

**ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA, DETALLADA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
OBRA ELÉCTRICA Y AFINES DEL JARDIN ARBOLEDA SANTA TERESITA**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE

ESPECIALIDAD ELÉCTRICA

GENERALIDADES

ET-AST-CAP0

REV. 1

Octubre de 2018

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Índice de Revisión	Sección Modificada	Fecha Modificación	Observaciones
REV.1		31/10/2018	CREACIÓN DE ET

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Número de Revisión		1
Responsable por Elaboración	Nombre	CAMILO A. ALVARADO B.
	Firma	
Responsable por Revisión	Nombre	CAMILO CARDENAS
	Firma	
	Fecha	31/10/2018

ELABORACIÓN DE LA INGENIERÍA BÁSICA, DETALLADA, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA Y AFINES DEL JARDIN ARBOLEDA SANTA TERESITA

INGENIERÍA DETALLADA: ESPECIFICACIÓN DE MONTAJE ELÉCTRICO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES	5
1.1 NORMAS APLICABLES.....	5
1.2 MATERIALES Y EQUIPOS	6
1.2.1 Recepción y Almacenamiento de Materiales	7
1.2.2 Transporte y Embalaje	8
1.2.3 Apariencia de los Trabajos	9
1.2.4 Coordinación con Otras Actividades de Construcción	9
1.2.5 Variaciones con Respecto a los Planos Documentos Aprobados	9
1.3 REPARACIÓN DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN.....	9
1.3.1 Utilización de Equipos, Herramientas y Partes de Repuesto	10
2. ESPECIFICACIONES DE MONTAJE	11
2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	11
2.1.1 Electrobarra.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.2 Instalación de Cables.....	11
2.1.3 Conexionado de Circuitos de Baja Tensión	12
2.1.4 Tableros de Distribución	14
2.1.5 Transformadores Secos	15
2.2 CANALIZACIONES.....	16
2.2.1 Ductos en PVC.....	16
2.2.2 Tubería Metálica Enterrada	18
2.2.3 Tubería Metálica a la Vista	21
2.2.4 Bandejas Portacables	23
2.3 CABLEADO Y CONEXIONADO.....	24
2.3.1 Identificación de circuitos.....	25
2.3.2 Conexionado de motores.....	25
2.4 SUBESTACION.....	26
2.4.1 Celdas de Media Tensión y Tableros de Distribución	26
2.4.2 Transformador de Potencia	30
2.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	31
2.5.1 Conexiones a tierra para seguridad de las personas	33
2.5.2 Derivaciones	33
2.5.3 Bancos de Ductos y Bandejas Portacables	33
2.5.4 Equipos	34
2.5.5 Tuberías	34

2.6	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	34
2.7	PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	34
2.8	SISTEMAS DE CONTROL, VOZ Y DATOS	35
2.8.1	Fibra Óptica	35
2.8.2	Cables de cobre	35
3.	PRUEBAS	37
3.1	EQUIPOS DE PRUEBA	37
3.2	PRUEBAS DE CAMPO	38
3.2.1	Malla a tierra	38
3.2.2	Cables	38
3.2.3	Cables de baja tensión	38
3.2.4	Motores	38
3.2.5	Prueba a interruptores de baja tensión de caja moldeada.....	38
3.2.6	Sistema de protección contra descargas atmosféricas	39
3.2.7	Electrobarras.....	39
3.2.8	Sistema de Iluminación	39
3.2.9	Sistemas de Control/Protección/Voz /Datos	39
3.3	FORMATOS DE TERMINACIÓN MECÁNICA Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO 40	
4.	CONTROL DE CALIDAD.....	41
5.	ENTREGABLES.....	42

1. GENERALIDADES

Esta especificación establece los requerimientos técnicos generales de los trabajos eléctricos a desarrollar por parte del CONTRATISTA en la construcción correspondiente al proyecto JARDIN ARBOLEDA SANTA TERESITA. Los trabajos en el sistema eléctrico incluyen, pero no se limitan a las siguientes actividades:

- Montaje de red de media tensión desde punto de conexión hasta la S/E
- Montaje de tren de media tensión
- Montaje de sistema de suplencia
- Montaje y conexión de transformadores
- Montaje de sistema de distribución eléctrica: Tableros, Cables
- Montaje de sistema de iluminación
- Montaje de sistema de protección contra descargas atmosféricas.
- Montaje de sistema de puesta a tierra.
- Tendido de sistema de canalizaciones: Bancos de ductos, Tubería a la vista y Bandejas portacables.
- Cableado de acometidas y salidas eléctricas de acuerdo a planos de construcción
- Montaje de infraestructura de telecomunicaciones
- Montaje del sistema de voz y datos del core
- Chequeo de cableado y chequeo pre-alistamiento.
- Pruebas típicas sobre cableado (continuidad, conductividad, tierra, entre otras) y arranque.

El CONTRATISTA debe suministrar la mano de obra, los materiales consumibles, los equipos de montaje y herramientas necesarias para la construcción de las obras eléctricas y montaje de equipos (incluyendo los bancos de ductos) de tal manera que se asegure una correcta operación de los equipos a instalar, todo de acuerdo con las presentes especificaciones y con las instrucciones de LA INTERVENTORIA. La omisión en las especificaciones técnicas de cualquier ítem o trabajo, que sea razonablemente necesario para el funcionamiento correcto de los suministros, no liberará al CONTRATISTA de su obligación de realizarlo.

Como complemento a las presentes especificaciones de montaje, se deben tener en cuenta los planos de diseño aprobados de la presente ingeniería. El ANEXO 1, del presente documento, muestra el listado de planos y documentos de diseño.

1.1 NORMAS APLICABLES

Las normas nacionales e internacionales para materiales y construcción que se mencionan adelante se deben aplicar en su última versión. Se aceptan normas equivalentes, debidamente reconocidas y que en opinión de LA INTERVENTORIA sean aplicables y aseguren una excelente calidad de las obras.

El CONTRATISTA se obliga a dar cumplimiento a las normas, códigos y estándares que se indican a continuación, durante la ejecución del contrato:

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC).
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)
- Código Eléctrico Colombiano NTC 2050-4552
- National Electrical Code (NEC).
- American Society for Testing and material (ASTM).
- Underwriters Laboratories Inc (UL).
- American National Standards Institute (ANSI).
- American Institute of Steel and Iron (AISI).
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- International Electro technical Commission (IEC).
- American National Standards Institute (ANSI).
- National Fire Protection Association (NFPA).
- Instrument Society of America (ISA).
- Insulated Cable Engineers Association (ICEA).

El CONTRATISTA deberá tener disponibilidad inmediata para la consulta e impresión de cualquiera de las anteriores normas y códigos, en su última versión.

En caso que se presenten incompatibilidades entre las especificaciones técnicas, diseños, planos, manuales y las normas citadas, el CONTRATISTA debe informar por escrito a LA INTERVENTORIA sobre la incompatibilidad identificada, antes de la ejecución de la actividad involucrada y LA INTERVENTORIA definirá la forma de resolver la contradicción. Cualquier excepción, cambio o adición a esta especificación debe ser aprobada previamente por LA INTERVENTORIA.

1.2 MATERIALES Y EQUIPOS

Todos los elementos y materiales suministrados con destino a las obras, deben ser nuevos y de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones, de la clasificación y grado designados de acuerdo con el área de operación en la que se van a instalar, deben ser de fabricación reciente y producidos por fabricantes de reconocida capacidad.

Se deben cumplir con las estipulaciones de las presentes especificaciones y con las normas aplicables antes enunciadas.

El CONTRATISTA debe suministrar muestras de los materiales y elementos cuando lo prevean las especificaciones o cuando LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA lo soliciten para someterlas a su aprobación. LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA rechazarán los materiales o elementos si no los encuentra de acuerdo con lo establecido en las normas. El CONTRATISTA debe reemplazar el material o elementos rechazados sin costo adicional para LA INTERVENTORIA y dentro de los plazos

fijados por el Contrato.

El CONTRATISTA debe planear y programar el transporte de los suministros, para que los materiales se encuentren en el sitio de las obras en el momento necesario. La responsabilidad por el flujo oportuno de los materiales es del CONTRATISTA y por consiguiente éste no puede solicitar ampliación del plazo, ni justificar o alegar demoras en la fecha de entrega de la obra por causa del suministro deficiente o inoportuno de los materiales.

Debe contar con cantidades suficientes de repuestos de equipos y materiales de construcción, en el sitio de la obra, con el fin de solucionar las dificultades de disponibilidad de estos elementos.

1.2.1 Recepción y Almacenamiento de Materiales

El CONTRATISTA es el responsable del cuidado y buen manejo de los materiales que le sean suministrados por LA INTERVENTORIA. Debe mantener al día una lista de existencias que puede ser revisada por LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA y en la cual consten las cantidades de materiales recibidos en almacén, utilizados y disponibles, así mismo debe mantener un inventario al día de los equipos y materiales suministrados por LA INTERVENTORIA que no hacen parte del alcance del CONTRATISTA.

Una vez entregados por parte de LA INTERVENTORIA al CONTRATISTA los equipos, materiales y accesorios estos pasarán a ser responsabilidad única del CONTRATISTA, en todo lo referente a seguridad, bodegaje, manipulación, instalación y puesta en marcha.

En general los equipos, materiales y accesorios se deberán conservar en sus empaques originales de transporte hasta el momento de su instalación. Si los empaques, las cajas o guacales se abren para inspección o verificación, éstos se deberán rehacer con los plásticos, separadores y protectores de golpes que usualmente protegen el contenido. Los equipos montados en patines y aquellos de gran tamaño y peso se deberán manejar y transportar de acuerdo con las instrucciones del PROVEEDOR / FABRICANTE.

En el momento de la recepción de equipos y materiales se deberá realizar una inspección, registrando en un formato de inspección suministrado por el CONTRATISTA y previamente aprobado por LA INTERVENTORIA. En el caso de observar daños se deberá dejar constancia de tales daños. Si los daños observados causan dudas acerca del empleo del material o equipo que se pretende instalar se deberá realizar una Consulta Técnica por escrito a fin de recibir instrucciones por parte de LA INTERVENTORIA.

El cuidado se deberá extender desde la recepción hasta la entrega final de los trabajos. Los daños o la pérdida de equipos, materiales y accesorios que se presenten deberán reportarse inmediatamente a LA INTERVENTORIA.

En cualquier caso, estos equipos deberán permanecer limpios interna y externamente durante el proceso de instalación sin importar que se estén realizando actividades de construcción en el mismo

lugar o cerca del sitio de instalación.

Los equipos eléctricos deberán cubrirse con elementos resistentes al impacto de piedras, objetos, metales calientes, líquidos y/o gases a presión que puedan alcanzarlos como resultado de labores de construcción que se estén realizando en las cercanías de las áreas de construcción.

El CONTRATISTA debe tener para la realización de los trabajos eléctricos, como mínimo y sin limitarse al listado siguiente:

- Dobladora hidráulica de tubería conduit. (Si es requerido)
- Roscadora eléctrica y terrajas.
- Herramientas menores.
- Radios portátiles de intercomunicación aptos para operar en áreas clasificadas.
- Multímetros.
- Pinzas amperimétricas.
- Torquímetro.
- Detector de voltaje.
- Megger
- Medidor de R.P.M (contador de revoluciones) (Si es requerido).
- Indicador de secuencia de las fases.
- Cronómetro.
- Frecuencímetro.
- Detector de gases.
- Máquina de halado de cables con dinamómetro (Si es requerido).

1.2.2 Transporte y Embalaje

El cargue, posterior descargue y el transporte hasta el sitio de la obra de los materiales y de los equipos son a costa y bajo la responsabilidad del CONTRATISTA.

Todos los elementos deben ser almacenados por cuenta y bajo la responsabilidad del CONTRATISTA de manera que resistan la humedad, corrosión y demás condiciones que se puedan encontrar durante el período de construcción y transporte desde la bodega hasta el sitio de la obra.

Cuando sea necesario, las piezas pesadas o para ensamblar deben montarse sobre largueros, embalsarse en estibas (pallets) o en cajas de madera. Aquellos artículos que se puedan extraviar deben empacarse en cajas o en bultos amarrados con alambre o zunchados y marcados con claridad para su fácil identificación. Las cajas o piezas embaladas en estibas (pallets), que al ponerles estrobo sean inseguras deben empacarse con los estrobo adheridos a la pieza misma y proyectados por fuera de la caja, de manera que el enganche con el equipo izador pueda efectuarse fácilmente.

Los equipos, materiales y accesorios se deberán manipular, movilizar y/o transportar hasta el sitio de instalación con las precauciones necesarias para evitar daños por golpes, exposición a condiciones ambientales severas como polvo, barro, lluvia, o temperaturas excesivas que puedan perjudicar el

buen funcionamiento de los equipos.

Los equipos movilizados hasta el sitio final de la instalación que intrínsecamente no resistan o no estén diseñados para soportar la acumulación y/o ingreso de polvo, lluvia, agua y barro deberán cubrirse con protectores que impidan la acumulación y/o el ingreso de tales agentes hasta tener el lugar adecuadamente construido y preparado para considerar el retiro de las protecciones antes mencionadas.

1.2.3 Apariencia de los Trabajos

Todos los trabajos terminados que se presentan para la aceptación de LA INTERVENTORIA deberán lucir ordenados, libres de herramientas, desperdicios propios de la labor y de la suciedad, y elementos extraños.

1.2.4 Coordinación con Otras Actividades de Construcción

El montaje de equipos eléctricos o labores de construcción o adecuación de lugares relacionados con esta actividad, deberán coordinarse con las demás disciplinas para evitar al máximo posibles obstrucciones que perjudiquen el desarrollo de éstas o conduzcan a situaciones de conflicto que normalmente se pueden evitar al coordinar las actividades.

1.2.5 Variaciones con Respecto a los Planos Documentos Aprobados

Cuando sea necesario realizar los trabajos de forma diferente a la indicada en los planos y/o documentos aprobados del proyecto, el CONTRATISTA debe solicitar por escrito a LA INTERVENTORIA una aclaración para obtener una definición al respecto.

Igualmente, cuando un asunto particular relativo a la instalación de equipos y materiales no éste cubierto por esta especificación, o los documentos relativos, se deberá realizar por escrito una Consulta Técnica a fin de que por parte de LA INTERVENTORIA se tomen las decisiones pertinentes.

1.3 REPARACIÓN DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTO DE PROTECCIÓN

- Una vez finalizado el trabajo de instalación de los equipos se deberá reparar el área de pintura estropeada durante la instalación del equipo, para lo cual se utilizarán las pinturas que usualmente se suministran con los equipos para este tipo de reparaciones.
- Las reparaciones se limitarán a áreas pequeñas que puedan cubrirse con métodos manuales de aplicación y que en conjunto no perjudiquen la buena apariencia de los equipos. Para reparaciones de áreas grandes, partes o piezas completas, se deberá consultar y obtener la aprobación de LA INTERVENTORIA.
- Las piezas galvanizadas en caliente deberán manipularse con las precauciones necesarias para evitar dañar el recubrimiento.
- En general todas aquellas superficies que presenten defecto en el acabado del galvanizado en caliente por deterioro durante el montaje serán reparadas con un compuesto rico en zinc referencia

“GALVANEX II” o “DIMECOTE-9” de Permapint o equivalente aceptado previamente por LA INTERVENTORIA.

- Todos los equipos que dispongan de resistencias para calefacción deberán ser conectados y controlados antes, después de ser instalados y hasta el momento de la puesta en servicio.
- Los conduits, sellos, uniones, tapones, conduletas, acoples flexibles y demás elementos que forman parte de los sistemas de canalizaciones deberán mantenerse limpios en su interior. No se deberán dejar los conduits expuestos sin su correspondiente tapón, para evitar la entrada de agua y/o elementos extraños.
- Los cables deberán manejarse y movilizarse en sus respectivos carretes; y los protectores que usualmente traen como cubrimiento de los aislamientos deberán mantenerse en su sitio hasta el lugar de utilización.
- Cuando sea necesario abandonar temporalmente carretes de cables parcialmente utilizados en lugares no destinados al almacenamiento de materiales y expuestos a la intemperie se deberán cubrir con protectores los extremos para impedir la entrada de agua y suciedad.

1.3.1 Utilización de Equipos, Herramientas y Partes de Repuesto

Deberá someterse a consideración y aprobación por parte de LA INTERVENTORIA, la utilización de equipos, herramientas y partes de repuesto que hacen parte del proyecto para fines de completar, reparar, sustituir o utilizar para propósitos y/o aplicaciones diferentes a las cuales fueron adquiridos.

2. ESPECIFICACIONES DE MONTAJE

2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

2.1.1 Instalación de Cables

Antes de iniciar las labores de cableado, el CONTRATISTA deberá presentar a LA INTERVENTORIA una copia de las especificaciones de todos los cables a utilizar, con el fin de tener su aprobación para dar inicio a las labores de instalación de cables.

El cableado en los sistemas de canalizaciones se iniciará sólo después de haber efectuado la limpieza de estas. Antes de cortar el cable se deberá chequear la longitud de cada carrete y verificar que la asignación mostrada en la lista de cableado esté correcta de acuerdo con las longitudes y características del sistema que se pretende cablear. Los extremos del cable cortado y del cable que queda en el carrete deberán ser protegidos con cinta auto-fundente para evitar la entrada de humedad y agua. Cada vez que se corten tramos de cable de un carrete la ficha de longitud del carrete deberá ser actualizada.

El carrete que contiene el cable se deberá manejar evitando que se golpee o deforme. Es importante mantenerlo en la posición adecuada, de tal manera que gire libremente y permita la salida del cable por la parte superior.

Los cables deberán conservarse limpios durante la labor de instalación. Una vez sean instalados los conductores, se debe realizar la identificación y el conexonado teniendo en cuenta lo descrito en esta especificación y los requerimientos descritos en el RETIE.

2.1.1.1 En canalizaciones tipo conduit

El halado de los cables se hará a mano hasta donde sea posible y en el caso de requerir halado mecánico se utilizarán la máquina de halado con dinamómetro especialmente diseñada para este propósito.

En cualquier caso las fuerzas de tendido no deberán superar los kilogramos-fuerza recomendados por el FABRICANTE / PROVEEDOR del conductor. La fuerza de halado se hará en sentido axial de los conduits. Si se requiere el uso de poleas para cambio de dirección de la fuerza de halado, estas serán de un radio igual o mayor al radio de curvatura requerido del cable y tendrán una superficie suave para evitar daños en el aislamiento de los cables. Durante la instalación de los cables se evitará la formación de bucles y curvas de radios pequeños o dobleces agudos en las boquillas de terminación de los conduits.

No será permitido utilizar los soportes del sistema de bandejas portacables y de conduits como medio de anclaje para las máquinas de halado.

El halado se hará con manilas ó sogas, y los conductores se sujetarán con mallas encogibles para halado de cables, equipadas con eslabones de amarre giratorios para evitar el giro de los cables dentro de la tubería conduit.

En el caso que se requiera suavizar el halado de cables se utilizará lubricante ref. "Polywater" de 3M y/o lubricante "Yellow 77" de IDEAL. No se aceptarán compuestos que no sean para este fin (por ejemplo: grasas o talcos).

Una vez finalizada la labor de halado se realizarán las siguientes pruebas con el fin de verificar el buen estado de los cables.

- Prueba de resistencia de aislamiento.
- Prueba de alto potencial D.C (cables de media tensión).
- Prueba de continuidad

Las anteriores pruebas se deberán registrar en los formatos apropiados para que sean evaluados por LA INTERVENTORIA.

En lo posible los cables se deberán organizar en los tableros de baja tensión de manera que permitan la inserción de un amperímetro portátil de tenaza en cada uno sin tener que desplazar los demás.

En principio no se aceptarán empalmes de cables de potencia y control que no están previstos en la ingeniería aprobada, y si fuese necesario, solamente se aceptarán dentro cajas de halado, conduletas, cajas de derivación y/o paso, con previa aprobación de LA INTERVENTORIA.

Durante la labor de cableado, las puntas de los cables se deberán sellar con cinta auto fundente, la cual sólo se retirará llegado el momento de realizar las pruebas y/o conexionado.

Los cables deberán identificarse provisionalmente con el número asignado en las listas de cables escrito con marcador sobre cinta de enmascarar de color blanco. Las marcas se deberán colocar en general en los puntos donde los extremos se abandonen en espera de la labor de acometida y conexionado.

2.1.1.2 En canalizaciones tipo bandejas portacables

Los cables se sujetarán a las bandejas portacables por medio de amarres plásticos para uso exterior color negro, con una distancia máxima entre amarres de 9 m.

2.1.2 Conexionado de Circuitos de Baja Tensión

Cuando los equipos no dispongan de terminales apropiados para conectar los cables, se utilizarán conectores tipo compresión de cobre estañado de barril largo, de pala de un hueco. Para conductores de calibres mayores o iguales a 2/0 AWG se deben utilizar conectores de compresión de barril largo con dos huecos para su fijación.

La polaridad de las conexiones se debe mantener en todos los puntos de conexión realizando las verificaciones pertinentes de continuidad por fase.

Los extremos de los cables de los circuitos deberán identificarse con cinta de vinil autoadhesivas de colores sólidos para identificar fácilmente las fases del equipo, Referencia PANDUIT ó equivalente.

Los colores deben ser los establecidos en la tabla 13 del RETIE.

A menos que se indique lo contrario, toda la tornillería utilizada será en acero inoxidable.

Todas las conexiones deben ser efectuadas en los bornes terminales del equipo o en borneras terminales.

Para facilitar el mantenimiento y las pruebas, todos los conductores utilizados y aquellos considerados de reserva deben ser llevados a las borneras terminales.

No se deben presentar empalmes en los conductores y no se permite que sean conectados más de dos conductores a cualquier terminal de equipo o de borneras.

Todos los puntos que reciben conexiones externas serán alambrados hasta las borneras terminales.

Las borneras terminales para conexión de los cables multiconductores serán montadas verticalmente, en ambos lados de los paneles. Se instalarán a una distancia de 10 cm del borde externo de las caras laterales de los paneles, mirados desde la parte posterior, de tal manera que permitan el acceso fácil de los conductores, así como la observación de sus números de identificación. Entre borneras terminales adyacentes debe dejarse como mínimo una separación de 10 cm.

Cuando se deben efectuar interconexiones entre tableros, las borneras terminales se localizarán en la parte inferior de cada panel.

Cuando haya circuitos operando a diferentes niveles de voltaje, sus conexiones en las borneras terminales deberán separarse mediante separadores adecuados.

Para conexión de equipos de potencia y cuando esto sea requerido, se dispondrá de borneras terminales de capacidad nominal como mínimo el 125% de la capacidad requerida de corriente y de las dimensiones apropiadas.

Todos los conductores llevarán en forma independiente en ambos extremos, conectores terminales apropiados para el calibre del conductor y el borne donde este llegue.

Todas las conexiones que salen o llegan a un tablero serán efectuadas a uno de los lados de las borneras terminales. Las conexiones hacia los equipos que hacen parte de cada panel o tablero se efectuarán desde el otro lado de la bornera terminal. En estas borneras, se deberán agrupar los circuitos en forma ordenada según la función que desarrollen en los esquemas de control y protecciones. (Circuitos de transformadores de corriente, circuitos de transformadores de potencial, circuitos de señalización etc.).

Se pondrá especial atención al ordenamiento del alambrado en las borneras terminales, con el objeto de permitir la conexión de todos los conductores externos.

El alambrado en los paneles será agrupado y fijado mediante correas plásticas adecuadas para proteger el aislamiento de los conductores. Estará dispuesto en forma horizontal y vertical únicamente, cuidando que las curvas sean suaves y libres de esfuerzos.

2.1.2.1 Identificación de Circuitos

Cada uno de los circuitos será identificado y marcado para su plena identificación.

Solamente se permitirán marquillas del tipo “termoencogible”, tanto para potencia como para fuerza, control e instrumentación, en ambos extremos del conductor. El número del circuito deberá ser impreso en medio electrónico en la marquilla.

2.1.3 Tableros de Distribución

Los tableros se ubicarán de acuerdo con lo expresado en los planos de disposición de equipos aprobados.

Antes de la instalación el CONTRATISTA deberá replantearse la posición para verificar las previsiones que se hayan dejado para la entrada de los cables y puestas a tierra.

Los tableros de instalación adosada a muro (pared) deberán estar separados, mínimo 25 mm de la pared. Una vez alineados y nivelados se acoplarán (si aplica), y anclarán al piso para formar una estructura rígida, teniendo en cuenta las instrucciones de montaje dadas por EL FABRICANTE.

Las conexiones eléctricas deberán quedar convenientemente aseguradas con el ajuste de torque recomendado según el grado del tornillo utilizado, para evitar posibles puntos calientes.

Todo el sistema deberá quedar conectado a tierra de acuerdo con los detalles de conexión incluidos en los típicos de montaje y recomendaciones del FABRICANTE.

Cuando se realicen las conexiones de las barras de las celdas entre sí, se procurará perfecto acoplamiento para evitar que se transmitan esfuerzos indebidos a los aisladores soporte, igualmente se debe verificar la correcta instalación de la funda plástica (si aplica) y las distancias mínimas entre las barras.

Los relés, instrumentos y cualquier otro componente eléctrico de los tableros deberán ser inspeccionados y todos los bloques que hayan sido instalados para propósitos de asegurar las partes durante el transporte, deberán ser retirados.

A menos que se indique diferente en los documentos aprobados para construcción, toda la tornillería utilizada será en galvanizado en caliente y la soportería utilizada será en acero galvanizado en caliente del tipo "uni strut".

2.1.4 Transformadores Secos

Previo a la instalación del transformador (Una vez desembalado), el CONTRATISTA deberá verificar que los valores declarados en la placa de características correspondan a los solicitados a fábrica. Cualquier diferencia detectada deberá informarla a LA INTERVENTORIA o a la INTERVENTORÍA.

Una vez ubicado el equipo en su sitio de instalación, se deben retocar los puntos en los cuales se deterioró la pintura durante el descargue y el manejo del equipo, para evitar oxidación en el futuro asegurando que:

- Se limpie con papel de lija o cepillo de alambre la zona con la pintura deteriorada.
- Se aplique pintura anticorrosiva y si por estética se requiere, se aplique encima pintura de acabado. Esta pintura usualmente es suministrada por el fabricante del transformador.

El CONTRATISTA deberá realizar las siguientes actividades previas a la puesta en servicio:

- Verificar las distancias eléctricas mínimas de acuerdo a la NORMA IEC 76-3-1
- Limpiar los canales de refrigeración y las bobinas, soplando con nitrógeno (si se trata de un transformador seco tipo abierto).
- Verificar la temperatura ambiente en el lugar de la instalación - máxima permisible: 40°C (Promedio día 30°C, promedio año: 20°C – según IEC 76-1).
- Verificar si el lugar de la instalación posee una ventilación adecuada y eliminar posibles causas de obstrucción de la ventilación.
- Verificar los anclajes de la celda y del transformador.
- Verificar la inmovilización de las ruedas, si las tiene.
- Verificar limpieza del aire de refrigeración.
- Verificar que la ubicación de la celda sea retirada de las paredes. (Para evitar acumulación de calor y ruido).
- Medir con MEGGER el aislamiento entre devanados y entre devanados y tierra. Comparar con los respectivos valores del certificado de pruebas del equipo (protocolo) e informar a LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA si se encuentran valores muy bajos.
- Medir continuidad en las fases para asegurarse de que no existan rupturas de las terminales. Realizar un puente entre terminales del ohmetro antes de retirar las puntas para evitar daño del medidor por efecto inductivo.
- Conectar los equipos de control de acuerdo al diagrama de conexión, teniendo en cuenta que los dispositivos únicamente pueden manejar señales de control.
- Ajustar el punto de alarma y disparo en el termómetro según la clase de aislamiento.
- Verificar que los instrumentos de protección estén en buen estado y se tenga buena visibilidad de sus indicadores.

Es común que los transformadores lleguen al sitio de obra con anticipación. Durante este período el nivel de contaminación en la atmósfera por polvo y otros elementos es usualmente muy elevado, por tanto el CONTRATISTA debe verificar, en el momento del montaje, que no se haya acumulado contaminación en las bobinas del transformador y si existe, se debe realizar una limpieza completa y

cuidadosa mediante soplado con nitrógeno.

2.2 CANALIZACIONES

Es responsabilidad del CONTRATISTA, construir los bancos de ductos e instalar las cajas de distribución o tableros de pared de acuerdo con los planos de canalizaciones (Rutas eléctricas), las especificaciones eléctricas y civiles correspondientes.

Verificar en campo las rutas de bancos de ductos antes de comenzar su construcción, para evitar interferencias con estructuras, fundaciones o tuberías. En el caso de bancos de ductos propuestos para construcción, que guarden relación con bancos de ductos existentes es responsabilidad del CONTRATISTA verificar la disponibilidad de reservas en estos últimos, antes de comenzar la construcción.

Tomar medidas para evitar la entrada de agua o cuerpos extraños a canalizaciones o cajas de halado, efectuar la limpieza interna final de todos los tubos de los bancos de ductos y sellarlos en sus extremos para evitar el ingreso de materiales extraños durante la ejecución de las obras.

Revisar cuidadosamente los conduits antes de su instalación para asegurarse que las superficies sean aptas para el halado de cables.

2.2.1 Ductos en PVC

2.2.1.1 Excavaciones

En esta actividad el CONTRATISTA incluye pero no se limita a las siguientes labores:

El CONTRATISTA revisará antes de empezar los trabajos de excavación de las trincheras, que en el área de trabajo ningún tubo de proceso o ningún cable subterráneo de instalaciones previas vayan a ser afectados por los trabajos. El CONTRATISTA debe tomar todas las medidas necesarias para asegurar la estabilidad de las excavaciones y la seguridad de las estructuras y obras existentes cercanas a los trayectos de excavación así como seguir los lineamientos generales que a este respecto tiene LA INTERVENTORIA.

Las zanjas para la construcción de los bancos de ductos y las excavaciones para el afloramiento a los puntos de halado deberán realizarse a mano, en el caso que se trabaje en la planta existente operando. Las excavaciones con maquinaria sólo se podrán efectuar previa aprobación de LA INTERVENTORIA, siempre y cuando su utilización no constituya riesgo alguno para otras instalaciones aledañas superficiales y/o enterradas.

A partir de 1.5 m de profundidad las excavaciones serán entibadas y tendrán un talud para evitar derrumbes dentro de ellas, los entibados deben ser retirados a medida que la excavación sea rellena y compactada.

El fondo de cada una de las trincheras, se apisonara y nivelará cuidadosamente para evitar

asentamientos diferenciales. Si el suelo subyacente no fuera apto para el tendido de bancos de ductos, el CONTRATISTA a su cargo, hará el tratamiento necesario en el fondo de la zanja hasta que a juicio de LA INTERVENTORIA, este sea apto para el tendido de los bancos de ductos.

El CONTRATISTA tomará a su cargo y a su cuenta todas las precauciones necesarias para el manejo adecuado de las aguas subterráneas y nivel freático, al igual que en el caso de lluvias (de haberlas), así como para evitar sobreexcavaciones y derrumbes, accidentes de personas, equipos o animales, a consecuencia de dichas excavaciones.

2.2.1.2 Instalación de Ductos

La instalación de los ductos se hará teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Instalado cada tramo de ductería se recortarán las colillas de los ductos en los muros de cámaras y cajas. Se utilizarán adaptadores terminales de campana para evitar bordes cortantes en el plano de transición ducto-cámara, los cuales se colocarán embebidos en ambos extremos del ducto instalado dando acabado de abocinado a su llegada al muro de la cámara o caja de paso y quedarán a ras y correctamente emboquillados. Su ensamble se efectuará mediante unión mecánica (ducto-campana).

Cuando sea necesario recortar el ducto de PVC se hará con una sequeta corriente, asegurando el corte a escuadra y retirando la rebaba y marcas de sequeta con lima ó papel de lija.

Una vez instalados los ductos se sondearán para dejar un hilo guía con el cual, además de comprobar su continuidad, se facilitarán las labores posteriores de cableado.

2.2.1.3 Relleno de Canalizaciones.

Una vez aprobada la instalación de los ductos y su recubrimiento con arena se rellenará la canalización con el material especificado según el sitio de localización así:

- Andén concreto: Sub Base Granular # 4 (SBG-4)
- Zonas verdes: Material seleccionado proveniente de la excavación
- Pavimento flexible: Base Granular # 2 (BG-2)
- Pavimento rígido: Base Granular # 2 (BG-2)
- Pavimento articulado: Base Granular # 2 (BG-2)

La compactación del material se hará en capas no mayores de quince centímetros (0,15 m) de espesor y preferiblemente se utilizarán medios mecánicos para su compactación (ranas, saltarines, etc.).

Para lograr una correcta compactación se dará a cada capa de material la humedad adecuada y la compactación se suspenderá cuando esta no presente más reducción de volumen. Se mantendrán estrictos controles de calidad para asegurar el contenido de humedad ideal y el número de repeticiones que garanticen una compactación del ciento por ciento (100%) para BG-2 y noventa y cinco por ciento

(95%) para SBG-4 de los obtenidos en el ensayo del Próctor Modificado. Durante la compactación se evitará que los ductos sufran daño alguno o se desplomen los bloques o ladrillos contiguos.

Las herramientas de compactación manual tendrán como mínimo un área de impacto de tres decímetros cuadrados (0,03 dm²) y un peso máximo de doce kilogramos (12 kg). Los rellenos terminarán en el nivel de inicio de la capa de concreto o de asfalto que conforman el andén o calzada correspondiente.

2.2.1.4 Cajas de Inspección

EL CONTRATISTA será responsable de la construcción, y/o del acondicionamiento de las cajas de inspección en donde sea requerido.

Las dimensiones de las cajas estarán acordes con las normas AE 287, AE287-1, CS-276, CS-276-1 y CS-276-2

CAJA DE INSPECCIÓN DOBLE PARA CANALIZACIÓN DE M.T. Y B.T. de CODENSA S.A.

2.2.2 Tubería Metálica Enterrada

Los ductos estarán embebidos en concreto en toda su longitud hasta el afloramiento a la superficie.

Los tramos de bancos de ductos que se construyan en forma o dirección horizontal, no tendrán desniveles intencionales para drenaje de agua, ya que se deberán construir de tal manera que no permitan el ingreso de agua por las uniones. Sin embargo, es posible que se pueda acumular agua por ciclos de condensación y por lo tanto, se deberá contar con que los ductos puedan tener agua en su interior. La llegada de los conduits a las cajas de halado eléctricas deberá ser perpendicularmente a la misma y cada conduit dispondrá de una boquilla aislada con conector de puesta a tierra. Cada terminación de conduit con respecto a la pared interior de la caja de halado deberán estar separados de acuerdo a lo indicado en el plano de canalizaciones eléctricas, de tal forma que permita la instalación del sello cortafuego y la boquilla con terminal de puesta tierra en cada conduit.

Para un mejor sellado y evitar la entrada de agua en los bancos de ductos en los empalmes entre tuberías o entre tubería y accesorios se debe utilizar pintura anticorrosiva sobre los hilos de la rosca.

Al finalizar la instalación, todos los conduits que se hayan cableado, que penetren a las cajas de halado o sótanos y que puedan recolectar agua por drenaje natural, deberán obturarse con compuesto sellante en el sello cortafuego correspondiente. El compuesto deberá penetrar a una profundidad no menor a la del diámetro del conduit.

Las roscas de ductos de reserva que terminen en cajas de halado serán limpiadas; lubricadas y protegidas contra la corrosión con un compuesto apropiado para tal fin, del tipo "STL" de Crouse Hinds, equivalente o superior. Los ductos se conectarán con el sistema de puesta a tierra de la planta, al menos en dos extremos.

Todos los tubos deberán quedar limpios y provistos con un hilo de fibra plástica o de propileno de

diámetro mínimo 2 mm, para facilitar la labor de cableado. Todas las boquillas de los conduits deberán quedar conectadas al sistema de puesta a tierra.

Los tubos de reserva deberán sellarse por medio de un tapón en fundición hierro galvanizado tipo hembra.

El FABRICANTE / PROVEEDOR garantizará que toda la tubería para uso eléctrico sea diseñada, manufacturada, ensamblada y probada en conformidad con esta especificación y con las normas citadas anteriormente.

El FABRICANTE / PROVEEDOR suministrará todos los certificados de cumplimiento de la norma o normas específicas aplicables, expedidas por un organismo independiente de reconocido prestigio.

2.2.2.1 Conformación de los bancos de ductos

Las capas de conduits se deberán soportar y fijar de tal forma que mantengan las separaciones especificadas y soporten el vaciado del concreto en el cual quedarán embebidos.

El concreto deberá ser vibrado para obtener un llenado uniforme y completo de la formaleta. El concreto deberá ser vaciado en capas de aproximadamente 400 mm de espesor y se deberá proceder a vibrar antes de aplicar la siguiente capa. No se instalarán tubos que se hayan deformado o que hayan perdido la capa de galvanizado. Los soportes para la conformación de los bancos de ductos serán de varillas de hierro corrugado con el diámetro suficiente para soportar las capas y los tramos de conduits que se pretenden embeber.

Las capas de conduits serán soportadas cada 2.0 m como máximo. El diámetro de las varillas de hierro corrugado para soporte será de 5/8" como mínimo para los soportes principales, a menos que se indique diferente en los planos y/o documentos de diseño.

La primera capa de conduits se deberá instalar de tal forma que el concreto de la parte inferior del banco tenga un espesor mínimo de 100 mm desde la pared inferior de los tubos. El fondo de la zanja se deberá alistar o preparar con una capa (solado) en concreto pobre.

El concreto de los bancos de ductos será de una resistencia de acuerdo a las especificaciones del área Civil y deberá fundirse monolíticamente tanto como sea posible.

Las varillas utilizadas para mantener el espaciamiento y soportar la tubería no deberán sobresalir del concreto.

Los extremos de los ductos deberán mantenerse tapados para impedir el ingreso de materiales extraños o la entrada de concreto.

En la parte superior del banco de ducto, se colocará una capa final de mortero rojo oscuro para identificación del mismo. Esta capa final deberá ser de 50 mm de espesor aproximadamente. El

colorante utilizado será a base de óxidos de hierro y se mezclará en la proporción recomendada por el FABRICANTE / PROVEEDOR.

En la parte inferior del banco de ducto, se colocará una capa de arena para que actúe como solado de los bancos de ductos. Esta capa deberá ser de 50 mm de espesor aproximadamente.

Los cambios de dirección entre dos puntos de halado no deberán superar la acumulación de más de 270 grados en total.

2.2.2.2 Profundidades mínimas de los bancos de ductos

El CONTRATISTA será responsable de la correcta profundidad de la instalación según lo indicado en los planos con respecto al nivel de acabado final del piso y cumpliendo en todo caso con los siguientes criterios:

La parte superior del recubrimiento de concreto deberá estar a 750 mm como mínimo de la superficie del terreno en áreas de proceso y peatonales. En áreas de tráfico esta profundidad será de 900 mm como mínimo, desde la parte superior del recubrimiento. En áreas de no-circulación vehicular la parte superior de los bancos deberá estar como mínimo a 450 mm bajo el nivel de piso terminado. Estas profundidades, se tendrán en cuenta a menos que se indique lo contrario en algunas zonas de los planos que son las mínimas requeridas desde la parte superior del recubrimiento a la superficie del terreno, o a menos que las condiciones de las instalaciones existentes por cruce de tuberías de proceso u otros sistemas subterráneos exijan una mayor profundidad de excavación en las trincheras, situación que debe ser analizada por el CONTRATISTA, e informarlo al INTERVENTOR para que él dé la aprobación correspondiente a la sobreexcavación.

Cuando existan tuberías adyacentes por debajo o se crucen con líneas de proceso, el espaciamiento mínimo entre superficies cubiertas debe ser de 30 cm.

2.2.2.3 Separación entre tubos

Las distancias serán las indicadas en los planos de diseño aprobados, si estos no indican, la separación entre las caras exteriores adyacentes no deberá ser menor de 51 mm, para ductos que manejan el mismo tipo de señal.

2.2.2.4 Radio de curvatura para curvas de 90°

Los radios de curvatura serán los indicados en los planos de diseño aprobados, si estos no indican, el radio de curvatura mínimo de la tubería conduit para curvas de 90° deberá ser seis (6) veces el diámetro del tubo, para conductores sin armadura.

2.2.2.5 Limpieza de los tubos

Después de terminar la instalación, los conduits deberán limpiarse antes de realizar el cableado para eliminar los materiales extraños. La limpieza dependerá en cada caso del grado de suciedad encontrado en cada tubo. El procedimiento general será el de empezar la limpieza con soplado de

aire, pasar escobillones para aflojar los materiales adheridos en las paredes internas del tubo y soplar nuevamente el tubo. Cuando los materiales adheridos así lo requieran, se deberá lavar la tubería con agua y sacarlos posteriormente con aire a presión. A los conduits existentes como reservas se le deben soplar, sondear y para el caso de incrustaciones se deberá lavar la tubería con agua a alta presión y luego aplicar aire.

2.2.2.6 Corte, roscado y doblado de tubería en campo

Es indispensable tener dobladora hidráulica, y dobla-tubos (hasta diámetro 1”), roscadora eléctrica y terrajas (hasta diámetro 2”) para realizar las labores de roscado y doblado de tubería metálica en campo.

Las roscas deberán hacerse con dados para roscas N.P.T, con conicidad $\frac{3}{4}$ de pulgada por pie, y una vez terminadas y antes de acoplar, se deberán proteger con pintura anticorrosiva.

El corte deberá ser perpendicular y los filos se deberán alisar para quitar las rebabas que quedan después del corte.

2.2.2.7 Uniones de tubería

Los tramos de tubería se deberán unir con acoples rectos, no se aceptaran roscas corridas. Todas las roscas del conduit, así como los accesorios conduit deberán lubricarse y protegerse contra la corrosión con un compuesto apropiado para tal fin, del tipo “STL” de Crouse Hinds o equivalente; y además se deberá conservar la continuidad eléctrica del sistema en los puntos de unión.

Una vez ajustada al máximo los extremos de los tubos acoplados, no deberán quedar a una distancia de más de dos filetes.

En los casos donde el acople recto no se pueda utilizar, debido a la imposibilidad de girar uno de los tramos a unir, se usarán uniones tipo “ERICSON” a prueba de entrada de concreto.

La distancia de separación mínima entre los bancos de ductos y otras instalaciones, ya sean paralelas o en cruce será en lo posible de mínimo 300 mm.

2.2.2.8 Cajas de inspección

EL CONTRATISTA será responsable de la instalación o construcción, y/o del acondicionamiento de las cajas de inspección en donde sea requerido.

La localización, dimensiones y separación de las cajas deberá ser aquella que se indique en los planos de canalizaciones aprobados. Los conduits deberán llegar siempre perpendiculares a las cajas. La distancia de separación entre dos puntos de halado no deberá ser superior a 40 metros.

2.2.3 Tubería Metálica a la Vista

En general, toda la tubería conduit metálica será Tubería eléctrica metálica - Tipo EMT en los sitios en

donde así se indique; deberá tenderse en tramos horizontales o verticales, soportarse y fijarse como se indica a continuación:

Para conduits instalados en tramos rectos

Diámetro conduit	Máxima distancia entre soportes
$\frac{1}{2}$ " - $\frac{3}{4}$ "	10 Ft (3.00 m aprox.)
1"	12 Ft (3.60m aprox.)
$1 \frac{1}{4}$ " – $1 \frac{1}{2}$ "	14 Ft (4.20 m aprox.)
2 – $2 \frac{1}{2}$ "	16 Ft (4.80m aprox.)
3 y mayores	20 Ft (6.00m aprox.)

Los cambios de dirección entre dos puntos de halado no deberán superar la acumulación de más de 270 grados en total.

Los tramos cortos de llegada a equipos, tableros o cajas que en conjunto con la tubería conduit de llegada pueden ser rígidos, no tendrán soportes o fijaciones suplementarias.

El corte, doblado, roscado en campo, y radio de curvatura para las curvas de 90° deberá sujetarse a lo establecido en la sección BANCOS DE DUCTOS.

Todas las roscas de la tubería conduit, así como los accesorios conduit deberán lubricarse y protegerse contra la corrosión con un compuesto apropiado para tal fin, del tipo "STL" Crouse Hinds o equivalente y además se deberá conservar la continuidad eléctrica del sistema en los puntos de unión.

En todas las conexiones necesarias para tender los tramos de tubos, conectar accesorios de tubería y terminaciones en los equipos se deberán engranar como mínimo 7 filetes de rosca.

En general, se usarán acoples rectos (uniones simples). En los casos en los cuales no se pueda girar ninguno de los tramos que se intentan conectar, se usarán uniones universales.

El sistema de conduits no se podrá soportar en ningún caso de los equipos, ni de las tuberías de proceso. Tampoco se instalarán conduits sobre superficies calientes a más de 55° C.

Para la identificación de conduits se usarán placas de acero inoxidable de 25x50 mm, aseguradas a su correspondiente conduit con alambre de acero, y grabadas en bajorrelieve. La altura de los caracteres deberá ser mínimo 5 mm.

2.2.3.1 Terminaciones

Los conduits que terminen en cajas de metal con entradas pasantes, se fijarán a la caja con un accesorio tipo "HUB hembra – macho", con empaque de neopreno y rosca NPT. Los "HUBS" contarán con bujes para conexión de puesta a tierra en su interior.

2.2.3.2 Continuidad eléctrica de los tubos

Se harán las conexiones eléctricas necesarias para establecer y asegurar la continuidad eléctrica del sistema de conduits, utilizando las boquillas para conexión de los cables de puesta a tierra, que se instalarán en todos los tubos que terminen en cajas de metal con acceso pasante.

2.2.3.3 Acoples flexibles y conduits flexibles

Los accesorios de terminación para los conduits, como las conexiones flexibles utilizadas en la entrada a los motores, serán las indicadas a continuación:

En general serán a prueba de intemperie del tipo “liquid-tight”, agentes químicos altamente corrosivos y/o a prueba de explosión según se requiera.

El radio mínimo de doblado de los acoples flexibles no deberá ser inferior a 12 veces su diámetro.

2.2.3.4 Limpieza de la tubería

La tubería se limpiará con aire a presión para eliminar el polvo, limaduras, piedras y objetos extraños que puedan dañar el aislamiento de los conductores.

2.2.3.5 Separación entre conduits y bandejas portacables

La separación entre canalizaciones eléctricas deberá cumplir con lo indicado en el estándar IEEE 518 “Guide for the Installation of Electrical Equipment to Minimize Electrical Noise Inputs to Controllers from External Sources”, a menos que los planos aprobados para construcción indiquen separaciones diferentes.

2.2.4 Bandejas Portacables

Se debe montar completamente el sistema de bandejas antes de iniciar la instalación de los cables.

El CONTRATISTA, deberá manipular adecuadamente el sistema antes y durante la instalación a fin de evitar golpes y esfuerzos que puedan afectarlo.

En caso de que durante el montaje sea necesario realizar perforaciones o cortes sobre elementos terminados, las superficies afectadas por tales operaciones se deben proteger con una base de pintura anticorrosiva y dar el acabado apropiado, a fin de evitar al máximo puntos de segura oxidación futura.

Cuando se utilicen platinas de expansión, éstas deben instalarse de tal forma que los tornillos de la ranura alargada queden centrados y adecuadamente apretados, a fin de que permitan la expansión o contracción del sistema según sea el caso.

En la instalación de platinas de unión, expansión, conectores de reducción, platinas ajustables y juntas de tipo similar en vanos rectos se debe tener en cuenta que dado que toda junta es un punto de unión entre bandejas y por tanto un sitio de menor resistencia o capacidad de carga que el resto del sistema,

se recomienda que las juntas se localicen en aquellos puntos en donde los esfuerzos sean mínimos, es decir lo más cerca posible a los soportes del Sistema Portacables.

En todos aquellos puntos en donde se utilicen tramos diferentes al recto, tales como curvas, reducciones, tees, cruces, es decir, en donde por condiciones de montaje deben unirse los elementos a través de platinas de unión, se deben instalar soportes.

En el caso que el CONTRATISTA considere, por condiciones de montaje, no necesaria la instalación de soportes en algún punto en particular, se deberá consultar con LA INTERVENTORIA para obtener la correspondiente aprobación.

2.2.4.1 Puesta a Tierra

El CONTRATISTA deberá tener en cuenta las recomendaciones dadas para puenteo y puesta a tierra, especificadas en la sección 250 del "Código Eléctrico Nacional".

2.2.4.2 Instalación de Conductores

La instalación de los conductores eléctricos en bandejas portacables estará sujeta a las recomendaciones detalladas en el "Código Eléctrico Nacional" (Norma ICONTEC 2050), sección 318, última edición.

Con el fin de evitar esfuerzos con los conductores, en aquellos sitios en donde existen cambios de pendiente con recorridos largos, se debe sujetar los cables a los peldaños de la bandeja con amarracables adecuados.

2.3 CABLEADO Y CONEXIONADO

Cuando los equipos no dispongan de terminales apropiados para conectar los cables, se utilizarán conectores tipo compresión de cobre estañado de barril largo, de pala de un hueco.

La polaridad de las conexiones se debe mantener en todos los puntos de conexión realizando las verificaciones pertinentes de continuidad por fase.

Los extremos de los cables de los circuitos deberán identificarse con cinta de vinil autoadhesivas de colores sólidos para identificar fácilmente las fases del equipo, Referencia PANDUIT ó equivalente.

Los colores para nivel de tensión 208/120 V serán los siguientes:

- Fase L1 Amarillo
- Fase L2 Azul
- Fase L3 Rojo
- Neutro Blanco
- Tierra Verde, Naranja con cinta verde en las terminaciones

Los colores para nivel de tensión 480/277 V serán los siguientes:

- Fase L1 Café
- Fase L2 Naranja
- Fase L3 Amarillo
- Neutro Blanco o Gris
- Tierra Verde, Naranja con cinta verde en las terminaciones

Para el conexionado de los circuitos de control e instrumentación en donde sea necesaria la instalación de terminales, estos serán de cobre estañado con el barril aislado en vinilo o nylon para instalar por compresión.

Para borneras del tipo cerrado la punta de los terminales será del tipo pin.

Para borneras abiertas con terminales de tornillo la punta de los terminales será tipo U.

Para circuitos de transformadores de corriente se utilizarán terminales tipo anillo.

Los cables que queden libres sin conexión a bornes, se agruparán para cada conductor, se amarrarán formando mazos, se marcarán con el número de cable y la punta de los conductores se aislará con cinta auto fundente.

Las acometidas de fuerza y control a cada motor se harán conforme se indica en los típicos de montaje aprobados.

2.3.1 Identificación de circuitos

Cada uno de los circuitos será identificado y marcado para su plena identificación.

Solamente se permitirán marquillas del tipo “termoencogible”, tanto para potencia como para control e instrumentación en ambos extremos del conductor. El número del circuito deberá ser impreso en medio electrónico en la marquilla.

A menos que se indique lo contrario, toda la tornillería utilizada será en acero inoxidable.

2.3.2 Conexionado de motores

Para el montaje y conexionado de los motores eléctricos, el CONTRATISTA debe cumplir pero no limitarse a las siguientes actividades:

- El CONTRATISTA instalará toda la tubería hasta las cajas de interconexión de los motores. Si es necesario ampliar el roscado o hacer nuevos roscados de acceso a las cajas de borneras del motor, el CONTRATISTA incluirá esta actividad, así como la rotación de las cajas de borneras de ser necesario.

- En el montaje de cada motor se incluye el montaje de accesorios conduit en su instrumentación asociada y su conexión al control del motor tales como interruptores de presión, estación pulsadora, calentadores etc.
- Posterior al montaje de los conduits y accesorios conduits en los motores y botoneras, el CONTRATISTA cableará, conectará y probará
- Las estaciones de control local para el mando desde el sitio de máquinas accionadas por motor eléctrico, se instalarán según los típicos de montaje aprobados.
- La orientación deberá ser tal que una vez parado frente a la estación de control se pueda visualizar el equipo que se pretende maniobrar, sin girar la cabeza más de 90°.
- A menos que se indique diferente en los documentos aprobados para construcción, toda la tornillería utilizada será en acero inoxidable y la soportería utilizada será en acero galvanizado en caliente.

2.4 SUBESTACION

2.4.1 Celdas de Media Tensión y Tableros de Distribución

El CONTRATISTA debe realizar el montaje de los Tableros de distribución y celdas de media tensión de acuerdo con los procedimientos descritos en el numeral 2.1.3 y los siguientes procedimientos particulares:

- El Contratista debe instalar, donde aplique, los tableros de control y protección para las líneas, barras y módulos de transformador; el juego de celdas de media tensión, los tableros de distribución para servicios auxiliares y el tablero de alumbrado en los sitios indicados en los planos y de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes, LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA.
- El CONTRATISTA debe efectuar todas las conexiones entre todos los tableros y los equipos asociados; igualmente debe realizar las conexiones a la malla de tierra de acuerdo con la descripción y procedimientos consignados en la parte pertinente de estas especificaciones y los planos.

2.4.1.1 Tableros de distribución

Estos tableros se deben ubicar en los sitios indicados en los planos. Su procedimiento de montaje y pruebas son los mismos estipulados aplicables en el numeral 2.1.3 de estas especificaciones.

El alcance de los trabajos incluye:

- La colocación y fijación de todos los compartimientos en sus fundaciones y la conexión mecánica entre ellos para formar los tableros. Cada compartimiento debe nivelarse y alinearse con exactitud con los adyacentes antes de fijarlos entre sí y a las bases. Esto último no es necesario en el caso

de tableros del tipo de soporte libre.

- La complementación de todas las conexiones eléctricas interiores, desconectadas para el transporte.
- El ensamblaje, montaje y conexión de todas las componentes empacadas separadamente para transporte.
- La inspección de todos los componentes como relés, instrumentos, mecanismos y dispositivos para evitar daños durante el transporte de los tableros y sus componentes.
- Montaje y conexión de relés auxiliares, lámparas de señalización, borneras y otros elementos necesarios para complementar o corregir algunos circuitos de control y protecciones con el fin de lograr el funcionamiento óptimo de los esquemas propuestos.
- Interconexión con los gabinetes de control, con los de protecciones, con los tableros de distribución, con las celdas de media tensión, incluyendo el suministro de terminales y marquillas o "ferrules" de identificación para cada uno de los conductores de todos los cables multiconductores o individuales.

2.4.1.2 Celdas de Media Tensión

Estas celdas se deben ubicar en los sitios indicados en los planos. Su procedimiento de montaje y pruebas son los mismos estipulados aplicables en el numeral 2.1.3 de estas especificaciones.

El CONTRATISTA debe montar y anclar las celdas después de chequear la nivelación y alineamiento con la precisión requerida para estos equipos, si las celdas se deben colocar sobre riel este debe ser nivelado y ajustado para soportar el peso. Antes de anclar las celdas deben hacerse los ajustes necesarios para el acople de cada compartimiento con los orificios de la placa del piso.

Cuando se hagan las conexiones de las barras, se procurará perfecto acoplamiento para evitar que se transmitan esfuerzos indebidos a los soportes debido a las deformaciones de las barras, también se deberá ajustar con respecto a las celdas a ser reutilizadas.

Durante el almacenamiento y montaje hasta la puesta en operación, las celdas deben ser protegidas convenientemente para evitar daños debido a la ejecución de otros trabajos, especialmente la obra civil.

El Contratista debe completar todas las conexiones y hacer el ensamble e inspección de todas las partes que se hayan empacado separadamente para el transporte.

Conectar las celdas a la malla de tierra de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con los detalles marcados en los planos.

Se deberán probar los accionamientos y enclavamientos de los interruptores en las diferentes posiciones de prueba, conectado, y fuera de servicio, previo a las pruebas en frío de los mismos

2.4.1.2.1 Interruptores de Potencia de media tensión

El montaje de los interruptores de alto número de operaciones se debe hacer teniendo en cuenta como mínimo los siguientes procedimientos:

- Efectuar adecuado almacenamiento de todas las partes, especialmente de los mecanismos de operación, aisladores y demás elementos que requieran cuidados especiales en cuanto al manejo y adaptaciones ambientales.
- Todas las partes móviles deben ser desbloqueadas, en el evento de que hayan sido provistas de algún elemento de fijación para el transporte. Esta acción es de vital importancia para evitar que una operación falsa pueda originar sobrecargas mecánicas indebidas, que en última instancia ocasionen un funcionamiento defectuoso del interruptor, por las deformaciones que conlleve la operación errada.
- En el ensamblaje de los interruptores se debe hacer una revisión pormenorizada del estado de los empaques, de las bridas, de las conexiones roscadas y soldadas para asegurarse de que en ningún momento se presentarán fugas, ya sea del elemento del aislamiento o del de lubricación o del medio de transmisión de la potencia de operación.
- Una vez ensamblado el interruptor se debe proceder con la calibración de la carrera de los contactos tanto de las principales como de los auxiliares, de los interruptores de fin de carrera, de los interruptores operados por presión o por temperaturas y en general de todos los elementos móviles que sean susceptibles de ajuste y calibración, según lo determinen las instrucciones de los fabricantes.
- La sucesión repetitiva de operación de cierre y apertura tanto locales como remotos, marcará la pauta del estado de ajuste y de las diferentes correcciones que debe efectuar EL CONTRATISTA como fase final en el proceso de puesta en servicio.

Se deben realizar las siguientes pruebas:

- Medición del tiempo desde la energización de la bobina de disparo hasta la apertura de los contactos principales
- Medición del tiempo desde la energización de la bobina de cierre hasta el cierre de los contactos principales.

Determinación de las tensiones mínimas de cierre y apertura

- Obtención del gráfico del recorrido de los contactos versus tiempo
- Pruebas de recierre tripolar
- Medición de la resistencia de los contactos principales.
- Puesta a tierra y placa de características
- Verificación de enclavamientos eléctricos y mecánicos.
- Medición de tiempos de apertura y cierre de contactos auxiliares
- Medición del consumo de corriente del motor de cargue de resorte

2.4.1.2.2 Conexión de circuitos de media tensión

Se utilizarán terminales premoldeados del tipo termoencogible con sus respectivos conectores tipo

compresión de cobre estañados de barril largo, de pala de dos huecos.

Los terminales termoencogibles deberán ser para cada calibre de cable, y el contratista deberá disponer del personal especializado para la correcta instalación de los terminales.

La polaridad de las conexiones se deberá mantener en todos los puntos de conexión realizando las verificaciones pertinentes de continuidad por fase.

Los extremos de los cables de los circuitos deberán identificarse con cinta de vinil autoadhesivas de colores sólidos para identificar fácilmente las fases del equipo, Referencia PANDUIT ó equivalente, de acuerdo con el reglamento de instalaciones eléctricas (RETIE), capítulo 11 tabla 13.

A menos que se indique lo contrario, toda la tornillería utilizada será en acero inoxidable.

2.4.1.2.3 Transformadores de Corriente de media tensión

El montaje de los transformadores de corriente (tres) se debe hacer teniendo en cuenta como mínimo los siguientes procedimientos:

- Cuando el fabricante así lo exija, evitar una inclinación mayor de la especificada tanto en el transporte, como en el almacenamiento de los transformadores de corriente.
- Evitar que alguno de los núcleos del transformador esté en circuito abierto. Cuando alguno de los núcleos no sea utilizado, se deberán poner en corto circuito el núcleo correspondiente. Colocar los puentes necesarios para obtener la relación de transformación requerida.
- Orientar las terminales de alta tensión como lo indican los planos.

Después de que los transformadores de corriente hayan sido montados en la subestación y se encuentren listos para operación, se les deberán efectuar las siguientes pruebas:

- Verificación anclaje y conexiones.
- Verificación relación de transformación.
- Inspección de hermeticidad y nivel de aceite o gas.
- Medida de la resistencia de los devanados secundarios
- Prueba de polaridad
- Medida de condiciones del aislamiento.
- Verificación de las curvas de excitación
- Inyección de corriente por el primario
- Medida de la relación de transformación
- Verificación de puesta a tierra y placa de características

2.4.1.2.4 Transformadores de Potencial de media tensión

El montaje de los transformadores de potencial se debe hacer teniendo en cuenta como mínimo los

siguientes procedimientos:

- Revisión del estado de los puntos de conexión, para comprobar la estanqueidad o el aislamiento, según el caso. Ningún circuito de voltaje deberá quedar conectado en cortocircuito, ni sin conexión a tierra.
- Se debe orientar el terminal de alta tensión tal como se indica en los planos.
- Debe hacerse las conexiones de puesta a tierra de acuerdo a lo estipulado en el numeral correspondiente de éstas especificaciones.

Después de que los transformadores de tensión hayan sido montados en la subestación y se encuentren listos para operación se les deberá efectuar las siguientes pruebas:

- Verificación, anclaje y conexiones.
- Relación de transformación, polaridad y relación de fase.
- Pruebas de aislamiento.
- Verificar continuidad de los circuitos primarios y secundarios.
- Verificación de puestas a tierra y placa de características.

2.4.2 Transformador de Potencia

2.4.2.1 General

El montaje del transformador estará regido por la guía "IEEE Guide for Installation of Liquid Immersed Power Transformers", IEEE C57 -93 y las instrucciones y manuales del fabricante.

Los procesos, equipos y operarios estarán de acuerdo con normas internacionales, tales como "ASME - Boiler and Pressure Vessel Code" o con "AWS Standard Qualification Procedure".

Será obligación del contratista verificar el estado de los accesorios con que se suministra el transformador antes de proceder a montarlo. Todos los elementos de indicación y protección deben ser probados antes de su instalación con la aprobación de LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA. Se deben montar los armarios terminales y conectarlos a tierra, lo mismo que efectuar la instalación de conduit flexible, el cableado y conexión desde cada uno de los elementos del transformador hasta estos armarios de las señales de control, protección, indicación y servicios auxiliares y el conexionado exterior hasta el gabinete del interruptor donde se encuentra el control, medida y protección del módulo. Cada una de estas señales debe quedar marcada y puesta a tierra la pantalla de los cables, timbrada y conectada a su respectivo terminal o borne, con los accesorios que se requieran. Si algún armario necesita perforaciones o colocación de prensaestopas, es obligación del CONTRATISTA realizar ésta labor.

2.4.2.2 Colocación

Los transformadores se ubicaran en la subestación de campo de pruebas mediante el colchón de aire,

razón por la cual el cárcamo a la entrada de la subestación se deja completamente cubierto por una placa de concreto. El colchón de aire debe colocar los transformadores de acuerdo con los planos, las instrucciones del fabricante y las indicaciones de LA INTERVENTORIA y la INTERVENTORÍA.

2.4.2.3 Conexión de los transformadores

Para efectuar las acometidas de baja tensión desde el cárcamo a los transformadores de potencia es necesario subterranizar, con un banco de ductos de tubería PCV de 2" y subirá por bandeja portacables a los bornes del transformador, tal como se muestra en los planos, exceptuando los transformadores que tengan conexión con Electrobarras, estos se conectarán mediante un empalme a bornes del transformador.

Para la salida de los transformadores auxiliares, se deja un cárcamo que conecta con el campo de pruebas de transformadores.

2.4.2.4 Pruebas

Se deben efectuar las siguientes pruebas una vez se llene de aceite y antes de la energización.

Las pruebas de campo se efectuarán de acuerdo con los procedimientos recomendados por las Normas IEC o ANSI y los resultados se compararán con los obtenidos en fábrica.

- Resistencia de aislamiento de los devanados
- Aislamiento de núcleos magnéticos
- Factor de potencia del aislamiento
- Relación de transformación en cada toma
- Resistencia de aislamiento de los circuitos auxiliares de control y ventiladores
- Operación del equipo auxiliar
- Verificación de operación de todos los dispositivos de indicación, protección y control.
- Pruebas de sobrevoltaje a los cableados de control por un minuto con 500 V.
- Información de rigidez dieléctrica, factor de potencia, voltaje interfacial y número de neutralización del aceite.
- Muestra y determinación de los gases en el aceite, luego de su energización
- Verificación disparo para protecciones.
- Ensayo de tensión aplicada según ICONTEC 837
- Ensayo de tensión inducida según ICONTEC 837
- Verificación placa de datos.
- Calefacción - tablero local
- Nivel de aislamiento a tierra y entre devanados.

2.5 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

EL CONTRATISTA deberá efectuar la excavación, la instalación, y el montaje del sistema de puesta

a tierra de acuerdo con los planos del sistema de puesta a tierra, los típicos de montaje aprobados y el RETIE.

Las soldaduras exotérmicas deberán ser realizadas de acuerdo con las recomendaciones del FABRICANTE / PROVEEDOR.

Las conexiones de tierra deberán ser hechas entre superficies limpias, libres de pintura, grasa, corrosión, aceite, aislamiento, u otro material no conductor. Una inspección física deberá ser hecha a todas las conexiones del sistema de tierra, para garantizar la continuidad y aseguramiento.

Las “colas” de derivación que afloran a la superficie para la de puesta a tierra de estructuras y equipos elevados deberán tener una longitud mínima de 2 m por encima del nivel de piso terminado y deberá ser realizado de acuerdo al típico correspondiente. EL CONTRATISTA deberá replantear la longitud de corte y la protección de dichas “colas” de derivación durante el proceso de construcción.

Después de completar la instalación del sistema de puesta a tierra, EL CONTRATISTA deberá proceder a ejecutar las pruebas de continuidad y resistencia de malla a tierra.

A menos que se indique lo contrario, toda la tornillería utilizada será en aleación de bronce siliconado.

Los materiales, los accesorios, la disposición y la forma de instalación de la malla y los electrodos de tierra se indican en los planos y típicos relativos a este sistema.

La puesta a tierra de las estructuras metálicas de edificaciones, equipos de procesos, equipos eléctricos, tableros, sistemas de protección contra descargas atmosféricas, cercas metálicas, sistemas y circuitos eléctricos que por razones de operación o protección deben estar puestas a tierra, se hará conforme se indica en los típicos de puesta a tierra respectivos.

Todos los equipos eléctricos serán conectados a la malla general de tierra de acuerdo a los requerimientos del Código Nacional Eléctrico.

La estructura que mantendrá el sistema de tierra será del tipo arborescente, (evitando los lazos) conectando todas las cargas en estrella a la malla principal. No se permitirán la conexión en serie.

Todos los conductores utilizados para el sistema de tierra serán de cobre desnudos, en los calibres de acuerdo al diseño; cuando se utilice un conductor de tierra aislado dentro de un tubo conduit, ducto o bandeja su aislamiento será de color verde tipo: THW o THHW.

Los empalmes en los conductores de tierra no serán más frecuentes que lo absolutamente necesario y todas sus uniones y empalmes serán soldados exotérmicamente.

La continuidad de tierra se mantendrá a través de todo el sistema de distribución, para asegurar la operación de los elementos de protección y eliminar sobre-voltajes causados por corrientes de cortocircuito.

Todas las conexiones de tierra expuestas a la intemperie deben cubrirse con una capa apropiada de grasa antioxidante

Los conductores de tierra que pasen por sitios donde estén sujeto a la posibilidad de daño mecánico serán protegidos por medio de un tubo conduit metálicos.

Todos los conductores de tierra al salir a la superficie deberán proteger con camisas de conduits de acero galvanizado taponadas con sellantes, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Las camisas se extenderán un mínimo de 10" por debajo del suelo y 10" por encima
- Las camisas irán embebidas en concreto hasta una altura de 6" sobre el piso y alrededor con un espesor de 3" como mínimo

2.5.1 Conexiones a tierra para seguridad de las personas

Todas las partes metálicas y carcasas de los equipos eléctricos que no transporten corriente, tales como motores, transformadores, tableros de protección, arrancadores etc. serán conectados al sistema general de la malla de tierra.

A la malla de tierra del sistema general se debe conectar con cables de cobre desnudo, todas las partes metálicas accesibles que no conduzcan corrientes en condiciones normales de operación y que puedan almacenar cargas electrostáticas o que puedan quedar energizadas en falla.

2.5.2 Derivaciones

Todos los sistemas de tubería conduits, cajas, partes metálicas de equipos eléctricos serán puestos sólidamente al sistema general de la malla a tierra de la estación.

Todas las derivaciones de la malla tierra serán hechas utilizando el proceso de termo soldadura cadweld o similar, los empalmes con soldadura blanda no serán permitidos.

Cada equipo que deba ser puesto a tierra, deberá ir conectada a la red de la malla a tierra, por medio de una unión directa individual y continua. Para la conexión del cable de tierra a los equipos propiamente dichos se emplearan conectores, tornillos y tuercas de bronce fosfatado.

En caso de que el equipo se encuentre bajo tierra (tanques, tuberías, sumideros) la conexión al sistema de tierra se realizará con el proceso de soldadura exotérmica

2.5.3 Bancos de Ductos y Bandejas Portacables

Los bancos de ductos tendrán cable de tierra desnudo en mínimo dos extremos de calibre indicado en el diseño.

La bandeja portacables llevará un cable de calibre indicado en el diseño a lo largo de la bandeja superior, sujetado con conector mínimo dos (2) conectores por sección de bandeja. Ver típico de

conexionado a tierra. Se instalará platina de puesta a tierra siempre que haya derivaciones a banco de ductos.

2.5.4 Equipos

Todos los motores y equipos eléctricos se deberán poner a tierra en la caja de conexiones por medio de un conductor aislado independiente que se origina en el barraje de tierra del respectivo tablero de fuerza y que se llevará conjuntamente con los conductores de alimentación.

Estructuras metálicas, plataformas, soportes para aparatos conduits, tuberías metálicas, bandejas portacables, blindajes de cables de fuerza, etc., serán sólidamente puestos a tierra aunque no se indiquen con detalles específicos en los planos.

2.5.5 Tuberías

Las tuberías se conectarán a la malla de tierra por lo menos cada 60 pies, para proporcionar protección contra descargas electrostáticas.

2.6 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El CONTRATISTA movilizará las luminarias hasta el sitio de instalación con las precauciones necesarias para no causar daños en las carcasas y luminarias, y se ensamblarán y probarán completamente antes de proceder con su instalación. No se instalarán luminarias en áreas en donde se desarrollen trabajos mecánicos que puedan ocasionarles daño.

Durante las pruebas del sistema se tomarán las lecturas de iluminancia y en caso de ser necesario previa aprobación de LA INTERVENTORIA o la INTERVENTORÍA se podrán instalar luminarias adicionales en las áreas que así lo requieran, tomando como referencia los criterios de diseño aprobados.

A menos que se indique diferente en los documentos aprobados para construcción, toda la tornillería utilizada será en acero galvanizado o zincado y la soportería utilizada será en acero galvanizado en caliente.

2.7 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Las puntas captadoras serán del tipo exterior con soporte metálico, para instalación vertical como se observa en los planos de diseño; de construcción robusta, diseñados para facilitar su montaje y su limpieza, evitando que el agua se deposite en ellos.

El CONTRATISTA instalará bajantes de cobre y malla en el techo de acero como se muestra en los planos de apantallamiento en planta y detalles con aisladores y accesorios.

Los moldes de soldadura deben ser de grafito apropiado para cables de cobre desnudo en los diferentes tipos de uniones cable a cable, cable a varilla de puesta a tierra, cable a platina y cable a estructura metálica. Deben ser apropiados para soportar hasta cincuenta (50) descargas.

El material soldante debe estar conformado por una mezcla de óxido de cobre y aluminio, para encenderse a temperaturas mayores de 870° C. El material soldante debe venir en empaque marcado con el peso requerido para cada tipo de conexión.

LA INTERVENTORIA se reserva el derecho de inspeccionar en cualquier tiempo los materiales o partes componentes de los elementos en fabricación y podrá exigir al fabricante ensayos y la certificación de que cumplen con las especificaciones.

Las inspecciones efectuadas no eximen al fabricante de sus responsabilidades o de sus obligaciones para cumplir con los diferentes requisitos del pedido.

2.8 SISTEMAS DE CONTROL, VOZ Y DATOS

2.8.1 Fibra Óptica

Los carretes de cables de fibra óptica deben cargarse y descargarse usando una grúa, un camión con elevador especial u horquilla elevadora.

Se deben mantener los carretes derechos sobre sus bordes rodantes y nunca colocarlos planos ni apilarlos.

El cable se instalará en ductería, tanto a la vista como enterrada según se indique, como se muestra en los planos de diseño. El nuevo conducto debe instalarse en una vía tan derecho como sea posible y con radios de curvatura recomendado por el fabricante para prevenir la tensión de tracción excesiva debido a la fricción de pared lateral, todo ello con el fin de proteger la integridad física de la fibra.

2.8.2 Cables de cobre

Antes de colocar vías de cableado, el CONTRATISTA inspeccionará el sitio para determinar si las condiciones del trabajo no causarán obstrucciones que interfieran el tendido satisfactorio y seguro de los cables.

El sistema de cableado deberá incluir los accesorios de montaje y manejo de cables, de acuerdo a la norma de referencia. Amarracables plásticos y cintas tipo velcro, se deberán utilizar para ordenamiento y sujeción de cables horizontales y de patch.

Las Oficinas deben incluir un sistema de canaleta para el manejo de las redes eléctricas, de voz y datos.

Las salidas del sistema de voz y datos serán de nivel 5e o superior, estarán compuestas por faceplate para salida doble de voz y datos, marcación y accesorios según norma técnica.

El interior de la canaleta debe incluir un separador que configure dos subductos; uno para el manejo de los servicios eléctricos y el otro para el manejo de los servicios de voz y datos.

Las tomas o salidas de telecomunicaciones deben estar ubicadas sobre una tapa troquelada diferente a la eléctrica, para facilitar su mantenimiento. Deben poderse retirar de la canaleta para mantenimientos sin necesidad de retirar la totalidad de la tapa de la canaleta:

Se debe conectar a tierra toda la ductería metálica.

3. PRUEBAS

Antes de que el sistema eléctrico sea puesto en operación, EL CONTRATISTA se encargará del “*precommissioning*”, es decir las pruebas de campo para establecer que los equipos, dispositivos y cableados se han instalado correctamente y están en condiciones adecuadas para operación.

Además, con el fin de asegurar una adecuada puesta en servicio, EL CONTRATISTA se encargará de desarrollar el “*commissioning*” de los equipos, es decir será necesario que se ejecuten una serie de pruebas que garanticen la buena condición de los equipos y la ejecución correcta de todos los trabajos eléctricos. Para estas pruebas eventualmente se contará con la asistencia, apoyo y/o supervisión del FABRICANTE / PROVEEDOR de los equipos, según se requiera.

Los ensayos y verificaciones deberán ser ejecutados por personal capacitado utilizando los equipos e instrumentos necesarios, y suministrados por EL CONTRATISTA.

Antes de iniciar cualquier ensayo o prueba del sistema eléctrico (total o parcialmente), EL CONTRATISTA deberá asegurar que el sistema a probar esté en condiciones de seguridad y operabilidad adecuadas para protección al personal y al equipo.

Los resultados de las pruebas serán registrados en los formatos aprobados y serán sometidos a la aprobación de LA INTERVENTORIA antes que el sistema y/o equipo sea puesto en servicio.

La programación de ejecución de pruebas deberá ser entregada oportunamente a LA INTERVENTORIA, quien se reservará la participación como testigo de las mismas.

3.1 EQUIPOS DE PRUEBA

EL CONTRATISTA deberá suministrar los equipos e instrumentos necesarios para llevar a cabo la totalidad de las pruebas para el sistema eléctrico. Los equipos e instrumentos deberán tener certificados de calibración y precisión vigentes del estado en que se encuentran. Los certificados de calibración que se presenten deberán ser expedidos por una entidad reconocida.

A continuación se mencionan algunos de los equipos e instrumentos que deberá tener el CONTRATISTA, sin limitarse a ellos, para la ejecución de las pruebas del sistema eléctrico:

- Multímetro digital.
- Pinza amperimétrica análoga y digital para A.C y D.C.
- Detector de voltaje.
- Medidor de resistencia de puesta a tierra (telurómetro).
- Megger de 500V, 2500V, 5000V y 10000V.
- Medidor de R.P.M (contador de revoluciones) (si es requerido).
- Frecuencímetro.
- Radios portátiles de intercomunicación (intrínsecamente seguros).
- Cables de conexión (bananas, caimanes) y demás accesorios.

Los rangos de medición de los mismos deberán ser tales que permitan una lectura confiable.

3.2 PRUEBAS DE CAMPO

Todos los sistemas a ser instalados deberán contar con un protocolo de pruebas que permitan verificar su correcta instalación y funcionalidad, dentro de la cuales se incluyen pero sin limitarse a:

3.2.1 Malla a tierra

- Prueba de continuidad eléctrica.
- Prueba de resistencia de tierra por el método de falla de potencial definido en la norma IEEE Std. 80.
- Prueba de punto a punto para determinar la resistencia entre la malla a tierra principal y todos las carcasas (frames) de los equipos principales, sistemas de neutro y/o puntos neutros derivados.
- Medición de tensiones de paso y contacto.

3.2.2 Cables

Sin excepción, a todos los cables utilizados se les deberá realizar una prueba de meggeeo de acuerdo con su nivel de tensión antes de iniciar las labores de cableado. A cada carrete se le realizará la prueba de aislamiento y se dejará consignado en el protocolo respectivo.

3.2.3 Cables de baja tensión

- Inspección visual y mecánica.
- Prueba de resistencia de aislamiento utilizando megger.
- Prueba de continuidad.

3.2.4 Motores

- Inspección visual y mecánica.
- Prueba de resistencia de aislamiento de acuerdo con estándar ANSI / IEEE Std 43.
- Prueba de rotación de fases.
- Verificación de la adecuada operación del calentador de espacio (heater), si aplica.
- Verificación de los detectores de temperatura (RTD's) conforme a los planos, si aplica.
- Prueba de continuidad de bobinas.

3.2.5 Prueba a interruptores de baja tensión de caja moldeada

- Inspección visual y mecánica.
- Prueba de resistencia de contacto con interruptor cerrado.
- Prueba de resistencia de aislamiento polo a polo y polo a tierra a 1000 VDC.
- Verificación eléctrica y manual de la operación del interruptor.
- Operación del circuito de disparo por operación del dispositivo de protección (relés).
- Verificación eléctrica y manual de la operación del interruptor.

3.2.6 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Después de que los pararrayos hayan sido montados y se encuentren listos para operación deberán ser sometidos a las siguientes pruebas:

- Verificación de anclaje y conexonado
- Verificación de puesta a tierra y placa de características.

3.2.7 Electrobarra

- Inspección visual y mecánica.
- Operación
- Continuidad eléctrica
- Aislamiento

3.2.8 Sistema de Iluminación

- Inspección visual y mecánica de los tableros de distribución.
- Verificar los dispositivos de protección principal de los tableros.
- Prueba de resistencia de aislamiento en los tableros de alumbrado.
- Inspección visual y mecánica de las luminarias.
- Verificación instalación de las luminarias (fase, voltaje).
- Verificación sistema de control encendido y apagado luminarias.
- Verificación distribución de circuitos por tablero, medida de corriente por fase para verificación de desbalance entre fases.
- Prueba de nivel luminoso.

3.2.9 Sistemas de Control/Protección/Voz /Datos

3.2.9.1 Prueba de cables de fibra óptica

- Pruebas de instalación
 - Prueba de instalación: La prueba de instalación por lo general se hace con un reflectómetro óptico en el dominio tiempo (OTDR).
 - La prueba de empalme se lleva a cabo después de cada empalme para asegurarse de haber hecho una conexión nítida y de baja pérdida.
- Pruebas Postinstalación
 - Prueba de aceptación final. El método de prueba de postinstalación normal es realizar una prueba de reflectómetro (OTDR) de punta a punta.
 - Prueba de atenuación con un OTDR La prueba de atenuación con un Reflectómetro óptico en el dominio tiempo (OTDR) debe realizarse como parte de cualquier régimen de prueba de preinstalación.

Todas las fibras en un cable deberán probarse y deberán registrarse y documentar los resultados. El CONTRATISTA realizará las pruebas evaluativas necesarias y comprobará la conexión de cada puesto de trabajo bajo la supervisión de LA INTERVENTORIA o el INTERVENTOR.

La Certificación será de Categoría 6A según solución propuesta que abordará todos los componentes de la instalación, desde el Terminal cord de la estación de trabajo, hasta el patch cord del centro de cableado, incluyendo la toma de información (Voz o datos), el cableado horizontal y el puerto de patch panel, la prueba se hará a todo el canal de información armado, instalado para cada punto los mismos componentes que quedaran en servicio una vez certificado.

Para las pruebas de desempeño del canal 6A se requiere: mapa de cableado, longitud, pérdida de retorno, diferencia de retardo, Next, Elfext, Atenuación, Acr, Ps-next, Ps-elfext, Ps-Acr. Los resultados serán entregados en medio físico.

3.3 FORMATOS DE TERMINACIÓN MECÁNICA Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS DE CAMPO

El CONTRATISTA elaborará los formatos de terminación mecánica y de ejecución de pruebas en campo, estos deberán ser presentados con anticipación a LA INTERVENTORIA para revisión y aprobación antes de iniciar las correspondientes pruebas.

4. CONTROL DE CALIDAD

El CONTRATISTA deberá desarrollar un Plan de Control Aseguramiento de Calidad, para los trabajos objeto del Proyecto, y entregarlo LA INTERVENTORIA para revisión y comentarios antes de la ejecución de las actividades derivadas del Contrato, en el cual describirá detalladamente las actividades realizadas con ocasión del Contrato, tales como pero sin limitarse a los procedimientos, métodos que aplicará para su ejecución, equipos, frecuencias de inspección y sistemas de control y registro que llevará a cabo en las verificaciones visuales, controles dimensionales, controles de torque de juntas, medidas eléctricas y demás labores de control aplicables al montaje, cableado y al equipo en particular, siguiendo las recomendaciones del fabricante y las contenidas en esta especificación.

El CONTRATISTA deberá elaborar sus planillas de registro, de acuerdo con su Sistema de Calidad y someterlo a aprobación revisión y comentarios de LA INTERVENTORIA. El personal encargado del Control de Calidad del CONTRATISTA deberá firmar todos los documentos de las pruebas que se ejecuten en los equipos montados.

Para cada una de los equipos o procesos que se vayan a probar, el CONTRATISTA incluirá en su plan cómo mínimo los puntos que se indican a continuación:

- Uso apropiado de los materiales.
- Acople correcto a las líneas (de acuerdo con los diseños).
- Aislamiento adecuado de la Sección de proceso o de las líneas que intervengan en la prueba de un equipo, para garantizar que no se vean afectados otros materiales y/o equipos que no hagan parte de la prueba.
- Los demás requeridos en esta especificación técnica

5. ENTREGABLES

Sin perjuicio del Plan de Aseguramiento de Calidad. El CONTRATISTA se obliga a entregar a LA INTERVENTORIA todos los reportes, informes y evidencias documentales que resulten de la ejecución del Contrato. Deberá entregar la actualización de los planos "Red Line" y "As Built" que hayan sido requeridos para el montaje de los equipos. El CONTRATISTA deberá tomar como base los planos suministrados por LA INTERVENTORIA respecto a los bancos de ductos y típicos de cableado para montaje, entre los cuales se encuentra descrito el dimensionamiento conduits y cables, localización de cajas de halado, localización y dimensionamiento de las fuentes de suministro eléctrico, todas las puntos de interconexión (tales como cajas de conexión eléctrico, localización de los equipos e instrumentación, identificación de Tags de equipos e instrumentación, tablas de conexión, trazados, características de materiales, "settings" y demás aspectos requeridos para el correcto montaje, cableado e instalación de los equipos). Las fechas y/o plazos de entrega de dichos avances serán los estipulados en el contrato.

ANEXO 1

LISTADO DE PLANOS

NUMERACIÓN DE PLANOS INGENIERÍA DE DETALLE: ESPECIALIDAD ELÉCTRICA

[illegible]

