## ÍNDICE DE REVISIONES

| REV. | DESCRIPCIÓN Y/U HOJAS AFECTADAS |
|---|---|
| 0 | EMISIÓN ORIGINAL |

# ÍNDICE

1.OBJETO ..... 3
2.UBICACIÓN DEL PROYECTO ..... 3
3.ALCANCE DEL PROYECTO ..... 3
4.ESTÁNDARES Y NORMAS DE APLICACIÓN ..... 4
5.DOCUMENTOS DE REFERENCIA ..... 4
6.CONDICIONES CLIMÁTICAS ..... 4
7.CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO ..... 5
8.DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ..... 5
8.1. CRITERIOS DE DISEÑO ..... 5
8.1.1. Subestación principal de la PTA. ..... 6
8.1.2. Sala de baja tensión CCM ..... 7
8.1.3. Celdas de media tensión 24.9kV. ..... 7
8.1.4. Transformadores de potencia. ..... 7
8.1.5. Centro de Control de Motores CCM de baja tensión 400VAC. ..... 7
8.1.6. Iluminación interior, exterior, emergencia y tomacorrientes. ..... 8
8.1.7. Sistema de puesta a tierra. ..... 9
8.1.8. Sistema de protecciones contra rayos. ..... 10
8.1.9. Sistemas auxiliares. ..... 10
8.1.10. Sistema de energía de respaldo. ..... 11
8.1.11. Sistemas de alimentación ininterrumpida SAI ..... 11
8.1.12. Comando, control y señalización ..... 12
8.1.13. Sistema de canalizaciones eléctricas. ..... 13
8.1.14. Sistema de cableado de potencia y control eléctrico. ..... 14
8.1.15. Motores eléctricos ..... 15
8.1.16. Diseño del Lay Out. ..... 15
8.1.17. Diagramas. ..... 15
8.1.18. Especificaciones y hojas de datos. ..... 16
8.1.19. Lista de materiales. ..... 16

## 1. OBJETO

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer los criterios, estándares, normas, etc. que sean necesarias para el desarrollo de la ingeniería de detalle y del montaje eléctrico del presente EPC. El EPC consiste en el diseño, la compra de materiales, provisión de equipos y el montaje de las facilidades de la Planta de tratamiento de Agua para YLB Corporación.

## 2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La Planta de Tratamiento de Agua "PTA" estará localizada en el Salar de Uyuni, a 30 Km de la Localidad Rio Grande, Municipio Colcha K, Departamento de Potosí, Bolivia.

## 3. ALCANCE DEL PROYECTO

Los alcances del proyecto son desarrollar la ingeniería a detalle para construcción, la provisión, montaje, pruebas y puesta en marcha de la PTA.

El sistema eléctrico de la PTA, estará conformado por los siguientes puntos mencionados de manera general:

- Acometida eléctrica en media tensión 24900 Voltios.
- Subestación de trasformación 24.9/0.4KV.
- Sistema de respaldo de energía.
- Centro de Control de Motores CCM de baja tensión 400VAC.
- Sistema de canalizaciones eléctricas.
- Sistema de cableado de potencia y control eléctrico.
- Sistema de iluminación interior, exterior y emergencia.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de protecciones atmosféricas.
- Sistema de tomacorrientes eléctricas.
- Sistema de tableros auxiliares.
- Edificio eléctrico.

## 4. ESTÁNDARES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Todo el diseño de las instalaciones eléctricas se realizará de forma tal que este acorde con los estándares internacionales mencionados a continuación y en lo que sea aplicable a cada uno:

- NFPA 70 Edition National Electrical Code.
- NFPA 70 E Standard for Electrical Safety in the Workplace.
- IEEE Std 80 Guide for Safety in A.C. Substation Grounding.
- IEC 60071-1 Insulation co-ordination. Part 1.
- IEC 60071-2 Insulation co-ordination. Part 2.
- IEC 60044-1 International standard Instrument transformers.
- UNE-EN 12464 Iluminación – Iluminación de lugares de trabajo.
- UNE-EN 15193 Eficiencia energética de los edificios - Requisitos energéticos para iluminación.
- UL845: Electric Motor Control Centers.
- A36/A36M-03a Standard Specification for Carbon Structural Steel.
- ACI-318 Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary.
- Manual of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design del AISC (American Institute Steel Construction).
- Iluminating Engineering Society IES.

## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos de referencia de este proyecto se encuentran detallados en el Listado de Documentos E-LD-7050.30-1230-940-DHM-001 – LISTADO DE DOCUMENTOS MAESTRO.

## 6. CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima de la zona es típico de las alturas de la Cordillera de los Andes, con temperaturas bajas variables, precipitaciones anuales moderadas, y velocidad del viento de zona alta moderada. El proyecto se desarrollará a una altura media de 3,657.8 msnm

Las condiciones climatológicas del área de influencia del proyecto son:

- Temperatura Ambiente
- Mínima -16 °C
- Máxima 25 °C
- Viento Máximo 30.2 m/s en dirección de noroeste a oeste
- Nivel Isoceraunico considerado 40
- La humedad relativa tiene pronunciada variabilidad a lo largo del año y en promedio es de 5% a 90%.

## 7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Las características del sistema eléctrico del proyecto son presentadas a continuación:

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | VALOR | | |
|---|---|---|---|---|
| Tensión de operación del sistema | kV | 29.4 | 0.4 | 0.22 |
| Frecuencia asignada | Hz | 50 | | |
| Tensión asignada del equipo | kV | 36 | 1 | 0.6 |
| Tensión soportada al impulso tipo rayo | kV | 170 | 8 | 6 |
| Tensión soportada a la frecuencia industrial | kV | 70 | 3 | 3 |
| Corriente de cortocircuito | kA | 20 | 65 | 30 |
| Distancia de fuga mínima nominal | mm/kV | 31 | | |

## 8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En este proyecto se desarrollará la ingeniería de detalle para las instalaciones del sistema eléctrico de la PTA de YLB.

Junto a las facilidades de la Planta de Tratamiento de Agua se realizará el diseño de las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento del mismo, según se describe a continuación en forma resumida, no siendo esta descripción limitativa en cuanto a su contenido.

El tipo de configuración del sistema eléctrico será RADIAL, el punto de suministro de energía eléctrica para la PTA es la Subestación Salar, cuyas coordenadas son: N 7 703 556, E 671946, el voltaje suministrado es de 24.9 kV.

### 8.1. CRITERIOS DE DISEÑO

El diseño electromecánico de cada uno de los componentes del sistema eléctrico que serán instalados debe realizarse teniendo en cuenta las recomendaciones de las normas indicadas y otras relacionadas que se describe a continuación:

**Niveles de Aislamiento.** Los niveles de aislamiento serán los indicados en las especificaciones técnicas y de acuerdo a las normas IEC según las publicaciones 60071-

1 y 60071-2; además de tomar en cuenta los fenómenos de contaminación ambiental que se presentan en la zona del proyecto.

**Coordinación de Aislamiento.** Se aplicarán los criterios básicos de coordinación de aislamiento establecidos en la última revisión de la norma IEC 60071-1 y IEC 60071-2 "INSULATION COORDINATION".

**Selección de Distancias Críticas y de Seguridad.** Las distancias críticas y de seguridad se determinarán a partir del valor básico dado por el nivel de aislamiento resultante del estudio de coordinación de aislamiento y siguiendo las recomendaciones de la norma IEC 60071-1 y IEC 60071-2 y del Comité No. 23 del CIGRÉ en "The effect of safety regulations on the design of substations".

- Valor Básico de Aislamiento.
- Determinación de la Zona de Seguridad.

**Disposición Física de Equipos**. Se deberá determinar la disposición de los equipos con base en los siguientes factores: Las características y tamaños de los equipos a utilizar, Las distancias mínimas y de seguridad, Optimización del tiempo de desconexión de las celdas de la subestación, Facilidades para el mantenimiento, montaje y desmontaje, El área libre o disponible, La previsión de desarrollos futuros.

Todos los puntos que se describen a continuación implican el dimensionamiento, selección, provisión, instalación, pruebas y puesta en servicio.

### 8.1.1. Subestación principal de la PTA.

En la PTA, está contemplado una Subestación del tipo interior, donde se encuentra las celdas de distribución del tipo blindado con protección de arco interno, con un sistema de barras simples aisladas en Gas SF6, con los correspondientes interruptores de maniobra y protección.

La subestación Principal está conformada por las siguientes partes:

- ✓ Sala de Celdas de media tensión.
- ✓ Celdas blindadas a prueba de arco en 24.9 kV, aisladas en aire.
- ✓ Sala de transformadores 24.9kV.
- ✓ Transformadores de potencia 24.9/0.4-0.23 kV.
- ✓ Sala de Baterías.
- ✓ Banco de baterías
- ✓ Sala de tableros de SSAA
- ✓ Cargador de baterías.

Las instalaciones correspondientes a la subestación son las siguientes:

- ✓ Sistema de canaletas y ductos de cables.
- ✓ Sistema de puesta a tierra.
- ✓ Sistema de alumbrado y tomacorrientes.
- ✓ Sistema de alumbrado de emergencia.

### 8.1.2. Sala de baja tensión CCM

El Centro de Control de Motores estará equipado con MCCs tipo interior, con cubículos extraíbles, cuya distribución a estos será mediante tableros centralizadores incluidos con los MCCs.

Las cargas correspondientes al EPS pueden recibir suministro eléctrico desde las redes de distribución comercial o desde un grupo electrógeno, en el caso de falla del suministro principal.

Las salas contarán con un sistema aire acondicionado para mantener la temperatura en un rango adecuado para la operación y funcionamiento de los equipos.

Las instalaciones correspondientes a la sala de baja tensión son las siguientes:

- ✓ Malla de puesta a tierra profunda y superficial.
- ✓ Sistema de canaletas y ductos.
- ✓ Sistema de cables de potencia.
- ✓ Sistema de cables de control.
- ✓ Sistema de alumbrado y tomacorrientes.

### 8.1.3. Celdas de media tensión 24.9kV.

Las celdas de distribución de media tensión (24.9kV) deberán ser construidos bajo la norma IEC 62271-1, IEC 62271-200, IEC 62271-100, IEC 62271-102, IEC 61936-1, IEC 60071.

### 8.1.4. Transformadores de potencia.

Parte de la subestación también será transformadores 24.9/0.4-0.23kV, de capacidad nominal a determinar en la ingeniería a detalle, fabricados bajo norma IEC60076-11, siendo estos del tipo seco para instalación en interior.

### 8.1.5. Centro de Control de Motores CCM de baja tensión 400VAC.

El punto de alimentación de los CCM's de baja tensión 400VAC, será el secundario de los transformadores de potencia.

Los CCM's para la PTA, estarán centralizados en el interior de la de baja tensión, será del tipo interior con cubículos del tipo extraíble para el accionamiento de

motores eléctricos de baja tensión, construido bajo norma IEC 61439-1/2, IEC 61641 cuya segregación podrá ser la forma 3b, grado de protección IEC 60529 (IP 42).

El CCM deberá ser del tipo inteligente con relés de protección electrónicos cuyas señales serán integrados al SCADA de la PTA mediante protocolos de comunicación industrial como DeviceNet, Modbus RTU, Modbus TCP/IP, EtherNet/IP o PROFINET.

### 8.1.6. Iluminación interior, exterior, emergencia y tomacorrientes.

En el diseño e instalación del sistema de iluminación se deberá tomar en consideración las normas: UNE-EN 12464-1 Iluminación – Iluminación de lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo interiores, UNE-EN 12464-2 Iluminación – Iluminación de lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo exteriores. En conformidad con UNE-EN 15193 Eficiencia energética de los edificios - Requisitos energéticos para iluminación.

Las naves de producción con más de seis metros de altura requieren luminarias eficientes y económicas como las lámparas de halogenuro metálico o vapor de sodio de alta presión de 250 Watt – 1,000 Watt, que alumbren adecuadamente desde los techos garantizando una iluminación en el plano que se requiera. Las luminarias industriales como „high-bay prismatic diffuser luminairs" o „high specular reflector luminairs" son las más adecuadas para este tipo de instalaciones.

La iluminación de las vías será prevista con sistemas de reflectores en las zonas relevantes. Los sistemas serán diseñados según los requisitos de utilización y seguridad. Se debe garantizar la uniformidad y bajo deslumbramiento. Para iluminar las rutas de acceso serán previstos postes con reflectores o técnica-LED.

La iluminación de emergencia en las distintas áreas como la subestación, las salas de control de motores, almacenes y otros se hará con luminarias de lámparas halógenas y baterías incorporadas para operar por un periodo de hasta dos horas, libres de mantenimiento y con cargador electrónico, para ubicación en lugares estratégicos que permitan un nivel mínimo de iluminación adecuado en situaciones de evacuación.

Las instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado interior y exterior de cada área deberán ser para una tensión de alimentación de 230 V, 50 Hz.

Los tomacorrientes deberán ser del tipo de tomacorrientes para instalaciones industriales en cumplimiento de la norma IEC 60309-2 con un grado de protección IP67.

El voltaje para tomacorrientes trifásicas será 400 Vac y para tomacorrientes monofásicos 230 Vac.

Los tomacorrientes de oficinas o interiores serán del tipo placa con módulos de tomas corrientes según IEC 60884-1.

### 8.1.7. Sistema de puesta a tierra.

Para el diseño de la red de puesta a tierra se realizarán las mediciones de resistividad en el terreno utilizando el método Wenner de cuatro electrodos. Se emplearán los valores de corriente de cortocircuito monofásico obtenido en el Estudio de Flujo de Carga y Cortocircuito esto a fin de verificar que las tensiones de toque y paso se encuentren de acuerdo a las recomendaciones de las normas (IEEE 80 e IEEE 81).

El cálculo de la corriente de malla y el diseño de la red de tierra se efectuará empleando el método recomendado por la norma IEEE Std. 80 de 2000 "Guide for Safety in A.C. Substation Grounding".

La red de tierra profunda se conectará a la red de tierra superficial asociada a la conexión a tierra de las partes metálicas no conductoras de los diferentes equipos incluyendo los tableros y celdas ubicados en las salas de celdas respectivamente.

El cálculo de las tensiones de paso y toque máximas considerará para el cálculo del efecto de la corriente un tiempo de duración de falla de 500 ms, suponiendo que una persona que está expuesta a las tensiones de toque y paso dentro de las distintas áreas y subestaciones pesa al menos 50 kg.

El sistema de puesta a tierra será diseñado teniendo en consideración la seguridad y protección del personal y de las instalaciones de la planta contra fallas del sistema eléctrico.

La resistencia de puesta a tierra resultante del diseño no deberá ser mayor a 5Ω y se deberán cumplir que los valores de tensiones de paso y contacto calculados se encuentren por debajo de los valores límites tolerables.

El valor máximo de PAT para instrumentos será de 1Ω.

Una vez finalizado el tendido de la malla, se deberán realizar mediciones de la resistencia de puesta a tierra obtenida. De ser necesario, se realizarán mejoras del sistema de puesta a tierra con la incorporación de jabalinas y/o tratamiento del terreno para lograr una reducción de la resistividad del mismo.

Todos los equipos, luminarias, paneles, carcasas, cajas de instrumentación y estructuras metálicas deberán ser vinculados a la malla general de puesta a tierra por medio de cable de cobre desnudo o aislado de sección 35mm² y terminales a compresión.

En los skids se instalarán barras colectoras de puesta a tierra a las cuales se conectarán las tierras de los equipos y desde esta barra a la malla general en dos puntos.

Los tableros y CCM en la sala eléctrica se vincularán a la malla por medio de cable aislado de 70mm².

Se diseñará un sistema de puesta a tierra independiente para el sistema de instrumentación, la cual se vinculará en un único punto a la malla general.

Jabalinas sin cámara de inspección se instalarán en columnas de iluminación, bandejas, bajo plateas, para skid.

### 8.1.8. Sistema de protecciones contra rayos.

El diseño del sistema contra rayos deberá realizarse con los métodos recomendados por la IEC62305 "Protection Against Lightning" y la NFPA 780 "Standard for the Installation of Lightning Protection Systems".

Los elementos que conforman el sistema de protección externa contra rayos deberán ser de fabricantes con certificación de ensayos de calidad.

El sistema de protección contra descargas atmosféricas será diseñado teniendo en consideración la seguridad y protección del personal, de las instalaciones de la planta y la reducción de interferencias sobre cables eléctricos y de instrumentación.

Se estudiará la coordinación de aislación con el fin de verificar la necesidad de instalar protecciones secundarias (descargadores de sobretensión) en los nuevos tableros eléctricos a instalar.

### 8.1.9. Sistemas auxiliares.

Los puntos de alimentación para los tableros de SSAA estará contemplado en el CCM y otra del grupo electrógeno de respaldo.

Los servicios auxiliares tendrán una tensión de 400/230 Vca y otras tensión en corriente continua que resulten de la ingeniería de detalle.

Los circuitos de servicios auxiliares en corriente alternan y continua tomarán en cuenta las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad (NEC) en donde corresponda.

Los tableros seccionales para distribución y alimentación de servicios auxiliares serán aptos para montaje en interior.

Estarán equipados con un interruptor automático de entrada, interruptores termomagnéticos para protección y desconexión de los circuitos de salida.

Los circuitos para iluminación exterior estarán equipados con contactores de capacidad adecuada y una llave selectora para realizar el control manual o automático del encendido y apagado de los circuitos por medio de una fotocélula de control lumínico.

Las salidas que alimenten a tomacorrientes estarán equipadas además, con un interruptor de protección diferencial de 30mA.

### 8.1.10. Sistema de energía de respaldo.

En el proyecto se deberá contemplar el sistema de energía eléctrica de respaldo para equipos críticos, para ello se requiere un grupo electrógeno tipo Stand by, de voltaje trifásico con neutro 400/230 Voltios, 50 Hz, la potencia nominal será calculada en la ingeniería a detalle tomando en cuenta las cargas consideradas críticas (EPS). Para el dimensionamiento y la fabricación deberá tomarse en cuenta las normas IEC 60030-2-1: IEC 60034-1 IEC 60140 como referencia.

### 8.1.11. Sistemas de alimentación ininterrumpida SAI

En el proyecto se debe contemplar el dimensionamiento e instalación de un SAI para alimentar el sistema de control de la PTA en caso de ausencia de energía de la red principal, el sistema redundante, de capacidad adecuada, será provisto para alimentar principalmente las siguientes cargas.

- ✓ Gabinete de Sistema de Control.
- ✓ Sistema de Seguridad de Planta.
- ✓ Instrumentación de campo que requiera alimentación en corriente alterna.
- ✓ Iluminación localizada de emergencia en campo.

Los bancos de baterías asociadas al SAI se ubicarán en un cuarto independiente dentro de la sala eléctrica. Este cuarto deberá contar con ventilación natural para permitir la renovación del caudal de aire.

Las UPS serán estáticas, con entrada trifásica en 400Vca-50Hz y salida trifásica+neutro 220/110Vca-50Hz. Estarán equipadas con sus bloques de rectificadores, inversores, banco de baterías, llave de transferencia estática, transformador de aislamiento a la entrada y su tablero de distribución correspondiente.

Las baterías serán secas y libres de mantenimiento, con una vida útil no menor a 10 años, y el banco contará con los elementos necesarios para la interconexión de las mismas con la UPS. La autonomía del banco de baterías será de 2 horas y el mismo será montado en un rack metálico autoportante.

El sistema de UPS deberá tener una capacidad que permita alimentar el total de las cargas y recargar el banco de baterías completamente descargado hasta el 80% de su capacidad en un período máximo de 10 horas.

El tablero de distribución de UPS deberá contar con un mínimo de un 20% de reservas equipadas para circuitos de salida.

Las UPS serán especificadas de acuerdo a la norma IEC-62040-3 y entre sus principales características se deberá considerar:

- ✓ Deberá poseer una adecuada aislación galvánica entre entrada y salida, de forma de no perturbar a las cargas alimentadas.
- ✓ Distorsión armónica total (THD) menor al 5%.
- ✓ Variación de tensión de salida no mayor a +/- 5%.
- ✓ Rendimiento a plena carga mayor o igual a 85%.
- ✓ Nivel del ruido menor a 60dBA.
- ✓ Factor de potencia de salida igual o mayor a 0,8.
- ✓ Grado de protección del gabinete IP-41 (mínimo).
- ✓ Capacidad de indicación remota de estados y fallas al sistema de control.

### 8.1.12. Comando, control y señalización

Los diagramas funcionales y de control de los paneles y tableros eléctricos serán realizados de forma de lograr un adecuado nivel de confiabilidad y seguridad en la operación de los equipos.

Los equipos de multimedición de los nuevos CCM y en el Tablero Principal se vincularán al sistema de control por medio de un bus de comunicaciones para transmitir las mediciones de los diferentes parámetros eléctricos y poder supervisar las mismas en forma remota.

La tensión de control para el comando de los motores alimentados desde los nuevos CCM será provista por transformadores dedicados para este fin, uno por cada salida, con tensión secundaria de 220 Vac o 110Vca y ubicados dentro de cada CCM.

En el CCM se contempla lámparas de señalización para el estado de los motores, cuya codificación estará basada en la norma IEC.

Del mismo modo, en aquellos motores accionados por variador de frecuencia, se transmitirán las señales de estado y falla desde el variador, por medio de la misma red de comunicación al sistema de control.

Aquellos motores que requieran ser provistos con resistencias de calefacción, tendrán un enclavamiento en su lógica que permita desconectar al resistor cuando el motor se encuentre en marcha.

La transmisión de las señales de paro de emergencia (shut down) a los cubicles de los motores se realizará por medio de cableado duro.

### 8.1.13. Sistema de canalizaciones eléctricas.

Bandejas para cables eléctricos, estos deben estar fabricados, ensayados e instalados tomando en cuenta las recomendaciones de las Normas IEC 61537. IEC 60364, IEC 61000-5-2 y otras equivalentes como la NFPA 70.

Tubería eléctrica para instalaciones eléctricas (Conduit rigido) serie pesada, deberá cumplir las normas ANSI C80.1, ANSI/UL6 y ANSI B, estas tuberías deberán ser galvanizados en caliente (recubiertos de ZINC) en su parte interna y externa, además no deberán tener costura interna que pueda lastimar el cable eléctrico durante la instalación.

Tubería flexible para instalaciones eléctricas (Conduits flexible), estas deberán ser metálicas con cubierta PCV según la norma IEC 61386-23.

Este ítem también abarca la provisión e instalación de todo tipo de accesorios necesarios y pertinentes para la correcta instalación, montaje del sistema de canalizaciones eléctricas.

El diámetro mínimo de los conduits a utilizar en las canalizaciones enterradas será de 1".

El porcentaje de ocupación de la sección de los cables en conduits no deberá superar los siguientes límites:

- ✓ 1 conductor – 53%
- ✓ 2 conductores – 31%
- ✓ Más de 2 conductores – 40%

Las canalizaciones enterradas embebidas en hormigón para distribución de fuerza, iluminación y servicios auxiliares serán realizadas por medio de caños conduit de PVC o metálicos. El dimensionamiento de las canalizaciones en cada tramo del recorrido se realizará de acuerdo a lineamientos establecidos en la norma NFPA 70 y IEC 60364.

Del mismo modo el recorrido de las canalizaciones deberá realizarse tratando de minimizar las interferencias con cañerías enterradas y estructuras.

La distancia máxima entre puntos de halado de cables o manholes será de 60m.

La distancia mínima entre bancos de tubos independientes será de 500mm. Las canalizaciones de instrumentación se realizarán por bancos de tubos independientes a los de electricidad.

El ruteo de cables de fuerza, iluminación y otros servicios en las áreas de racks de cañerías de proceso se realizará mediante bandejas portacables tipo escalera de acero galvanizado. Se colocarán tapas a las bandejas para proteger los cables de cualquier derrame que pudiera producirse.

Se dispondrán diferentes bandejas para los cables eléctricos de fuerza, iluminación y de instrumentación.

No podrán tenderse en la misma bandeja cables de alimentación en 400 o 230Vca y cables de instrumentación de 24Vcc.

Los cables dispuestos en las secciones verticales de las bandejas serán fijados con precintos adecuados para tal fin.

Para las transiciones entre una canalización enterrada y bandejas en parrales o piperacks se utilizarán manholes de las dimensiones adecuadas para realizar el pasaje de los cables. Se deberán sellar los accesos de los cables al manhole de forma adecuada para evitar el ingreso de agua e insectos.

### 8.1.14. Sistema de cableado de potencia y control eléctrico.

Cable de media tensión, el conductor de acometida deberá estar dimensionada para un voltaje de servicio de 24900 Voltios, frecuencia nominal de 50 Hz, temperatura de servicio normal 90°C (XLPE o EPR), altura de instalación 3600msnm.

Los cables de acometida serán dimensionados tomando en cuenta que el cableducto es subterráneo de tubería HDPE 4" (un cable por ducto).

Cables de baja tensión, estos deberán ser fabricados bajo la norma IEC 60502-1, con aislamiento XLPE para voltaje nominal de 1kV, con cubierta externa PVC. La instalación de los cables de potencia y control deberán realizados en cumplimiento a las normas de instalación IEC 60364 o la NFPA 70.

Los cables eléctricos se dimensionarán de acuerdo a su capacidad de corriente, la corriente de la carga, la caída de tensión y la capacidad admisible de cortocircuito en el punto de instalación.

Los cables de fuerza, iluminación y comando deberán tener las siguientes características principales:

- ✓ Conductor de cobre
- ✓ Aislación de XLPE o EPR con chaqueta exterior de PVC
- ✓ Con Armadura
- ✓ Tensión de aislación 1,1 kV.

Los cables a utilizar en instalaciones interiores en edificios tendrán aislación y chaqueta exterior de PVC y baja emisión de humo.

Los cables que transporten señales de control, alarmas y señalización deberán ser del tipo multipolar, con pantalla metálica.

La sección mínima a utilizar será de 1,5 mm² para cables de comando y 2,5 mm² para cables de fuerza e iluminación. Para cables unipolares la sección máxima será de 240 mm².

Los alimentadores a motores deberán ser dimensionados para el 125% de la corriente nominal del motor.

En todos los cables para las demás cargas y servicios, la corriente de la carga no deberá superar el 80% de la capacidad admisible del cable considerando en la misma los factores de ajuste de acuerdo a las condiciones de instalación.

### 8.1.15. Motores eléctricos

Los motores eléctricos serán asincrónicos, trifásicos, de inducción, rotor de jaula de ardilla, de alta eficiencia, aptos para operar en 400Vca – 50Hz.

Los motores deberán cumplir además con los requisitos establecidos en la norma IEC-60034-17.

La protección de la carcasa será acorde al área de localización de cada motor:

- ✓ Para áreas no clasificadas el grado de protección deberá ser IP54 o superior.
- ✓ Para áreas clasificadas el motor deberá contar con las certificaciones correspondientes.

La clase de aislación será F y la sobrelevación de temperatura clase B dimensionado para operación de 400 msnm y factor de servicio 1.15.

### 8.1.16. Diseño del Lay Out.

Debe comprender equipos, instalaciones Sala Eléctrica y de Control, Sala de Switchgear, iluminación, canalizaciones, etc.

### 8.1.17. Diagramas.

Elaboración de los diagramas unifilares, topográficos y funcionales típico de todos los tableros, a excepción de los provistos con los equipos, etc.

### 8.1.18. Especificaciones y hojas de datos.

Elaboración de Especificaciones Técnicas y Hojas de Datos para la compra de materiales y equipos.

### 8.1.19. Lista de materiales.

Elaboración de listas de materiales eléctricos, para Canalizaciones, PAT, Bandejas Portacables, Iluminación, Conexionado, Etc.