



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

ANEXO

3753-NN-SG-0000001

**MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL
DE ELECTRICIDAD**

CONTENIDO

1	OBJETIVO.....	1
2	ALCANCE.....	1
3	ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....	1
4	NORMAS, ESTÁNDARES, REGULACIONES	2
5	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO	3
5.1	ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	3
5.2	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	4
5.3	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE EMERGENCIA.....	6
5.4	TENSIONES EMPLEADAS Y ASIGNACIÓN DE POTENCIAS	6
5.5	FACTOR DE POTENCIA DEL SISTEMA	7
5.6	RELÉS DE PROTECCIÓN Y COORDINACIÓN.....	7
5.7	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	7
5.8	VARIACIONES DE VOLTAJE.....	7
5.9	EVALUACIÓN DE LA CARGA Y CONSUMO DE ELECTRICIDAD.....	8
5.10	ESTUDIOS DE SISTEMA ELÉCTRICO	8
5.11	CLASIFICACIÓN DE ÁREA Y CAJAS DE APARATOS ELÉCTRICOS.....	9
6	SUBESTACIONES.	10
7	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	11
7.1	TRANSFORMADORES DE POTENCIA	11
7.2	SWITCHGEAR DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN.	11
7.3	SWITCHGEAR Y CONTROLGEAR DE BAJA TENSIÓN.	12
7.4	GENERADORES DE EMERGENCIA.	12
7.5	UPS DE AC Y DC.	12
7.6	BANCOS DE CAPACITORES.	13
7.7	MOTORES.....	13
7.8	INTERFACES DE SWITCHGEAR Y CONTROLGEAR CON EL DCS.....	14
7.9	TOMACORRIENTES.	14
8	SISTEMA DE CABLEADO	14
9	SISTEMA DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	15
10	SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA.....	16
11	SISTEMAS DE ILUMINACION.....	16
12	SISTEMA DE TRACEADO ELÉCTRICO	16
13	SISTEMA DE HVAC.....	17
14	REQUERIMIENTOS PARTICULARES.....	17
15	PMS – SISTEMA DE GESTIÓN ELÉCTRICO.....	17
16	DISEÑO ELÉCTRICO DEL PROYECTO.....	18



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

1 OBJETIVO

El objetivo de este documento es presentar la memoria descriptiva general de electricidad, el cual se aplicará como base para el desarrollo de las especificaciones del Proyecto de Construcción de Plantas de Propileno y Polipropileno (PCPPP) pertenecientes a YPFB en el Estado Plurinacional de Bolivia.

2 ALCANCE

El alcance general de este documento es indicar las bases de diseño para el PCPPP para YPFB, que comprende la implementación de las siguientes instalaciones, las cuales deberán integrarse en un solo COMPLEJO industrial.

- Planta de Propileno.
- Planta de Polipropileno (Homopolímero, Copolímero al Azar y Copolímero de Impacto).
- Servicios Auxiliares, Infraestructura & Offsites.
- Almacenamiento & Paletización de PE / PP.

La integración en un solo complejo industrial de las plantas anteriormente mencionadas, de ahora en adelante se llamará la Planta, el Proyecto o PCPPP, el mismo que será implementado en Bolivia.

3 ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

A continuación las diferentes abreviaturas que se mencionan en esta especificación:

AC:	Corriente alterna
CONTROLGEAR	Equipo eléctrico que permite el arranque/paro de motores, energización/desenergización de circuitos-
DC:	Corriente continua
GOOSE:	Generic Object Oriented Substation Events
HRSG:	Generador de Vapor por Recuperación de Calor (Heat Recovery Steam Generator)
HVAC:	Heat Venting and Cooling, se refiere a los Sistemas de Climatización.
IED:	Intelligent Electronic Device.
PCPPP	Proyecto de Construcción de la Planta de Propileno y Polipropileno.
PMS:	Power Management System – Sistema de Gestión Eléctrica
PP:	Polipropileno
SWITCHGEAR:	Equipo eléctrico que permite energizar o desenergizar un circuito
YPFB:	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

4 NORMAS, ESTÁNDARES, REGULACIONES

Todo el diseño eléctrico del Proyecto debe estar diseñado de acuerdo con las normas, regulaciones, y estándares de diseño nacionales, locales, e internacionales de las organizaciones listados a continuación, siempre en su última edición vigente a la fecha de ejecución de la ingeniería. Cuando exista incongruencia entra las normas locales y las internacionales prevalecerán la más estricta.

- Organizaciones Internacionales:
 - American Petroleum Institute (API)
 - National Fire Protection Association (NFPA)
 - International Electrotechnical Commission (IEC).
 - Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
 - National Association of Corrosion Engineers (NACE).

- Organizaciones Nacionales:
 - Autoridad de Electricidad (AE)
 - Empresa Nacional de Electricidad Bolivia (ENDE)
 - Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC).
 - IBNORCA
 - NECA

Dentro de la normatividad de relevancia y de obligatorio cumplimiento al Proyecto de las organizaciones anteriormente listadas están:

- Normas relevantes y de obligatorio cumplimiento para la ingeniería:
 - **American Petroleum Institute (API)**
 - API RP 505 Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1 and Zone 2
 - API RP 540 Electrical Installations in Petroleum Processing Plants
 - API RP 545 Lightning Protection of Aboveground Storage Tanks for Flammable or Combustible Liquids
 - **National Fire Protection Association (NFPA)**
 - NFPA 70 National Electrical Code (NEC)
 - NFPA 780 Standard for the Installation of Lightning Protection Systems
 - **Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).**
 - IEEE 80, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding

- IEEE 141, IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants
- IEEE 142, IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems
- **National Association of Corrosion Engineers (NACE).**
 - NACE RP0193, Standard Recommended Practice - External Cathodic Protection of On-Grade Metallic Storage Tank Bottoms
 - NACE RP0196 , Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks
 - NACE SP0169 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- **International Electrical Commission (IEC).**
 - IEC 60034: Rotating electrical machines.
 - IEC 61439: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
 - IEC 61641 Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault.
 - IEC 60947 Standards for low-voltage switchgear and controlgear
 - IEC 60694 Common Specifications For High-Voltage Switchgear and Controlgear Standards.
 - IEC 60296 Mineral Insulating oils for transformers & switchgear
 - IEC 60076 – Power Transformers.

Dichas normas serán ratificadas, incrementadas o reemplazadas durante la fase FEED del Proyecto, en coordinación del CONTRATISTA e YPFB.

5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO

5.1 Alimentación de Energía Eléctrica

Con la finalidad de lograr una sinergia entre los diferentes proyectos de inversión que se ejecutan actualmente en Bolivia y entre las empresas estatales que los administran; así como los beneficios que esta sinergia generaría para el PCPPP desde el punto de vista de costo de inversión (CAPEX) y los posteriores costos de operación (OPEX), se ha definido que la alimentación de energía eléctrica para la Planta será tomada directamente de la planta de generación de energía eléctrica denominada Termoeléctrica del Sur, la cual está ubicada a 20 Km al norte cercana a la población de Yaguacua, a base de turbogeneradores a gas en ciclo combinado con turbogeneradores a vapor.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

La Termoeléctrica del Sur tiene capacidad de transmitir su potencia en tensiones de 230 kV y 69 kV, en base a las subestaciones que forma parte de dicha planta y que a su vez están conectadas al SIN (Sistema Interconectado Nacional), lo cual le da una mayor disponibilidad ya que le permite acomodar la energía eléctrica producida por las demás generadoras del territorio boliviano.

Es en este sentido es que para la alimentación de energía eléctrica a la Planta se llevará una línea de transmisión conformada por dos ternas redundantes desde la subestación en 69 kV de la Termoeléctrica del Sur hasta el punto de límite de batería dentro de los predios que ocupará el Proyecto y que se defina entre el CONTRATISTA e YPFB durante la fase FEED.

La Subestación Principal se ubicará en lo posible sobre el perímetro de la Planta, en un área que permita un fácil acceso desde las vías principales internas y/o externas de la Planta, sin que la misma afecte o se vea afectada por otras áreas de la Planta, y de forma que facilite la distribución de la energía eléctrica a los diferentes consumidores.

Se considerará también un sistema de respaldo para cargas de emergencia compuesto por un generador o moto generador a gas.

La capacidad y característica del sistema eléctrico del Proyecto está descrito en las facilidades contempladas en el documento PARTE B \ Anexos Parte B \ 3753-TZ-RS-000010 Servicios e Infraestructura \ 3753-TZ-RS-000010 Estudio de Servicios Auxiliares e Infraestructura Adicional, elaborado en la ingeniería conceptual.

5.2 Distribución de Energía Eléctrica

La Subestación Principal tendrá los pórticos necesarios para la recepción y salida de cables con un diseño en 69 kV basado en aislamiento en aire (AIS) o aislamiento en gas (GIS), en caso de que este último resulte económicamente en una mejor alternativa según la configuración final de la subestación. En ésta Subestación Principal se realizará un arreglo conveniente con todos los equipos de patio, con un sistema de barras de distribución que brinde a la Planta la adecuada disponibilidad y facilidad de mantenimiento, pudiendo tomarse en cuenta arreglos de 2 juegos de barras paralelas con interruptor simple o doble, donde cada interruptor contará con los accesorios que permitan un fácil mantenimiento de los mismo. Así mismo la Subestación Principal contará con los elementos de medición que complementen a las protecciones que se vayan a emplear; y los elementos de protección contra descargas atmosféricas.

La Subestación Principal contará con transformadores para bajar la tensión principal de 69 kV a 34.5kV o 13.8 kV, dependiendo de la conveniencia para la distribución de energía eléctrica a las Subestaciones Secundarias en base al cálculo final de potencia eléctrica demandada por cada área de procesos o auxiliares de la Planta. Misma que estará sujeta a los valores de cargas eléctricas dadas en los Paquetes de Diseño Básico de Procesos (PDP) de los Licenciantes, las cargas eléctricas evaluadas por el CONTRATISTA para las unidades auxiliares (OSBLs) y los resultados de ingeniería de valor requeridos en las presentes Especificaciones Generales de los Trabajos a Realizar (MJS), para la evaluación de accionamientos de compresores en la unidad de Propileno.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Finalmente, la Subestación Principal contará con tableros de potencia que servirán para distribuir la potencia requerida a cada una de las Subestaciones Secundarias, mismas que se encargarán de distribuir, alimentar y proteger a las diferentes áreas de proceso, auxiliares, administrativas, etc.; que se diseñen como parte integral de la Planta.

El Sistema de distribución eléctrico debe estar conformado por Subestaciones Secundarias de tipo selectivo con transferencia automática, con arreglo en media tensión asociados a transformadores de rebaje a 13.8 kV y/o 6.6 kV y Switchgears de 13.8 kV y/o 6.6 kV, así como también un arreglo de transformadores a 480 y/o 380 V, según sea requerido por las diferentes cargas eléctricas asociadas a switchgears, controlgears de baja tensión contenidas dentro de las Subestaciones Secundarias, al igual que equipos especiales tales como arrancadores suaves y variadores de frecuencia de media tensión, los cuales podrán estar asociados a transformadores individuales de rebaje o elevación de tensión.

Las Subestaciones Secundarias deben estar repartidas convenientemente en todo la Planta, evitando que las mismas queden dentro de áreas clasificadas. La alimentación de las Subestaciones Secundarias será por conductores de media tensión compuesto por cable armado y un aislamiento mínimo 34.5 kV al 100%.

La Subestación Principal debe disponer también de las facilidades de una Subestación Secundaria para alimentación de cargas en baja y media tensión del área circundante. Para ello se puede realizar un arreglo conveniente y compartir la misma área y sala eléctrica respetando las distancias mínimas de seguridad. Así mismo se debe planificar un sistema de distribución a subestaciones que brinde un adecuado nivel de disponibilidad de las mismas previendo posibles fallas en cables alimentadores y transformadores.

La alimentación de las subestaciones secundarias de media y baja tensión será altamente confiable, por lo que luego de un análisis de riesgo y mantenibilidad se deberá determinar si requerirán de sistemas de alimentación doble (redundantes) para cada subestación, con un sistema de barra partida, u otras configuraciones que brinden confiabilidad y disponibilidad en caso de que así se requieran.

El arreglo final de subestaciones, alimentadores, puestos de transformación, etc.; así como las tensiones a emplearse, serán revisadas y definidas en la etapa FEED del Proyecto por el CONTRATISTA; una vez se definan las cargas finales, su criticidad y el arreglo más conveniente de distribución, los niveles de media tensión deben ser los mínimos necesarios para la operación de la planta.

El tipo de aislamiento a tomarse en cuenta para interruptores de media tensión será el vacío y aire o vacío para baja tensión, dependiendo de los niveles de corriente que se vayan a manejar.

Se considerará que las salas eléctricas que formen parte de las Subestación Principal y las Subestaciones Secundarias serán de tipo modular, para lo cual podrá considerarse aislamientos de interruptores diferentes a los indicados, con la finalidad de optimizar los espacios en dichas salas eléctricas.

El tipo de aislamiento de los transformadores será en aceite preferentemente o con gel (seco) en caso de que los mismos deban instalarse dentro de áreas clasificadas.

5.3 Sistema de Alimentación de Emergencia

Las Subestación Secundaria que debe alimentar cada una de las áreas definidas de la nueva planta, podrían contar con la alimentación de un Sistema Auxiliar para Generación de Cargas de Emergencia "Black Start" compuesto por un Turbogenerador o Motor generador a gas, equipado completamente con todos sus sistemas auxiliares. La necesidad de este Sistema de Alimentación de Emergencia será determinada durante el desarrollo de la fase FEED del Proyecto, en función de la criticidad de los equipos que se tengan en las respectivas áreas de procesos.

Todas las cargas que se definan como de emergencia "black start" de media y baja tensión deben estar conectadas a una barra dedicada a ellas, y deben tener un acople al resto de la subestación, este acople se debe hacer por medio de un interruptor de potencia sincronizado con el sistema de transferencia automática.

El Sistema de Alimentación de Emergencia podrá operar en 6.6 kV y se conectarse a la barra de 6.6 kV dedicada a las cargas críticas y de emergencia "black start".

La configuración debe ser de tal manera que, ante la falta de alimentación principal, el Sistema de Alimentación de Emergencia alimente al 100% de las cargas de media y baja tensión consideradas como cargas críticas y de emergencia "black start".

La cantidad, tipo, arreglo de Sistemas Auxiliares para Generación de Cargas de Emergencia será revisada y determinada durante la etapa FEED del Proyecto por el CONTRATISTA.

5.4 Tensiones Empleadas y Asignación de Potencias

Los niveles de tensión y forma de distribución mencionados en los párrafos superiores serán revisados nuevamente y confirmados por el CONTRATISTA durante el desarrollo del FEED en función a buscar: características técnicas (facilidad de instalación, estandarización de equipos, etc.) y comerciales (menor inversión de capital y costos de operación, etc.) óptimas para el Proyecto

Los niveles de potencia que inicialmente se tomarán en cuenta para el Proyecto son:

Potencia [kw]		Alimentación		
Desde	Hasta	Voltaje [V]	No Fases	Frecuencia
0	1	220	1	50 Hz
1	150	480/380	3	50 Hz
151	3000	6600	3	50 Hz
> 3000		13800	3	50 Hz

Los rangos de potencia máximo serán revisados y definidos por el CONTRATISTA durante la fase FEED del Proyecto con la finalidad de alcanzar la estandarización de equipos, facilidades en el montaje y minimizar los costos de inversión.



5.5 Factor de Potencia del Sistema

El factor de potencia general, incluyendo las pérdidas de potencia reactiva en transformadores y otros equipamientos del Sistema de Distribución de Energía Eléctrica, no deberá ser menor a 0.9 en retraso a la capacidad total de la Planta. El factor de potencia podrá ser compensado por capacitores de potencia administrados por controladores automáticos conectados a cada una de las barras de distribución.

5.6 Relés de Protección y Coordinación

Un sistema coordinado de dispositivos de protección se aplicará en la medida que sea razonablemente práctico. Todos los relés multifunción serán microprocesador de tipo digital, tendrán entradas configurables y la facilidad de comunicaciones serial, Ethernet, IEC-61850 (natural, sin necesidad de convertidores o gateways) para comunicarse principalmente con el Sistema de Gestión de Potencia y con los sistemas de control cuando se le requiera.

Los relés multifunción incorporarán capacidades de medición, con pantalla digital y teclado de interfaz para el control y selección de los parámetros del sistema. Monitorizara variables tales como tensión, corriente, KW, KVAR, etc. Los productos deberán ser seleccionados, y coordinados, de modo que el circuito de dispositivo de interrupción más cercano a un fallo opera en primer lugar, y dentro de la clasificación de los equipos protegidos.

El sistema de protección deberá proporcionar, en la medida de lo posible, la protección principal y de respaldo de la equipo. Esto no se aplica a los cables de alimentación.

Por principios de mantenibilidad, todos los relés de protección serán de la misma marca o fabricante y compatibles completamente con el PMS.

5.7 Sistema de Puesta a Tierra.

La planta contará con un sistema de puesta a tierra compuestos por electrodos, conductores y demás elementos para la puesta a tierra de equipos y del sistema eléctrico.

Mayores detalles sobre este sistema se podrá encontrara en PARTE B \ Anexos Parte B \ 3753-TZ-RS-0000010 Servicios e Infraestructura.

5.8 Variaciones de Voltaje.

Durante el arranque o re-aceleración de los motores, ya sea simple o en grupo, el voltaje en las terminales del motor no deberán desviarse más de un +/- 10 % del voltaje nominal del sistema. Las desviaciones por transites de voltaje en los buses de barras de conmutación durante el arranque / re aceleración será tal que mantendrá una tensión para todos los demás consumidores de al menos 90%, y no más de 110% de la tensión nominal del sistema. El diseño del sistema eléctrico será de tal forma que los requerimientos indicados sean cumplidos mientras se mantengan los siguientes voltajes mínimos en las barras de bus de conmutación durante la puesta en marcha de uno o más motores eléctricos.

- 90% de la tensión nominal para los tableros de BT.
- 90% de la tensión nominal para los tableros de MT y AT.

Estos parámetros de diseño serán revisados durante la fase FEED del Proyecto.

5.9 Evaluación de la Carga y Consumo de Electricidad.

Se prepararan listas y registro de todas las cargas eléctricas instaladas, la carga normal de funcionamiento y máxima de funcionamiento además de la carga pico expresado en kW y kVAR en base a la capacidad de diseño de la Planta cuando se opera bajo condiciones del lugar de diseño. Estas serán completadas y actualizadas regularmente a través de las diferentes etapas del diseño del Proyecto y serán la base para el cálculo de la provisión de la energía eléctrica necesaria y la capacidad del sistema de distribución.

Para estas evaluaciones se tomarán en cuenta la sumas de todas las cargas de funcionamiento continuo, la suma de las cargas de funcionamiento intermitente y la suma de las cargas que se encuentran en stand-by o espera; cada suma; cada una de estas sumas serán afectadas por factores de diversidad apropiados; tomando en cuenta factores de diversidad especiales para las cargas que no son de proceso (iluminación de oficinas, tomacorrientes en edificios administrativos, etc.).

Listas y registros separados serán preparados por cada Switchgear / Controlgear, buses de barra de conmutación, etc.; donde se especifique la carga normal de funcionamiento y máxima de funcionamiento, además de la carga pico. La suma de las cargas en estas listas será la base para arribar a los valores de cargas totales de toda la Planta.

5.10 Estudios de Sistema Eléctrico

Durante la fase FEED deberán ser llevados a cabo algunos estudios sobre el Proyecto del sistema de distribución de energía eléctrica, para analizar el comportamiento de la Planta bajo ciertas condiciones. Estos estudios serán actualizados, ampliados y completados con otros adicionales durante la fase de ingeniería de detalle. Los estudios que mínimamente serán considerados durante la etapa FEED son:

5.10.1 Estudio de Flujo de Carga

Un estudio del flujo de carga se llevara a cabo para determinar la potencia que entra y sale del Proyecto. Este permitirá verificar el dimensionamiento de los equipos eléctricos, perfil de la tensión en distintos niveles de alimentación, manejo de taps y relación en transformadores y factor de potencia global del sistema, además de otras variables que sean relevantes.

El estudio del flujo de carga se basará en la siguiente configuración de la Planta:

- 1) Tensión normal de sistema a la carga máxima de operación.
- 2) Tensión mínima en cada bus de alimentación suponiendo que un transformador está fuera de servicio y el interruptor de enlace está cerrado.
- 3) La tensión máxima en cada barra de bus de alimentación tomando en cuenta que todas las cargas de motor se están apagando.



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

Estos supuestos serán revisados, ampliados y perfeccionados por el CONTRATISTA en base a la configuración esperada de la Planta de forma que se pueda realizar un adecuado estudio de flujo de cargas.

5.10.2 Análisis de Corto Circuito

Estudios de corto circuito serán llevados a cabo y permitirán evaluar los niveles máximos y mínimos de cortocircuito bajo diferentes escenarios, los cuales serán planteados durante el estudio y cuyos resultados serán tomados en cuenta para la realización de la adecuada coordinación de las protecciones.

Las condiciones, alcances, normativas y otros detalles referentes a este estudio serán planteados por el CONTRATISTA y aprobados por YPF B previo al inicio de este estudio.

5.10.3 Estudio de Arranque de Motores

Para asegurar que los motores puedan arrancar bajo las condiciones más onerosas se debe asegurar que las condiciones de voltaje en los buses de alimentación y las terminales de los motores estén dentro de los límites impuestos.

Las condiciones, bajo las cuales se realizará este estudio serán determinadas durante la fase FEED del Proyecto, antes de la realización de dicho estudio.

5.11 Clasificación de Área y Cajas de Aparatos Eléctricos.

5.11.1 Clasificación de Áreas.

Se realizará la clasificación de áreas de acuerdo a la norma API505.

5.11.2 Áreas sin riesgo de Explosión (No Peligrosas).

Los aparatos eléctricos instalados en interiores, por ejemplo subestaciones, deberán ser de tipo industrial. Los tableros tendrán un grado de protección de IP41. Equipos accesorios tendrán un nivel mínimo de protección de IP21 de acuerdo a IEC60529.

Los aparatos eléctricos instalados en exteriores serán resistentes a las condiciones del sitio, tales como polvo, humedad, lluvia. El nivel mínimo de protección para los aparatos eléctricos será IP54 de acuerdo a IEC60529.

Estos valores serán revisados de acuerdo a las condiciones identificadas durante la etapa FEED.

5.11.3 Áreas con riesgo de Explosión (Áreas Peligrosas).

La selección de equipamiento eléctrico y su instalación estará de acuerdo a la NEC.

El nivel de protección mínimo para las envolventes y/o los aparatos eléctricos será IP55 de acuerdo a



la IEC 60529.

6 SUBESTACIONES.

Los edificios de subestaciones serán instalados preferiblemente en áreas no clasificadas.

Los edificios de subestaciones no tendrán ventanas y tendrán al menos una puerta para personal y otra para equipos. Para el dimensionamiento de los edificios de subestación se tomara en cuenta a los apartados de la NEC aplicables.

Los edificios de subestación dispondrán de iluminación, acondicionamiento de aire (temperatura y humedad) y otros que permitan la normal operación y conservación de los equipos instalados dentro de ellas además de un adecuado trabajo de mantenimiento. También contarán con sistemas de detección de humo y/o fuego así como sistemas de extinción, centralizados en paneles de incendio que formarán parte del sistema de Fire & Gas de la Planta. También contará con sistemas adecuados que permitan la supervisión de las actividades dentro de los edificios de subestaciones, así como el registro del personal que ingrese a los mismos.

El diseño de edificios de subestaciones deberá considerar aproximadamente un 10 a 20% para equipamiento futuro, sin tomar en cuenta las reservas ya instaladas en los diferentes equipos y tableros.

Los edificios de subestaciones tendrán sótanos de cables que tendrán el espacio disponible para un apropiado trabajo de instalación y mantenimiento, además de guardar espacio disponible para futuras ampliaciones.

Los edificios de subestaciones podrán ser estructuras prefabricadas que cumplan los mismos requerimientos de una estructura civil.

Las condiciones de diseño, tipo de fabricación y demás aspectos referentes a la fabricación de los edificios de subestación serán tratados en la etapa FEED.

Plot plans serán desarrollados indicando la posición que ocuparán los equipos, ambientes, puertas, tableros auxiliares, etc.; marcando las separación entre equipos y de equipos contra los muros según la NFPA y las condiciones de mantenimiento que se puedan tener. Esta será coordinada con YPFB.

Los edificios de subestación dispondrán de cuartos de baterías separados, y dispondrá de los equipos de protección, alarma, ventilación, etc.; necesarios en vista de que el mismo podría ser definido como área clasificada.

Los patios de transformadores y equipos de patio, bahías de subestaciones serán localizados fuera de los edificios de subestaciones. Equipamientos tales como: transformadores, reactores, interruptores de alta, pórticos, transformadores de potencia y otros serán montados sobre bases de concreto. La

totalidad de las bases tendrá un bordillo de al menos 200 mm; el espacio entre las bases será rellenado con piedra.

Los transformadores en aceite dispondrán de cámaras de enfriamiento y recojo de aceite en caso de fuga del mismo.

Con respecto al cableado en edificios de subestaciones, se tomará en cuenta que los cables deberán entrar desde abajo. Todas las perforaciones de entradas de cable serán selladas una vez se haya realizado la instalación del cable, con una sustancia que evite el paso del fuego. Todos los cables serán fijados apropiadamente en su posición final a soportes o guías de forma firme y segura. Todos los cables irán siempre dentro de canalizaciones, ya sea dentro de tuberías metálicas, PVC o dentro de bandejas.

7 EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

7.1 Transformadores de Potencia

Los transformadores se construirán de acuerdo a IEC60076. Los transformadores de potencia serán del tipo para exterior, inmersos en aceite, de 3 fases, 50 Hz, con conexiones delta estrella, y cambiadores de taps y preferentemente se instalarán fuera de áreas clasificadas o peligrosas.

- Los transformadores serán preferentemente de bajas pérdidas.
- Los transformadores serán dimensionados al 120% de la carga pico.
- Contarán con sistemas de detección de humo/fuego y sistemas de extinción en caso necesario.
- Los transformadores se montarán sobre patines o rieles y de fácil acceso para su mantenimiento.
- Contarán con drenajes y cámaras adecuadas, construidas de hormigón en caso de fuga de aceite.

7.2 Switchgear de Alta y Media Tensión.

Serán estructuras metálicas sólidas, auto soportadas, de tipo metal clad que contendrán los buses de potencia, interruptores extraíbles y todos los accesorios de control necesarios tales como transformadores, relés, medidores y switches de medición y control. Los interruptores serán preferentemente en vacío y en SF6 cuando las condiciones lo requieran. Los interruptores tendrán sistemas de accionamiento eléctrico y mecánico.

Cada interruptor será capaz de interrumpir el nivel de cortocircuito máximo en sus terminales. Dispondrán de seguros apropiados para asegurar que el interruptor está aislado antes de cerrar el switch de puesta a tierra y asegurar de que el switch de puesta a tierra está abierto antes de energizar los circuitos. Reservas completamente equipadas serán provistas.

Estas especificaciones serán ampliadas y perfeccionadas por el CONTRATISTA.

7.3 Switchgear y Controlgear de Baja Tensión.

Serán de tipo TTA (Type Test Assembly), metal clad, completamente extraíble, segregados y expandibles a ambos lados. Serán accesibles desde el frente y capaces de instalarse en configuración “espalda con espalda”. El nivel mínimo de protección será IP41. Preverá reservas equipadas así como espacio dentro de la subestación para la ampliación de los mismos.

Los relés de protección de motores, alimentadores, entradas principales, interruptores de enlace serán de tipo microprocesado y programables, con capacidad de comunicación con el PMS y DCS del Proyecto, según corresponda.

7.4 Generadores de Emergencia.

Generadores de emergencia a gas serán provistos e instalados en lugares estratégicos de la Planta para la alimentación de cargas críticas. La clasificación de cargas de emergencia será dada para aquellos que requieran ser operadas luego de una pérdida de alimentación de energía eléctrica para asegurar un paro de planta seguro. Bajo condiciones normales los Switchgear y controlgear que alimentan cargas críticas serán alimentados del sistema de distribución de energía eléctrica regular y ante una falla en el mismo, el generador de emergencia arrancará y se pondrá en línea automáticamente. Un sistema de transferencia automática será empleado para conectar los Switchgear y controlgear de cargas críticas al sistema de generador de emergencia. Una vez se restaure el sistema regular de alimentación, la transferencia al mismo será manual, luego de un posible paralelismo temporal. Se dispondrá sistemas de testeo periódico de los generadores, equipamiento para paralelismos y sincronización con el sistema de generación principal en caso de que los mismos sean necesarios. Las cargas críticas serán determinadas en la fase FEED, y sin estar limitados podrán incluir:

- Sistemas de UPS de AC y DC.
- Sistema de Radio y Telecomunicación.
- Sistemas de instrumentación, control y seguridad de procesos.
- Luminarias de emergencia.
- Motores requeridos por los Licenciantes y por los análisis de riegos.
- Balizas de aeronavegación.
- Sistemas de traceado eléctrico.

Las características finales de los generadores de emergencia serán determinadas durante la fase FEED.

7.5 UPS de AC y DC.

Se proveerá de fuentes de alimentación de energía eléctrica dedicadas para los sistemas de instrumentación, control y seguridad. Las fuentes serán sistemas de UPS de AC redundantes que consistirán de baterías de níquel cadmio, cargadores rectificadores, inversores.

Inicialmente se considerará que la UPS de AC proveerá de energía a plena carga durante 2 horas.

Otras UPSs de DC que consisten de baterías de níquel-cadmio, con sistema de cargador de estado sólido, tableros de distribución y equipos necesarios de desconexión serán provistos para circuitos eléctricos de emergencia de switchgears, anunciadores de alarmas, luces de indicación, etc. Inicialmente se considerará una autonomía de 2 horas a plena carga.

Otras UPS de AC podrán considerarse para sistemas informáticos que no sean parte de los controles de proceso.

Las especificaciones y requerimientos finales serán establecidos durante la etapa FEED.

7.6 Bancos de Capacitores.

Los bancos de capacitores estarán de acuerdo a IEC 60831 y IEC 60871, los mismos serán provistos en diferentes locaciones del sistema de distribución eléctrica, con la finalidad de alcanzar un factor de potencia general no menor a 0.9. Los mismos constarán de capacitores encapsulados, contactores y controladores multipasos.

7.7 Motores.

Los motores serán los adecuados para uso en los ambientes donde serán instalados y serán aprobados para la clasificación de área definida para dichos ambientes.

En toda la planta, motores de inducción de jaula de ardilla serán empleados y trabajaran sin problemas con la carga y frecuencia asignada si las variaciones de voltaje en sus bornes de conexión no varían más del +/- 5% y tienen el torque suficiente para acelerar el motor en caídas de tensión producidas por transientes de corriente. Los motores serán arrancados normalmente por partidores suaves y arranques directos según la potencia de los mismos. Los motores de mayor potencia serán arrancados por partidores suaves y los demás de menor potencia por arrancadores directos. También se contemplará el uso de variadores de velocidad cuando esta funcionalidad sea requerida.

Motores síncronos serán considerados para aplicaciones de media y alta tensión cuando las cargas lo requieran.

Las características finales de los motores serán definidas durante la etapa FEED del Proyecto.

La forma normal de arranque y parada de motores será desde estaciones locales, las cuales dispondrán de botones de arranque y paro, switch de remoto y local (cuando sea necesario), amperímetro para motores con potencia mayor a 22 kW. Las estaciones locales dispondrán de facilidades de trabamiento en posición apagado para propósito de mantenimiento, mediante candado u otro que garantice un mantenimiento seguro.

7.8 Interfaces de Switchgear y Controlgear con el DCS.

Tanto los Switchgear como los controlgear o centros de control de motores incorporaran relés inteligentes en sus alimentadores y arrancadores para habilitar el monitoreo en tiempo real desde la estación de operador del DCS. Las señales de arranque paro del DCS podrán venir por buses de comunicación, sin embargo las correspondientes al ESD serán de tipo cableado duro. Solo las variables más importantes serán transmitidas a la estación de operación.

7.9 Tomacorrientes.

Tomacorrientes de conveniencia en tensión de operación 220 VAC serán provistos para la alimentación de herramientas eléctricas, lámparas portátiles, etc. Estos tomacorrientes de conveniencia serán instalados en cualquier punto de las áreas de proceso donde se espere realizar reparaciones, ajustes o inspecciones; y que puedan ser alcanzados con un cable de extensión de máximo 15 m.

Dichos tomacorrientes de conveniencia poseerán switches de aseguramiento. En áreas de proceso estos serán de 2 cables, 3 polos y deberán ser aptos para intemperie contar con las certificaciones apropiadas para instalación en áreas clasificadas cuando se deba instalarlos en estas áreas. En interiores de oficinas e instalaciones fuera del área de procesos, los tomacorrientes serán de 2 cables, 3 polos, y su fin será para los equipos que se instalen en estos ambientes: computadoras, impresoras, fax, cargadores de radio, cafeteras, etc.

Así mismo se instalarán tomacorrientes trifásicos en 380/480 trifásico, para el trabajo de máquinas de soldadura y otras herramientas grandes para trabajos de mantenimiento. Se llegará a estos tomacorrientes con cables de extensión de hasta 50 m y solo serán instalados en áreas de proceso. Estos serán de 3 cables, 4 polos, con switch de activación/desactivación y contarán con las características, certificaciones que garanticen su operación en intemperie y en áreas clasificadas.

8 SISTEMA DE CABLEADO

Los cables de alimentación deben ser de conductores de cobre trenzados recocidos, aislado con XLPE, alambre de acero retardante de llama y blindado y todo recubierto de PVC en general. Armadura de cables unipolares deberán ser de aluminio. Los cables de control serán de tipo retardante de llama, con conductor trenzado de cobre, blindaje de alambre de acero u otro apropiado según norma con funda de PVC. El tamaño de conductor mínimo de energía y de alumbrado será de 2,5mm². conductor de control será de 1,5 mm².

Estas especificaciones serán ampliadas durante la fase FEED del Proyecto, incluyendo descripciones de condiciones y factores a tomar en cuenta para la selección de sección de cable, características especiales para los cables según sus aplicaciones, etc.

La alimentación de las subestaciones secundarias desde la subestación de generación o principal se debe hacer por medio de canalizaciones subterráneas invariablemente. Y preferiblemente se debe



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

utilizar cable armado directamente enterrado y cuando pase por debajo de cualquier tipo de vialidad se usará bancada de cables con tubería no-metálica, dentro de una armadura de hierro rellena con hormigón.

La distribución eléctrica para alimentación de cargas en baja y media tensión se debe hacer subterránea o aéreas preferentemente en casos de distribución en áreas de proceso. En las rutas principales se puede utilizar corredores de bandejas portacables. No se permitirá la alimentación de cargas con poste aéreo.

Todas las bandejas eléctricas serán soportadas como máximo cada 3 m, todas las bandejas portacables, escalerillas tendrán continuidad eléctrica y conectadas a la malla general de tierra.

Las bandejas serán de alta resistencia (heavy duty), instaladas de forma continua, galvanizados en caliente con zinc y de ser pintados en sitio, antes de la instalación del cable, se aplicará una capa de imprimación y 2 de pintura.

Todos los precintos para sujeción de cables serán de plástico recubiertos con acero inoxidable.

En general los cables que no sean instalados en bandejas portacables serán instalados en conduits metálicos rígidos, galvanizados. El tamaño mínimo de conduit será de ¾" NPT. Los conduits metálicos serán soportados cada 3 m como máximo. Los conduits que pasen por áreas de proceso serán soportados en plataformas, columnas y otros disponibles exceptuando otros conduit, equipos y tuberías de proceso. El trazado de los conduits evitara obstrucciones y curvas innecesarias y mantendrán espaciamientos adecuados de superficies calientes para evitar daño en el aislamiento de los cables. Estos espacios con respecto a superficies calientes, tales como líneas de vapor, u otro cuya temperatura sea superior a 150 °C, serán de 300 mm.

Los conduits enterrados serán empleados solo en condiciones especiales cuando sea requerido por temas de espacios de mantenimiento, accesibilidad a los equipos o cuando las instalaciones aéreas no sean posibles de realizar; para lo cual, el conduit debe estar embebido en concreto H15.

Los conduits a ser enterrados serán de tipo metálico o PVC de tipo industrial. El tamaño mínimo de conduits enterrados será de ¾".

Todas las características vistas así como las condiciones finales tanto de las instalaciones enterradas así como aéreas serán perfeccionadas y definidas durante la etapa FEED, tomando en cuenta la aplicación, tensión, cantidad de cables y porcentaje de ocupación, aplicación, etc.

9 SISTEMA DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Ver PARTE B \ Anexos Parte B \ 3753-TZ-RS-0000010 Servicios e Infraestructura.



10 SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA

Ver PARTE B \ Anexos Parte B \ 3753-TZ-RS-0000010 Servicios e Infraestructura.

11 SISTEMAS DE ILUMINACION

La iluminación trabajará normalmente en una tensión de 220 VAC, 1 fase, 50 Hz. Los sistemas de iluminación serán normalmente conmutados desde tableros de distribución de iluminación. Las luminarias externas serán controladas mediante células fotoeléctricas y temporizadores.

Los paneles de distribución serán de 3 fases, 4 cables y serán preferiblemente ubicados en zonas seguras dentro de los edificios de subestaciones.

Las luminarias serán apropiadas al lugar de instalación y tendrán la certificación adecuada para áreas clasificadas en caso de ser instaladas en las mismas.

Los niveles de iluminación serán provistos de tal forma de que la iluminación sea adecuada y uniforme en las áreas de trabajo y circulación. Los sistemas de iluminación serán diseñados para que los niveles de luminosidad sean tal como se indica en la API RP-540.

Cuando sea requerido y cuando las regulaciones de aeronáutica lo requieran, sistemas de balizas y marcas de obstrucción aérea serán provistas. Las balizas serán de tipo larga vida.

Las áreas de proceso y en edificios se instalarán sistemas de iluminación de emergencia para ayudar con la salida segura desde estas áreas. Estas luminarias de emergencia serán instaladas al menos en salidas de y rutas de emergencia, dentro de áreas de proceso y otras ubicaciones estratégicas. Los cables de luminarias de emergencia serán llevados por canalizaciones separadas. Al menos el 30% del total de las luminarias de áreas de proceso serán de emergencia con excepción del CCR, subestaciones donde será un mínimo de 50%.

12 SISTEMA DE TRACEADO ELÉCTRICO

Traceado eléctrico será provisto donde sea requerido calentamiento y no sea posible proveer por otros medios. Los requerimientos de calor y la agrupación serán coordinadas con el área de procesos. Se proveerá alimentación de energía eléctrica mediante tableros de distribución dedicados a este fin, dichos tableros se instalarán tan próximo como sea posible de las cargas y serán aptos para intemperie y poseerán certificados para área clasificada. El cable de calentamiento será del tipo autoregulado o una resistencia en paralelo del tipo de disipación de potencia constante, excepto para líneas de tuberías muy largas. Termostatos para el control de los límites alto y bajo serán provistos tanto como sea requerido. Todos los equipos tendrán certificación para trabajo en área clasificada.

13 SISTEMA DE HVAC

Sistemas de HVAC serán provistos a todos los edificios que se designen en las Especificaciones de los Trabajos a Realizar (MJS), con la finalidad de mantener las condiciones de temperatura y humedad acorde a los requerimientos del personal, equipos u otros que se encuentren dentro de los edificios. Estos sistemas tomarán aire de una zona segura y poseerán mecanismos de detección apropiados que permitan alertar cuando algún gas explosivo se ha introducido a los mismos. Los HVAC dispondrán de redundancia en las áreas que así lo requieran y serán completamente automatizados, con sensores que permitan detectar fallos que deban apagar el sistema en falla y arrancar automáticamente el redundante. Los HVAC se instalarán preferentemente en área no clasificada.

14 REQUERIMIENTOS PARTICULARES

Los trabajos de ingeniería se deben harán cumpliendo con los siguientes requerimientos particulares:

- En este nivel de ingeniería, se preverá como sistema instalado los equipos requeridos para los procesos (licenciados y no licenciados) instalados, y se analizará la forma de prever la instalación de equipamiento adicional o espacios para equipamiento adicional para cubrir implementaciones de partes de los procesos que no se implementaran durante la fase EPC y posibles reservas para requerimientos futuros.
- La Ingeniería Conceptual ha propuesto un sistema de cogeneración eléctrica que será desarrollada durante la fase FEED y adecuado finalmente durante la fase de Ingeniería EPC.

15 PMS – SISTEMA DE GESTIÓN ELÉCTRICO.

El Sistema PMS, proporciona funciones de control y supervisión de la alimentación, distribución y suministro de energía eléctrica en las diferentes áreas de la Planta, con objetivo de asegurar en todo momento la estabilidad eléctrica de la Planta.

Las principales funcionalidades que abarcara el PMS son las siguientes:

- Determinación de Configuración de Red.
- Deslastre de Carga (Load Shedding).
- Re Aceleración.
- Control de Potencia.
- Control de Generador.
- Sincronización.
- Control de Interruptores.
- Control de Motor
- Control de Transformador.

El PMS será lo suficientemente flexible para la administración del sistema en diferentes modos dependiendo de la configuración de la red eléctrica.

El sistema ofrecido deberá ser IEC 61850 nativo, no requiriendo el uso de gateways de conversión de protocolos para poder integrar IEDs mediante IEC 61850, tanto para el empleo de mensajes normales (integración vertical) o de mensajes rápidos o GOOSE (integración horizontal).



TÉRMINOS DE REFERENCIA

RG-02-A-GCC

El sistema a ofrecer deberá ser abierto, modular y extensible, deberá soportar redundancia de controladores, servidores, comunicaciones, etc.

Las especificaciones de dicho sistema serán desarrolladas durante la fase FEED del Proyecto.

16 DISEÑO ELÉCTRICO DEL PROYECTO

El diseño Eléctrico que el CONTRATISTA, desarrollará, será uno que satisfaga los requerimientos de las áreas de proceso, auxiliares, edificaciones administrativas de la Planta indicadas en las MJS, los estándares designados y las normativas bolivianas dadas por la AE (Autoridad de Electricidad), ENDE (Empresa Nacional de Electricidad Bolivia) y CNDC (Comité Nacional de Despacho de Carga).

El CONTRATISTA, preparará y entregará en formato impreso y digital todos los estudios, planos, cálculos e información que se le requiera; así como la asistencia necesaria para la realización de aclaraciones técnicas y la realización de las diferentes pruebas que permitan llenar las expectativas de las autoridades nacionales que autoricen la energización de la Planta; para lo cual el CONTRATISTA tomará conocimiento de todas las normativas, reglamentaciones de las instituciones mencionadas que aseguren la alimentación de la energía eléctrica a la Planta, protegiendo adecuadamente a los diferentes consumidores dentro la misma y evitando la generación de disturbios eléctricos que puedan afectar a la Termoeléctrica del Sur o al SIN (Sistema Integrado Nacional) al cual también está conectada la Termoeléctrica del Sur.

Adicionalmente a los requerimientos de las presente MJS, el CONTRATISTA tomará en cuenta la provisión de equipos, servicios, asistencia técnica necesaria que permita la transmisión de información del sistema eléctrico de la Planta al sistema SCADA del CNDC.