligente” que utiliza el Protocolo de comunicación digital Hart y se utilizará el posicionador inteligente para Válvulas de Control.
- Los dispositivos de campo tipo interruptor tales como interruptores de Nivel, Flujo, Presión y Temperatura deben cumplir con los códigos y estándares internacionales
- Las válvulas de alivio, válvulas de control y fabricantes de controladores deberán estar certificados de acuerdo a la ISO 9000.
- El Contratista proveerá las memorias de cálculo de dimensionamiento para los siguientes casos: válvulas de control, válvulas de alivio, placas de orificio y medidores de flujo.
- Las conexiones para instrumentos será un mínimo de ½” NPT en los equipos y en las cañerías.

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 8 de 44 | REV. 0 |


- f) Todos los indicadores locales (gauges) de presión, temperatura y flujo tendrán como mínimo un diámetro de 4".
- g) Los termopozos para sensores de temperatura serán 304 o 316 SS, con conexiones mínimas de ¾" NPT.
- h) El tamaño de las válvulas de alivio debe ser establecido en conformidad con los requerimientos de las normas ASME Section VIII y API 520.
- i) Las válvulas de control deberán ser dimensionadas para un flujo normal no mayor al 60% del flujo máximo de la válvula. Es decir, el Cv en condiciones normales de la válvula no será mayor al 60% del Cv de la válvula.
- j) Los materiales internos (trim) de las válvulas serán de acero inoxidable endurecido, a menos que otro material sea requerido por las condiciones del servicio.
- k) Se utilizarán posicionadores ("positioners") para los actuadores de válvulas de control, en los siguientes servicios:
 - l) Control de Temperatura
 - m) Control con división de rango ("split range control")
 - n) Donde la temperatura del proceso se exceda 350°F
 - o) Los transmisores tendrán comunicación usando el protocolo HART
 - p) Los RTD's serán 100 ohm Pt 3-wire
 - q) Tanto los RTD's como TC's tendrán transmisores con comunicación usando el protocolo HART
- r) El chasis (o cuerpo) de todos los transmisores, RTD's, TC's y otros equipos electrónicos serán conectados a la malla de tierra del área de tierra ("gnd")
- s) Los instrumentos deberán tolerar una presión nominal de por lo menos 115% de la presión de alivio (set point) de la válvula de alivio en la sección donde el instrumento está dando servicio.
- t) Los controladores neumáticos y válvulas de control, usarán aire de instrumentos y tendrán una presión de diseño (MWP) de 150 psig.
- u) Los medidores de flujo que utilicen placas de orificio tendrán relaciones "beta", entre 0.25 y 0.75 máximo. Es preferible usar un beta de 0.67 como máximo, pero en casos especiales se aceptará hasta 0.75.
- v) Toda la instrumentación tendrá cubiertas diseñadas para protección contra la intemperie y por un tema de compatibilidad cumplirá con los requisitos de clasificación de áreas peligrosas División 1.
- w) Todas las señales discretas y los interruptores deberán ser diseñados para 24VDC y los interruptores serán del tipo SPDT. Estas señales deberán tener fusibles de protección para el amperaje máximo de las entradas a los módulos I/O.
- x) El tubing para instrumentos será mínimo de ¼" de diámetro exterior de acero inoxidable y se utilizarán accesorios de acero inoxidable.

| | | | |
|---|--|---------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 9 de 44 | REV. 0 |


- y) El Contratista proveerá planos de lazos de instrumentos.
- z) Los materiales en contacto con los fluidos de proceso serán de acero inoxidable a menos que el proceso requiera de otro material.
- aa) Se evitará el uso de materiales de policarbonato en atmosfera industrial, bronce, cobre o latón.
- bb) Los instrumentos nuevos a proveerse contarán con las certificaciones necesarias para su instalación en área clasificada. Así mismo serán del mismo tipo, modelo y marca de los existentes en la Planta de Amoniaco y Urea.
- cc) La normativa que deberá ser considerada es la API RP 551 y documentos relacionados de API (MPMS, 552 y otros) AGA e IEC.
- dd) Para soportes principales de parrales de conduits, o bandejas y otros que implican una carga importante, el Contratista deberá presentar la memoria de cálculo del diseño mecánico de los soportes.
- ee) Todos los instrumentos deberán contar con sus tags en placas de acero inoxidable con precintos del mismo material. Los equipos de instrumentación incluyendo los nombres de etiquetas de instrumentos, etiquetado de caja de conexionado y etiquetado de panel, cableado de instrumentación y numeración de cable serán identificados. Todos los instrumentos, equipos estarán identificados permanentemente con placas de identificación de acero inoxidable SS pegadas a sus cuerpos o cajas a menos que se indique lo contrario.
- ff) Se emplearán dispositivos de bloqueo mecánico en las válvulas automáticas ("shut-off XV's") para mantenimiento en operación. Estas válvulas deberán tener indicadores de posición de apertura y cierre con señal al ESD.
- gg) Todos los instrumentos deben ser debidamente calibrados antes del inicio de actividades operativas.

5.4. Sistemas de Control

El control de la Planta de Urea Formaldehído se integrará al sistema central de control de la Planta de Amoniaco Urea (DCS). Se preverá la integración de las señales tanto de los instrumentos nuevos a instalarse al sistema DCS de la Planta existente, el cual está basado en CENTUM VP R5.02 de Yokogawa; la integración de los nuevos instrumentos será realizada mediante protocolo HART. Se deberá tomar en cuenta la adición de las nuevas variables a la base de datos del sistema, para la modificación de pantallas, generación de nuevas alarmas, creación de históricos, reportes, etc. Para tal efecto, el CONTRATISTA debe prever la contratación de personal de servicio de Yokogawa con la finalidad de que realice los trabajos de configuración, programación, parametrización, etc; necesarios para la realización de dichas tareas. Una vez concluidos los trabajos se actualizarán los backups del sistema de control y se entregarán a personal responsable de la PAU.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 10 de 44 | REV. 0 |

- a) El CONTRATISTA preverá la instalación de los nuevos instrumentos a requerirse, respetando las especificaciones, típicos de montaje y otros documentos relacionados al proyecto y a las Plantas existentes para la instalación y conexión de los mismos.
- b) El cableado e implementación de los instrumentos que se comunicarán con el sistema de control (DCS) estarán de acuerdo con la especificación existente en Planta (NN).
- c) El CONTRATISTA será responsable de la configuración e implementación del proceso lógico de control y de las alarmas y paros de la Planta de Urea Formaldehído. El CONTRATISTA cumplirá con los requisitos técnicos del DCS existente.
- d) El CONTRATISTA elaborará y proporcionará la matriz de Causa y Efecto (cause and effect), así como los requerimientos para el sistema de paro de emergencia de la Planta de Urea Formaldehído (ESD). Debiendo además actualizar la matriz Causa y Efecto de la Planta existente incluyendo las nuevas instalaciones.
- e) El sistema de paro de emergencia (ESD) contará con su propio PLC, ~~triple~~ redundante, el cual se comunicará con el DCS usando el mismo protocolo de comunicación existente. El Contratista proveerá los equipos para el ESD y realizará la configuración de los mismos.
- f) La separación entre los cables de potencia y las señales de control, excepto señales discretas para las botoneras de campo (las HOA o S/S de los motores), serán de acuerdo a la norma API 552 Transmission Systems.
- g) El CONTRATISTA deberá tomar en cuenta que los instrumentos de control y monitoreo que no sean requeridos para una acción de seguridad, serán integrados a la red HART de la Planta existente.
- h) El CONTRATISTA debe también implementar las canalizaciones necesarias que permitan llevar los cables de los instrumentos nuevos desde la ubicación de las unidades de la Planta de Urea Formaldehído hasta las Junction boxes (cuando aplique) y hasta la sala de control, respetando las especificaciones y típicos de montaje de la PAU, y respetando las consideraciones de clasificación de áreas cuando los tendidos de cable pasen a través de áreas clasificadas. Para la reutilización de canalizaciones existentes, se deberá realizar un relevamiento en sitio que permita determinar aquellas que tengan reservas dentro de los conduits actuales o conduits de reserva. Preliminarmente se informa que los sistemas originales fueron diseñados con un 20% de capacidad adicional por lo que estima que se dispone de la suficiente capacidad para ampliación.
- i) Debe actualizar cualquier documento, plano u otro de la Planta existente que se vea afectado por la instalación e interconexión del sistema de control de la Planta de Urea Formaldehído. Así mismo se deberá entregar las hojas de datos de los instrumentos nuevos en el formato requerido por el proyecto.
- j) El aterramiento de la Planta de Urea Formaldehído se conectará a la malla de aterramiento existente de la Planta PAU, actualizando de ser necesario el cálculo del sistema en referencia.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 11 de 44 | REV. 0 |

- k) El equipamiento y dispositivos del DCS y ESD serán diseñados de acuerdo con las secciones aplicables de las normas y estándares que se citan en las bases de diseño del proyecto. Las especificaciones de ingeniería que se detallan en este documento detallan, complementan y extienden las normas y estándares citados en dicho documento.
- l) La sala de control y el centro de control de motores (CCM) de la Planta de Urea Formaldehído se ubicarán en las instalaciones existentes de la Planta de Amoniaco y Urea.
- m) El CONTRATISTA incluirá en su alcance de trabajo un ESD dedicado a la Planta. Este ESD también estará instalado en la subestación requerida existente.
- n) Tanto el DCS como el ESD tendrán una capacidad de reserva de 25% para expansiones o adiciones futuras. Esta reserva incluirá espacios en los gabinetes, canales de cables, tarjetas para módulos I/O y otros.
- o) Las estaciones de operación y/o ingeniería y los gabinetes de control estarán ubicados en el interior de la Subestación requerida existente.
- p) El Contratista será responsable de proveer todo el equipamiento (concentradores HART, CPU, I/O's, terminaciones, cables conectores, licencias, etc.) necesarios para sostener la operación de la Planta de Urea Formaldehído.
- q) Cerca de las unidades de proceso, se distribuirá según sea necesario concentradores HART, los cuales enviarán las señales a sala de control.
- r) El sistema de control se instalará un nodo de operación (estación de operadores, ingeniería y mantenimiento) que tendrá tres pantallas.

5.5. Licencias

Será responsabilidad del Contratista de asegurarse de contar con todas la licencias requeridas para la implementación del sistema de control. Incluirá licencias para el CPU, nodos de operación, históricos, conexión con la red de información para integración con el sistema de gestión de YPFB y otros, según se requiera.


5.6. Criterios Básicos de Diseño

5.6.1. Obsolescencia del DCS

El Sistema será de última generación y no se admitirá un modelo que haya quedado superado por otro modelo reciente. Se deberá demostrar la vigencia del sistema en la industria y el tiempo estimado de vigencia futura.

5.6.2. Confiabilidad del DCS

El sistema deberá ser redundante y tolerante a falla ("fault tolerant"), para asegurar que ningún fallo de comunicaciones o controlador simple pueda causar la pérdida del control del proceso por parte del operador. El controlador secundario debe ser capaz de mantenerse en modo "stand by", como espejo de la operación del controlador primario. Cuando se detecta un fallo en el controlador titular, el controlador que está en "stand-by" tomará el control automáticamente. El diseño y

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 12 de 44 | REV. 0 |

operación del sistema debe ser tal, que una falla en cualquiera de sus componentes, no deberá afectar el proceso. La falla de una estación de operación no deberá afectar en sus funciones a otras consolas.

El MTBF debe ser aplicado según requerimientos para asegurar que el sistema de control (excluyendo los equipos de campo) tenga un mínimo de 99,9% de disponibilidad, basado en un MTTR máximo de 8 horas. El MTBF y coeficiente de disponibilidad incluye hardware y software del sistema. El suministrador debe entregar documentación describiendo el método e identificando los datos utilizados en el cálculo de MTBF y coeficiente de disponibilidad. El proveedor deberá garantizar un tiempo máximo de respuesta de cuatro horas o menos, ante eventualidades y/o emergencias- Además deberá detallar en la propuesta, el tipo de personal con el que se encarará este tipo de trabajos.

5.6.3. Soporte del Sistema DCS

Para el Sistema y cualquier componente debe asegurarse un tiempo de soporte de al menos 10 años. Esto debe garantizarse mediante Documento Corporativo que lo acredite oficialmente. El sistema deberá contar con la garantía del fabricante de los equipos y la garantía del sistema por parte del constructor. Si el constructor también es el fabricante, de igual forma, el suministrador deberá presentar ambas garantías.

5.6.4. Basado en Producto Estándar.


El sistema estará compuesto por hardware estándar, software y firmware del sistema que pueda ser configurado para cumplir los requerimientos establecidos. El software operativo del sistema del proveedor no será modificado para cumplir con cualquiera de los requerimientos del usuario.

El Software de Aplicación será diseñado de tal manera que no sea necesaria ninguna modificación del software operativo del sistema. El diseño del software será tal que futuras revisiones o actualizaciones del software operativo no afecte a la correcta operación del sistema.

5.6.5. Versión de Software

Todo el software y firmware será de la versión más reciente aplicable al hardware del sistema en la fecha en la que éste se fijó, según se defina en el contrato o pedido. El sistema permitirá la actualización de todo el software operativo en los módulos redundantes sin necesidad de parar el proceso, sin pérdida de la interfaz de operador y sin pérdida de acceso a cualquier función de control. El software de aplicación no precisará de modificaciones cuando se instale una nueva versión del software operativo del sistema. Cualquier nueva versión del Software será compatible con los ficheros creados en versiones anteriores del software.

5.6.6. Modularidad y Escalabilidad del DCS

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 13 de 44 | REV. 0 |

El Sistema debe tener un diseño modular y escalable tanto en software como en hardware para facilitar al máximo las expansiones, sin perturbar la parte que ya está en funcionamiento. Las características requeridas son:

- Modificación y ampliación “en caliente” del hardware permitiendo añadir, modificar o retirar cualquier componente sin necesidad de quitar tensión o reiniciar ninguna parte del Sistema.
- Modificaciones y ampliación “en caliente” del software permitiendo añadir, modificar o retirar cualquier módulo de software de control sin necesidad de detener o reiniciar el controlador ni perturbar el funcionamiento del resto de módulos en ejecución.
- Conexión de nuevos nodos (estaciones y controladores) a la red del sistema sin perturbar los nodos que ya están en funcionamiento.
- Librería de módulos típicos de software de control permitiendo ampliar la configuración de modo rápido copiando a partir de los módulos típicos de la librería.
- Actualizaciones a nuevas versiones del Sistema sin detener el proceso.

5.6.7. Diagnósticos del DCS


Para garantizar la detección de cualquier fallo en un componente del sistema permitiendo una rápida solución del problema, se dispondrá de una aplicación específica para monitorear en tiempo real el estado de todos los componentes y de las comunicaciones entre los mismos a través de la red.

La aplicación de diagnósticos debe monitorear también el estado de los instrumentos de campo en el caso de instrumentación, avisando del posible fallo de los mismos.

La aplicación de diagnósticos debe monitorear el estado de todos los transmisores de campo y sus elementos primarios conectados a ellos (nivel, temperatura, presión, flujo, humedad, etc.), avisando del posible fallo de los mismos. La aplicación de diagnósticos debe monitorear también el estado de funcionamiento de cada módulo de software en ejecución en los controladores avisando del posible malfuncionamiento o error en los mismos.

En general, la aplicación de diagnósticos debe monitorear las siguientes variables:

- Perdida de potencia en el CP
- Perdida de potencia en los módulos y/o equipos de campo
- Falla de un CP
- Falla de un modulo E/S
- Falla de un equipo de campo
- Remoción (física) de un modulo (E/S)
- % de carga de cada controlador de tiempo libre en la CPU
- % de carga de cada controlador de memoria libre en la CPU

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 14 de 44 | REV. 0 |

5.6.8. Integración con la Red de Gestión IT

El sistema debe disponer de la última tecnología IT para permitir la fácil integración y comunicación con la red de Gestión de la Empresa (SAP Versión 7.10) y con las aplicaciones y sistemas corporativos. Estas tecnologías deben incluir:

- OPC (para información en tiempo real)
- XML (para información transaccional)

5.6.9. Mantenimiento del DCS

El sistema deberá ser suministrado con componentes modulares que faciliten la instalación y el mantenimiento. Cuando esos módulos sean insertados en sus respectivos espacios de conexión (slots), deberán quedar conectados tanto a la red de comunicaciones redundante como a la alimentación redundante. El fallo o retiro de alguno de los componentes físicos no afectará a los módulos del mismo o de mayor nivel. Todos los módulos de E/S y los controladores redundantes deben ser instalables en caliente (con tensión).

Adicionalmente, se requiere que el proveedor detalle el servicio de mantenimiento preventivo del sistema, por el periodo mínimo de cinco años, en su detalle deberá mencionar cuantas veces por año se efectuará éste y el respectivo cronograma de actividades asociado.

5.6.10. Arquitectura

La arquitectura del DCS estará compuesta por tecnología basada en estándares de control internacional, incluyendo gestión de las propiedades de Foundation Fieldbus (bloques de función y dispositivos de campo), HART, Profibus, Ethernet, plataformas informáticas y sistema operativo Microsoft Windows.


El Proveedor deberá garantizar, certificar y documentar, la máxima disponibilidad y escalabilidad del sistema ofrecido, mismo que deberá proporcionar suficiente flexibilidad para implementar arquitecturas punto a punto ("peer-to-peer"), cliente/servidor o ambas, buscando ante todo, proporcionar la máxima disponibilidad y escalabilidad posible.

La arquitectura del Sistema de Control estará basada en un esquema de red redundante con fibra óptica y/o cable STP que llega a todos los nodos del sistema. Se trata de dos enlaces ethernet de 100Mbps. Uno de ellos funciona como red primaria de control, mientras que el otro actúa como red secundaria de control.

En el modo normal de operación, todo el tráfico de control fluye a través de la red primaria. La red secundaria sólo es utilizada para transferencia de información de diagnóstico y para todas las transacciones a nivel de sistema operativo.

Se utilizará fibra óptica para los enlaces entre salas o distintas localizaciones y dentro de la sala las conexiones. Se utilizará un enlace redundante con cable STP conectados a switches ethernet.

5.6.11. Gabinetes Sala de Control

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 15 de 44 | REV. 0 |

Los gabinetes serán instalados en el interior de las subestaciones existentes, en un ambiente seguro y acondicionado (HVAC). Los gabinetes se suministrarán con todos los componentes del sistema completamente instalados y cableados. Los gabinetes serán diseñados para facilitar el acceso y mantenimiento de los componentes internos.

5.6.12. Gabinetes de Control

Estos gabinetes deberán estar dimensionados en función a la cantidad y dimensiones del equipamiento a ser instalado en los mismos, tomando en cuenta las previsiones para las respectivas ampliaciones y crecimiento.

Se debe incluir la iluminación respectiva para cada gabinete además que la puerta de la parte frontal se deben poder visualizar los LEDs de indicación de los diferentes componentes que contenga.

Deberán ser de diseño modular (deben permitir las ampliaciones en montaje al lado o por detrás de gabinetes existentes), el proveedor deberá detallar en su propuesta, la forma en la que optimizará los espacios en los gabinetes, la cantidad de módulos que usará, dimensiones de cada módulo, estrategia de disipación de calor y todas las aprobaciones y normativas con las que cumplen.


5.6.13. Gabinetes de Marshalling

Todas las señales de entrada y salida, estarán cableadas hacia el gabinete de control, mediante gabinetes de Marshalling, donde se encontrarán, todas las borneras de frontera, las cuales deberán ser de tipo seccionable, acorde a las recomendaciones del fabricante del DCS y dimensionadas en función a la corriente y calibre de cable que se conectará a las mismas, también se encontrará en estos gabinetes, toda la protección eléctrica necesaria para las señales de entrada y salida a los equipos del CCL, mediante disyuntores, fusibles, protectores de sobre voltaje, transientes y todos los elementos de protección necesarios para garantizar el buen funcionamiento y disponibilidad del sistema.

5.6.14. Gabinetes para conectividad Ethernet

Deberán estar diseñados específicamente para soportar el montaje de switches Ethernet tipo administrado de uso industrial, patch panel de FO, switches de FO y cableado de red, deberán ser de tipo modular. Para el dimensionamiento y la especificación de estos gabinetes deberán tomarse en cuenta, aspectos de espacio para cables y flujo de aire, manejo de enfriamiento, de cableado y de fibra óptica.

Se deberá proveer switches Ethernet de uso industrial, que garanticen la confiabilidad, determinismo, y seguridad. Deberán garantizar el máximo rendimiento de los controladores, dando preferencia a los mensajes de alta prioridad y a la vez reservar ancho de banda para garantizar el determinismo de la red.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 16 de 44 | REV. 0 |

Deberán soportar medios de comunicación en cobre y fibra óptica (compatible con la fibra solicitada), salidas digitales integrables al sistema de control, para alertar a los operadores de fallos en la red, puertos, alimentación, etc.

Deberán contar con herramientas de administración de la red incorporadas, alta velocidad de reconexión de la red en caso de fallos y un amplio margen de temperatura de trabajo.

Deberán estar diseñados para uso en redes en anillo o tolerante a fallas.

5.6.15. Gabinetes de Distribución 220 Vac - UPS

Se instalará un gabinete de distribución que deberá estar dimensionado para soportar toda la carga eléctrica del sistema de control asociado. Para esto el gabinete deberá tomar energía eléctrica de dos tableros provenientes de fuente segura UPS de 220 Vac y deberá distribuir la misma a todos los demás gabinetes y equipos instalados en este ambiente, mediante protecciones adecuadas tanto para sobrecarga, cortocircuito, sobre voltaje, transientes, y todas las protecciones que el proveedor recomiende y considere necesarias para garantizar el buen funcionamiento, fiabilidad y vida útil de los equipos.

5.6.16. Dispositivos de Campo

- Dispositivos deben tener protección contra inversión de polaridad
- Todos los dispositivos deben ser capaces de realizar auto diagnóstico en línea, incluyendo auto-test y poder reportar esta información en el HMI del DCS.


5.6.17. Performance del Control

Los siguientes periodos deben ser considerados para un tiempo máximo de respuesta del control:

- Flujo 500 ms
- Presión y Presión Diferencial 500 ms
- Nivel 1000 ms
- Temperatura 1000 ms
- Otros (Analizadores, densitómetros, ph, etc) 1000 ms

5.6.18. Estaciones de Operación, Mantenimiento e Ingeniería

- Debe considerarse una nueva estación de operación para la Planta de Urea Formaldehído, la disposición de esta estación debe ser en la sala de control existente. La estación contará con un mínimo de tres pantallas de 21" mínimo para visualizar el proceso.
- Como estación de operación auxiliar y estación de mantenimiento e ingeniería para la Planta de Urea Formaldehído se incluirá una estación en la sala de ingeniería, por lo que se deben considerar los dispositivos y configuraciones necesarias. La estación contará con un mínimo de una pantalla de 21" mínimo para visualizar el proceso.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 17 de 44 | REV. 0 |


- En el caso de controladores para procesos específicos se debe considerar la ubicación de las estaciones de ingeniería y mantenimiento en la sala de control de la Planta de Urea Formaldehído.
- Las gráficas de las pantallas de proceso deben ser aprobadas por YPFB.
- La alimentación eléctrica para las estaciones de operación, mantenimiento e ingeniería debe ser 220Vac proporcionado a partir del sistema de UPSs redundantes existente en Planta y dispuesto en tableros de distribución independientes.

5.6.19. Herramienta de Configuración

- 1) Con la herramienta de configuración instalada en el DCS debe ser posible modificar todos los parámetros asociados con el dispositivo de campo. Por lo que debe contener todos los DD y EDDL de los dispositivos de campo necesarios.
- 2) Con la herramienta de configuración se debe realizar las funciones listadas a continuación:
 - Configurar parámetros del display y descargar los nuevos ajustes del dispositivo una sola descarga.
 - Visualizar información acerca de todos los segmentos en una plantilla organizada.
 - Generar reportes con la información de los segmentos y dispositivos en formato ASCII. Los reportes de los dispositivos de campo deben incluir los parámetros de configuración y calibración relevantes el estado del mismo respecto a su funcionamiento y a la comunicación con el DCS.
 - Descarga parcial para dispositivos y estrategias de bloques de función, sin alterar el funcionamiento del segmento.
 - Acceso y configuración de los lazos conectados al DCS que no se encuentren en segmentos FF.
- 3) La configuración debe ser hecha en línea, vía una interface Ethernet TCP/IP. La herramienta de configuración debe ser capaz de cambiar la programación de cualquier dispositivo H1, incluyendo el scheduler sin alterar la operación del segmento y del servidor.

5.6.20. Herramienta de Mantenimiento

- 1) Debe ser suministrado una herramienta de mantenimiento capaz de calibrar y realizar diagnósticos generar reportes del sistema HART, incluyendo dispositivos, servidores y comunicación
- 2) Este sistema debe proveer:
 - Adquisición en línea de datos históricos de los dispositivos.
 - Monitoreo de las alertas del sistema y del proceso
 - Seguimiento de los dispositivos de campo, con los cambios de configuración e informes de dispositivo de reemplazo.
 - Importación y exportación de la base de datos y los archivos de configuración.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 18 de 44 | REV. 0 |


- Test de funcionamiento y estado del servidor.
- Test de comunicación entre el sistema host, segmentos y dispositivos.
- Test el desempeño dispositivos como valves signature.
- Seguimiento de Calibración, con reporte de los cambios realizados

5.6.21. Repuestos

Se debe considerar los repuestos tanto para instrumentos de campo como para el sistema de control durante el comisionado y para 2 años de operación además de contar con una garantía de por lo menos un año contra defectos de fabricación a partir de la puesta en marcha.

5.7. Criterios Generales de Diseño


- 1) El sistema ESD tendrá un diseño independiente al DCS, en hardware, software e instalación y alimentación eléctrica, de manera que se eviten fallos que se puedan dar simultáneamente en ambos sistemas. El DCS y el ESD serán independientes, reduciendo la probabilidad de que el control y las funciones de seguridad no estén disponibles al mismo tiempo, ya que cambios inadvertidos afectarían la funcionalidad de seguridad del ESD.
- 2) La separación debe considerarse y evaluarse para cumplir con la funcionalidad de seguridad y los requisitos de integridad en las siguientes áreas:
 - Aplicación a sensores de campo.
 - Procesador lógico.
 - Comunicación ESD.
 - Cableado e instalación.
- 3) La lógica será de falla segura (si bien los estados finales de seguridad serán determinados durante el estudio de riesgo), de forma que todos los contactos de campo estarán cerrados en operación normal, abriéndose en caso de disparo o sin energizar.
- 4) Los switches o mecanismos de protección indicarán posición de falla (alarma) cuando estos abran o sean des-energizados.
- 5) Durante la etapa de desarrollo, instalación y comisionado, la arquitectura del ESD se debe ratificar en base al estudio de determinación del SIL (nivel integral de seguridad) requerido para cada función instrumentada de seguridad SIF. El cálculo del nivel de integridad de seguridad (SIL) para cada función de seguridad debe cumplir con IEC 61511 e IEC 61508.
- 6) El sistema ESD cumplirá, como mínimo, con las siguientes funciones:
 - Llevar a las unidades de proceso a una parada segura cuando se detecten potenciales condiciones anormales de peligro.
 - Proteger a los equipos durante las fases de operación.
 - Enviar y recibir señales de paro a/de los PLCs locales de equipos críticos.
 - Propiedades que minimicen paradas espurias.
 - Un fallo seguro ("failsafe") asumible en caso de fallo del sistema.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 19 de 44 | REV. 0 |


- Facilidades para realizar pruebas en línea, ya sean automáticos o manuales. Puentes de entradas salidas tendrán alarmas dedicadas para indicar la condición de prueba.
- Documentación automática del software implementado.
- Capacidades de auto diagnóstico con capacidades para monitorizar el rendimiento del sistema.
- El sistema dispondrá de by-passes de mantenimiento software que tendrán protección por password. Se podrá tener, opcionalmente, una llave física para poder habilitar o deshabilitar estos by-passes individuales. Siempre que se active un by-pass se activará una alarma en el DCS mientras éste permanezca activo.
- La interface con el operador estará integrada con la del DCS, manteniéndose una comunicación redundante permitiendo transferir datos entre los dos equipos con protocolos y certificados failsafe, utilizando una red de alta velocidad Ethernet. Desde la interfaz gráfica del DCS el operador podrá activar manualmente paradas parciales o totales a través de pulsadores software.
- El sistema contará con sus respectivas interfaces (hardwired) con el sistema de F&G, de tal manera que cuando por detección de una mezcla explosiva o gas tóxico, la lógica del sistema de seguridad alarme y/o obligue automáticamente a un paro parcial.

Además se solicita considerar en el Diseño:

- 1) El sistema estará basado en un sistema de microprocesadores que ejecutará las lógicas de seguridad requeridas. Será un sistema basado en PLC de seguridad SIL 3 de acuerdo a IEC-61508 con certificación TÜV, con arquitectura failsafe y tolerante a fallas ("fault tolerant").
- 2) El sistema será tolerante a fallos, recomendándose sistemas TMR o QMR, con disponibilidad para trabajar en configuración "fallo seguro".
- 3) El sistema ESD deberá ser diseñado con la última tecnología en hardware y software del mercado.
- 4) El Suministrador será responsable de proveer el sistema completamente operativo y probado en pruebas FAT y SAT, con todo el hardware requerido completamente montado y cableado. La única conexión software del sistema permitida es la de envío de alarmas, estados y monitorización al DCS. Toda la instrumentación de campo será conectada mediante cableado duro, con protección eléctrica antideflagrante EExd.
- 5) El ESD irá provisto de una estación de ingeniería (PC, monitor y teclado) para desarrollar las labores de programación del sistema.
- 6) Los lenguajes de programación utilizados serán de acuerdo a IEC-61131-3.
- 7) El ESD dispondrá de las facilidades necesarias de auto diagnóstico para una rápida identificación de cualquier fallo que se produzca en el sistema. El sistema llevará a cabo una rutina de prueba interna que permita identificar cualquier fallo del sistema.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 20 de 44 | REV. 0 |

- 8) Los transmisores conectados al ESD serán tipo 4-20 mA con señal HART. La información recopilada de la comunicación HART estará disponible en el AMS del DCS.
- 9) Los enclavamientos de seguridad serán rearmados por pulsadores software, configurados debidamente en el sistema ESD. La función de una función de rearme no deberá resultar en un cambio anormal ni afectar a la lógica del ESD.
- 10) El tiempo de respuesta del ESD será siempre menor que el requerido para los enclavamientos de seguridad del proceso (a establecer en ingeniería de detalle). De manera general, el tiempo de respuesta nunca será mayor a 250 ms.
- 11) En el sistema ESD se implementarán tanto secuencias de parada de emergencia manuales como secuencias automáticas generadas por condiciones de proceso anormales. Para los enclavamientos generados por condiciones de proceso, se utilizará instrumentación conectada directamente al ESD. No serán permitidas acciones de parada generadas por otros sistemas software.
- 12) Cada controlador debe ser continuamente probado realizándose continuamente auto diagnóstico. El fallo de un procesador no debe provocar fallos de operación del sistema. La base de datos de cada procesador será actualizada continuamente.
- 13) El fallo de un único componente del sistema, tarjeta, módulo, puerto de comunicación, fuente de alimentación, etc. deberá ser analizada en detalle y si la falla implica una operación insegura del proceso, se producirán los paros según la matriz de causa y efectos asociada a la señal o señales implicadas.
- 14) El ESD dispondrá de un sistema de control de eventos SOE. El SOE del DCS integrará el SOE del ESD y la interface entre ambos sistemas se realizará mediante un enlace abierto OPC.
- 15) Para evitar accesos no autorizados al sistema, se equipará con un sistema de contraseñas para proteger al sistema contra cambios de configuración no autorizados.
- 16) Las tarjetas de ES, comunicación y CPU del PLC podrán ser sustituidas en caliente sin necesidad de apagar el sistema.
- 17) El sistema de emergencia será modular, de forma que se pueda integrar dentro de una red escalable de manera que se puedan ampliar el número de controladores de otras unidades.
- 18) El sistema incluirá una tarjeta de comunicación Ethernet y soportará comunicación a través de un enlace OPC (AEOPC y DAOPC, alarmas y datos respectivamente)
- 19) Todas las alarmas generadas en el ESD serán transmitidas al DCS para visualización de las mismas en las estaciones de trabajo e ingeniería del DCS.
- 20) La configuración del sistema ESD se realizará a través de una estación de ingeniería dedicada.
- 21) La interfaz del ESD tendrá la capacidad de realizar acciones continuas de lectura y escritura para incrementar las posibilidades de registros en el DCS.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 21 de 44 | REV. 0 |

5.8. Interfaz con Otros PLCs

El sistema ESD intercambiará, siempre que se requiera, señales de seguridad con PLC's de otros sistemas (F&G, CCM, etc.). Las señales intercambiadas serán conectadas siempre con cableado ("hardwire"). No estará permitido el intercambio de señales software, a excepción del DCS, entre otros PLC's y el sistema ESD.

5.9. Configuración Software


El software del sistema permitirá la adquisición de datos de la instrumentación de campo. Funciones de escalado, filtrado y compensación estarán disponibles.

1. Límites puntos de consigna - Para todos los puntos de consigna existirán límites superior e inferior.
2. Funciones Lógicas - El sistema dispondrá de una librería de bloques funcionales que incluya como mínimo:
 - a) Lógica (AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, etc)
 - b) Expresiones relacionales (igual a, distinto de, menor que, menor o igual que, etc)
 - c) Cálculos (sumar, restar, multiplicar, dividir, exponencial, raíz, etc)
 - d) Temporizadores (ON DELAY, OFF DELAY, DELAY)
 - e) Contadores (Cuenta incremental, cuenta decremental)
 - f) Pulsos (pulso fijo, pulso máximo, pulso mínimo)
 - g) Temporizador Watch dog
 - h) Retorno a paso previo
 - i) Saltar uno o más pasos
 - j) Memoria
 - k) Reiniciar al principio
3. Funciones de Regulación

Aunque el sistema ESD se dedicará a enclavamientos y funciones de seguridad, el sistema tendrá disponible la configuración funciones básicas de regulación y cálculo (PID, suma, multiplicación, ratio, tiempo muerto, generador de rampa, etc).

5.10. Programación y Mantenimiento

- 1) El sistema será programado y configurado a través de la estación de ingeniería dedicada para el ESD. El sistema se suministrará con todas las herramientas necesarias para la correcta configuración y programación del sistema. Los lenguajes de programación serán de acuerdo al IEC 61131.
- 2) El programa de aplicación podrá cargarse al controlador mientras esté en servicio de tal forma que no exista en ningún momento pérdida de adquisición de datos ni de seguridad del proceso. Además, permitirá hacer cambios on-line de la configuración.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 22 de 44 | REV. 0 |


- 3) El sistema permitirá la exportación/importación en formatos estándar (MS Access o equivalente) de la base de datos del sistema.
- 4) El sistema dispondrá de un sistema específico de rutinas de auto-diagnos, de manera que se identifiquen todos los errores del sistema. Como mínimo, las siguientes diagnósticos serán ejecutados:
 - a) Tiempos de ejecución
 - b) E/S
 - c) Programa de aplicación y memoria
 - d) Buses de comunicación internos
 - e) Elementos de comunicación
 - f) Procesador
- 5) Los cambios que se realicen en la programación se realizarán de acuerdo a procedimientos específicos para cumplir con los requisitos de ciclo de vida del sistema.

5.11. Estándares Aplicables IEC

- a) 516 A Modular Instrumentation System
- b) 625-1 An Interface System for Programmable Measuring Instruments: Part 1 & 2 (Byte Serial, Bit Parallel)
- c) 68/2 Basic Environmental Testing Procedures for Electronic Components and Electronic Equipment
- d) IEC-61131 1993 Sequential Function Charts
- e) IEC-61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety related Systems
- f) IEC-801 EMC of Industrial Process Measuring and Control Equipment:
- g) IEC-801-1 General Introduction
- h) IEC-801-2 Electrostatic Discharge Requirements
- i) IEC-801-3 Radiated Electromagnetic Field Requirements
- j) IEC-801-4 Noise Immunity against Fast Transient Disturbances
- k) IEC-60364-4-4x Electrical installations of Buildings (Part 4).
- l) IEC-60364-5-5x Selection and Erection of electrical equipment.
- m) IEC-61000-4 Electromagnetic Compatibility (EMC).
- n) IEC 61499-1 Function Blocks

5.12. Estándares Aplicables ISA

- a) S 18.1 Annunciator Sequence and Specification
- b) S 5.1/2/3/4 Instrument Symbol Standards
- c) S 72.01 PROWAY-LAN Industrial Data Highway

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 23 de 44 | REV. 0 |

5.13. Estándares Aplicables ISO

- ISO1000 SI UNITS
- 7498-1 Information Processing Systems-Open System Interconnection (OSI)-Basic Reference Model
- 8348 Data Communications-Network Service Definition
- 8473 Data Communications-Protocol for Providing the Connectionless-Mode Network Services
- 9506 Map's Manufacturing Message Specification UNITS This Standard is based on International System of Units (SI), except where otherwise specified

5.14. VALVULAS

Color de las válvulas, orejas de izaje, el actuador deberá estar asociado a Hart, calculas de dimensionamiento.

5.15. CONDUCTOS

Se utilizaran conductos PVC o RGS, SCHD.40. El factor de llenado de los conductos será:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Un (1) cable por conducto: | 53% |
| Dos (2) cables por conducto: | 31% |
| Tres (3) o mas cables por conducto: | 40% |

Los conductos que solo sirvan de camisa deberán ser sellados con algún producto sellante ignífugo, para intemperie y con protección UV, se debe usar anillos adecuados de aterramiento para los conductos, y conectarlos al sistema de aterramiento.


5.16. Calibración de Instrumentos

Se instalara un laboratorio temporal para verificación de manómetros, termocuplas, Rtd, transmisores, válvulas de alivio, válvulas on/off, válvulas de control.

Los equipos para verificar las calibraciones deberán tener sus certificadores de calibración vigentes y ser rastreables a un organismo como ser NIST.

Para realizar las pruebas de lazo se probara mínimamente lo siguiente:

- Falla de aire
- Falla de señal
- 0, 25, 50,75 y 100% de señal en escala ascendente y descendente.
- Tiempo de apertura y cierre
- Señal Namur

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 24 de 44 | REV. 0 |

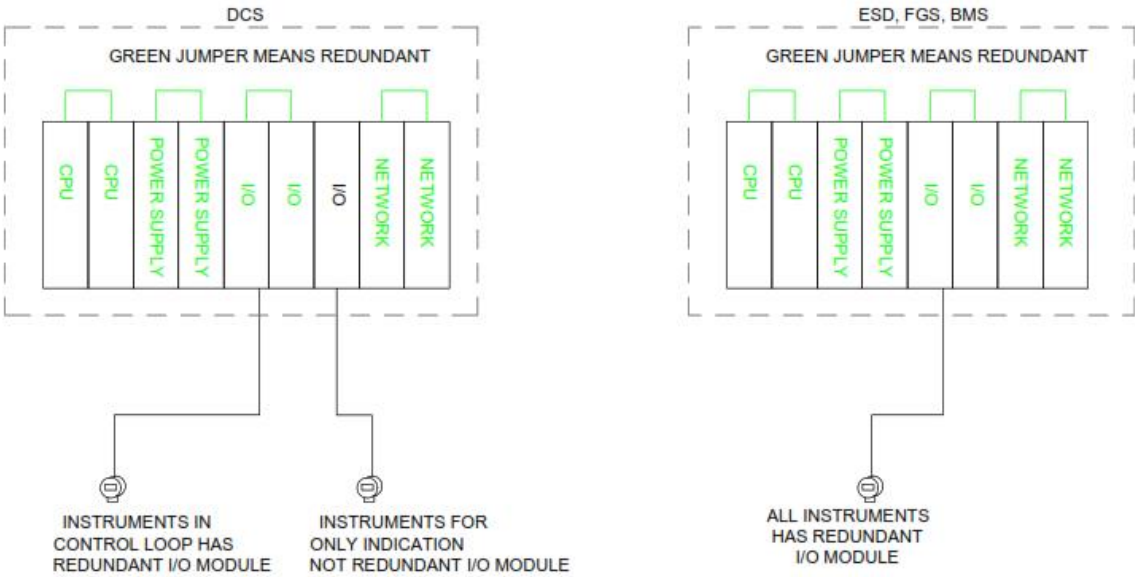
Se deberá utilizar el equipo beamex con su software para documentar las verificaciones de los instrumentos en el laboratorio, el software tendrá protección mediante clave para evitar manipuleo de los valores, se emitirán los reportes directamente del software.

Los manómetros y termómetros de caja circular deberán ser de acero inoxidable, el rango de unidad deberá ser tal que el punto medio de la escala corresponda al punto de operación.

Las borneras de termocuplas deberán ser aptas para uso con termocuplas.

5.17. Redundancia

Para las tarjetas de entrada y salida de señales se seguirá la siguiente filosofía:




Para la alimentación en el DCS, ESD, F&G y BMS se deberá tener alimentación redundante tanto en AC como en DC.

La Contratista debe incluir en su alcance los costos para aplicar estos conceptos de redundancia.

5.18. ACCESO A LOS CABLES

El acceso de cables se hará utilizando módulos tipo Roxtec o similar, y se deberá dejar reserva del 25%

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 25 de 44 | REV. 0 |



5.19. ANALIZADORES

Con respecto a la prioridad de selección del protocolo de comunicación sera la siguiente: Modbus tcp, modbus rs485, Hart.

Se deberá realizar la memoria de cálculo del sistema de toma muestra.

Los tubos de gases deberán ser pintados del color según el tipo de gas contenido. Se deberá proveer la etiqueta indeleble a prueba de intemperie con la composición acompañando a cada cilindro. Se proveerá el cabezal con manómetros, y adaptadores necesarios para realizar la conexión, además se proveerá el adaptador para carga del gas.

Si los cilindros tienen que ir en campo deberán tener un techo protector del sol. Deberán tener algún sistema de sujeción. Deberán tener una fundación.

Todos los analizadores se montaran en bases de concreto.

Se deberán proveer todos los reactivos, sensores y patrones para dos años de funcionamiento a partir de la entrega definitiva.

Se incluirá la capacitación para cada analizador junto con los manuales de configuración, operación y mantenimiento.

5.20. LABORATORIO DE ANALISIS


Se deberá proveer los equipos necesarios para hacer los análisis requeridos para el tipo de producto de las plantas provistas.

Se proveerá UPS para alimentar los equipos que usen alimentación eléctrica.

Se proveerá todos los reactivos necesarios para los laboratorios.

Se proveerá toda la instalación desde el cuarto de cilindros de gases a los equipos que lo requieran.

Se deberá proveer Campana de extracción en caso de que los análisis desprendan algún gas o alivio.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 26 de 44 | REV. 0 |

El Contratista deberá contemplar en su provisión todos los equipos, más su puesta en funcionamiento y entrenamiento, necesarios para realizar los análisis de calidad de los productos producidos, efluentes y/o recomendados por el licenciante

Deberá proveerse una impresora y etiquetas indelebles a prueba de líquidos para que el laboratorista pueda etiquetar sus recipientes, equipos y reactivos.

Todas las líneas de gases de servicio deberán ser etiquetadas con etiquetas apropiadas para el fin.

5.21. CABLE

El cable a utilizar será del tipo utilizado en la planta, con armadura, pantalla general y pantalla por pares individuales, con protección UV, y para instalaciones petroquímicas, con características de ir en ductos, bandeja o directamente enterrado.

Se presentara memoria de cálculo de las alimentaciones hacia los elementos en campo ya sea de 24 vdc, 120VAC.

Material de las bobinas debe ser apto para altas, debe ser del tipo armado

La aislación externa será de color negro para cables de potencia, control y señal. Los de circuitos de seguridad serán de color Azul.

Los cables indicaran mínimamente en su chaqueta la longitud en metros, el tipo de cable y la normativa que cumplen.

Se deberá mantener la separación entre cables de señal y de potencia indicadas en las normas internacionales y se utilizara las distancias más conservadoras.

Se deberá realizar pruebas de resistencia de aislación y continuidad.

Todos los cables sin restricción deberán tener terminales en sus extremos ya sea prensados, soldados o fusionados. Para remover la aislación deberá usarse herramientas apropiadas. Deberá usar el tamaño, tipo de terminal apropiado para el tamaño de bornera.

5.22. TUBING


Los tubing para las conexiones hidráulicas o neumáticas deberán ser de material inoxidable a menos que se apruebe lo contrario por el Contratante. Deberán ser aptos para el tipo de fluido, presión, temperatura, y deberá diseñarse de tal manera de evitar condensaciones o pulsaciones.

Los tubing que trabajen con fluidos incompatibles con el acero inoxidable deberan tener algún recubrimiento especial

En caso de que se provea el tubing en bovinas debe proveerse un equipo enderezador, que luego deberá dejarse para el Contratante.

5.23. FIELD SERVICE YOKOGAWA

Debera incluirse en el alcance de la Contratista un field service de Yokogawa con experiencia en todos los productos Yokogawa a ser configurados, vale decir durante las pruebas, revisión de lógicas, performance test, y puesta en marcha. Deberá certificar su experiencia en sistemas de seguridad.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 27 de 44 | REV. 0 |

5.24. INSTRUMENTOS

Todos los transmisores tendrán 4-20mA y Hart para enviar la señal. Los transmisores de seguridad incluirán la señal Namur de mal funcionamiento por debajo de 4mA, y por encima de 20mA.

Para los manómetros de transmisores de presión diferencial o transmisores de flujo

Todos los manómetros sujetos a vibración incluso en la puesta en marcha deberán ser llenados con glicerina o silicona.

Las pruebas de lazo se harán al 0, 25, 50, 75 y 100 por ciento de subida y bajada.

Se utilizará el equipo beamex con su software para llenar las pruebas en el laboratorio antes de montar los instrumentos en campo. El software deberá restringir el acceso a modificaciones mediante password, este password será manejado por el contratante.

Se deberá realizar las pruebas de lazo y fuga una vez reinstalados los instrumentos.

Todo Transmisor y analizador tendrá display Local

Será del tipo Hart para los transmisores de presión, temperatura

Todos los transmisores y analizadores tendrán display local.

La presión de trabajo de los manómetros y termómetros deberá estar al medio de la escala elegida.

Sobre los manifolds de válvulas agujas para transmisores de presión será de 2 vías para presión y 5 vías para presión diferencial. Todos los orificios tendrán tapones, además de tapón de alivio rápido

Todos los orificios en manifolds, manómetros, transmisores, cajas y paneles, que no se estén usando deberán tener tapones de inoxidable con la rosca adecuada y apta para ese fin.

5.25. HMI

Las unidades de ingeniería deberán ser las mismas usadas en la planta.

Los gráficos Mimicos deberán ser del mismo color, forma y tamaño usados en la actualidad.

Se configurarán tendencias y reportes para que se generen automáticamente de las variables correspondientes a las nuevas plantas.

La computadora de operación deberá sincronizar su clock con el clock existente.


Se deberá proporcionar tendencias para las variables digitales correspondientes al encendido y apagado de los motores con el fin de ver las tendencias en caso de arranque o paro.

Se deberá tener totalizadores para los medidores de flujo, que tendrán un botón de reseteo cuando lleguen al final de la escala.

Para los sistemas de diluvio, se deberá agregar una alarma indicando cuál válvula fue la que se accionó.

Se deberá actualizar el layout de detectores de fuego y gas para poder indicar cuando haya alarma de los nuevos detectores.

Se deberá proporcionar contadores de horas de funcionamiento en el HMI para todos los equipos rotativos.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 28 de 44 | REV. 0 |

Se deberá entregar un backup en disco duro externo de estado sólido de las siguientes configuraciones:


- Antes de manipular el sistema
- Después de Manipular el sistema
- De los Tuning
- De los reportes de performance test
- De las tendencias de performance test
- De los trips del SIS hasta el momento de la entrega definitiva
- De las tendencias de
- De las pantallas de (Graficos Mimicos)
- Software + licencias adquiridas
- Software de Paquetes
- Software de Analizadores
- De los set point hasta el momento de la entrega definitiva
- De los backup de los equipos paquetes
- De las imágenes en Norton Ghost o Acronis true Image de los discos duros de todos los equipos provistos en versión final
- Drivers de cables, impresoras, adaptadores y computadoras

5.26. ACCESIBILIDAD

Toda la instrumentación debe estar al alcance del operador, cumpliendo la API 551, en caso de que no se pueda ver o manipular un instrumento desde una posición cómoda, se deberá proveer la plataforma necesaria para el acceso.

5.27. SALA DE CONTROL

Se debe prever la provisión de un escritorio con su respectiva silla para la computadora de operador de las plantas de Metanol y UFC 85. La silla deberá ser ergonómica regulable tanto en altura, apoya brazos y ángulo. La silla deberá soportar 400 lb. Tener 5 rueditas. deberán tener apoya pies de ángulo regulable en material plástico/metal.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 29 de 44 | REV. 0 |



ESCRITORIO DE OPERADOR



TECLADO DE OPERADOR


El escritorio deberá tener teclado de control Yokogawa, además de mouse y teclado Dell. La pc de operación deberá ser Dell o Hp, y deberá cumplir con los requisitos exigidos por Yokogawa para una estación de operación.

El escritorio deberá ser del mismo tipo y color existente en la sala de control.

Se deberá realizar las conexiones necesarias tanto de energía, aterramiento como de red Vnet de la pc a las redes existentes, si es necesario algún hardware adicional para esto deberá estar considerado en el alcance de la Contratista.

Se proveerá 2 monitores Samsung del mismo tipo y modelo usado en la sala de control, de régimen de trabajo 24/7. Estos dos monitores estarán montados en un soporte especial para salas de control con ángulos y alturas regulables. Estos dos monitores se conectaran por cable HDMI.

El escritorio deberá ser apto para diestros y zurdos.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 30 de 44 | REV. 0 |

La altura del escritorio deberá ser la misma de los equipos existentes
La computadora tendrá quemador de dvd.

5.28. LICENCIAS

Se debe proveer licencia long term para la pc de operación. El Contratista deberá proveer las licencias necesarias para una estación de Operación Centum VP con la versión que maneja la Planta a su costo. Esta licencia permitirá entre otras cosas hacer reportes, ver los manuales del software, realizar y exportar tendencias, ver alarmas, ver el HMI, ver los Mimicos de Toda la planta Existente, buscar alarmas, configurar valores de tuning, imprimir lo visualizado.

También se incluirá la licencia de antivirus validado por Yokogawa, y se incluire 2 años de servicio de actualización de su base de datos.

El Contratista deberá proveer todas las licencias, incluidas las no indicadas en esta especificación dentro de su costo.

5.29. ENERGIA

Se deberá verificar voltaje y frecuencias usadas en la planta.

5.30. MMS

La planta cuenta con un sistema de monitoreo de vibración modelo System 1 de la marca Bentley Nevada. La Contratista deberá integrar cualquier señal de vibración o monitoreo de condiciones de equipos rotativos a este sistema. Cualquier licencia, software, hardware para lograr esta integración deberá estar incluido en el alcance de la Contratista.

5.31. VALVULAS DE ALIVIO

Cada válvula traerá una etiqueta de acero inoxidable con el tag de la válvula, en caso de no ser seleccionadas por el licenciante, deberán tener las siguientes características: palanca de bloqueo, perno de ajuste, Balanceadas, Bonete cerrado, autopiloteadas si aplica. Además tendrá una placa de inoxidable adosada al cuerpo de la válvula donde estarán grabados sus datos técnicos, como ser marca, modelo, fluido, presión de apertura, presión de cierre, tag, etc.


5.32. PRESERVACION

Las válvulas se alojaran sobre plataformas, con los extremos protegidos.

La instrumentación será alojada en almacén con aire acondicionado sobre estantes.

Toda la instrumentación será almacenada en lugar protegido por techo, sobre suelo de concreto.

Todos los gabinetes estarán protegidos por bolsas de aluminio selladas, además contarán con algún producto como silica en su interior para evitar la humedad, una vez abiertas las bolsas selladas deberán alojarse los gabinetes en lugar techado y con aire acondicionado.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 31 de 44 | REV. 0 |

Los carretes de cables deberán ser colocados bajo techo sobre superficie de concreto para evitar contacto con el sol y la lluvia.

5.33. ATERRAMIENTO

Todos los instrumentos deberán aterrarse mediante conexión de sus tornillos en carcasa a la malla de tierra, sin importar el tipo de instrumento.

Las bandejas se aterraran al igual que los soportes de instrumentos sólidamente a la malla de aterramiento

Los gabinetes de analizadores también serán aterrados sólidamente a la malla de aterramiento

Se tendrá el concepto del punto único de unión de las mallas de instrumentación y la malla general de planta.

Se usara un identificador termocontriable de color rojo encima del termocontraible verde n las antes de la terminal en los cables de la tierra de EE.

Las barras de EE e IE solo se unirán en un punto. Sera identificadas con tag

No se utilizara la armadura ni la bandeja como medios de aterramiento.

Se asegurara el bonding de todas las partes metálicas no energizadas.

5.34. PRUEBAS FAT Y SAT

Se deberá incluir las pruebas fat y Sat del sistema de control y analizadores.

Al finalizar las pruebas Fat se deberá remitir el informe FAT a YPFB.


Para las pruebas SAT se deberá contar con un traductor en caso de que Field Service no hable español.

Se deberá remitir los procedimientos FAT y SAT antes de realizar las actividades respectivas.

5.35. LOTO

Se debe proveer kitS de bloqueo del tipo LOTO (Lockout-tagout) para válvulas y tubos de gases patrones en cantidad



| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 33 de 44 | REV. 0 |

5.36. Junction Boxes JB

Deberán incluir el kit de montaje de riel din.

Los tornillos con casquillos de sellados hechos de una materia compuesta duradera

Deberá tener porta plano en el lado interior de la puerta.

Serán de acero inoxidable 316L, con terminal de aterramiento interno y externo

No se permitirá ninguna perforación para tornillo, perno o remache que no sea de fábrica. Trabaja en rangos de temperatura de -40C to +55C.

Riel din

Las borneras en su interior tendrán 20% de reserva mínimamente

El tag de la caja será sostenido por medio de tornillos allen con tuerca, ambos inox.

Todas las JB tendrán grado de protección ip 67 y protección UV.

Se colocará termo contraíble verde para las mallas shield de los cables, y para shield de cable intrínseco azul.

La acometida de cables a las JB debe ser por la parte de abajo. Debe dejarse orificios de reserva, los orificios no usados deberán tener tapones de inoxidable apropiados para el uso.

El tag de las JB será de metal con grabado laser o grabado cnc, la altura de las letras será de 3 cm.

Se utilizará color rojo y azul para señales intrínsecas. No se mezclarán señales digitales con analógicas, ni señales del DCS con las del SIS/F&G.


Se utilizará prensables inoxidables para cable armado, además APE donde la clasificación de áreas peligrosas lo requiera.

Debe tener porta documentos en la parte interior de la puerta.

6. SISTEMAS ELÉCTRICOS


6.1. Requisitos Generales

- 1) Los sistemas eléctricos estarán de acuerdo con la especificación PAU-DEL-C-BOD-20301 CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO. Para sistemas de media tensión 6,6 Kv – 50 Hz y baja tensión 480 VCA en 50 Hz ésta especificación será utilizada como base y deberá ser complementada por las especificaciones generales del Contratista.
- 2) Considerar que la potencia instalada (estimada) en este proyecto, está alrededor de 150 kW.
- 3) Los aspectos asociados a la **seguridad eléctrica** de toda la instalación eléctrica deberán cumplir con lo señalado en la norma NFPA 70E.
- 4) La instalación y montaje, provisión de materiales, cables, accesorios, etc., debe ser, en general, de acuerdo a cada una de las secciones correspondientes de las normas y en particular de acuerdo a:

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 34 de 44 | REV. 0 |

- International Electrical Commission: IEC
- NFPA
- International Electrical Commission: IEC 60502-1, IEC 60332-3C
- Insulated Cable Engineers Association: ICEA S66 524.
- Instituto Argentino de Normalización: IRAM 2022, 2178, 2289
- ISO 9001

- 5) Cables armados XLPE aislado, cubierta de PVC, armadura de acero galvanizado (SWA), retardante de llama, protección UV y tratamiento contra insectos sobre la cubierta tipo FR-PVC, hidrocarburos, aptos para uso directamente enterrado, instalados en conduit ANSI C.80 como caño camisa o en bandeja, con una temperatura de operación en el conductor de 90°C, bajo régimen continuo.
- 6) El voltaje de diseño para las estaciones de arranque/parada de motores será de 120 VCA-50 Hz.
- 7) Todo el cableado será instalado en zanja y/o bandejas ("cable tray"), idéntico a las instalaciones existentes. En bandejas y/o conduits, se debe mantener el 40% de sección libre.
- 8) Los interruptores ("breakers") a utilizar en Baja Tensión deben ser de caja moldeada acorde a UL-489, con capacidad de corriente de cortocircuito (kA) correspondiente al nivel de cortocircuito en el punto de la instalación, de características idéntica a los existentes; siendo el menor 25 kA.
- 9) EL tag de cables debe ser en placa de acero inoxidable de 2 mm de espesor, que se instalará en cada cambio de dirección y cada 50 m, tanto en zanja (cable enterrado), como en bandeja.
- 10) Para canalizaciones enterradas nuevas, se debe señalar de manera igual a la existente en PAU, siguiendo la misma configuración de los típicos de instalación de PAU.
- 11) Las bandejas deben llevar identificación (tag) con pintura, claramente visible, cada 50 m.
- 12) Los tableros deben llevar tag con placas de acero inoxidable de 2 mm de espesor adosadas a sus cuerpos mediante tornillos de acero inoxidable con sus respectivas tuercas y arandelas planas y presión.
- 13) Los tags para los equipos eléctricos deben ser con placas de acero inoxidable de 2 mm de espesor adosadas a sus cuerpos, garantizando que no serán removibles.
- 14) Debe elaborarse el diagrama unifilar de las nuevas instalaciones. Además, el Contratista debe actualizar el diagrama unifilar general de la Planta de Amoniaco y Urea (PAU) y el de la(s) subestación(es) que corresponda(n) y/o que sean afectadas o intervenidas por el presente proyecto, que incluye el diagrama de la planta de Urea Formaldehído, donde se identifique claramente la alimentación, tag de tableros de potencia en baja y media tensión, protecciones, interruptores principales, alimentadores, etc.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 35 de 44 | REV. 0 |

La información mínima que deben contener incluye y que debe ser idéntica a los existentes en PAU:

- Tableros de baja y media tensión: identificación (tag), capacidad nominal, capacidad de cortocircuito, nivel de tensión, número de fases, frecuencia, etc.
- Interruptores principales: identificación (tag), posición normal (abierto/cerrado), frame, tipo de tecnología (aire/vacío), etc.
- Coordinación de las Protecciones y coordinación de la aislación.
- Mediciones de parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencia, energía, etc.).
- Alimentadores: identificación (tag), calibre, aislamiento, tierra.

15) El oferente debe considerar en su propuesta actualizar todos los documentos que sean afectados por el presente servicio: layout, diagramas unifilares, memorias de cálculo, lista de cables, protecciones, canalizaciones, etc.


16) Todas las configuraciones, parametrizaciones y actualizaciones en el PMS, configuraciones, parametrizaciones y actualizaciones en la central del sistema contra incendio, control de acceso, telefonía/LAN, todas las configuraciones, parametrizaciones y actualizaciones en general, licencias, interconexiones, integraciones, etc., deben ser consideradas por el oferente en su propuesta.

17) El oferente debe considerar en su costo la elaboración de todas las hojas de datos, en el formato idéntico a las de PAU.

18) Es parte de la propuesta del oferente los conectores, prensa cables, terminales, etc. y todos los materiales necesarios para la ejecución de la obra.

El oferente debe considerar en su propuesta la actualización del estudio eléctrico realizado mediante ETAP versión 11.1 de toda la PAU, ya que, al introducir nuevas cargas eléctricas, las protecciones y configuraciones deben ser actualizadas, reajustadas y/o modificadas, así mismo el oferente, debe realizar los cambios físicos in situ y ajustes que sean necesarios como resultado del nuevo cálculo, a su costo.

Los ingresos/salidas de cables de las instalaciones, tanto nuevas como existentes, deben ser realizados de manera idéntica a las existentes en la PAU, con los mismos productos para sellado antifuego.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 36 de 44 | REV. 0 |

6.2. Panel de distribución

Los Paneles de Distribución de Energía de MT/BT deben ser auto soportados, de tipo cubierto de metal, IP41 (para instalación interior) – IK 08, **idénticos a los existentes en PAU**, con cubicles, **idénticos a los existentes**, de tal manera de mantener la uniformidad y facilidad en el acoplamiento de las barras, mantenimiento, etc.

Deben contar con 30% de reserva equipada, como también 30% de reserva en dimensiones.


Todo aislamiento usado en los soportes y barras será hecho de materiales con propiedades tales como retardante al fuego, auto extingible, altamente resistente al uso, alta resistencia dieléctrica y muy bajas propiedades higroscópicas.

6.2.1. Bus de Energía

- De energía trifásica será provisto en todo el ensamble del panel de distribución. Barras de cobre, de la capacidad adecuada, incluyendo la reserva ya descrita.
- Todas las barras del bus de energía serán estandarizadas con las fases L1, L2, L3.
- La corriente nominal continua del bus de energía será como se indica en las hojas de datos. Las conexiones entre el bus principal de energía e interruptores de corriente deberán tener la misma corriente nominal que la de los interruptores de circuito.
- Las uniones de las barras nuevas con las barras existentes, deben ser cuidadosamente realizadas, manteniendo la uniformidad, altura, sección, soportería, etc., evitando puntos calientes, para lo cual se realizarán las pruebas respectivas (resistencia de contacto, aislación, torque, etc.).
- El bus será reforzado para soportar, sin daño, las fuerzas impuestas por las corrientes cortocircuito disponible especificada en la hoja de datos.
- Todos los buses serán diseñados para futuras extensiones y no deben interferir ningún equipo o cableado cuando se haga alguna extensión.
- Todas las uniones del bus serán revestidas de plata y atornilladas de tal manera que la presión de contacto inicial sea preservada para la vida de servicio ilimitado con temperaturas de bus que van desde la temperatura ambiente estándar hasta temperaturas de operación a carga total nominal.

6.2.2. Bus de Tierra

- Un bus de tierra será provisto a la longitud completa del ensamble del panel de distribución proporcionando conexiones a todos los cubículos.
- El bus de tierra será de características idénticas a las existentes en PAU.
- La conexión a la malla de tierra, será de manera exactamente igual a la existente en PAU, de sección adecuada, siendo la mínima sección igual a la existente en PAU.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 37 de 44 | REV. 0 |


- La malla de tierra de este proyecto, debe ser de las mismas características a la existente, evitando los daños por eventuales contactos con amoníaco (cable de cobre recubierto con estaño).
- Las uniones del bus de tierra serán revestidas de plata y atornilladas de tal manera que la presión de contacto inicial sea preservada para la vida de servicio ilimitado con temperaturas de bus que van desde la temperatura ambiente estándar hasta temperaturas de operación a carga total nominal

6.2.3. Tomas

- Las tomas de uso general instaladas en campo, en la área industrial, que sea en área clasificada o no, deben ser monofásicas 3 polos, para 600 VCA – 50 Hz, 16 A. adecuadas para Clase 1 Grupo B División 2.
- Las tomas para soldadura instaladas en campo, en área industrial, que sea en área clasificada o no, deben ser trifásicas, adecuadas para Clase 1 Grupo B División 2, bloqueadas, 5 polos, para 600 VCA - 50 Hz, 60 A. La instalación de un circuito de tomas debe tener capacidad para la unión simultánea de, por lo menos, dos máquinas de soldadura de 25 kVA cada una, en 400 VCA – 50 Hz, limitada a 4 (cuatro) tomadas por circuito.
- La distancia máxima entre tomas de soldadura debe ser de 20 metros, siendo que, deben ser previstas, mínimamente: 2 tomas dentro del área de proceso y otras 2 en el área de tanques. Deben ser instaladas tomas montadas en columnas, en las plataformas de patio de bombas, de acumuladores y torres que requieran máquinas de soldar en épocas de paro para mantenimiento.

6.3. Cables

- Referirse al documento PAU-DEL-C-BOD-20301 CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO.
- Todos los bloques de terminales de control serán de 600 voltios, 20 amperios y serán del tipo ojal sin soldadura. No más de un alambre será unido a un tornillo de terminal. Las tiras de terminales serán etiquetadas.
- Los terminales de los cables en las tiras de los terminales y dispositivos de control serán hechas utilizando terminales de compresión aisladas sin costura, instalados con las correctas herramientas de prensado.
- Los circuitos de los transformadores de corriente serán provistos con bloques de terminales de tipo tornillo corto.
- Todos los contactos auxiliares de reserva serán cableados a bloques de terminal accesible, y todo cable que sale de un cubículo debe partir de los bloques de terminal, no de otros dispositivos en el cubículo. El cableado asociado que sale de un cubículo debe ser agrupado junto para una fácil conexión.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 38 de 44 | REV. 0 |


- Todo cableado entre las secciones de transporte serán conectados en terminales para fácil conexión en el campo. El cableado será removido en un lado de la tira de terminales de transporte únicamente, y enrollado de nuevo hacia la sección adyacente del transporte.
- Todo cableado debe tenderse y finalizarse de manera adecuada, por ejemplo debe ser cuadrado en los giros, estar tendido en planos verticales y horizontales. Los cables múltiples en el mismo tendido deben ser cableados, con cinturones y apoyados donde sea necesario. Cable canales serán usados donde sea adecuado.
- Para la conexión de cable/cable de la señal de control, deberá ser como mínimo un 30% de reserva en cada bloque de terminales para permitir la conexión adicional de cable / hilo en el sitio.
- Bloques de terminales del cable de potencia y terminales de cable deberán ser previstos para la conexión de cable de acuerdo la Lista de Cables del usuario.
- El código de colores a utilizar debe ser siguiendo la norma IEC:
Fase R color negro.
Fase S color marrón.
Fase T color plomo (gris).
Neutro color azul.
Tierra color verde/amarillo.

6.4. Inspección de Cables

- Los cables en general, estarán sujetos a inspecciones y pruebas (por YPFB), previo a la liberación (en campo) como material, con sus respectivos certificados de calidad y todos los documentos requeridos por gestión de Calidad.
- El Contratista, a través del Fabricante, deberá suministrar personal, materiales y equipos certificados para la ejecución de las pruebas de inspección de calidad, ensayos e informes, que sean necesarios para la aplicación de las normas establecidas en la presente especificación.
- El Contratista elaborará y presentará un plan de inspecciones y ensayos, suficientemente detallado, basado en los lineamientos definidos, para aprobación de YPFB.
- También incluirá en este plan los criterios de aceptación, rechazo y evaluación de disconformidades que se detecten en las inspecciones y ensayos a realizar, o que no cumplan con las normas y estándares.
- La inspección no exime en absoluto al CONTRATISTA y fabricante de su responsabilidad o garantía.

6.5. PRECINTOS Y ETIQUETAS

- Todos los cables incluida la fibra óptica, incluido los cables interiores en los paneles llevarán identificación.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 39 de 44 | REV. 0 |

- Los precintos de sujeción de cables y capilares instalados en el exterior tendrán protección UV y serán de inoxidable, mientras que los precintos que son para interior podrán ser de material plástico pero con certificación UL.
- Se usarán precintos de acero inoxidable para la fijación de los cables a las bandejas, y para fijar las etiquetas a los cables. Las etiquetas de los cables deberán ser del tipo placa metálica inoxidable con grabado laser para exteriores y para interiores

6.6. BORNERAS

Se usarán borneras con tornillo, pero si algún equipo trae por defecto borneras de tipo conexión a presión se deberán usar terminales pin aptas para este fin.

El aterramiento de las armaduras y shield deberá realizarse con abrazaderas y accesorios adecuados para el fin


Todos los cables sin restricción deberán tener terminales en sus extremos ya sea prensados, soldados o fusionados. Para remover la aislación deberá usarse herramientas apropiadas. Deberá usar el tamaño, tipo de terminal apropiado para el tamaño de bornera.

6.7. Ensayos

- Para el plan de ensayos, el Fabricante pondrá a disposición su sistema de aseguramiento de la calidad con procedimientos enmarcados en la aplicación de las normas ISO 9001.
- El documento deberá incluir todos los pasos inherentes a la certificación de los materiales utilizados en el proceso de fabricación, puntos de verificación obligatoria, ensayos físicos de materiales y proceso; dando cumplimiento a las especificaciones técnicas del proyecto.
- El CONTRATISTA, en coordinación con el Fabricante, mantendrá debidamente actualizados sus registros con la información emergente del sistema de calidad empleado, de manera que pueda asegurar la trazabilidad de los materiales y componentes del producto elaborado.
- El CONTRATISTA, a través del Fabricante, suministrará los certificados de ensayo firmados y sellados; para los ensayos, se presentará protocolos de ensayos realizados sobre el 100% de los cables a proveer; certificados por un laboratorio reconocido.

6.8. Sistema de Potencia ininterrumpida (UPS)

- El oferente debe asumir a su costo, en su propuesta, la verificación de la capacidad de la UPS existente para alimentar las nuevas cargas, manteniendo siempre un margen de reserva (en la UPS existente) igual o superior al 20%, o considerar la provisión de nueva UPS para atender el presente servicio.
- En caso de nueva UPS, debe ser de las mismas características de la UPS existente, considerando además 30% de reserva en potencia.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 40 de 44 | REV. 0 |

- La alimentación de energía a la nueva UPS, también debe estar considerada a costo del Contratista, tanto en materiales, transporte, gestión, como la mano de obra.
- Todos los materiales, accesorios, etc., relacionados con la nueva UPS, deben ser considerados en la oferta del proponente.

6.9. Centro de Control de Motores

- Referirse al documento PAU-DEL-C-BOD-20301 CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO.
- Todas las configuraciones y parametrizaciones que sean necesarias, interconexiones, integraciones, etc., deben ser realizadas por el Contratista, para lo cual, el oferente debe considerar en su oferta este costo, contactando a los proveedores que correspondan, de tal manera de mantener la uniformidad y/o autorizaciones respectivas.

6.10. Aterramiento


- Tanto el área de proceso como el área de tanques tendrán su propia malla de aterramiento local, la cual rodeará el área donde se instalaran los equipos, el valor de la resistencia de puesta a tierra debe ser menor a 5 ohmios. Estas mallas serán conectadas a la malla general de la PAU en dos puntos diferentes, dando así redundancia a la conexión.
- Toda estructura alta (tanques, columnas de destilación, hornos y otros) tendrán su aterramiento local en dos puntos, diametralmente distribuidos y conectados a la malla local de aterramiento en dos lugares diferentes (redundancia).
- El Contratista se asegurará a tener conexión eléctrica continua entre las estructuras altas y el aterramiento local.
- Los patines ("skids") serán aterrados en dos puntos opuestos a la malla local (redundancia).
- Toda estructura metálica que forme parte de la instalación eléctrica, debe estar conectada a la malla de tierra.

6.11. Protección contra descargas atmosféricas

- Debe realizar la protección contra descargas atmosféricas siguiendo la norma IEC-62305

6.12. Protección catódica

- El oferente debe analizar si la protección catódica existente en el área tiene la capacidad suficiente para proteger a la nueva instalación, tanto del área de tanques como del área de procesos, caso contrario, debe instalar la protección catódica necesaria para el servicio, este costo debe estar en su oferta.
- Las características de la nueva protección catódica debe ser idéntica a la existente en PAU, con 20% de reserva.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 41 de 44 | REV. 0 |

6.13. Repuestos y herramientas especiales

- El oferente debe considerar en su propuesta la provisión de todos los repuestos, insumos y consumibles durante el pre-comisionado, comisionado y puesta en marcha, hasta la recepción definitiva.
- También debe proveer los repuestos para 2 años de operación y mantenimiento, periodo computable a partir del día siguiente de la recepción definitiva, que deben ser previamente aprobados por YPFB en la etapa del desarrollo de la Ingeniería
- El oferente debe considerar en su propuesta la garantía por dos años contra defectos de fabricación, computable a partir del día siguiente de la recepción definitiva.
- El oferente debe suministrar las herramientas especiales para la operación y mantenimiento, recomendadas por los fabricantes, que serán aprobadas por YPFB en la etapa de Ingeniería, cuyo respaldo serán las notas oficiales de los respectivos fabricantes y/o proveedores, donde se indique claramente el listado de las herramientas especiales.

6.14. Área clasificada

Debe estar dentro de su alcance realizar el estudio de áreas clasificadas serán efectuadas siguiendo los lineamientos de API 505 e IEC60079, todos los materiales componentes de la instalación contarán con certificados de aprobación de dichas normas.

6.15. Sistema de Circuito Cerrado (CCTV)

La PAU cuenta con un sistema de CCTV, el cual debe ser ampliado a la Planta de UFC85, tanto al área de tanques como al área de procesos, de la misma marca que la instalación existente, equipos, gabinetes, cables alimentadores de potencia, control, fibra óptica, coaxial, etc.; siendo responsabilidad del Oferente considerar en su propuesta las licencias respectivas, compatibilización, configuración, parametrización, integración, interconexión, etc.


6.16. Fibra Óptica

Las conexiones y pruebas de fibra óptica deberán ser hechas con equipos certificados y se deberán certificar los enlaces.

Los conectores RJ45 solo podrán ser crimpados en fábrica.

El tipo de fibra óptica y conector deberá ser el usado en planta para equipos similares.

Se debe unificar los conectores de fibra al tipo LC, además se certificarán todos los tramos de fibra con OTDR, incluso los de reserva. Se conectarán los hilos de reserva en la bandejas, se dejara patch

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 42 de 44 | REV. 0 |

cord de reserva. No se permitirá patch cord largos, los patch cord solo podrán usarse dentro de un mismo gabinete.

No se aceptaran patch cord entre gabinetes que no usen protección apropiada.

En el caso de las fibras ópticas se deberá tener hilos de reserva en las siguientes cantidades:

- De 1 a 6 hilos dos pares de hilos de reserva mínimamente
- De 7 a 12 hilos tres pares de hilos de reserva mínimamente
- De 13 a 24 hilos 4 pares de hilos de reserva mínimamente

6.17. Alarma de fuego

De características idénticas la instalación existente, tanto en ingeniería, materiales, como en montaje, operación y mantenimiento, siendo responsabilidad del Oferente considerar en su propuesta las licencias respectivas, compatibilización, configuración, parametrización, integración, interconexión, etc.

6.18. Traceado eléctrico


De características idénticas la instalación existente, tanto en ingeniería, materiales, como en montaje, operación y mantenimiento.

6.19. Iluminación

- En general, la iluminación será conforme a la norma API 540 y al documento PAU-DEL-C-BOD-20301 CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO.
- El oferente debe considerar en su propuesta la iluminación de la Planta de Urea Formaldehído, tanto iluminación normal como de emergencia, con los niveles de iluminación requeridos, idénticos a la instalación existente.
- Debe mantener los mismos típicos de montaje, los mismos materiales, etc., esto con la finalidad de uniformizar las instalaciones y por supuesto el mantenimiento.
- Fuera de la iluminación general del área de procesos, el Contratista debe asegurar que los módulos, tanques y patines (skids) tengan suficiente iluminación, considerando que estos concentran muchos equipos en espacios reducidos, restringiendo el nivel de iluminación.
- Las estructuras altas, como ser torres y otras deberán tener balizas en conformidad a las regulaciones locales.
- Los soportes y/o postes, cajas de derivación, etc., requeridos para el montaje del sistema de iluminación, deben ser idénticos a los existentes.

6.20. Equipos de Red

Se usara patch cord de cat 6 o 7 para cable UTP.

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 43 de 44 | REV. 0 |

6.21. Protectores Solares

Si el instrumento recomienda cobertor solar en su manual, este debera proveerse.

Todo panel o caja que tenga display local o lámparas pilotos para informar de alguna condición al operador, deberá ser apto para días soleados, oscuridad, etc.

6.22. Bandejas

Las bandejas portacables se instalaran configurando un sistema completo (continuo), formado por tramos rectos, accesorios para cambios de dirección y elevación, derivaciones, piezas de unión, etc., así como material de fijación y soportación necesarios para la correcta instalación final del sistema.

Las bandejas portacables serán de acero galvanizado en caliente, tipo escalera o chapa perforada, ambas con tapa

Las bandejas tipo escalera serán de 150 mm de alto de ala y de 300, 450, 600, 750 y 900 mm de ancho, en tramos de 6 m de longitud. Las de chapa perforada serán de 70 mm de alto de ala y de 100, 200 y 300 mm de ancho, en tramos de 3 metros de longitud.

Cuando toda la instalación sea aérea, los cables se tenderán en varias capas dentro de la misma bandeja.

Los cables se instalaran ocupando, como máximo, el 60% de la capacidad total de la bandeja.

Llevaran identificación de tal manera que pueda ver desde varios ángulos y desde el suelo cuando sean aéreas.

Los accesorios como ser tés, curvas, reducciones, ampliaciones, cambios de nivel serán hechos en fábrica y no en sitio.

Se deberá presentar los cálculos de ocupación de las Bandejas según la NFPA70, tanto para las bandejas externas como para las bandejas bajo los pisos técnicos.

Se deberá realizar el plano 3d de las bandejas a escala tanto para las bandejas interiores como para las bandejas exteriores


Se deberá usar bandejas diferentes para llevar cables de servicios diferentes, ejemplo: potencia y señal.

Las cortes a las bandejas deberán ser pintadas luego con pintura 3m de cincado en frio.

El tipo de sistema de Bandeja será del tipo continuo, debe llevar accesorios del fabricante para las curvas, cambios de nivel, Tes, ampliaciones, reducciones, no se permitirá los accesorios realizados en campo. Las cortes a las bandejas deberán ser pintadas luego con pintura 3m de cincado en frio. EL espesor del cincado de las bandejas, stanchion pipe, soportes para instrumentación deberá cumplir con el indicado en la norma ASTM.

Se usara la norma IEC 61537, NEMA VE1 y VE2 para la instalación de bandejas

Se permitirá compartir la bandeja siempre y cuando en toda la longitud se use separador metálico

| | | | |
|---|--|----------------------|--|
|  | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ELÉCTRICA Y DE INSTRUMENTACIÓN | | GIPI GERENCIA DE INGENIERÍA, PROYECTOS E INFRAESTRUCTURA |
| | ANEXO F | Pag. 44 de 44 | REV. 0 |

Todas las bandejas horizontales tendrán tapa cuando sean expuestas a los rayos UV del sol.
Deberán colocarse protectores de filos diseñados para el uso específico, con alma de acero, protección solar e intemperie, no se aceptara adaptaciones.