



Corporación
La fuerza que transforma Bolivia

PLANTAS DE AMONIACO Y UREA,
CARRASCO

CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO

N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301

Rev. D

Página 1 de 44

DOCUMENTO REFERENCIAL:

El presente documento es de carácter referencial para fines exclusivos de preparación de la propuesta durante la etapa de licitación del Proyecto, por lo que la empresa Contratista es responsable de verificar dicha información durante el desarrollo y ejecución del proyecto, sin que esto implique derecho a modificaciones contractuales.

CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO

D	05 Jun. 2014	IFR-3	Para Revisión				
C	20 Dic. 2013	IFR	Para Revisión				
B	10 Sep. 2013	IFR	Para Revisión				
A	02 May. 2013	IFP	Emisión Preliminar				
Rev	Fecha	Estado	Descripción del Estado	Preparado por	Verificado por	Verificado por	Aprobado por
Revisión del Documento				Página: Total de 44 hojas (Incl. Carátula)			




 <p>YPFB Corporación <i>La fuerza que transforma Bolivia</i> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELECTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 5 de 44

TABLA DE CONTENIDOS


1. GENERAL	8
1.1 Alcance	8
1.2 Códigos y Estándares	8
1.3 Condiciones de Diseño	8
2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS	8
3. RECINTOS DE APARATOS ELÉCTRICOS	9
3.1 Protección de Recintos para Equipos Eléctricos en Áreas No-Peligrosas	9
3.2 Selección de Equipos Eléctricos para Áreas Peligrosas	9
4. DISEÑO DE SISTEMA	10
4.1 Tensiones de Uso	10
4.2 Generación y Sistema de Distribución.....	11
4.3 Edificios de Subestación y Salas de Tableros Eléctricos	12
4.4 Transformadores de Potencia	13
4.5 Tablero de Maniobra de MT y Centro de Control de Motores (MCC)	13
4.6 Tablero de Maniobra de BT y Centro de Control de Motores (MCC).....	14
4.7 Tablero de Distribución de Potencia (PDB) de BT	15
4.8 Sistema de Arrancador Suave e Inversores	16
4.9 Motores	16
4.10 Botonera de Control Local	16
4.11 Baterías de Almacenamiento y Cargador	17
4.12 Sistemas de Alimentación de Potencia Ininterrumpida (UPS) y de Potencia en Relevo.....	18
4.13 Sistema de Monitoreo de Energía (PMS)	18
4.14 Expansión Futura.....	18
5. DISEÑO DE SISTEMA DE ILUMINACION	19
5.1 General.....	19
5.2 Niveles de Iluminación	19
5.3 Interruptor de conmutación para iluminación.....	20
5.4 Marca de Obstrucción de Aeronaves	20

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small></p> <p>PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELECTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 6 de 44

5.5	Iluminación de Emergencia.....	20
5.6	Dispositivos de Iluminación.....	21
5.7	Tableros de Panel de Iluminación	21
6.	POTENCIA DE TOMACORRIENTES	22
6.1	Tomacorrientes de Conveniencia.....	22
6.2	Tomacorrientes de Soldadura.....	22
7.	SISTEMA DE CONDUCTO DE CABLEADO.....	23
7.1	Bandeja Porta Cable	23
7.2	Trinchera para Cables	24
7.3	Conduit Sobre Nivel	25
7.4	Tubería Subterráneo	25
7.5	Cableado	26
8.	SISTEMA DE TIERRAS	30
8.1	General.....	30
8.2	Puesta a Tierra del Transformador.....	31
8.3	Puesta a Tierra de Equipos	31
8.4	Puesta a Tierra Estática.....	32
8.5	Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas	32
9.	SISTEMA DE COMUNICACIÓN	33
9.1	Sistema de Intercomunicación y Voceo.....	33
9.2	Sistema de Altavoces (P/A).....	33
9.3	Sistema de Teléfono y de Red de Area Local (LAN).....	34
9.4	Sistema de Radio de la Planta	35
10.	SISTEMA DE PROTECCION CATODICA	36
11.	SISTEMA DE TRACEADO DE CALOR ELECTRICO	38
12.	SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS.....	38
13.	SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO TV (CCTV).....	40
14.	SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y SEGURIDAD.....	41
	ANEXO A.....	42

 PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELECTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 7 de 44

ANEXO B..... 42

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 8 de 44

1. GENERAL

1.1 Alcance

Este documento describe las bases de diseño y requerimientos técnicos para el Sistema Eléctrico del Proyecto Fertilizante de la Planta de Amoniaco y Urea de YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS que se ubicará en la localidad de Bulo Bulu, Municipio de Entre Ríos, Provincia Carrasco, Bolivia. Los requerimientos específicos serán determinados como parte de la Ingeniería de Detalle, Diseño y los resultados de estudios varios.

1.2 Códigos y Estándares

Los equipos y las instalaciones eléctricas diseñados bajo esta especificación se ajustarán a los códigos de la Comisión **Electrotécnica** Internacional (IEC) en el contrato adjudicado y las revisiones últimas de las especificaciones de ingeniería del contrato adjudicado descritos en el Anexo A.

Cualquier conflicto entre este documento y las especificaciones de ingeniería descritos en el Anexo A, se debe cumplir los requerimientos de la especificación de ingeniería.


1.3 Condiciones de Diseño

Los equipos eléctricos deben ser diseñados aptos para uso en atmosfera corrosiva, húmeda y tropical y las condiciones del sitio descritas a continuación.

- i. Temperatura de diseño para los equipos exteriores: 7°C min., 40°C máx.
- ii. Temperatura de diseño para los equipos interiores: 40°C máx.
- iii. Temperatura de diseño para el dimensionamiento de batería : 25°C
- iv. Humedad relativa: 82.3 % min., 100 % máx.
- v. Humedad de diseño: 88.9%
- vi. Altitud: menor a 1000m sobre el nivel del mar (MSL)

2. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

- 2.1 **Las áreas deben ser clasificadas** según el tipo y el grado del peligro como se define en la Norma API RP 505, Practica Recomendada para la Clasificación de las Instalaciones Eléctricas en las Refinerías del Petróleo.
- 2.2 Los materiales eléctricos, equipos y los recintos seleccionados para la instalación en áreas de procesos deben ser específicamente aprobados por las autoridades internacionales u otras organizaciones de prueba reconocidas nacionalmente, para sus usos en área clasificada definida en el Plan de Clasificación del Área.

 <p>PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 9 de 44

3. RECINTOS DE APARATOS ELÉCTRICOS

3.1 Protección de Recintos para Equipos Eléctricos en Áreas No-Peligrosas

3.1.1 Interior

Los equipos instalados en el interior de las áreas no peligrosos deben ser de tipo industrial estándar. Los tableros de distribución deben tener un grado mínimo de protección de IP 41 de acuerdo con IEC 60529.

3.1.2 Exterior

Los equipos instalados en el exterior de las áreas no peligrosas deben ser de tipo industrial estándar a prueba de intemperie. La carcasa mínima para los aparatos eléctricos debe ser de IP 54 según IEC 60529.

3.1.3 Los siguientes equipos eléctricos externos deben ser provistos con toldo.

- (1) Motor solamente para montaje vertical
- (2) Tableros Eléctricos de Iluminación
- (3) Estación de Interruptor de Control
- (4) Tomas para Soldadura/ Conveniencia
- (5) Auricular para Sistema de Voceo
- (6) Estación con Jalador Manual para Alarma de Incendio


Nota: El material de toldo se debe suministrar conforme a cada estándar del fabricante.

3.2 Selección de Equipos Eléctricos para Áreas Peligrosas

Todos los equipos eléctricos a utilizarse en las áreas peligrosas deben ser seleccionados según IEC60079-14 o norma y regulación equivalente. Todos los equipos eléctricos que están instalados en las áreas peligrosas deben proveer los detalles de los certificados de áreas peligrosas para los aparatos eléctricos instalados en las áreas de la Zona 0, Zona 1 y Zona 2; se debe obtener un certificado de conformidad por parte del fabricante.

Es aceptable el uso de los equipos Ex n con una declaración de conformidad para las áreas de la Zona 2. El grado de protección contra la explosión específica en detalle para cada equipo eléctrico debe ser de la siguiente manera:

N.	Equipos	Clase 1 Zona 1	Clase 1 Zona 2	Observ.
(1)	Motor de Inducción	Exd, Exde	Tipo Exn	De acuerdo a la condición de arranque del

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 10 de 44


				motor, se debe aplicar otros tipos de protección.
(2)	Calentador Eléctrico con controlador de temperatura	Exd, Exde	Exd o Exde	
(3)	Estación de control de interrupción	Exd, Exde	Exd o Exde	
(4)	Accesorios de Iluminación	Exd, Exde	Exe o Exn	
(5)	Toma de Corriente	Exde	Exde	
(6)	Caja Terminal	Exe o Exde	Exe o Exde	
(7)	Tableros Eléctricos	Exd o Exde	Exd o Exde	

4. DISEÑO DE SISTEMA

4.1 Tensiones de Uso

Todos los equipos eléctricos deben ser diseñados para las operaciones de 50 Hertz en las siguientes tensiones de uso del sistema:

N.	Equipos / Sistema	Tensión
(1)	En generación de la planta	11 kV, AC, 3 Ph
(2)	Tensión de distribución	6.6 kV, AC, 3 Ph
(3)	Motores de 150 kW y superior	6.6 kV, AC, 3 Ph
(4)	Motores 0.37 kW hasta 149 kW	480 V, AC, 3 Ph
(5)	MOV (Válvula operado a motor)	380 V, AC, 3 Ph
(6)	Tomas para Soldadura	380 V, AC, 3 Ph
(7)	Iluminación Interior	220 V, AC, 1 Ph
(8)	Iluminación general externa	220 V, AC, 1 Ph
(9)	Proyectores e iluminación de calles	220 V, AC, 1 Ph
(10)	Iluminación de respaldo	220 V, AC, 1 Ph
(11)	Tomas de conveniencia	220 V, AC, 1 Ph
(12)	Calentadores eléctricos menor a 3 kW	220 V, AC, 1 PH
(13)	Calentadores eléctricos de 3 kW y superiores	480 V, AC, 3 Ph
(14)	Calentador de Espacio de Motor	220 V, AC, 1 PH
(15)	Instrumentación (UPS)	120 V, AC, 1 Ph
(16)	Panel del sistema de comunicación (UPS)	220 V, AC, 1 PH
(17)	Motor y Alimentador para HVAC	380 V, AC, 3Ph
(18)	Control de Tablero de Maniobra (interruptor) de 6.6kV	110 V, DC
(19)	Disyuntor de Tablero de Maniobra (interruptor) de 6.6kV, cierre y disparo	110 V, DC
(20)	Control de Tablero de Maniobra (interruptor) de 480V	110 V, DC

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 11 de 44

N.	Equipos / Sistema	Tensión
(21)	Disyuntor de Tablero de Maniobra (interruptor) de 480V, cierre y disparo	110 V, DC
(22)	Centro de Control de Motores de 480V	120 V, AC, 1 PH

Nota: Según la configuración de los equipos del paquete, se determinará la tensión nominal del motor y de alimentación.

4.2 Generación y Sistema de Distribución

4.2.1 La energía eléctrica para la Planta de Amoniaco y Urea, Proyecto de Fertilizantes para YACIMIENTOS PETROLIFEROS FISCALES BOLIVIANOS es suministrada por Turbo generador de Vapor 3Ph, 3W, 11kV, 50Hz, 31.25MVA.

Durante el arranque negro y situación de emergencia, la energía eléctrica es suministrada desde dos (2) juegos de Generador de Motor de Diesel 3Ph, 3W, 6.6kV, 50Hz, 3MVA.

En el caso de falla de energía normal, la energía de servicios auxiliares para el área de campamento y edificio de no proceso se alimentará desde un (1) set de generador de motor a diesel de 380V, 700kW.


No se cuenta con una conexión al sistema de energía de la red nacional.

4.2.2 3Ph, 3W, 11kV, 50Hz energía eléctrica desde el Generador de Turbina de Vapor se transforma en 3Ph, 3W, 6.6kV, 50Hz a través de transformador reductor. La energía eléctrica 3Ph, 3W, 6.6kV, 50Hz desde la Subestación N° 1 (Main & Utility Substation) debe ser distribuida a las subestaciones de área o de unidad. Los sistemas radiales rectos deben ser aplicados para la distribución de 6.6kV, 480V y 380V.

Para la subestación de toma de agua de río y la subestación del área de campamento, las cuales están ubicadas afuera de los límites de la planta, el único alimentador (a través de la línea aérea para la subestación de toma de agua de río, y a través de la línea subterránea para la subestación del área de campamento) será alimentado desde la subestación principal & de servicios auxiliares.

Los neutros del sistema de 11kV deben ser aterrizados a tierra a través del NER con resistencia de 400A. Los neutros del sistema de 6.6kV deben ser aterrizados a tierra a través del NER con resistencia de 200A. Los neutrales del sistema de 480V y de 380V den ser sólidamente aterrizados a tierra.

4.2.3 Los niveles de tensión, capacidades de interrupción, capacidades corriente continua, protección del circuito y resistencias mecánicas deben ser seleccionados de acuerdo con los cálculos y las recomendaciones de los códigos y estándares aplicables indicados en el Párrafo 1.2.

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 12 de 44

4.2.4 Los dispositivos de protección del sistema deben ser seleccionados y coordinados para asegurar que el interruptor más cercano al punto de corto circuito o sobrecarga alta se abra y minimice las perturbaciones en el resto del sistema.

4.2.5 Los parámetros del sistema deben ser controlados de tal manera que la variación de la tensión se mantenga a $\pm 5\%$ y la frecuencia a $\pm 2\%$.

4.3 Edificios de Subestación y Salas de Tableros Eléctricos

4.3.1 Los edificios de subestación deben estar ubicados en las áreas no peligrosas, o deben ser diseñados para asegurar que el interior no sea peligroso.

4.3.2 Los edificios de subestación para el proceso no deben tener ventanas externas y deben ser provistos con al menos dos puertas personales y una puerta de equipos. La puerta de equipos debe adaptarse a la unidad ensamblada más grande de equipos usando las puertas de tamaño estándar con marcos removibles, según sea necesario.

4.3.3 El layout del edificio de subestación debe incluir 10% de espacio para añadir equipos futuros.


4.3.4 El espacio libre mínimo alrededor de los equipos debe ser de la siguiente manera:

N.	Espacio	Espacio libre min.
(1)	Detrás de Tablero de Maniobra (Interruptor) / Centro de Control de Motores (MCC)	800mm
(2)	Entre los extremos del Tablero de Maniobra (Interruptor)/Centro de Control de Motores o entre los extremos del Tablero de Maniobra (Interruptor)/Centro de Control de Motores y la pared.	800mm
(3)	Pasillo de Operación (entre tablero de maniobra /centro de control de motores y otros equipos)	1800mm o recomendación mínima del fabricante
(4)	Pasillo de Operación General	1200mm

Nota: 1) El panel para ítem de paquete no es aplicable para requerimiento de espacio libre mínimo antes mencionado.

2) La distancia libre mínimo se medirá entre paredes de paneles y paredes del edificio no de la columna del edificio.

4.3.5 Un espacio libre vertical mínimo de 1200mm debe ser provisto arriba de la sección de panel más alta medida desde la parte inferior de la viga de techo más baja.


 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	<p>CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO</p>	
	<p>N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301</p>	<p>Rev. D</p> <p>Página 13 de 44</p>

4.4 Transformadores de Potencia

- 4.4.1 Los transformadores de potencia deben ser de tipo exterior, sumergidos en aceite, 3 fases, 50Hertz con devanado secundario de conexión en estrella y primario de conexión en triangulo.
- 4.4.2 Los transformadores deben ser auto-enfriados y generalmente deben tener la impedancia estándar, excepto en algunos casos la impedancia puede ser añadida para limitar la corriente de cortocircuito dentro de los rangos estándares de los equipos fabricados.
- 4.4.3 Los transformadores de distribución deben tener el Cambiador de Toma Sin Carga (NLTC) con cuatro tomas de 2-1/2 % de capacidad total, y dos de éstas tomas deben ser mayor a la tensión primaria nominal y otros dos deben ser menor a la tensión primaria nominal.
- 4.4.4 El grupo vectorial e impedancia debe ser especificado en el diagrama unifilar y hoja de datos del transformador.

4.5 Tablero de Maniobra de MT y Centro de Control de Motores (MCC)

- 4.5.1 Las columnas del tablero de maniobra (interruptor) de MT y centro de control de motores (MCC) consistirán del tipo cubierta metálica (metal clad type), auto soportados verticalmente, de frente muerto (dead front), conteniendo barras de potencia; interruptores extraíbles o contactores con fusibles / contactores, y dispositivos auxiliares de control necesarios tales como transformadores de medición , relés, medidores, e interruptores de medición y control.
- 4.5.2 Los interruptores de circuito de MT deben ser de interrupción al vacio (VCB), de tipo eléctricamente operado y deben tener operación de tipo energía almacenada.
- 4.5.3 El enclavamiento eléctrico y mecánico debe ser provisto para prevenir operación errónea del interruptor aterrizado.
- 4.5.4 Los motores de MT deben ser controlados por fusibles limitadores de corriente, arrancadores de motor de tipo contactor magnético al vacio. Los arrancadores deben ser operados eléctricamente con circuitos de cierre y disparo de DC 110volts.
- 4.5.5 Los arrancadores de motor de MT deben ser graduados por encima de la corriente de motor continuo y tener capacidad para interrumpir el sistema ante un cortocircuito. Los arrancadores de motor deben ser agrupados en cubierta metálica, ensambles auto-soportados.
- 4.5.6 Los alimentadores entrantes y salientes deben ser provistos con medición y relés de protección multifuncional.

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 14 de 44

4.5.7 Las entradas de alimentación de energía eléctrica proveniente de Turbogenerador de Vapor y desde los generadores de la Subestación N° 1 (Main & Utility Substation) deben ser con amperímetros y voltímetros analógicos.

Las interconexiones de barras deben ser provistos con voltímetros analógicos para Barras A y Barras B.

Para cada alimentador saliente, la función de medición deberá estar integrado en el relé de multifunción.

4.5.8 El tablero de maniobra (interruptor) de MT & Las columnas de MCC deben tener el certificado de la resistencia del arco interno conforme al estándar IEC.

4.6 Tablero de Maniobra de BT y Centro de Control de Motores (MCC)

4.6.1 Las columnas de MCC y tablero de maniobra (interruptor) de BT consistirán del tipo cubierta metálica (metal clad type), auto soportados verticalmente, de frente muerto (dead front), conteniendo barras de potencia; interruptores extraíbles de aire o arrancadores de combinación, y dispositivos auxiliares de control necesarios tales como transformadores de medición, relés, medidores, e interruptores de medición y control.

4.6.2 La estructura de aislamiento y separación debe ser de la forma 3b con botas de aislamiento.

4.6.3 Los interruptores de circuito para los alimentadores entrantes y salientes superiores a 630A deben ser de interruptor de aire (ACB) y eléctricamente operado con operadores tipo energía almacenada. Las unidades de disparo deben ser de tipo estado sólido con características selectivas.

Los interruptores de circuito para los alimentadores salientes hasta 630A deben ser interruptores instantáneos termo-magnéticos (MCCB).


4.6.4 Los arrancadores para motores deben ser de tipo combinado, abarcando un interruptor instantáneo termo-magnético (MCCB) para proveer protección de cortocircuito y medios de desconexión, y un contactor magnético para proporcionar protección contra sobrecargas.

4.6.5 Cada interruptor de potencia debe ser capaz de interrumpir la máxima posible corriente de cortocircuito disponible en sus terminales.

4.6.6 Todos los interruptores y arrancadores de motor deben contar con bloqueo con candado en la posición off.

4.6.7 Deben ser provistas entradas para relés de protección multi-funcional basados en microprocesador y medición.

Deben ser provistos los alimentadores salientes superiores a 630A con dispositivo de protección/medición integrado con ACB.

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 15 de 44


Deben ser provistos los alimentadores salientes hasta 630A para relé de falla de tierra (50G).

Deben ser provistos los alimentadores de motor por debajo de 150kW con relé de protección de sobrecarga térmica.

- 4.6.8 Las unidades del arrancador de combinación hasta 110kW deben ser de tipo removible. Superior a 110kW, las unidades del arrancador de combinación puede ser de tipo fijo.
- 4.6.9 Los arrancadores de motor deben ser agrupados en gabinete metálico, centro de control de motores tipo espalda con espalda (Back to Back), auto-soportado que tienen recintos de propósito general con empaquetadura de puerta.
- 4.6.10 La potencia de control para contactor magnético debe ser desde el transformador de potencia de control individual con clasificación según el diagrama unifilar.
- 4.6.11 El tablero de maniobra (interruptor) de baja tensión y el centro de control de motores deben ser conectados a los transformadores de potencia por medio de cable. La barra del tablero de maniobra (interruptor) y el cable deben contar con una corriente nominal continua no menor a la capacidad nominal del transformador de potencia asociado.
- 4.6.12 El tablero de maniobra (interruptor) de baja tensión y el centro de control de motores deben estar ubicados en la subestación de unidad o área respectiva.
- 4.6.13 El suministro de energía a motor, calentador y otras alimentaciones para HVAC debe ser alimentado desde el tablero de distribución de energía del paquete de HVAC.

4.7 Tablero de Distribución de Potencia (PDB) de BT

- 4.7.1 PDB de baja tensión debe consistir en estructuras de acero frente muerto (dead front), verticalmente auto-soportado, **encerrados en metal (metal enclosed)** que contiene barras de potencia, transformador reductor integrado, interruptores de circuito, y dispositivos de control auxiliares necesarios tales como transformadores de instrumentación, medidores y interruptores de medición y de control.
- 4.7.2 El transformador reductor integrado debe ser de 480V/380V-220V.
- 4.7.3 En general, los equipos eléctricos de no proceso tales como iluminación, con tomas de uso general, MOV y equipos auxiliares, etc. deben ser alimentados desde PDB de baja tensión.

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D Página 16 de 44

4.8 Sistema de Arrancador Suave e Inversores


- 4.8.1 El tipo de inversor debe ser mínimo inversor de 6-pulsos con filtros armónicos, de requerirse.
- 4.8.2 El inversor de baja tensión (480V) puede ser usado para los motores menores a 250kW, si procede.
- 4.8.3 Los armónicos deben ser limitados de acuerdo con la norma IEEE 519.
- 4.8.4 Para el propósito del arranque suave, se puede aplicar el VFD de MT al método de **arranque** del motor de MT. En ese caso el VFD de MT se debe usar solamente para el propósito de arranque, no para el control de la velocidad del motor.

4.9 Motores

- 4.9.1 Los motores seleccionados para la instalación en las instalaciones químicas y de petróleo deben ser aptos para uso en el ambiente en donde éstos serán instalados y deben ser aprobados para uso en área clasificada como se define en el plan de Clasificación de Área Peligrosa.
- 4.9.2 En toda la planta, se debe usar el motor de inducción de tipo jaula de ardilla. Los motores deben trabajar exitosamente a la carga nominal y frecuencia nominal y tener un par de arranque suficiente para acelerar la carga cuando la tensión cae debido a las corrientes de arranque. Los motores deben ser aptos para arrancar y acelerar la carga al 80% de tensión nominal en sus terminales.
- 4.9.3 Los motores de media tensión deben ser de IP55, TEFC, TEAAC o TEAWC, aislamiento de clase F con subida de temperatura de clase B. Los motores de baja tensión deben ser IP55, TEFC, aislamiento de clase F con subida de temperatura de clase B.
- 4.9.4 La resistencia de calentamiento debe ser instalado solamente para los motores de MT. La resistencia de calentamiento para los motores de BT podrá ser instalado de acuerdo al requerimiento de proceso o recomendación del proveedor de paquete.

4.10 Botonera de Control Local

- 4.10.1 Se debe proveer una Botonera de Control Local para cada motor controlado por un arrancador magnético o un interruptor de circuito operado eléctricamente. Si el panel de control local o panel de control de unidad es provisto por el proveedor del paquete, la Botonera de Control Local no será provisto. La Botonera de Control debe ser de tipo alta resistencia al uso (heavy duty) en una envolvente de tipo plástico reforzado con fibra. El recinto para la Botonera de Control Local debe ser apto para las condiciones de diseño y requerimientos de clasificación del área.

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	<p>CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO</p>	
	<p>N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301</p>	<p>Rev. D</p> <p>Página 17 de 44</p>

4.10.2 Los motores y calentadores de proceso deberán ser operados y controlados por pulsador, con un contacto momentáneo de “ARRANQUE” y un contacto momentáneo “PARADA.” Candado, se debe suministrar placa con cerradura para el pulsador de “PARADA” para evitar el malfuncionamiento.

4.10.3 En general, la Botonera de Control Local debe ubicarse a la vista de y adyacente al motor controlado. En algunos casos, no obstante, Botonera de Control Local debe ubicarse en el panel de control remoto o local.

Nota: El panel de control local está ubicado cerca del motor. El panel de control remoto está ubicado en la subestación o sala de rack.

4.10.4 Los requisitos de detalle para la estación del interruptor de control son como sigue.


- (1) Material: Plástico reforzado con fibra
- (2) Montaje: Tipo montado en poste
- (3) Placa de identificación: Acero inoxidable para número de etiqueta
- (4) Etiqueta: PVC o Acero inoxidable (Para lámparas, botones y etc.)
- (5) Pulsador: Inicio (Verde) y Paro (Rojo)
- (6) Lámpara LED: Inicio (Verde) y Paro (Rojo)
- (7) Interruptor selector: 1NO + 1NC, Sin interrupción (Make before break)
(Si se requiere, conforme al concepto de operación)
- (8) Dispositivo de bloqueo: Botón de paro
- (9) Cableado interno: 1.5mm² de alambre de PVC con etiqueta

4.11 Baterías de Almacenamiento y Cargador

4.11.1 Un sistema de batería de almacenamiento que consiste en un rack de batería, baterías de acido de plomo selladas con baja emisión de hidrogeno, cargador de batería de estado sólido, panel de distribución de DC, e interruptores de desconexión necesarios. Un sistema de batería de almacenamiento debe proveer potencia de DC 110V para el control de interruptores, luces de indicación, etc.

4.11.2 El tiempo de respaldo de las baterías debe ser de 120 minutos.

4.11.3 La temperatura de diseño para el dimensionamiento de las baterías debe ser de 25°C.

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D Página 18 de 44

4.12 Sistemas de Alimentación de Potencia Ininterrumpida (UPS) y de Potencia en Relevé


- 4.12.1 Se debe brindar una fuente fiable de energía a los instrumentos y las redes de parada deben ser suministradas de acuerdo a lo que se indica en los requerimientos de control de proceso. la fuente de energía debe ser de sistema de UPS de estado sólido estático que consiste en rectificador/cargador de batería, unidades de inversor con 2 horas de respaldo de batería.
- 4.12.2 El generador accionado por el motor diesel debe proveer potencia en respaldo para las cargas de emergencia los cuales son críticas durante el periodo de parada de emergencia en la planta que no necesitan potencia ininterrumpida, y para suministrar la iluminación necesaria a fin de facilitar el paro de las unidades de proceso en orden en caso de falla completa del suministro de energía eléctrica.

4.13 Sistema de Monitoreo de Energía (PMS)

- 4.13.1 El propósito del Sistema de Monitoreo de Energía (PMS) es proporcionar el monitoreo remoto del estado del interruptor y de medición. Además, el control remoto como una orden OFF para interruptores de MT y contactores y orden de Desprendimiento de Carga (Load Shedding) para alimentadores salientes de 6.6kV será previsto por el Sistema de Monitoreo de Energía (PMS).
- 4.13.2 El estado de operación de cada uno de los equipos eléctricos y del panel es descrita específicamente en la sección 3.4.2 del Doc. No. PAU-DEL-C-SPC-41201, "ESPECIFICACION PARA SISTEMA DE MONITOREO DE ENERGIA."
- 4.13.3 La red de comunicación deberá ser configurado sobre la base de protocolo de comunicación tales como la norma IEC 61850, TCP/IP y Modbus aplicando de acuerdo al requerimiento del diseño del sistema.
- 4.13.4 El Sistema de Monitoreo de Energía (PMS) deberá ser configurado mediante el uso de los componentes del sistema, tales como un switch de Ethernet, la unidad de control de la interface, estación de trabajo de ingeniería y etc. de acuerdo al Diagrama de Bloque del Sistema de Monitoreo de Energía (PMS).

4.14 Expansión Futura

- 4.14.1 No se debe proveer capacidad del alimentador o transformador para añadir futuros bloques de proceso. Para permitir revisiones y crecimiento de carga futura razonable dentro de los bloques de proceso que son parte de la instalación inicial, las capacidades del transformador de la subestación debe

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 19 de 44

incluir un margen de 15% sobre la carga pico en base a la capacidad de auto-enfriamiento.

5. DISEÑO DE SISTEMA DE ILUMINACION

5.1 General

5.1.1 En general, los tipos de Dispositivos de iluminación deben ser de la siguiente manera:

N.	Ubicación	Tipo de Dispositivos de Iluminación
(1)	Área de Proceso Interno	Lámpara de Alta Presión de Sodio (HPS), o lámpara fluorescente
(2)	Proceso/Servicios Auxiliares Externos	Lámpara de Alta Presión de Sodio (HPS), o lámpara fluorescente
(3)	Oficina, Sala de Control, Subestación	Lámpara fluorescente
(4)	Iluminación Sumergibles y de Calles	Lámpara de Alta Presión de Sodio (HPS)

5.1.2 De requerirse, se debe proveer vidrios de inspección de válvula con accesorios de iluminación especiales suministrado por el proveedor del paquete.


5.1.3 Los dispositivos de iluminación para la iluminación general deben estar ubicados cerca de los instrumentos montados en campo de tal manera que la iluminación especial para tales instrumentos se mantengan al mínimo.

5.1.4 El diseño del sistema de iluminación para áreas de almacenamiento abiertas externas tales como área de tanque de almacenamiento, etc. debe basarse en uso máximo de iluminación **con proyectoros**.

5.2 Niveles de Iluminación

El sistema de iluminación será diseñado para los niveles de iluminación mantenidos en promedio como se muestra en la tabla de abajo.

N.	Ubicación	Nivel de Iluminación (Lux)
(1)	Salas de control, general	500
(2)	Salas de control, frente del panel de control	500 (Vertical)
(3)	Salas de control, parte trasera del panel	100
(4)	Salas de equipos eléctricos, frente de los equipos	150
(5)	Salas de equipos eléctricos, parte trasera	50

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 20 de 44

N.	Ubicación	Nivel de Iluminación (Lux)
	de los equipos	
(6)	Laboratorios	500
(7)	Vestuarios/Cuartos de duchas	100
(8)	Oficinas	500
(9)	Casas de compresores	200
(10)	Taller de mantenimiento	200
(11)	Áreas de operación y bomba	50
(12)	Plataformas de operación	50
(13)	Plataformas de Mantenimiento	10
(14)	Rack de Carga	50
(15)	Almacén a granel	50
(16)	Iluminación de área general y patio	10
(17)	Iluminación de calle	Uso frecuente: 4 Uso infrecuente: 2
(18)	Otras ubicaciones	Como recomendado por API RP 540

Nota : 1) Se debe aplicar promedio de 100 Lux para punto de carga.


5.3 Interruptor de conmutación para iluminación

- 5.3.1 El sistema de iluminación exterior debe ser apagado/encendido por contactor magnético ubicado en el tablero de distribución de potencia de baja tensión, el contactor es controlado por fotocelula. Los circuitos derivados de iluminación interior deben ser encendidos/apagados localmente en las puertas de entrada a los cuartos o áreas.
- 5.3.2 En general, los circuitos derivados de iluminación deben ser controlados desde los tableros locales.
- Los interruptores deberán ser aptos para las condiciones del diseño y clasificación del área.
- 5.3.3 Cualquier circuito que sirve para dispositivos de iluminación tanto exterior como interior debe contar con un interruptor que separe la porción exterior del circuito.

5.4 Marca de Obstrucción de Aeronaves (Balizamiento)

- 5.4.1 Cuando se requiera, el marcado y la iluminación de obstrucción de aeronaves deben ser provistos para las estructuras, edificios y equipos de acuerdo con la norma de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO).

5.5 Iluminación de Emergencia

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 21 de 44


- 5.5.1 Los dispositivos de iluminación fluorescentes de emergencia deben ser provistas y localizadas a lo largo de las rutas de salida principal dentro de las unidades de proceso y en otras ubicaciones estratégicas. Estos dispositivos suministrarán iluminación de escape durante un fallo de energía y durante el periodo requerido por las luces de HID para volver con toda intensidad tras ser apagados a consecuencia de una caída de tensión.
- 5.5.2 El cableado de iluminación de salida de emergencia debe instalarse en un sistema de conduit separado.
- 5.5.3 Los dispositivos de iluminación de emergencia con batería integrada y que encienden en caso de falla normal de energía deberán instalarse en interiores.
- 5.5.4 Los accesorios de iluminación de emergencia deben ser equivalente al 10% de los accesorios de iluminación normal.

5.6 Dispositivos de Iluminación

- 5.6.1 Los dispositivos de iluminación localizados en áreas peligrosas deben ser específicamente aptos para uso en área peligrosa de acuerdo a lo descrito en el Plan de Clasificación de Área Peligrosa.
- 5.6.2 Los dispositivos de iluminación instalados en el exterior de las áreas no peligrosas deben ser **cerrados y sellados**.
- 5.6.3 Las luces de HID deben ser construidas con vidrio de cubierta resistente a calor e impacto, como tensión necesaria para el nivel de iluminación, y debe ser provisto con potencia constante, balastos de factor de potencia alto.
- 5.6.4 Los dispositivos de iluminación **fluorescentes** de emergencia deben ser provistos con reflectores, guardas y globos de vidrio configurado.
- 5.6.5 Los dispositivos de iluminación fluorescentes empotrados deben ser provistos en las salas de control y áreas de tipo oficina. Los dispositivos de iluminación fluorescentes de tipo reflector abierto suspendido deben ser provistos en las demás ubicaciones del interior.

5.7 Tableros de Panel de Iluminación

- 5.7.1 Los circuitos derivados de iluminación deben ser protegidos mediante interruptores de circuito de fuga a tierra y alojados en los tableros.
- 5.7.2 En los interiores de las áreas no peligrosas, los tableros deben tener envoltentes de propósito general. En los exteriores de las áreas no peligrosas, los tableros deben tener envoltentes con protección contra la intemperie. Los tableros en las áreas peligrosas contarán con envoltente para adecuarse a las condiciones de diseño y requerimientos de clasificación del área.

 <p>PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D Página 22 de 44

5.7.3 Los requisitos de detalle para tablero de panel son como sigue.

- Material: Resina de poliéster reforzado con fibra de vidrio
- Interruptor principal: Interruptor de circuito en caja moldeada
- Interruptor del alimentador: Interruptor de circuito de fugas a tierra
- Cableado interno: Barra bus de cobre revestido de níquel o Estándar del fabricante
- Perno, tuerca & bisagras de puerta: acero inoxidable
- Tapón ciego: Aluminio
- Grado IP: Mín. IP54


6. POTENCIA DE TOMACORRIENTES

6.1 Tomacorrientes de Conveniencia

- 6.1.1 Los tomacorrientes para utilidades para la operación de 220V deben ser provistos para proveer una fuente de energía para las lámparas de extensión portable y herramientas eléctricas pequeñas. Los tomacorrientes deben ubicarse de tal manera que cualquier punto en las áreas de trabajo de la unidad de proceso donde se estime el uso de los mismos para reparaciones, ajustes, o inspección pueda ser alcanzado con un cable de extensión de 15 metros.
- 6.1.2 Los toma-corrientes para utilidades deben ser de tipo interruptor enclavado de capacidad nominal de 16A, dos hilos, bi-polares para áreas peligrosas externas, y para áreas seguras industriales externas o internas, se deben proveer con protección a la intemperie, 16A nominal, dos hilos, bi-polares. En caso de las áreas seguras internas, tales como oficinas, los contactos deben ser de dos hilos, bi-polares. Máximo 6 contactos deben conectarse a un alimentador.

6.2 Tomacorrientes de Soldadura

- 6.2.1 Los toma-corrientes de 380V deben ser provistos para suministrar potencia a las maquinas de soldadura durante el mantenimiento. Se deben instalar los toma-corrientes en ubicaciones convenientes dentro de 50 metros solo en áreas de proceso. Los toma-corrientes serán provistos a nivel de suelo y no en las estructuras.
- 6.2.2 Los toma-corrientes de soldadura deben ser de tipo interruptor enclavado de capacidad nominal de 60A, cinco polos (3P+N+PE) para áreas peligrosas

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 23 de 44


externas. En áreas seguras, los toma-corrientes de soldadura deben ser de tipo protección a la intemperie industrial estándar.

- 6.2.3 Dos sets de tomacorrientes de soldadura de 380V deben conectarse a un alimentador. Los tamaños de cable alimentador deben basarse en un factor de demanda de 0.5.

7. SISTEMA DE CABLEADO

7.1 Bandeja Porta Cable

- 7.1.1 Los sistemas de bandeja porta cable deben generalmente usarse para contener cable de control y potencia de conductor simple o multi-conductor. Las bandejas porta cable deben ser de tipo escalera de acero galvanizado por inmersión en caliente.
- 7.1.2 Los accesorios tales como tapa ciega y abrazadera de tapa ciega, acabados ciegos, placas de empalme varias, deben ser usados como requerido y deben ser fabricados por el fabricante de las unidades de bandeja básica para armar un **conjunto** de sistema de bandeja bien ajustable y uniforme.
- 7.1.3 La ferretería para empernado debe ser de acero inoxidable para exteriores, acero galvanizado para interiores.
- 7.1.4 La cubierta de la bandeja para exteriores debe instalarse en la parte superior de la bandeja si es de una capa o de múltiples capas. Para bandeja porta cable en interiores, no se debe instalar la cubierta de bandeja.
- 7.1.5 Todos los cables en la bandeja deben ser agrupados de acuerdo **a la** tensión, clase de aislamiento y función. Los cables de media tensión deben operarse en bandejas separadas, uno para cada clase de tensión. Los cables de control y cables de potencia de 480V pueden operarse en las mismas bandejas.
- 7.1.6 La bandeja perforada debe ser aplicada para el siguiente propósito.
- (1) Conjunto de cables desde la ruta de cableado principal
 - (2) Cables para sistema de iluminación
 - (3) Sistema de alarma de incendios y sistema de comunicación (de requerirse)
- 7.1.7 **Los requisitos de detalle para bandeja portacables son como sigue.**
- (1) **Material: Acero de carbono**
 - (2) **Acabado: Galvanizado en caliente (revestimiento de zinc de 65 micras)**

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 24 de 44

- (3) Tipo de bandeja: Tipo escalera
- (4) Tipo de barandilla: Barandilla interior
- (5) Anchura & Longitud: 300/600/900W X 6000mmL
- (6) Tamazo de barandilla: 20mmF x 150mmH x **mm THK
 - ** : 300W : 2.0mm THK
 - ** : 600W / 900W : 2.3mm THK
- (7) Espacio de peldaño: espacio de 200mm
- (8) Máxima carga permisible (capacidad de carga)
 - 900W : 145kg/m + 50% Factor de seguridad = 220kg
 - 600W : 100kg/m + 50% Factor de seguridad = 150kg
 - 300W : 50kg/m + 50% Factor de seguridad = 75kg

7.1.8 Los requisitos de detalle para bandeja portacables perforada son como sigue.


- (1) Material: Acero de carbono
- (2) Acabado: Galvanizado en caliente (revestimiento de zinc de 65 micras)
- (3) Tipo de bandeja: Tipo perforado
- (4) Tipo de barandilla: Barandilla interior
- (5) Tamaño de barandilla: 20mmF X 100mmH X 1.6mm THK
- (6) Anchura & Longitud: 200W X 3000mmL

7.2 Trinchera para Cables

7.2.1 Los cables instalados debajo del nivel del suelo en área pavimentada debajo del rack de tubería deben ser tendidos en las trincheras de concreto excepto los ramales especificados en los planos de ruteo de cableado principal. Los cables instalados en área no pavimentada deben ser directamente enterrados. Los ductos son aceptables en el cruce de camino de acceso y otros bloqueadores.

7.2.2 Los marcadores adecuados deben ser provistos en los tendidos de los cables enterrados directamente para indicar la ruta del cable y deben ubicarse a intervalos de 15m y donde la ruta cambie de dirección en la planta de proceso, mientras a intervalos de 50m para el exterior del área de proceso.

Donde los cables están directamente enterrados o instalados en las trincheras de concreto, la parte inferior de la trinchera debe rellenarse con

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 25 de 44

una capa de arena de 50mm, si no una capa de piedra tamizada pequeña debe ser puesta primero y luego los cables son puestos, la trinchera debe rellenarse con arena o relleno tamizado hasta un nivel de 100mm desde el centro de los cables. Los cables de BT y MT directamente enterrados deben ser puestos a una profundidad no menor a 450mm y 800mm respectivamente.


- 7.2.3 Cuando los cables pasan por debajo de las calzadas, éstos deberán instalarse en los ductos. Después de la instalación de los cables, todos los ductos o aperturas deben ser sellados para detener el ingreso de la humedad.

7.3 Conduit Sobre Nivel

- 7.3.1 En general, se debe aplicar el método de conduit abierto. El cableado interior y exterior que no está instalado en las bandejas porta cable debe ser tendido en el conduit de acero rígido galvanizado por inmersión en caliente sobre el nivel de la tierra. El tamaño de conduit mínimo debe ser de 3/4 pulgada.
- 7.3.2 El conduit debe apoyarse en los canales de acero galvanizado suspendido de, o adjunto a los soportes o estructura de acero.
- 7.3.3 Todos los tramos de conduit deben evitar las obstrucciones y curvas innecesarias y deben mantener el espaciado adecuado desde las superficies calientes para prevenir daños al aislamiento de cable. Todos los tramos de conduit deben tener una separación mínima de 300mm desde las líneas de vapor, líneas de vapor caliente o cualquier otro objeto caliente mayor a 150 °C.
- 7.3.4 Se debe proveer acoplamiento de conduit para la conexión entre cada conduit cuando la longitud del conduit instalado excede a más de 3m.
- 7.3.5 Se debe aplicar casquillo al extremo de cada conduit.

7.4 Tubería Subterráneo

- 7.4.1 La instalación de conduit subterráneo para cualquier potencia, iluminación o circuito de control será utilizada en situaciones cuando sea necesaria para permitir accesibilidad de mantenimiento a los equipos, o cuando las estructuras de soporte sobre el nivel de la tierra no sean económicamente viables.
- 7.4.2 El cableado subterráneo debe ser instalado en tubería de PVC reforzado o PE flexible para ruta individual. El tamaño de tubería subterránea mínimo debe ser de una (1) pulgada. La cubierta terrestre mínima debe ser de 450mm.
- 7.4.3 Las salidas de tubería enterrado en concreto en las localizaciones externas deben ser extendidas 100mm más allá de las superficies acabadas. Los pasa muros interiores deben ser al mismo nivel de los pisos terminados.

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 26 de 44

7.5 Cableado

7.5.1 General

- (1) El tamaño de los conductores y de los cables debe cumplir los requerimientos del código aplicado. La temperatura ambiental del aire de 40°C debe usarse para dimensionar los conductores para sus usos en exteriores por encima del suelo.
- (2) De manera conservadora, la temperatura del terreno 30°C debe usarse para dimensionar los conductores para sus usos en subterráneo. Las tolerancias para el calentamiento del ducto subterráneo deben considerarse, cuando sea necesario. Los cables de media tensión deberán dimensionarse para soportar esfuerzos térmicos por corto circuito sin daño permanente al aislamiento.

7.5.2 Caída de Tensión


- (1) La caída de tensión en los conductores eléctricos no debe exceder los siguientes porcentajes de la tensión nominal del sistema.

Alimentadores principales y sub-alimentadores	2 %
Todos los alimentadores del motor entre los arrancadores del motor y terminales del motor	5 % a plena carga de uso
Alimentadores de iluminación	2 %
Circuitos derivados de iluminación desde los tableros a los dispositivos de iluminación	5 %

- (2) Cuando las caídas de tensión del alimentador son insignificantes, la caída entera puede ser tomada en el circuito derivado. Los tendidos largos de los circuitos de iluminación de emergencia pueden tener una caída máxima de tensión del 5% para los derivados.
- (3) La fluctuación de tensión en la barra de distribución principal debe ser mantenida dentro de +10% y -15% de tensión nominal cuando se arrancan los motores más grandes.

7.5.3 Cables

- (1) Cables de potencia de MT
 - i) Los cables unifilares de potencia de media tensión deben ser conductor de cobre trenzado, XLPE aislado, cubierta de PVC, blindaje con cinta de cobre (copper tape shield), armado de hilo de aluminio (AWA), retardante de llama, protección UV y tratamiento contra insectos sobre la cubierta tipo FR-PVC.
 - ii) Los cables multi-filares de potencia de media tensión deben ser conductor de cobre trenzado, XLPE aislado, cubierta de PVC, blindaje con cinta de cobre (copper tape shield), armado de hilo de

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 27 de 44

acero galvanizado (SWA), retardante de llama, protección UV y tratamiento contra insectos sobre la cubierta tipo FR-PVC.

(2) Cables de potencia de BT

- i) Los cables unifilares de potencia de baja tensión deben ser conductor de cobre trenzado, XLPE aislado, cubierta de PVC, armado de hilo de aluminio (AWA), retardante de llama, protección UV y tratamiento contra insectos sobre la cubierta tipo FR-PVC.
- ii) Los cables multi-filares de baja tensión deben ser conductor de cobre trenzado, XLPE aislado, cubierta de PVC, armado de hilo de acero galvanizado (SWA), retardante de llama, protección UV y tratamiento contra insectos sobre la cubierta tipo FR-PVC.

(3) Cable de control para sistema de **potencia**

- i) Los cables de control para sistema de **potencia** deben ser conductor de cobre trenzado, PVC aislado, cubierta de PVC, armado de hilo de acero galvanizado (SWA), retardante de llama, protección UV y tratamiento contra insectos sobre la cubierta tipo FR-PVC.

(4) Cables para sistema de iluminación y comunicación


- i) Los cables exteriores para el sistema de iluminación y comunicación deben ser igual a otros cables para el sistema de energía.
- ii) Los cables interiores para el sistema de iluminación y comunicación deben ser igual a otros cables para el sistema de **potencia**, así como LSZH (bajo humo cero halógeno) cubierta tipo tratado.

(5) Cables para sistema de alarma contra incendios

- i) Los cables para el sistema de alarma contra incendios deben ser igual a otros cables para el sistema de energía, así como la cubierta tipo PVC resistente contra el fuego.
- ii) Los cables interiores para el sistema de alarma contra incendios deben ser igual a otros cables para el sistema de alarma contra incendios, así como LSZH (bajo humo cero halógeno) cubierta tipo tratado.

(6) La codificación del color y el tamaño mínimo de los conductores para los cables de control y potencia deben ser de la siguiente manera:

N.	Descripción	Tamaño Conductor Min. (mm ²)	Color Núcleo
(1)	Potencia de AC 1Fase, 2 Cables	2.5 mm ²	L1: Negro, N: Azul


 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 28 de 44

(2)	Potencia de AC 3 Fase, 3 Cable	2.5 mm ²	L1: Negro, L2:Marrón, L3: Gris
(3)	Potencia de AC 3 Fase, 4 Cable	2.5 mm ²	L1: Negro, L2:Marrón, L3: Gris, N: Azul
(4)	Energía de DC	2.5 mm ²	(+) : Negro, (-) :Blanco
(5)	Control de AC/DC	1.5 mm ²	De color Negro con los números del núcleo
(6)	Puesta a Tierra (energía/control)	6.0 / 4.0 mm ²	Verde/Amarillo

- (7) Código de colores y tamaño mínimo de los conductores para los cables de potencia y de control dentro del panel serán los siguientes:

No.	Descripción	Tamaño Conductor Min. (mm ²)	Color del Hilo
(1)	Potencia de AC	2.5 mm ²	L1: Negro , N: Azul (En el lado primario de MCB)
(2)	Energía de DC	2.5 mm ²	(+) : Negro, (-) :Blanco (En el lado primario de MCB)
(3)	Control de AC	1.5 mm ²	Negro
(4)	Control de DC	1.5 mm ²	Gris
(5)	Secundario de PT	2.5 mm ²	Amarillo
(6)	Secundario de CT	2.5 mm ²	Rojo
(7)	Puesta a Tierra (energía/control)	6.0 / 4.0 mm ² o Recomendación del Proveedor	Verde/Amarillo

- (8) Alarma contraincendios, traceado de calor eléctrico, protección catódica, comunicación y los demás cables de baja tensión deben ser según la recomendación del proveedor.
- (9) Los cables en bandejas portacables horizontales deben fijarse en sus lugares con precintos de cable a intervalos que no excedan 6 metros en todo el recorrido horizontal.
- (10) Los cables de conductores múltiples en bandejas portacables vertical deben fijarse en sus lugares con precintos de cable dentro de 300mm del

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 29 de 44

comienzo y final de cada tendido vertical y a intervalos que no excedan 2 metros a lo largo del tendido vertical.

- (11) Donde los cables dejan las bandejas en áreas externas, éstos deben ser tendidos en conduit para proteger los cables contra daños.

7.5.4 Empalmes y Terminaciones


- (1) Los kits de terminación de alivio de esfuerzo deben ser usados para los cables de media tensión.
- (2) Se debe evitar los empalmes en cableado de control y potencia. No obstante, cuando sea esencial tendidos dificultosos y largos, se debe permitir el empalme mediante kits para empalmes o cajas de conexionado.
- (3) Se debe evitar los empalmes en cableado de alarma, comunicación y control. Cuando se requieran los empalmes, éstos deben ser hechos en una caja de derivación aprobada con bloques de terminales o kits para empalmes.
- (4) Para los equipos eléctricos exteriores, se deben usar prensacables para terminar y conectar al terminal / caja de conexiones. Los equipos de paquete que están instalados dentro del paquete skid deben estar terminados y conectados al terminal / caja de conexiones conforme al método estándar del Fabricante. Para el conjunto de cables de control, señal, y potencia que están conectados a paneles requeridos ubicados en el interior se deben conectar directamente al terminal respectivo sin glándula, a través de materiales a prueba de fuego considerando el espacio de la instalación y terminación de cables.

7.5.5 Los requisitos de detalle para prensacables para el exterior son como sigue.

- (1) Material: Acero inoxidable
- (2) Tipo: Tipo ignifugado, tipo doble compresión
- (3) Accesorios relacionados: Contratuerca, Arandela, Junta de estanqueidad y aro de refuerzo
- (4) Se debe aplicar reductor o adaptador (si se requiere)

7.5.6 Los requisitos de detalle para el kit de terminación de MT son como sigue.


- (1) Material: Terminal de cable de cobre estañado
- (2) Tipo: Tipo termorretráctil, con 1 orificio o 2 orificios
terminal de cable de tipo compresión
- (3) Longitud: Mínimo 450mm de largo para cable de 3 hilos

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D Página 30 de 44

8. SISTEMA DE TIERRAS

8.1 General

- 8.1.1 Se debe brindar un sistema de tierras para la protección contra los fallos en los equipos eléctricos, iluminación y electricidad estática.
- 8.1.2 **El sistema de conexión a tierra** debe ser sistema de TT según IEC 60364-1, sección 312.2.2.
- 8.1.3 Los equipos eléctricos deben ser puestos a tierra para cumplir con los requerimientos de los códigos y estándares aplicables.
- 8.1.4 El sistema de tierras debe consistir en jabalinas para incar en tierra y cable de tierra embebido y conectado a las varillas de tierra. Las piezas individuales de los equipos deben ser conectadas con cables de empalme o puentes a la red de tierra.
- 8.1.5 La profundidad de la red de tierra debe ser mínimo de 600mm por debajo del nivel de suelo acabado en las áreas sin pavimentación y 450mm por debajo del nivel de suelo en las áreas pavimentadas.
- 8.1.6 Las jabalinas de tierra deben ser de acero revestido de cobre, 19mm de diámetro y un mínimo de 2400mm de largo. En restricción a la resistividad del suelo y al área de instalación, el tipo de jabalina de tierra puede ser seleccionado con mayor diámetro, mayor longitud u otros tipos especiales. Se debe usar cantidad suficiente de las jabalinas de tierra para el sistema de tierras a fin de obtener una mínima resistencia de la red de tierra de 10 ohms para puesta a tierra eléctrica.
- 8.1.7 La resistencia total de la red tierra para la instrumentación debe ser de 5 ohm.
- 8.1.8 Se aplicará el conductor de cobre estañado (tinned copper) para el lazo de tierra principal. Para los ramales, los cables de tierra deben ser de cable de cobre trenzado unifilar aislado de PVC verde con línea amarilla de 600V de grado.
- 8.1.9 Las conexiones de cable de tierra deben ser hechas de la siguiente manera:
 - i) Por arriba del nivel del suelo, utilizando los conectores de tipo compresión y presión sin soldadura atornillada y las conexiones deben ser pegadas.
 - ii) Para subterráneo, usando la soldadura exotérmica y las conexiones deben ser pegadas.
- 8.1.10 Se debe proveer el lazo de tierra principal con cámaras de inspección para pruebas de tierra en ubicaciones estratégicas para propósitos de prueba.
- 8.1.11 La protección mecánica debe ser provista para los cables de tierra que pasan por debajo de las carreteras o a través del concreto encerrando los cables en mangas de conduit de PVC.

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 31 de 44

8.1.12 Salvo indicado lo contrario, los conductores de todos los equipos y sistemas puestos a tierra deben ser dimensionados de acuerdo con los códigos y estándares aplicables.

El tamaño mínimo del cable de tierra será de la siguiente manera:


Lazo de tierra principal	70 mm ²
Todos los conductores derivados	25 mm ²
Conductor de bajada de pararrayos	70 mm ²
Conductor de área de subestación	120 mm ²

8.2 Puesta a Tierra del Transformador

- 8.2.1 Los transformadores con secundario de 6.6kV deben ser de conexión estrella y el neutro debe ser puesto a tierra mediante un resistor a la red de tierra.
- 8.2.2 Los transformadores con secundario de 480V deben ser de conexión estrella y el neutro debe ser sólidamente puesto a tierra a la red de tierra.
- 8.2.3 Dos puntos de las orejas de conexión a tierra del cuerpo del transformador de potencia deben ser conectados a la red de tierra.
- 8.2.4 Los transformadores misceláneos y de iluminación deben tener el neutro sólidamente puesto a tierra a la red de tierra.

8.3 Puesta a Tierra de Equipos

- 8.3.1 Todos los tableros de maniobra (interruptor), arrancadores de media tensión y centro de control de motores de baja tensión deben tener barras de puesta a tierra conectados directamente a la red de tierra en dos ubicaciones.
- 8.3.2 Todos los motores deben ser puestos a tierra directamente a la red de tierra. Se debe proveer mínimo dos puntos de puesta a tierra para los motores de MT y mínimo un punto de puesta a tierra para los motores de BT. Mínimo dos (2) puntos de puesta a tierra se deben proporcionar para equipos skid de paquete.
- 8.3.3 Los equipos aislados desde las estructuras deben tener al menos un cable desde la red de tierra atornillada al marco de los equipos.
- 8.3.4 Cada edificio debe tener su propio lazo puesto a tierra y debe ser conectado a la red de tierra principal en dos ubicaciones.
- 8.3.5 Un sistema de puesta a tierra aislado y separado debe ser provisto en la sala de control para el sistema de instrumentación eléctrica.
- 8.3.6 La puesta a tierra de los circuitos de toma-corrientes de utilidades e iluminación debe ser obtenida mediante el conductor de PE de cable.

 <p>YPFB Corporación <small>La fuerza que transforma Bolivia</small> PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 32 de 44

8.4 Puesta a Tierra Estática


- 8.4.1 Todos los equipos de proceso, tanques, columnas, intercambiadores, racks de carga y descarga deben ser puestos a tierra para prevenir descarga estática. Las tuberías deben ser conectadas a la red de tierra a intervalos máximos de 30 metros.
- 8.4.2 La cantidad y la orientación de las orejas de conexión a tierra para los tanques, torres y recipientes (tipo skirt) deben ser según la tabla de abajo:

Diámetro de Tanque	N. de Orejas	Orientación
Hasta e inclusive 12m de diámetro	2	0°, 180°
Superior a 12m de diámetro	4	0°, 90°, 180°, 270°

- 8.4.3 Las cubiertas de los equipos individuales, tableros, y los demás no se consideraran efectivamente puestos a tierra cuando son montados en acero estructural aterrado. Un conductor de puesta a tierra separado debe conectar el recinto al lazo de puesta a tierra.
- 8.4.4 Los racks de carga y descarga deben ser provistos con medios para vehículos y carros de tanque puesto a tierra.
- 8.4.5 La sección del conductor para la puesta a tierra estática debe ser mínimo 25 mm².
- 8.4.6 Los equipos individuales y la cerca que se encuentran en una ubicación remota desde la red de tierra podrán ser puestos a tierra individualmente.

8.5 Sistema de Protección Contra Descargas Atmosféricas

- 8.5.1 Las antorchas, estructuras y columnas más altas deben ser puestas a tierra para la protección de relámpagos según la norma IEC.
- 8.5.2 Los marcos de los edificios y las estructuras de acero deben ser conectados a la malla de tierra o red en dos ubicaciones.
- 8.5.3 Las estructuras no-metálicas que no sean blindadas por otras estructuras más altas deben ser protegidas mínimamente con un tendido de dos cables puestas a tierra a la parte superior de la estructura y conectadas a los terminales de aire en la parte superior.
- 8.5.4 El tamaño del cable de cobre desnudo estañado para el sistema de protección contra rayos debe ser de 70mm².
- 8.5.5 Los requisitos de detalle para material principal a granel del sistema de protección contra rayos son como sigue.

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D Página 33 de 44

- Pararrayos: Cobre con tubo de soporte (acero H.D.G, 2") 5.000 mm y clip para cable
- Terminal de aire: Cobre con tubo de soporte (acero H.D.G, 1-1/4") 1.400 mm y soporte
- Vínculo de aislamiento: Caja de PVC con barra de cobre estañado, base (acero inoxidable)

9. SISTEMA DE COMUNICACIÓN

9.1 Sistema de Intercomunicación y Voceo


- 9.1.1 El interfaz de voceo debe ser provisto entre el Edificio de Control Principal y área de la planta.
- 9.1.2 El sistema debe ser de tipo altoparlantes-auricular, y como mínimo un altoparlante debe ser provisto a cada auricular. Los altoparlantes, sin embargo, no necesitan ser ubicados en cada auricular, pero deben ser colocados sobre la unidad para proveer una cobertura completa de comunicación. El sistema debe ser de tal manera que uno pueda llamar desde cualquier estación auricular a todos los altoparlantes y debe comunicar con otras estaciones auriculares.
- 9.1.3 Cada sistema debe contar con dos canales. El primero es un canal de "Llamada" para llamar individualmente y para emitir instrucciones a toda la planta por medio de altoparlantes. El otro canal debe ser un canal de "Parte" para la comunicación bidireccional y grupal solamente a través de los auriculares.

9.2 Sistema de Altavoces (P/A)

- 9.2.1 El sistema de altavoces (P/A) debe ser provisto para los interiores de la planta de acuerdo con la regulación local.
- 9.2.2 El sistema de altavoces (P/A) debe iniciarse emitiendo anuncios, instrucciones y señales de alarma desde una unidad de control en el Edificio de Control Principal. El sistema de altavoces (P/A) puede ser anunciado a través de altoparlantes del sistema de voceo.
- 9.2.3 Los requisitos de detalle para el dispositivo principal del sistema de voceo y altavoz son como sigue.

(1) Gabinete del sistema de voceo / altavoz

- Energía de entrada : 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo independiente

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D Página 34 de 44

- Dispositivo interno: Amplificador principal, Microprocesador, Selector de zona, Generador de tono con accesorios

(2) Estación maestra de teléfono

- Uso en interiores, tipo montado en escritorio
- Micrófono de cuello de ganso y altavoces con accesorios

(3) Estación de teléfono

- Uso en Interiores o Exteriores conforme a la aplicación de instalación
- Micrófono y altavoz para uso en interiores
- Tipo de cancelación de ruido para uso en exteriores

(4) Montaje de bocina

- Unidad de manejo, soporte de montaje con accesorios de instalación

(5) Montaje de bocina de cono

- Uso en interiores: tipo montado en la pared, o enrasado en el techo
- Transformador & recinto de adaptación

Nota: El componente interno del dispositivo principal se debe ajustar conforme al estándar y recomendación del fabricante.

9.3 Sistema de Teléfono y de Red de Area Local (LAN)

9.3.1 El sistema telefónico se debe integrar con el sistema de Red de Area Local (LAN). Se debe proveer el sistema de teléfono de la planta. El sistema de distribución debe extenderse desde la sala de intercambio de teléfono a las áreas de edificio a lo largo de la planta tales como sala de control, oficinas, sala de vigilancia, taller de mantenimiento, etc.


9.3.2 Los edificios de oficinas se deben estar en condiciones de conectarse al sistema de telefonía IP. Toma de teléfono y toma de LAN deben ser previsto para estos edificios.

9.3.3 El Contratante debe proveer servicio entrante a la sala de intercambio de teléfono desde las líneas de teléfono público. Los equipos telefónicos también deben ser provistos e instalados por el Contratante.

9.3.4 Los requisitos de detalle para el dispositivo principal del Sistema de Teléfono & LAN son como sigue.

(1) Junta de intercambio de teléfono (PABX)

- Energía de entrada : 220 VAC, 1Fase, 50Hz

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 35 de 44

- Uso en interiores, tipo independiente
- Usuario análogo de apoyo
- Usuario de IP de apoyo
- Llamada concurrente de apoyo con accesorios

(2) Gabinete central del sistema de teléfono de IP / LAN

- Energía de entrada : 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo independiente
- Panel de remiendo de fibra óptica
- Panel de remiendo de UTP CAT6
- Interruptor con accesorios

(3) Sub gabinete del sistema de teléfono de IP / LAN

- Energía de entrada : 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo independiente
- Cuadro de distribución de fibra óptica
- Panel de remiendo de UTP CAT6
- Interruptor con accesorios

Nota: El componente interno del dispositivo principal se debe ajustar conforme al estándar y recomendación del fabricante.

9.4 Sistema de Radio de la Planta


9.4.1 Se debe proveer el sistema de radio de la planta con los equipos asociados para facilitar la adecuada comunicación en la planta entre los edificios y puntos de control a lo largo del complejo.

9.4.2 El sistema de radio de la planta debe consistir en transmisor-receptor con sistema de comunicación unidireccional y abierto provisto para uso en operaciones técnicas, mantenimiento, **HSE (Salud, Seguridad y el Medio Ambiente), lucha contra incendios y comunicaciones de emergencia.**

9.4.3 Los requisitos de detalle para el dispositivo principal del sistema de radio son como sigue.

(1) Estación de radio fija

- Energía de entrada : 220VAC, 1Fase, 50Hz


	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 36 de 44

- Uso en interiores
- Transmisor & receptor de UHF
- (2) Controlador de caja remoto
 - Uso en interiores
 - Cable estándar del fabricante con accesorios
- (3) Antena
 - Uso en exteriores
 - Soporte de montaje
 - Cable de estándar del fabricante a la estación de radio fija con accesorios
- (4) Radio portátil
 - Uso en exteriores
 - Paquete de baterías, clip para cinturón
 - Cargador rápido
- (5) Sala de tele-comunicación
 - El tipo de contenedor se debe suministrar con toldo.
 - El propósito de la sala de telecomunicación es para Teléfono & LAN, comunicación de radio.

Nota: El componente interno del dispositivo principal se debe ajustar conforme al estándar y recomendación del fabricante.

10. SISTEMA DE PROTECCION CATODICA

- 10.1 El sistema de protección catódica debe ser provista para tubería subterránea y internos de tanques de agua.
- 10.2 El sistema de protección catódica debe consistir de tipo ánodos de sacrificio o corriente aplicada de acuerdo con la condición del diseño y requerimientos del proyecto.
- 10.3 Las tuberías a ser protegidas catódicamente deben ser revestidas y aisladas eléctricamente en puntos de interconexión.
- 10.4 Los equipos protegidos catódicamente deben ser aislados de la red principal de tierras, por lo que se debe proveer un sistema separado de tierras.

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 37 de 44

10.5 A menos que se especifique lo contrario, otro tipo del sistema de protección catódica debe ser prohibido.

10.6 Los requisitos de detalle para el sistema de protección catódica son como sigue.

(1) Transformador/Rectificador

- Esta unidad debe ser adecuada para la instalación en exteriores
- Energía de entrada : 380 VAC, 3Fase, 50Hz
- Método de enfriamiento: Tipo sumergido en aceite
- Código IP : IP55
- Tipo de recinto : Acero inoxidable 304
- Elemento de rectificación : SCR o diodo para rectificación de onda completa de tres fases
- Se proveerá la función Protectiva, de Control/Monitoreo/Alarma

(2) Ánodos

- Ánodo tubular de M.M.O (Para tubería interior)
- Ánodo de Mg pre-empaquetado (Para tubería exterior)
- Ánodo de cinta de M.M.O (Para parte inferior del tanque)
- Ánodo de Mg (para la parte interna del tanque)

(3) Electrodo permanente de referencia


- Los electrodos de referencia se deben instalar conjuntamente con la estación de prueba para proveer una medida de obtención de medición potencial de tubo-a-suelo.

(4) Caja de prueba

- Material : Acero inoxidable
- Grado de IP : Mín. IP55

(5) Separación desde el Sistema de Puesta a Tierra

- Equipos protegidos catódicamente se deben aislar de la red de tierra principal.
- Gasoductos subterráneos protegidos catódicamente deben ser eléctricamente aislados desde los gasoductos superficiales.

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 38 de 44

11. SISTEMA DE TRACEADO DE CALOR ELECTRICO

- 11.1 El trazo de calor eléctrico será provisto donde se requiera el calentamiento y no será provisto para otros medios. Los requerimientos de calentamiento y seccionamiento deben ser coordinados con los requerimientos de proceso.
- 11.2 El cable de calentamiento será de tipo auto-regulador o de resistencia en paralelo de tipo potencia en watts constante excepto para la línea de tubería de larga distancia.
- 11.3 Los termostatos para los controles de límite superior o inferior deben ser provistos como requerido.
- 11.4 Todos los equipos deben ser aptos para su clasificación del área.
- 11.5 Los requisitos de detalle para el sistema de trazado de calor eléctrico son como sigue.

(1) Cable de calentamiento

- Cables autolimitantes son utilizados para gasoductos de temperatura de diseño menor que 190°C
- Cables con aislamiento mineral son utilizados para gasoductos de temperatura de diseño mayor que 190°C


(2) Panel de distribución

- Energía de entrada : 380VAC, 3Fases con Neutral, 50Hz
- Uso en exteriores, instalado en área no clasificada
- Lámparas de ENCENDIDO-APAGADO-FALL son proporcionadas para el área entrante.
- Amperímetros y Voltímetros son proporcionados para el área entrante.
- La señal de disparo común para corriente de falla en el suelo es proporcionada.
- Grado de IP : Mín IP54

(3) Método de control

- La temperatura de proceso mantiene circuitos de calentamiento que son controlados por termostato sensor de línea individual en local.

12. SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 39 de 44

12.1 El sistema de alarma contra incendios debe ser provisto en toda la planta de acuerdo con NFPA (Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego).

12.2 El sistema de alarma contra incendios debe consistir de paneles de control, detectores de incendios, estaciones de **accionamiento** manual, baterías en relevo, conexiones al sistema de lucha contra incendios, alarma acústica local y transmitir una señal de alarma al departamento público de bomberos. El panel control principal debe estar ubicado en el **Edificio de Control Principal**.

12.3 Los requisitos de detalle para el panel de control de alarma contra incendios son como sigue.

(1) Suministro de energía

- 220V AC, 1 Fase, 50Hz
- Cargador de batería, Batería de Respaldo de 24V DC para 24 Horas
- El sistema debe apoyar 100% de dispositivos direccionables en alarma u operados al mismo tiempo, bajo ambas condiciones de energía primaria (AC) y secundaria (batería).

(2) Recinto

- Uso en interiores
- IP41
- Tipo Individual o Montaje de Rack Estándar de EIA de 19"

(3) Función

- Tipo direccionable inteligente

(4) Interfaz

- Sistema de PAGA (Alambre Duro)
- Sistema de HVAC (Alambre Duro)
- Sistema de F&G (Alambre Duro)
- Cada panel de alarma contra incendios


Nota: La unidad de interfaz se debe ajustar conforme al plano esquemático del sistema de alarma contra incendios.

(5) Comunicación

- Puntos de Entrada/Salida Programados

(6) Pantalla

- Pantalla LCD

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONÍACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 40 de 44

13. SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO TV (CCTV)

- 13.1 El sistema de CCTV completo debe ser provisto en base al estándar del fabricante incluyendo los sistemas de monitoreo y video.
- 13.2 Se instalarán el monitor y controlador de CCTV en el Edificio de Control Principal.
- 13.3 Los requisitos de detalle para el dispositivo principal del sistema de CCTV son como sigue.

(1) Gabinete de control de CCTV

- Energía de entrada: 220 VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo individual
- Cuadro de remiendo de fibra óptica
- Multiplexor
- Controlador / Interruptor de matriz
- Grabación de video
- Controlador de teclado
- Otros accesorios relacionados


(2) Monitor de LCD

- Energía de entrada: 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo montaje en techo

(3) Set de cámara de CCTV

- Energía de entrada: 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en Interiores o Exteriores (Conforme a la ubicación de la instalación)
- Cámara con carcasa
- Tipo Fijo o Movimiento Horizontal/Vertical (Conforme a la ubicación de la instalación)
- Soporte de montaje
- Otros accesorios relacionados

Nota: El componente interno del dispositivo principal se debe ajustar conforme al estándar y recomendación del fabricante.

 <p>YPFB Corporación La fuerza que transforma Bolivia PLANTAS DE AMONIACO Y UREA, CARRASCO</p>	CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO ELÉCTRICO	
	N° del DOC. PAU-DEL-C-BOD-20301	Rev. D
		Página 41 de 44

14. SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO Y SEGURIDAD

- 14.1 Se proveerá el sistema de control de acceso para los edificios y la puerta principal.
- 14.2 Se proveerá el sistema de intrusión de cerca en base a la tecnología de microondas.
- 14.3 Los requisitos de detalle para el dispositivo principal del sistema de control de acceso & seguridad son como sigue.

(1) Gabinete del sistema de control de acceso y seguridad

- Energía de entrada: 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo gabinete
- Panel de remiendo de fibra óptica
- Interruptor
- Estación de trabajo de ingeniería con impresora

(2) Unidad de control de acceso

- Energía de entrada: 220VAC, 1Fase, 50Hz
- Uso en interiores, tipo montado en la pared

(3) Botón de salida: Uso en interiores, tipo montado enrasado en la pared

(4) Bloqueo eléctrico

- Uso en interiores
- El proveedor debe recomendar el tipo para ajustar con la puerta.

(5) Lector de tarjetas: Uso en interiores, tipo montado enrasado en la pared

(6) Detector de microondas: Uso en exteriores (a lo largo de la valla), tipo montado en poste

Nota: El componente interno del dispositivo principal se debe ajustar conforme al estándar y recomendación del fabricante.