

EMPRESA ELECTRICA REGIONAL DEL NORTE S.A.

**CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN VACAS GALINDO DE
EMELNORTE.**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL MONTAJE
ELECTROMECAÁNICO**

FEBRERO DE 2021

Contenido

1	ASPECTOS GENERALES.....	4
1.1	GENERALIDADES.....	4
1.2	ALCANCE.....	4
1.3	NORMAS TÉCNICAS APLICABLES	5
1.4	ORGANIZACIÓN Y RELACIÓN CON LA FISCALIZACIÓN	5
1.5	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	6
1.6	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	6
1.7	PROGRAMA Y PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE Y PRUEBAS	6
1.8	REGISTRO Y REPORTE RUTINARIO DE AVANCES.....	7
2	GESTIÓN DE CALIDAD Y CONTROL DE RIESGOS SSA	7
2.1	PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS SSA.....	7
2.2	PLANES DE CONTINGENCIAS.....	8
3	FACILIDADES Y LOGÍSTICA	8
4	ESTRUCTURAS DE ACERO	9
4.1	SUMINISTRO Y MARCADO DE LOS MIEMBROS:	9
4.2	FABRICACIÓN DE PIEZAS	9
4.3	ENSAMBLAJE:.....	9
4.4	PERNOS, TUERCAS Y ARANDELAS DE PRESIÓN:	9
4.5	REPARACIÓN DE DAÑOS MENORES:.....	10
4.6	MONTAJE:	10
5	MALLA DE TIERRA	10
5.1	GENERALIDADES.....	10
5.2	INSTALACIÓN.....	11
6	MONTAJE DE ELECTRODUCTOS Y BANDEJAS	12
6.1	GENERALIDADES.....	12
6.2	BANDEJAS PORTACONDUCTORES	12
6.3	DUCTOS RÍGIDOS.....	13
7	TENDIDO Y CONEXIONADO DE CONDUCTORES Y CABLES DE 69 kV	14
7.1	PREPARACIÓN DE LOS CONECTORES	14
7.2	CONDUCTORES DE ALUMINIO	14
7.3	TENSADO DE CONDUCTORES E HILOS DE GUARDIA	14
7.4	TENSADO	14
7.5	PRECAUCIONES DE SEGURIDAD	15
8	CABLES DE 13.8 kV.....	15

9	CABLES DE BAJA TENSIÓN (CONTROL Y FUERZA) Y FIBRA ÓPTICA.....	16
10	EQUIPOS PRIMARIOS (TRAFO, 52, 89, PY, TI)	16
10.1	ALCANCE.....	16
10.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	17
10.3	MONTAJE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA	17
10.4	INTERRUPTORES DE 69 kV	19
10.5	SECCIONADORES	19
10.6	TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS	19
10.7	PARARRAYOS DE 60 kV	20
10.8	AISLADORES.....	20
11	MONTAJE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN	20
11.1	PREPARACIÓN DE LAS CELDAS	20
11.2	UBICACIÓN DE LAS CELDAS.....	20
11.3	TRABAJOS SOBRE TAPAS SUPERIORES.....	21
11.4	SOPORTES Y CALCES PARA TRANSPORTE	21
11.5	AJUSTES DE LOS TORNILLOS.....	21
11.6	INSTALACIÓN DE COMPONENTES SUELTOS.....	21
11.7	INSTALACIÓN DE EQUIPOS EXTRAÍBLES	21
11.8	CONEXIÓN DE LOS CABLES DE LA CAJA DE COMANDO	22
11.9	CONEXIÓN DE CABLES DE FUERZA DE MEDIA TENSIÓN.....	22
11.10	PUESTA A TIERRA.....	23
12	SISTEMA DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA (TABLEROS DEL SAS).....	23
13	SERVICIOS AUXILIARES	23
13.1	GENERALIDADES.....	23
13.2	CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN	23

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO (MEM)

1 ASPECTOS GENERALES

1.1 GENERALIDADES

Estas Especificaciones Generales cubren los requerimientos para el montaje en la subestación VACAS GALINDO de una bahía de transformador lado 69 kV esto es: 1 transformador trifásico de 10.0/12.5 MVA, 69/13.8 kV, 3 pararrayos de 60 kV, 1 seccionador trifásico de 69 kV con puesta a tierra, 3 transformadores de potencial de 69 kV y un interruptor de 69 kV.

El Contratista debe prever las facilidades para el montaje, equipo, personal y suministros necesarios para realizar las siguientes actividades:

- Carga, transporte y descarga del transformador sobre la base respectiva, en el área de la subestación.
- Movilización de personal y equipo.
- Provisión de facilidades temporales para el almacenamiento de materiales y de equipos.
- Transporte de equipos primarios y materiales requeridos al sitio donde se construirá la subestación, almacenamiento según las necesidades, desempaque, ensamblaje, erección e instalación. El Contratista se responsabiliza de la contratación del seguro de transporte y de montaje de los equipos.
- Interconectar los equipos para obtener sistemas funcionales.
- Limpieza y desmovilización.
- Elaboración y entrega de los planos AS BUILT en forma impresa y magnética.

El contratista se compromete, además, a ejecutar dichas obras con sujeción a la Tabla de Cantidades y Precios, Especificaciones Técnicas, Planos y demás documentos precontractuales.

1.2 ALCANCE

El contratista deberá realizar los siguientes trabajos de montaje:

- Un pórtico de acero galvanizado de llegada de la línea de 69 kV Cotacachi – Vacas Galindo. Sobre este pórtico se montará el equipamiento de seccionamiento y protección de una bahía de línea y una de transformador.
- Tres bases metálicas para soporte de transformadores de potencial.
- Un interruptor de operación tripolar, tipo tanque muerto, aislados en gas SF₆; con TCs incorporados en cada uno de sus bushings.
- Un transformador de 10/12.5 MVA – 69/13.8 kV, que incluye un juego de tres pararrayos, montados sobre el tanque del mismo transformador con contador de descargas.
- Nueve celdas de media tensión de 13.8 kV en la sala de control (cinco alimentadores primarios, un alimentador de entrada de transformador principal, una celda de TPs, una celda de protección de transformador de servicios auxiliares y una celda que contendrá un transformador de alimentación de servicios auxiliares.
- Pararrayos de 60 kV, transformadores de potencial de 69 kV y seccionadores con puesta a tierra de 69 kV.
- Un tablero de supervisión, control, protección y medición de las bahías de 69 kV (posición transformador), en los que se incluye la interfaz hombre-máquina.
- Un tablero de la red interna de datos de la casa de control.

- Dos tableros de distribución de servicios auxiliares (uno de corriente alterna y uno de corriente continua).
- Malla de puesta a tierra, con soldas exotérmicas, incluye las conexiones a los equipos, tableros, gabinetes, cerramientos, canaletas, etc.
- Red de alimentación de servicios auxiliares de corriente alterna de 208/120 V, 60 Hz.
- Red de alimentación de servicios auxiliares de corriente continua de 125 V (incluye un cargador de baterías y un banco de baterías).
- Instalación y montaje de las bandejas y los electroductos rígidos y flexibles, incluye los accesorios necesarios para su fijación y conexionado a los equipos.
- Tendido y conexionado de conductores de barras y acometidas, bajantes a los equipos primarios de 69 kV e hilos de guardia.
- Tendido y conexionado de cables aislados subterráneos de 13.8 kV, para las conexiones al transformador de potencia y a los alimentadores de 13.8 kV.
- Tendido y conexionado de la red interna de datos de la casa de control (cableado estructurado).
- Tendido, conexionado y marquillado de conductores de baja tensión de fuerza, control, fibra óptica, radio y GPS, desde los tableros hasta los equipos de patio, celdas de media tensión y casa de control, de acuerdo a planos (incluye ejecución de pruebas de continuidad y aislamiento).
- Sistema de iluminación exterior y tomas de patio de maniobras.
- Energización, pruebas (funcionales y de aceptación en sitio - SAT)
- Puesta en servicio de todos los equipos, suministros y funcionalidades del patio de maniobras y de la casa de control, tanto en modo individual, como integrado y los demás equipos, dispositivos y elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la subestación.

1.3 NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

El contratista procederá de acuerdo a las normas aplicables a cada equipo y servicio en particular, de acuerdo a lo indicado en el numeral 2 (ENTORNO NORMATIVO GENERAL) de las Especificaciones Técnicas Generales (ETG). Se aclara que el mismo Contratista, en la etapa de ingeniería de detalle, indicará las normas que utilizará, para ello deberá contar con la previa aprobación formal de EMELNORTE.

1.4 ORGANIZACIÓN Y RELACIÓN CON LA FISCALIZACIÓN

El contratista presentará y mantendrá actualizada la nómina de su personal de dirección, ejecución y apoyo, de acuerdo a sus responsabilidades contractuales y a la carga de trabajo que ellas demanden. Por su parte la Fiscalización permitirá el ingreso a los predios e instalaciones de la nueva subestación, solamente al personal autorizado por el Administrador del Contrato.

Para la relación o el manejo y control de las actividades y novedades relevantes de la obra, tanto el Contratista, como la Fiscalización cursarán a la otra parte oficios numerados, en papel oficial, suscritos por sus máximos funcionarios presentes en la obra.

Para el reporte de aspectos del día a día se utilizarán los siguientes medios formales, con la respectiva recepción y certificación firmada por las dos partes:

- Libro de Obra (Registro secuencial de aspectos relevantes y novedades de la obra). Un cuaderno con hojas numeradas, que llevará y custodiará la Fiscalización, pero tendrá acceso libre al Contratista.

- Libro de Órdenes (Comunicaciones numeradas y firmadas por el Administrador del Contrato o el jefe de la Fiscalización, para hacer la entrega de las disposiciones o requerimientos de EMELNORTE).
- Libro de pedidos (Comunicaciones numeradas y firmadas por el representante del Contratista en la obra, para hacer la entrega de los pedidos o requerimientos del Contratista).
- Minutas (Acuerdos menores de carácter técnico sobre temas específicos, que serán suscritos por los representantes o delegados de las partes); y,
- Actas de Reuniones (Resoluciones de importancia operativa, técnica o contractual, suscritos por los máximos representantes de las partes y por todos los demás asistentes a la reunión).

1.5 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

El Contratista deberá utilizar única y exclusivamente la documentación técnica que haya sido aprobada por EMELNORTE, conforme a lo establecido en el numeral 8 (DOCUMENTACIÓN TÉCNICA) y los subtemas: 8.1 a 8.5 de las especificaciones Técnicas Generales (ETG).

1.6 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el plan y programa de trabajo se deberá contemplar:

- Alineamiento de expectativas entre la contratante y el contratista.
- Programa de suministros.
- Desarrollo de la ingeniería de detalle.
- Ejecución de las obras civiles.
- Ejecución del montaje electromecánico.
- Realización de pruebas.
- Actualización de la documentación (como construido).

En la metodología se incluirá, además:

- Como se va a gestionar la información que generará el gerenciamiento y gestión del proyecto y la documentación técnica del mismo.
- La gestión de la seguridad, salud y ambiente.
- La logística y transferencia de conocimiento.

1.7 PROGRAMA Y PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE Y PRUEBAS

- El programa del montaje es una herramienta de trabajo que forma parte del cronograma contractual ajustado y aprobado por las partes durante la etapa de ingeniería de detalle. De acuerdo a la marcha de la obra y a las necesidades o requerimientos específicos de las partes, éstas deberán actualizarlo al menos cada quincena (la mañana del segundo viernes).
- La versión actualizada será expuesta en modo permanente un lugar visible.
- Para la ejecución del montaje, el Contratista procederá con apego y fiel cumplimiento de lo establecido en los manuales de pruebas, aprobados por la Fiscalización, que incluye los instructivos y recomendaciones de los fabricantes, especialmente en relación a los siguientes aspectos previstos en el numeral 6.2 (RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA) y los subtemas: 6.2.1 (RESPONSABILIDADES BÁSICAS), 6.2.2 (INGENIERÍA DE DETALLE), 6.2.3 (PROCURA/FABRICACIÓN Y TRANSPORTE HASTA

LA OBRA) y 6.2.4 (MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO) de las Especificaciones Técnicas Generales (ETG).

- Recomendaciones e instructivos para embalaje, manejo y transporte.
- Instructivos o procedimientos de manipuleo, instalación y montaje.
- Para las pruebas, el Contratista observará y cumplirá con todo lo establecido en el “Manual de Pruebas” conforme lo dispuesto en el numeral 9 (PRUEBAS DE ACEPTACIÓN), incluidos los subtemas 9.1 a 9.5 de las Especificaciones Técnicas Generales (ETG), actuando de conformidad con lo aprobado por la Fiscalización que incluye los instructivos y recomendaciones de los fabricantes.
- Los protocolos debidamente llenos y aprobados por la Fiscalización se incluirán en el “Dossier de Calidad”, de acuerdo a lo establecido en el numeral 8.5 de las Especificaciones Técnicas Generales (ETG).

1.8 REGISTRO Y REPORTE RUTINARIO DE AVANCES

El Contratista deberá registrar todos los avances y retrasos en la ejecución del montaje y las pruebas, para actualizarlo, con los reportes de su respectiva ejecución. Complementariamente elaborará un informe en el que constarán, tanto los detalles de los cumplimientos, como las aclaraciones y los motivos de los eventuales incumplimientos. Estos entregables serán presentados a la Fiscalización para su análisis, ajuste y aprobación, en la reunión quincenal de los viernes indicados en el numeral anterior.

La versión así actualizada y aprobada será expuesta en un lugar visible. Constarán los respectivos porcentajes de avance y se usarán distintos colores para dibujar los diagramas de Gantt con las actividades o tareas programadas y ejecutadas a dicha fecha.

2 GESTIÓN DE CALIDAD Y CONTROL DE RIESGOS SSA

El Contratista deberá proceder de acuerdo a lo establecido en su propuesta y a los requerimientos del numeral 4 (ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD Y GESTIÓN Y CONTROL DE RIESGOS) de las Especificaciones Técnicas Generales (ETG). Para lo referente a la organización, personal y reportes mensuales durante el tiempo que tome el montaje electromecánico se observará lo indicado en el numeral 8.1 (ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DOCUMENTAL); y, en el numeral 9.1 (ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD (QA-QC) Y CONTROL DE RIESGOS SSA) de las Especificaciones Técnicas Generales (ETG), en lo concerniente a las pruebas.

Todas las actividades del Contratista se desarrollarán en conformidad con su sistema de gestión de calidad declarado en su propuesta y dispondrá en la obra, a tiempo completo, de un especialista en Gestión de Calidad y Control de Riesgos responsable en esta materia.

2.1 PREVENCIÓN Y CONTROL DE RIESGOS SSA

Corresponde al Contratista, establecer las normas de seguridad e higiene para cada una de las actividades por desarrollar, e imponer su cumplimiento para eliminar riesgos innecesarios y para proporcionar la máxima seguridad a todo el personal a su cargo y a las instalaciones de EMELNORTE. Las medidas de seguridad que tome el Contratista, serán de completa responsabilidad del mismo y no le relevarán de la responsabilidad por accidentes en la obra o daño a terceros como resultado de sus operaciones.

Dentro de la política de seguridad industrial e higiene se deberá tomar en cuenta la normativa y prácticas establecidas por EMELNORTE, considerando los siguientes aspectos:

- Establecer como política la prevención de los accidentes, asignando los recursos necesarios para su cumplimiento.
- EMELNORTE entregará el programa de seguridad e higiene que deberá cumplir el contratista. A su falta, el contratista deberá elaborar este programa con manuales específicos para ciertas actividades de riesgo, como son entre otras, excavaciones, montaje de estructuras metálicas, montaje de equipos primarios, montaje de bandejas porta cables, tendido de cables, conexionado, pruebas, etc.
- Utilizar el personal autorizado y capacitado para las diferentes tareas de construcción.
- Capacitar al personal responsable de la seguridad e higiene, como son entre otros jefes de frentes o de cuadrillas.
- Cumplir con el Reglamento de Seguridad Industrial e Higiene del IESS.
- Realizar charlas de inducción antes del inicio de la jornada laboral.
- Controlar la correcta utilización del equipo de seguridad tanto individual como colectivo; así como el mantenimiento del orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Ejecutar inmediatamente medidas preventivas y correctivas necesarias, ante condiciones inseguras.
- Informar a la fiscalización sobre accidentes o incidentes que ocurran.
- Asegurarse que los trabajadores en obra mantengan en buenas condiciones el equipo de seguridad entre otros cascos, botas, lentes, protectores auditivos, mascarillas, guantes, etc., así como, herramienta y demás equipo necesario.
- En trabajos a realizarse sobre los tres metros de altura usar cinturones de seguridad.
- El contratista deberá elaborar un programa de seguridad para realizar todas las tareas. Este programa debe ser presentado a la Fiscalización para su actualización y aprobación.
- Mantener todas las áreas de trabajo limpias y ordenadas.
- Se deberá mantener en el sitio de la obra un botiquín de primeros auxilios.
- Contar con extintores en los lugares en los que se tenga riesgos de incendio.

Deben usarse métodos adecuados de puesta a tierra que protejan a personas y equipos, de voltajes inducidos. Se aplicarán las normas de seguridad que aparecen en el “Bureau of Reclamation Power System Safety Standards” y el “National Electric Safety Code”. Adicionalmente, se debe cumplir con las recomendaciones de la norma de la IEEE 524 a “Guide to Grounding During the Installation of Overhead Transmission Line Conductors”.

2.2 PLANES DE CONTINGENCIAS

El objetivo es identificar y poner en práctica las acciones de prevención y control para atender eventos imprevistos durante el desarrollo de las actividades del Contratista, quien deberá:

- Analizar las posibles amenazas naturales, técnicas, ocupacionales y sociales que puedan afectar la integridad de la vida humana, los activos de la subestación y el medio ambiente.
- Concienciar y capacitar a los trabajadores y habitantes del área de influencia del proyecto sobre los posibles riesgos y la manera de evitarlos o controlarlos.
- Establecer funciones y responsabilidades al personal de planta y a cargo de los trabajos de riesgo en relación a las causas y atenuantes directas o no que pueden incidir en la ocurrencia de un siniestro.

3 FACILIDADES Y LOGÍSTICA

El Contratista debe contar con el personal experto y de apoyo, así como disponer de la infraestructura necesaria para dar los servicios y facilidades comunes a todos sus frentes de trabajo, entre otros:

- Campamento, oficinas, bodegas y talleres.
- Medios de comunicación y correspondencia.
- Equipos, maquinaria, materiales e insumos.
- Herramientas especiales y menores.
- Equipos (certificados) de prueba y ensayo.
- Movilización, transporte.
- Gestión documental.
- Manejo de inventarios de equipos, materiales, insumos y consumibles.

4 ESTRUCTURAS DE ACERO

4.1 SUMINISTRO Y MARCADO DE LOS MIEMBROS:

Las estructuras suministradas por el Contratista, se entregarán en piezas sueltas, los miembros de acero estarán troquelados con su respectivo número de marca, que corresponderá con el número de marca indicado en los planos de montaje del fabricante. Por ningún concepto se podrá realizar la erección de estructuras, sin previa autorización de los delegados de EMELNORTE.

4.2 FABRICACIÓN DE PIEZAS

Para la fabricación de piezas metálicas se observará lo indicado en las normas ASTM: A36, A440, A394, A123 y B.77 en lo que sean aplicables.

4.3 ENSAMBLAJE:

- Los miembros de acero deben manejarse con cuidado para evitar dobladuras o daños.
- El izado de estos elementos se hará con cuerdas o cables de material no metálico.
- Las piezas de acero de las estructuras no deben volcarse desde los carros o camiones y deben ser mantenidas fuera del contacto directo con las plataformas con bloques de madera adecuados.
- Se debe usar pedazos de madera como espaciadores para mantener separados los miembros apilados de tal manera de proteger al galvanizado de las superficies.
- No se podrán aplicar esfuerzos que produzcan dobladuras de los elementos de acero.

4.4 PERNOS, TUERCAS Y ARANDELAS DE PRESIÓN:

- Todas las conexiones en obra serán empernadas.
- Cada ensamblaje de perno consistirá de un perno, una tuerca hexagonal y una contratuerca.
- El tamaño y localización de los pernos se indican en los planos de montaje del fabricante.
- Los pernos que se instalen verticalmente en las estructuras ya armadas deben quedar con la cabeza hacia arriba, a menos que en esa posición sea difícil ajustar las tuercas.
- Deben usarse las longitudes de pernos especificados para cada conexión que garantice el apoyo sobre la espiga del perno y no sobre la rosca.
- Los pernos que muestren signos de pérdida del roscado u otras deformaciones deben reemplazarse.
- Todos los pernos instalados incorrectamente deben ser reemplazados por el Contratista a su costo.
- Una vez ensambladas, las superficies de unión, incluyendo aquellas adyacentes a las cabezas de pernos y tuercas deben estar libres de rebabas y suciedad y de cualquier

material extraño que pueda impedir un contacto sólido de las partes.

- Los pernos deben instalarse con las tuercas encima y fuera de los miembros de tal manera, que las tuercas puedan ajustarse o inspeccionarse fácilmente.
- Después del ensamblaje y una vez que los pernos hayan sido ajustados deben sobresalir por sobre la tuerca de ajuste, como mínimo un paso de rosca completa.
- Las tuercas deben ser ajustadas a los valores de torques que se indican a continuación, a menos que se especifiquen otros valores en los planos de montaje del fabricante.

Valores recomendados de torque aplicado a los pernos, según su diámetro		
Diámetro perno (mm ("))	Torque aplicado	unidades
16 mm (5/8)	1.380 (100)	Kg-cm (lb-pie)
19 mm (3/4)	2.350 (170)	Kg-cm (lb-pie)
25 mm (1)	5.530 (400)	Kg-cm (lb-pie)

La tolerancia en el torque debe ser más-menos ciento cuarenta Kg-cm ($\pm 140\text{kg-cm}$) o más menos diez libras-pie ($\pm 10\text{ lb-pie}$). El Contratista debe usar torquímetros del tipo receptáculo que no deformen las tuercas ni dañen el galvanizado. Los torquímetros se someterán a pruebas cuando así lo solicite EMELNORTE.

4.5 REPARACIÓN DE DAÑOS MENORES:

- La magnitud de los daños será evaluada por EMELNORTE, y si a su juicio, el daño es de tal magnitud que su reparación es inaceptable, el Contratista reemplazará todos los elementos dañados.
- Las reparaciones que sean aceptables serán ejecutadas de inmediato y en presencia de los delegados de EMELNORTE.
- Las reparaciones en el galvanizado de elementos metálicos, se permiten únicamente para fallas pequeñas y puntuales, de acuerdo a lo que estipula la revisión vigente de la norma ASTM A-780.
- EMELNORTE no aceptará estructuras que presenten reparaciones, cortes, perforaciones u otra modificación a los materiales suministrados por el fabricante.
- Los daños que resulten del manejo, transporte, ensamblaje, erección y demás actividades de la construcción, deben ser reparados o los elementos reemplazados, a costo de la Contratista.

4.6 MONTAJE:

Las estructuras serán ensambladas y erigidas de conformidad con los planos del fabricante, en tal forma que no se exceda las tolerancias que establezca el fabricante.

5 MALLA DE TIERRA

5.1 GENERALIDADES

El sistema de puesta a tierra incluye:

- La excavación, relleno y compactación de las zanjas de la malla.
- La instalación de la malla del patio de maniobras de 69 kV y de la casa de control.
- Las conexiones desde la nueva malla a la existente.
- La conexión de las estructuras, soportes, equipos, celdas, tableros, cerramiento, vallas, etc., a la nueva malla según los detalles que constan en los planos correspondientes.

Para construir la malla se empleará:

- Conductor cableado, desnudos de cobre recocido suave.
- Conductores desnudos de cobre, similares a los antes descritos y con la utilización de conectores apernados, para las conexiones a equipos y estructuras.
- Soldaduras exotérmicas, para todas las conexiones y empalmes en cruces y derivaciones de los cables enterrados y empotrados.

La malla se formará con conexiones realizadas con el uso de soldaduras exotérmicas, en las dimensiones y forma indicada en los planos correspondientes.

Todo el sistema de tierra debe completarse antes de la nivelación o el hormigonado.

La instalación de los cables de tierra enterrados en el suelo o empotrados en el hormigón debe ser coordinada con la instalación de los ductos y canaletas.

La malla de tierra principal debe extenderse como se indica en los planos y enterrarse a una profundidad mínima de 60 cm bajo el nivel de la rasante de los patios.

5.2 INSTALACIÓN

- Se cuidará de no lastimar el conductor.
- Se instalará en zanjas, sobre una capa de 5 cm de material fino, sin rocas.
- Una vez realizadas las soldaduras exotérmicas, se colocará sobre el conductor, una capa también de 5 cm de material fino, sin rocas, antes de proceder al relleno y compactación de las zanjas.
- En el recorrido de los cables de tierra no se permitirá el contacto directo entre el cobre y el acero para evitar la corrosión electrolítica.
- Si en el hormigón donde esté empotrado el cable de puesta a tierra se utiliza acelerante de fraguado del tipo cloruros (p. ej. Cloruro de calcio), los conductores deben protegerse con una camisa plástica (manguera).
- Todos los ductos de acero galvanizado deben conectarse a tierra con un empalme seguro.
- Todas las entradas de ductos a cajas, gabinetes de control, juntas de expansión y otros componentes se conectarán entre sí directamente o a través de los componentes. Cada ducto o grupo de ductos se conectarán a la malla de tierra solamente a su llegada a los equipos. No se permitirá el retorno de tierra a través de los ductos.
- Antes de ejecutar las conexiones de tierra deben retirarse todas las pinturas, escorias y barnices de las superficies de contacto.
- Deben conectarse a tierra todas las estructuras de los patios de maniobra, equipos eléctricos, equipos de comunicación, soportes para equipos, cercas, ductos metálicos, tubería metálica expuesta, bandejas de cables, cajas de tomas, gabinetes, cajas de interruptores, cajas de transformadores de interruptores, puertas, marcos de ventanas, etc. Los equipos principales tales como transformador e interruptores, deben conectarse a tierra mediante cables conectados a dos puntos opuestos del aparato y a ramales diferentes de la malla a tierra.
- Si después de realizar la medición de resistencia se encuentra que la resistencia de la malla de puesta a tierra es mayor que el valor requerido, se podrá incrementar el sistema de tierra, incluyendo nuevos conductores, en cuyo caso, el Contratista realizará este trabajo como lo indique EMELNORTE.

- Deben conectarse a tierra las cajas de paneles, cajas de tomas, cajas de unión y cualquier parte en que se interrumpa un tramo de ducto. Los motores y otros equipos serán conectados a tierra, de acuerdo con las normas aplicables a cada caso.
- Todo el equipo eléctrico ubicado sobre estructuras de soporte debe ser conectado al sistema de tierra como se indica en los planos correspondientes.
- Para los cerramientos de malla, cada dos postes de cerca y cada poste de esquina y de puerta deben ser conectados a la malla de tierra.
- Todas las puertas de entrada se deben conectar a tierra con una cinta de cobre flexible como se indica en los planos.

Este proceso se repetirá hasta que el valor medido satisfaga los requerimientos de seguridad determinados por EMELNORTE.

6 MONTAJE DE ELECTRODUCTOS Y BANDEJAS

6.1 GENERALIDADES

El sistema consiste de accesorios y ductos rígidos de acero, ductos flexibles anillados de acero, ductos de PVC reforzado, cajas de conexión, sistemas de bandejas para cables con sus soportes y accesorios a ser instalados en las canaletas y accesorios misceláneos según se indica en los planos y según se requieran para completar el sistema de ductos y bandejas para la casa de control y el patio de maniobras.

Luego de las pruebas funcionales, todos los ductos deben sellarse con fibra y compuesto sellante. El suministro e instalación de estos materiales no se pagará por separado y debe estar incluido en los precios unitarios de los ítems correspondientes.

6.2 BANDEJAS PORTACONDUCTORES

Las bandejas deben satisfacer lo establecido en la última edición de la norma NEMA Tipo 1.

El Contratista debe suministrar las bandejas para cables a instalarse, las cuales incluyen secciones rectas, derivaciones en T y curvas horizontales, soportes y accesorios requeridos para conformar un sistema completo de bandejas para cables.

Las bandejas serán del tipo escalera fabricadas de acero galvanizado (preferible en plancha de 1/16" de espesor o de otro material aprobado por el EMELNORTE), provistas de soportes espaciados en los perfiles longitudinales. Las bandejas porta cables deben ser diseñadas para trabajo pesado.

El Contratista observará los siguientes requerimientos:

- La carga sobre la bandeja porta cables debe estar basada en el máximo llenado permisible de hasta el 70 % de la misma, con un factor de seguridad de 2.0.
- No deben presentar filos, rebabas o proyecciones que puedan lastimar el aislamiento o chaquetas de los cables. El contratista dará especial atención a las esquinas de las bandejas, para asegurarse que el aislamiento o chaqueta de los cables no sufran daños.
- Debe tener rieles laterales o miembros estructurales equivalentes.
- Debe incluir accesorios apropiados para cambios en la dirección y elevación del recorrido.
- Deben ser del tipo escalera abierta o del tipo ventilado, sin tapa.

- Los soportes de las bandejas deben proveer una resistencia y capacidad de trabajo suficiente de acuerdo a las cargas mencionadas antes; adicionalmente, una carga concentrada de 80 kg en la mitad del vano.
- La máxima deflexión permitida para un vano simple (con los extremos no fijos) será de 7 mm con una carga uniformemente distribuida de 100 kg/m con los soportes separados 2.4 m.
- El interior de las bandejas de cables no debe presentar filos bordes o proyecciones que puedan dañar la aislación de los cables. La resistencia eléctrica entre secciones adyacentes de las bandejas de cables y sus accesorios no deben exceder de 0.33 mili ohmios.
- El precio unitario de los brazos soportes incluirán los pernos de cabeza con resorte y las platinas para sujeción de las bandejas con los pernos y tuercas correspondientes, uniones y elementos propios del fabricante de las bandejas tipo malla entrelazada diseñados para darle continuidad eléctrica a los tramos de bandeja (para puesta a tierra). Estos elementos estarán sujetos a previa aprobación de Fiscalización.
- El precio unitario de las secciones rectas de bandejas, incluirán las uniones entre tramos o de tramos a piezas especiales, incluso los pernos y tuercas correspondientes.
- Se deberá considerar rejillas protectoras alrededor de las bandejas porta cables en los ingresos a sala de control para evitar la entrada de roedores y otros animales.
- Cada 30 metros de longitud de bandejas porta conductores se deberá conexionar a tierra para lo cual se debe considerar el cable de conexión (2/0 desnudo de cobre).
- El tipo de soportería a utilizarse depende de las facilidades de instalación en sitio, a lo largo del recorrido de las bandejas. No obstante, se puede usar en general soportes del tipo "pie de amigo" o del tipo "ménsula" como estándar.
- La máxima distancia entre soportes debe corresponder a las recomendaciones del fabricante de las bandejas porta cables. Deben hacerse cálculos exactos para casos especiales o críticos.
- Bajo ninguna circunstancia, las bandejas porta cables deben usarse como conductores de protección.
- Donde sea necesario, deben proveerse medios adicionales por parte del Contratista, para poder cumplir estos requerimientos.

6.3 DUCTOS RÍGIDOS

- En las instalaciones enterradas se usará ductos de PVC que soporten mínimo una presión de 1 MPa.
- Las instalaciones expuestas (al aire libre) utilizarán ductos metálicos o de PVC de 1 MPa de presión.
- Los ductos de acero deben estar libres de abolladuras o superficies aplanadas.
- Las curvas de los ductos embebidos deben hacerse en frío o con codos de curvaturas apropiadas. El radio de curvatura no podrá ser inferior a seis veces el diámetro nominal del ducto. Las curvas en los ductos expuestos deben hacerse con cajas de conexión normalizadas. Los tramos de ductos entre dos cajas podrán tener un máximo de 4 curvas de 90° (360° total), incluyendo las curvas ubicadas inmediatamente a la salida de las cajas.
- Los cortes que se ejecuten en obra serán rectos y se usará una herramienta adecuada que no produzca reducción de la sección transversal. Esta herramienta debe ser aprobada por la Administración del contrato.
- En las roscas de uniones de ductos de acero se debe aplicar un lubricante de buena calidad que contenga zinc o grafito.
- En las uniones no roscables de tuberías de PVC deben utilizarse pegamentos adecuados, de modo que queden completamente selladas contra la humedad. Los lubricantes y

pegamentos utilizados deben ser aprobados por la Administración del contrato. Las uniones roscadas se apretarán firmemente para prevenir la entrada de la humedad.

- Las rebabas y bordes cortantes se eliminarán con un escariador.
- Los ductos expuestos se fijarán a las estructuras con dispositivos aprobados por la Administración del contrato, instalados a no más de dos (2) metros y por lo menos a un (1) metro de cada caja o accesorio. El trazado de los ductos debe recorrer en forma paralela, recta y pareja con respecto a las estructuras y soportes.
- Todos los ductos metálicos, luminarias, accesorios y cajas deben conectarse a tierra.

7 TENDIDO Y CONEXIONADO DE CONDUCTORES Y CABLES DE 69 kV

Las conexiones de las barras y cables a los equipos de alta tensión deben ser efectuadas de tal manera que no causen ninguna tensión mecánica sobre los aisladores o equipos cuando se realicen las conexiones finales. Se deben manipular con cuidado los aparatos provistos de boquillas (bushings) o aisladores de porcelana para prevenir que éstos se astillen, rajen o sufran otros daños, en la superficie cristalizada. Las curvaturas en los cables serán con un radio no menor que 6 veces el diámetro del cable. Las curvas para barras tubulares rígidas deben ser hechas en fábrica.

Las conexiones a las boquillas (bushings) de los interruptores, deben ser realizadas con cable AAC, en forma cuidadosa de manera que sea similar al arreglo indicado en los planos.

7.1 PREPARACIÓN DE LOS CONECTORES

Las superficies de contacto de todas las grapas y de las conexiones empernadas deben ser preparadas y conectadas de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes.

7.2 CONDUCTORES DE ALUMINIO

Los conductores de aluminio deben estar limpios y cubiertos con grasa, antes de efectuar uniones de compresión o empernadas. La grasa será suministrada por el/la Contratista y debe ser aprobada por el Supervisor de EMELNORTE.

7.3 TENSADO DE CONDUCTORES E HILOS DE GUARDIA

Los conductores aéreos, tanto cables de guardia como conductores de fase, deben ser instalados de acuerdo con los planos.

Los elementos que se usan para instalar y tensar el cable deben ser aprobados por la Fiscalización y tendrán acabados que impidan cualquier daño a los cables.

7.4 TENSADO

Los cables de guardia y conductores de fase deben ser tensados de manera tal de no exponerlos a abrasión u otros daños. No se permitirá que los cables toquen el suelo. Los cables de guardia y los conductores deben ser instalados en longitudes completas y de manera que sus hilos no se corten, sufran abrasión o se ensortijen.

Si el conductor sufre algún daño debido al mal uso del equipo, a los métodos de tensado o a una inadecuada protección, según opinión de la Fiscalización no podrá ser reparado. El retiro y la sustitución serán a costo del Contratista. Se debe tener especial cuidado para evitar cualquier aflojamiento de hilos del cable y asegurar que el conductor no se enrede, tuerza o desgaste de

modo alguno.

Los tramos de cables sucios o contaminados, deben ser limpiados con paños y/o escobillas de alambre duro. Podrán utilizarse disolventes solamente cuando lo autorice la Fiscalización. Las herramientas, dados y demás elementos sujetos a desgaste serán inspeccionados permanentemente y serán reemplazados cuando se encuentren en mal estado.

La Fiscalización verificará las flechas, y en caso de que los valores medidos se encuentren fuera de tolerancia ($\pm 3\%$), el Contratista a su costo debe efectuar las correcciones correspondientes. El ajuste de la flecha debe ser hecho en el siguiente orden:

- Los cables de guarda;
- Las barras con tensión mecánica;
- Las conexiones a las líneas de subtransmisión.

7.5 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Las cuadrillas de engrapado y quienes trabajen sobre conductores o cables de guarda, deben ser protegidos con puestas a tierra individuales del tipo grapa, colocado con pértiga de trabajo en caliente, en cada sitio de trabajo y en los lugares que la Administración del contrato considere necesario.

Las puestas a tierra de protección personal no podrán considerarse suficientes para proveer protección total a una cuadrilla contra una descarga eléctrica directa o contra una descarga que ocurra dentro de su área. No debe trabajarse cuando exista indicación de tormentas eléctricas en el área.

8 CABLES DE 13.8 kV

El contratista velará porque el manejo e instalación de los cables, no ocasione averías en los cables o daños en sus características técnicas, que causen impactos en el período de su vida útil; por lo que, tomará las previsiones para su transporte seguro desde la fábrica hasta su sitio de almacenamiento; la manipulación en el sitio de almacenamiento y desde el sitio de almacenamiento al de montaje. Se recomienda observar las siguientes recomendaciones:

- Las bobinas siempre se transportarán y almacenarán de pies, ancladas, nunca apoyadas sobre una de sus caras.
- Evitar arrojar las bobinas de cables desde los vehículos al suelo.
- En lo posible, evitar el almacenamiento de las bobinas a la intemperie;
- El cable puede tenderse a mano, desde un vehículo en marcha, el tiro mecánico o por cualquier otro método.
- Las bobinas deberán rodarse en el mismo sentido que el fabricante enrolló a los cables.

Preparación para la instalación de los cables:

- Colocar la bobina sobre un apoyo cuyo eje deberá estar situado a una altura tal, que no impida girar libremente a la bobina para un correcto tendido de los cables.
- Instalar un freno, aunque sea de una forma muy sencilla o elemental, que permita frenar la bobina en el caso de que se produzcan curvaturas peligrosas en el cable, así como la inercia propia del giro de la bobina cuando se está tendiendo el cable que pueda poner en peligro o cause un accidente al personal que allí trabaja.

- Emplazar la bobina de tal forma que el cable no tenga que forzarse para tomar la correcta alineación del tendido.
- Conocer el radio mínimo de curvatura indicado por fabricante, con el que deben tenderse los cables sin sufrir cambios en las características técnicas para las que han sido fabricados.
- Soltar de la bobina el inicio del cable e instalar en este un cabezal que sirva para tirar de él.
- Tener en cuenta que los máximos esfuerzos de tracción aconsejables, son de 5kg/mm² de sección cuando los conductores son de cobre.
- La velocidad del tendido, no debe exceder los 5 m por minuto.

Durante el tendido, tomar en cuenta:

- Controlar constantemente los esfuerzos de tracción.
- Si se ve necesario, colocar un pasador calibrado, de protección por ruptura, de manera que interrumpa la tracción, si se superan los esfuerzos recomendados.
- Realizar las pruebas establecidas en las normas y contempladas en el plan de pruebas propuesto por el contratista.

9 CABLES DE BAJA TENSIÓN (CONTROL Y FUERZA) Y FIBRA ÓPTICA

Antes del conexionado, todos y cada uno de los conductores de cada cable de baja tensión para control y fuerza con aislamiento de 600 V (excluyendo los cables de control dentro de los paneles y los cables para instrumentación), se les someterá a prueba de aislamiento con megger de 500V.

10 EQUIPOS PRIMARIOS (TRAFO, 52, 89, PY, TI)

10.1 ALCANCE

Se incluye bajo esta denominación el siguiente equipamiento: interruptores, seccionadores, pararrayos, transformadores de potencial, columnas de aisladores soporte, estructuras soporte y demás accesorios y componentes.

El montaje cubre:

- Desembalar y realizar limpieza total de los equipos primarios antes del montaje (no utilizar materiales que dejen residuos sobre la superficie o líquidos abrasivos. en muchas ocasiones, el empleo de alcohol industrial altamente volátil, es suficiente).
- Verificar el ensamblaje (montaje, nivelación, ajuste con torque de cada uno de sus pernos y tuercas y aterramiento) de la estructura soporte, antes de la colocación del equipo primario sobre la misma (las estructuras soporte se montarán según las instrucciones del fabricante y las especificaciones técnicas entregadas por EMELNORTE).
- Instalar y ajustar los equipos, el conexionado de alta tensión y los trabajos misceláneos de montaje.

A más de lo especificado en el manual del fabricante, para el montaje se deben observar, entre otras, las siguientes recomendaciones:

- Inspeccionar los equipos para detectar posibles daños ocurridos durante el transporte.
- Realizar el montaje siguiendo rigurosamente las instrucciones del manual del fabricante.
- Verificar que los equipos corresponden a los planos del fabricante.

- Registrar y notificar al supervisor del fabricante y a EMELNORTE, la existencia de cualquier daño físico o discrepancia con los planos del fabricante.
- Para su levantamiento, verificar la capacidad de la grúa en tonelaje y altura y sujetar los estrobos de los puntos indicados por el fabricante.

Antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión, se deberá primeramente conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura.

El Contratista realizará el montaje en las cantidades indicadas en las tablas de cantidades y precios. El/La Contratista debe suministrar, la mano de obra calificada, la supervisión y los equipos requeridos para el servicio de montaje que se muestra en los planos y/o que se especifica en estos documentos.

Los equipos deben ser ensamblados con todos sus accesorios, ubicados en su fundación y/o sobre un soporte, anclados de manera confiable y segura e instalados tal como se indica en los planos y de acuerdo a las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

10.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Durante todo el proceso de desembalaje, montaje y pruebas se deberá observar lo siguiente:

- La normativa de seguridad correspondiente a cada tipo de trabajo que se desarrolle en el proyecto (instrucción, distancias mínimas de seguridad para cada nivel de voltaje, el uso de cinturones de seguridad, cascos, guantes y demás equipos de seguridad personal)
- Conectar la puesta a tierra del equipo primario de manera firme y segura, antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión.
- El personal responsable del montaje, deberá estar capacitado, entrenado y habilitado para cada tipo de trabajo; y de manera especial el personal de montaje de equipos en altura.
- Una vez terminado el montaje, el Contratista debe limpiar completamente los aparatos y equipos instalados, todas las aristas o esquinas serán alisadas, los materiales expuestos serán limpiados y pulidos con detergentes minerales o a vapor. En las partes metálicas expuestas se removerá la suciedad y otras manchas con escobillas de acero.
- El/La Contratista podrá cerrar un trabajo, solamente cuando el mismo haya sido inspeccionado, probado y aprobado por EMELNORTE.
- Si los equipos, a juicio de la Supervisión requieran reparación de su pintura, el Contratista lo hará.

10.3 MONTAJE DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA

La Contratista, antes de montar el transformador, realizará una inspección visual externa de este equipo y reportará a EMELNORTE, indicando:

- Datos de placa del transformador.
- Estado de los elementos principales, de protección, control y monitoreo (tanques principal y conservador, boquillas o bushings, sistema de refrigeración, dispositivos de protección por sobrepresión y de flujo o presencia de gases, cambiador de derivaciones, gabinete de mando y control).
- Estado del registrador de impactos.
- Estado de la identificación de los elementos externos, del marquillado y de la nomenclatura utilizada;

Si el transformador es transportado en partes, el contratista, antes del montaje realizará una revisión interna, de acuerdo a las facilidades que presente; y reportará a EMELNORTE lo siguiente:

Estado de elementos y ajustes internos (sujeción de núcleo y bobinas, conexión a tierra, terminales, barreras entre fases, estructuras y soportes aislantes, distancias, cambiadores de derivaciones y contactos).

El reporte irá acompañado de videos o fotos, especialmente de aquellas partes de difícil acceso.

Montaje e instalación

Una vez ubicado correctamente en sitio el transformador, su montaje deberá realizarse de acuerdo a lo especificado por el fabricante en sus Instructivos.

Se deben observar las siguientes recomendaciones:

- Limpiar completamente la cuba del transformador y sus accesorios antes de su instalación.
- Inspeccionar los equipos y accesorios para detectar daños ocurridos durante el transporte.
- Verificar que los equipos estén conforme a los planos del fabricante.
- Colocar arandelas planas en todos los pernos de anclaje.
- Levantar los accesorios y componentes del transformador en forma individual y montar los accesorios, verificando su nivelación y orientación, según las instrucciones del fabricante. En caso de requerir cuñas para nivelación, éstas deberán ser de hierro galvanizado en caliente.
- Limpiar completamente los bushings con un limpiador libre de aceite. El tubo interior también debe ser limpiado si el bushing es del tipo de terminales removibles. Levantar los bushings por medio de una cuerda colocada bajo la parte superior de la campana de aislamiento de la boquilla y por medio de terminales tipo ojo. Remover las cubiertas para el transporte de los bushings. Desconectar los terminales removibles y retirarlos. Una vez que se ha realizado las actividades indicadas, instalar los bushings en cada transformador de acuerdo con los planos y manuales del fabricante. El Contratista deberá inspeccionar y probar todos los bushings antes de iniciar su instalación.
- Antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión, se deberá primero conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura.
- Antes de instalar los radiadores (si es el caso), se los lavará con aceite limpio y se probará su hermeticidad. Igual procedimiento se aplicará al tanque conservador, tuberías y válvulas de aceite.
- Empaques: Los empaques de goma deben ser impregnados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Los empaques de corprene deben ser instalados secos.
- Uso de grasa (barniz) en los empaques del transformador según instrucción del fabricante. Es permitido la aplicación de grasa (barniz) en uno de los lados de los empaques de corprene que tenga movimiento rotativo aplicado directamente sobre el empaque.
- Todas las conexiones eléctricas internas se deben revisar y limpiar cuidadosamente, antes de unirse con conectores mecánicos.
- Se deben confirmar los ajustes operativos de los dispositivos de nivel, de flujo y de temperatura.
- Una vez terminado el armado y sellado del transformador, se debe probar su hermeticidad, presurizándolo con nitrógeno de alta pureza (99,999%) a una presión de 0,07 MPa; esta presurización se hace con los radiadores instalados y con sus válvulas abiertas.

Secado y llenado de aceite aislante

- El contratista presentará el certificado actualizado a la fecha de utilización, de que la máquina de llenado y tratamiento de aceite no contiene residuos de ascareles o PCB's.
- Antes del llenado definitivo con aceite aislante, el transformador deberá someterse a secado a alto vacío, realizado con los radiadores instalados y con sus válvulas cerradas. La referencia para el secado será el valor de humedad residual, tomado antes y al finalizar el proceso.
- El llenado del transformador se realizará con aceite deshidratado y desgasificado, con un contenido de agua menor que 10 ppm. Las pruebas físico – químicas del aceite deben arrojar valores dentro de los límites aceptables de especificación de un aceite nuevo (IEC 296 o sus equivalentes).
- El Contratista debe presentar el certificado de fábrica, del aceite utilizado, en que se indique que este está libre de ascareles o PCB's.

10.4 INTERRUPTORES DE 69 kV

Se trata de interruptores tipo tanque muerto, con extinción del arco en gas SF₆, trifásicos, de accionamiento con resorte motorizado. Se montarán en el piso, bajo las vigas de los pórticos de barras; se observarán los procedimientos del fabricante.

10.5 SECCIONADORES

Se montarán verticalmente, sobre los pórticos de las barras de 69 kV, son de doble apertura lateral, tripolares, accionados en grupo mediante motor.

No deben usarse cuñas para la alineación de los polos. Las conexiones de alta tensión deben realizarse antes de la alineación final de los seccionadores, para prevenir posteriores desalineaciones debidas al peso adicional de los conductores;

Los mecanismos de interbloqueo deben ser regulados y todas las conexiones de empalme deben ser apretadas debidamente. Los seccionadores y los mecanismos de operación, deben ser limpiados y engrasados; y antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión, se deberá primero conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura.

10.6 TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS

Los TCs de 69 kV están incorporados en los bushings de los interruptores y del transformador principal, por lo que vienen instalados.

Para el montaje se deben observar en general las siguientes recomendaciones:

- En los transformadores de corriente se debe aterrizar siempre un terminal de cada devanado secundario del transformador. Sin embargo, cuando el secundario del transformador esta interconectado, se deberá tener un único punto de conexión a tierra.
- En los transformadores de corriente se debe cortocircuitar siempre el secundario, cuando no se encuentra en uso.
- Los transformadores de potencial (TPs) de 69 kV, irán montados sobre pedestales individuales a la entrada de la línea de subtransmisión de 69 kV. La conexión de los cables de voltajes, se harán en cajas de agrupamiento fijadas a una de las estructuras del pórtico, desde donde se conectan al tablero de control y protección de la posición en la sala de control.

- Los cables de conexión entre las cajas de terminales de cada transformador hasta la caja de agrupamiento, se los llevará por medio de ductos, instalados de acuerdo al detalle de montaje que consta en los planos de montaje.

10.7 PARARRAYOS DE 60 kV

El montaje de los descargadores de sobretensión, deberá realizarse de acuerdo a lo especificado en el manual del fabricante, a menos que el Fiscalizador recomiende otro procedimiento. Se debe tomar en cuenta que los pararrayos estarán equipados con contadores de descargas; por lo que no se debe descuidar:

- Montar los pararrayos respetando y revisando el torque de sujeción recomendado en los manuales de montaje del fabricante.
- Montar el contador de descarga a una altura no menor a 150 cm desde la base de la estructura,
- Realizar la conexión de tierra requerida utilizando cable de cobre desnudo No. 2/0, 19 hilos y todos los terminales y accesorios que permitan una sujeción adecuada y segura; y,
- Una vez verificada la conexión a tierra del descargador de sobre tensión, conectar el conductor de alta tensión.

10.8 AISLADORES

Todos los aisladores de suspensión y de soporte de barras si existen, deben ser ensamblados e instalados como se indican en los planos. No deben usarse aisladores astillados o rotos.

Los aisladores deben ser limpiados, previo a su instalación, por tanto, antes de que los equipos sean energizados, las superficies de porcelana de los aisladores y equipos, deben estar limpias y con su acabado brillante, libres de cualquier contaminación.

11 MONTAJE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

11.1 PREPARACIÓN DE LAS CELDAS

Antes de iniciar el transporte de las celdas desde su almacenamiento al sitio de instalación definitiva, verificar:

- El acceso existente, para facilitar una maniobra fácil y segura.
- Transportar con cuidado los componentes sueltos.
- Verificar que los componentes móviles que pudieron estar dentro de las celdas, se hayan retirado.

11.2 UBICACIÓN DE LAS CELDAS

A través del camión grúa y montacargas, ayudado por ganchos y afines, se transportará cada celda hacia la base definitiva, manteniendo la altura del rodapié con los respectivos pernos; alineando así cada celda.

Es esencial alinear con precisión cada celda para garantizar un montaje correcto de las barras y de los componentes extraíbles. Los equipos se protegerán cuando haya polvo, humo, hollín, restos de soldadura, olor a mar o gases corrosivos.

En caso de suspensión prolongada de los trabajos, las celdas se deberán cerrar con sus resistores de des humidificación encendidos.

11.3 TRABAJOS SOBRE TAPAS SUPERIORES

Siempre que sea posible, se debe evitar que las personas permanezcan sobre las tapas superiores de las celdas para la ejecución de cualquier operación. En caso de que ocurra, las personas deberán calzar zapatos con suelo de goma para evitar deslizamientos y daños en la pintura. Si hubiera necesidad de operar sobre la parte superior, se colocarán unas tablas (grosor mínimo de 25 mm) para impedir deformaciones permanentes y daños en la pintura.

11.4 SOPORTES Y CALCES PARA TRANSPORTE

Tras la instalación definitiva de las celdas, es importante comprobar que si existió movimiento de elementos (soportes, canaletas, cuñas, etc.) colocados para proteger la celda y sus componentes durante el transporte.

11.5 AJUSTES DE LOS TORNILLOS

Tras la instalación definitiva de las celdas, es importante comprobar lo siguiente:

- Las conexiones de los equipos y barras.
- La presión de ajuste de los pernos de sujeción de las conexiones barra-barra, para garantizar que las conexiones permanecen estables durante el funcionamiento del equipo.
- La existencia de arandelas de presión en todas las conexiones de los circuitos, para evitar que se aflojen debido a la vibración de las barras y a la variación de la temperatura durante su funcionamiento.
- Si los conjuntos metálicos van a permanecer mucho tiempo sin energizarse, los adaptadores y conexiones no se deben aislar durante la instalación. Esto se hará inmediatamente antes de que se pongan en servicio y empiecen a funcionar.
- El blindado interno en la instalación de las barras, se debe colocar en las posiciones que se indican en el proyecto.
- Es necesario analizar los diseños dimensionales antes de la instalación de cualquier barra o blindado para determinar la secuencia correcta del montaje.

11.6 INSTALACIÓN DE COMPONENTES SUELTOS

Después de transportar las celdas, los componentes se colocarán en sus respectivos sitios respetando la posición indicada en los planos dimensionales.

Si hay más de un componente suelto con características similares, hay que comprobar con cuidado la lista de materiales y los planos dimensionales para evitar que estos componentes se instalen en lugares equivocados.

11.7 INSTALACIÓN DE EQUIPOS EXTRAÍBLES

- Se deben inspeccionar (disyuntores, TPs y fusibles) y comprobar si han sufrido daños o desajustes durante el transporte, o si tienen conexiones flojas o débiles.
- Que los desniveles existentes, sean superiores al aceptable.
- Verificar que los contactos estén perfectamente ajustados y alineados durante su funcionamiento.

- Observar si los obturadores cubren correctamente los contactos primarios fijos con la extracción del equipo. Si es necesario, realizar el ajuste con cuidado, para no alterar las posiciones mecánicas y mantener la conexión entre los equipos iguales.
- Comprobar si las llaves están bien apretadas.
- No juntar nunca la parte extraíble fuera de la celda con los contactos principales para evitar deformaciones o alineamientos incorrectos.

11.8 CONEXIÓN DE LOS CABLES DE LA CAJA DE COMANDO

- Las conexiones de los cables externos se realizarán conforme a las tablas o diagramas de conexión. Los cables correspondientes a estas fijaciones deben estar con terminales e identificados con las marquillas en sus extremos.
- Fijar los equipos externos a las celdas, respetando los diagramas eléctricos.
- Observar la correcta instalación de los terminales en los cables y de las regletas de bornes.
- Los cables de comando externos se acomodan en unas ranuras o son fijados en los perfiles fabricados para cumplir con esta finalidad, junto a las regletas de bornes.
- Evitar que los cables queden más largos de lo normal.
- Instalar los cables en las celdas para impedir que los componentes extraíbles se muevan o se abran las puertas. La instalación de los cables no se debe hacer en aquellas zonas que estén muy afiladas o en superficies con muchas curvas porque pueden perjudicar su aislamiento.
- Las perforaciones en las tapas para el paso de los cables se hacen en el momento de su instalación, conforme a los diámetros de los cables. Para las tapas metálicas, estas perforaciones deben permitir el paso del cable sin que se dañe su aislamiento. Si es necesario, se deberá instalar protectores de goma, prensa cables o cualquier otro material parecido.
- Después de la instalación o conexión de los equipos, se deberá retirar todos los cables que provoquen cortocircuitos provisionales en los secundarios de los transformadores de corriente.
- Verificar que los secundarios de los PTs, se encuentren sin cortocircuitos provisionales utilizados en las pruebas de aislamiento.

11.9 CONEXIÓN DE CABLES DE FUERZA DE MEDIA TENSIÓN

- Antes de conectar los cables de fuerza a las fases correspondientes, comprobar su identificación, conforme a los diagramas de conexión.
- Es muy importante que las conexiones estén limpias y bien apretadas.
- Leer con atención las instrucciones del fabricante de cables antes de colocar los terminales y durante su instalación.
- El radio de curvatura de los cables no puede ser superior al determinado por el fabricante.
- La instalación se debe hacer de tal manera, que no interfiera con las barras o equipos asociados.
- No apoyar o forzar los cables en superficies cortantes o abrasivas, como los bordes de las chapas o tornillos, para evitar daños en su instalación.
- Los cortes que se han hecho en las tapas para el paso de los cables tendrán que ser tratados para evitar daños de aislamiento.
- Verificar que se sellen correctamente las aperturas para evitar la humedad al interior de las celdas y el ingreso de animales.
- Las conexiones no pueden estar demasiado apretadas porque se puede dañar a los elementos.

11.10 PUESTA A TIERRA

Para conectar el sistema de barras rectangulares de cobre electrolítico de cada celda a la malla de puesta a tierra principal o general de la subestación, se debe considerar lo siguiente:

- Comprobar si todas las fijaciones y cables de puesta a tierra de las puertas, cables y barras de puesta a tierra del disyuntor y de los TCs están conectadas y apretadas correctamente, conforme al plano de instalación.
- Lubricar los contactos con vaselina sólida o con otro producto conductor.
- Conectar la barra de puesta a tierra principal de la celda a la malla de puesta a tierra mediante un cable, lo más corto posible, dispuesto en forma mallada (el cable que conecta la celda con la malla de puesta a tierra no se puede usar para la puesta a tierra de otros equipos externos).
- Una vez terminadas todas las instalaciones, limpiar la zona interna de las celdas (no use sistemas de aire comprimido).
- Después de la limpieza y lubricación de los mecanismos de la celda (puertas, cierres, accionamientos de disyuntores y seccionadores), limpiar también los componentes internos.
- Después de la limpieza interna y de la lubricación, realizar la limpieza externa usando jabón líquido neutro, sin mojar las partes conductoras.
- Concluido lo anterior, comprobar que se hayan retirado: herramientas, tornillos, tuercas, arandelas, puntas de barras y cables, objetos de uso personal o de limpieza.
- Conectar los deshumidificadores a una fuente externa cuando las celdas, una vez instaladas, ajustadas e inspeccionadas, no queden funcionando.

12 SISTEMA DE CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA (TABLEROS DEL SAS)

Todos los IED's, medidores e instrumentos vienen calibrados y ajustados en fábrica.

Si fuera necesario realizar cambios en los ajustes y calibraciones, éstos serán realizados por el fabricante del tablero bajo la supervisión y coordinación de EMELNORTE.

13 SERVICIOS AUXILIARES

13.1 GENERALIDADES

El Contratista debe instalar los sistemas completos de servicios auxiliares.

El Contratista debe suministrar toda la mano de obra, equipo y herramientas, todos los materiales necesarios para realizar los trabajos que se indican en los planos y/o que se especifican en estos documentos, a menos que se exceptúen específicamente.

- a) El suministro de potencia en corriente alterna es a 208/120 V, trifásico, provisto desde las fuentes de alimentación de los tableros de servicios auxiliares existentes.
- b) El suministro de potencia en corriente continua será provisto desde un tablero de distribución de 125 V. ubicado en la casa de control de la subestación

13.2 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

- a) La fuente normal de corriente alterna, será alimentada desde un transformador trifásico conectado a la barra de 13.8 kV.

- b) La potencia en corriente continua tanto para el control como para la alimentación de emergencia, será suministrado desde un banco de baterías de 60 celdas, 125 V, y un cargador de baterías.
- c) El cargador debe ser conectado para operación individual.
- d) La distribución de potencia, a la casa de control y a los patios de maniobras se realizará mediante paneles de distribución autosoportados, 208/120 voltios C.A y 125 voltios C.C, los mismos que estarán convenientemente ubicados dentro de la casa de control.