

Cliente	ENGIE
----------------	-------

Proyecto	NUEVO REACTOR DE LÍNEA 1X220 kV NUEVA POZO ALMONTE- RONCACHO, EN S/E RONCACHO
-----------------	--

Nº Documento	ENG-OA-RON-SE-IG-ET-004
---------------------	-------------------------

Nº Documento Cliente	ENG-OA-RON-SE-IG-ET-004
---------------------------------	-------------------------

Fase	Ingeniería conceptual
-------------	-----------------------

Título	Especificación técnica de Construcción y Montaje
---------------	--

Fecha	Revisión
13/01/2025	B
24/01/2025	0

Número de Hojas
61

IEB	Nombre	Firma	Fecha
Preparó	D.F.R.		13/01/2025
Revisó	E.J.C.		13/01/2025
Aprobó	J.I.D.		13/01/2025
Cliente			
Revisó			
Aprobó			

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	ALCANCE.....	5
3	UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	5
4	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
5	DETALLE DE LAS OBRAS.....	6
5.1	PAÑO DE 220 kV	6
5.2	INSTALACIONES COMUNES	7
5.3	INSTALACIONES A RETIRAR	7
5.4	INTERFERENCIAS A REUBICAR	7
6	PLANOS Y DOCUMENTOS A CONSIDERAR POR EL CONTRATISTA.....	7
7	LIBRO DE OBRAS	8
8	CONDICIONES AMBIENTALES Y DE SERVICIO	8
9	NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES.....	9
10	APROBACIONES DEL CLIENTE.....	10
11	PREPARACIÓN DEL TERRENO	11
12	INSPECCIÓN DE EQUIPOS.....	11
13	ACTIVIDADES, SUMINISTROS Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	11
13.1	REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN RECIBIDA	12
13.2	INTERPRETACIÓN DE LAS NORMAS Y REGLAMENTOS	12
13.3	PROGRAMAS DE TRABAJO	12
13.4	INTERFERENCIAS.....	13
13.5	APLICACIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD	13
13.6	LIMPIEZA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO	13
13.7	EQUIPOS Y ELEMENTOS DE MONTAJE	13
13.8	MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA.....	14
13.9	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	14
13.9.1	DUCTOS Y CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS	15
13.10	TENDIDO DE CABLES DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO	15
13.11	ALAMBRADO CON CABLES MONOCONDUCTORES	17
13.12	ALAMBRADO CON CABLES MULTICONDUCTORES.....	18
13.13	TERMINACIONES EN EL ALAMBRADO	18
13.14	VERIFICACIONES DEL ALAMBRADO Y CABLEADO	20
13.15	CAJAS ELÉCTRICAS.....	20
13.15.1	INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.....	20
13.15.2	INSTALACIÓN DE CONTROL	20
13.16	CONEXIONES AÉREAS.....	20
13.17	MALLA DE PUESTA A TIERRA Y CONEXIÓN DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS.....	20
13.17.1	MALLA DE TIERRA	21
13.17.2	PUESTA A TIERRA DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS.....	23
13.17.3	MALLA DE PROTECCIÓN ANTE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....	24
13.18	LETREROS.....	24
13.19	JUEGOS DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA REGISTRAR MODIFICACIONES	24

14	INSTRUCCIONES DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN.....	24
14.1	GENERAL.....	24
14.2	REACTOR	25
14.2.1	ALMACENAMIENTO.....	25
14.2.2	MONTAJE Y VERIFICACIONES DE MONTAJE	26
14.2.3	CONTROL DE TEMPERATURA	27
14.2.4	NÚCLEOS	27
14.2.5	MONTAJE DE RADIADORES.....	27
14.2.6	MONTAJE DEL TANQUE DE EXPANSIÓN.....	28
14.2.7	LLENADO FINAL DE ACEITE BAJO VACÍO	28
14.2.8	ALMACENAMIENTO DE ACEITE.....	29
14.2.9	LLENADO DE ACEITE.....	29
14.2.10	VERIFICACIONES.....	30
14.2.11	REACTOR DE NEUTRO	30
14.3	DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN	31
14.3.1	CONTROLES Y VERIFICACIÓN DE MONTAJE.....	31
14.3.2	EJECUCIÓN Y MATERIALES.....	32
14.4	INTERRUPTOR DE PODER	32
14.4.1	ALMACENAMIENTO Y TRASLADO.....	32
14.4.2	CONTROLES Y VERIFICACIÓN DE MONTAJE.....	32
14.5	DESCONECTADORES TRIPOLARES SIN PUESTA A TIERRA	34
14.5.1	ALMACENAMIENTO.....	34
14.5.2	MONTAJE Y VERIFICACIONES DE MONTAJE	34
14.5.3	VERIFICACIONES DE MONTAJE	35
14.6	PARARRAYOS.....	37
14.6.1	ALMACENAMIENTO.....	37
14.6.2	MONTAJE Y VERIFICACIONES DE MONTAJE	37
14.6.3	VERIFICACIONES DE MONTAJE	38
14.7	TRANSFORMADORES DE MEDIDA	39
14.7.1	ALMACENAMIENTO.....	39
14.7.2	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	40
14.7.3	MONTAJE	40
14.7.4	VERIFICACIONES DE MONTAJE	40
15	APROBACIONES DEL PROPIETARIO.....	42
16	PRUEBAS DE RECEPCIÓN, MATERIALES E INSTALACIÓN	43
16.1	PROGRAMACIÓN Y REQUISITOS GENERALES.....	43
16.1.1	PROGRAMAS DE PRUEBAS	43
16.1.2	PROTOCOLOS DE PRUEBAS	44
16.1.3	PUESTA EN SERVICIO.....	44
16.1.4	INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPOS PRIMARIOS A.T.....	45
16.1.5	INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES	45
16.2	INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPOS DE CONTROL, MEDIDA, PROTECCIÓN Y CIRCUITOS ASOCIADOS.....	45

16.2.1	GENERAL	45
16.2.2	VERIFICACIONES PREVIAS A LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS.....	45
16.2.3	CIRCUITOS DE CONTROL	46
16.2.4	CABLES	46
16.2.5	MALLA DE PUESTA A TIERRA	46
16.2.6	PUESTA A TIERRA.....	46
17	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES.....	46
17.1	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	46
17.1.1	REPLANTEO.....	46
17.1.2	EXCAVACIONES	47
17.1.3	CONSTRUCCIÓN FUNDACIONES.....	48
17.1.4	CONSTRUCCIÓN DE LA ZANJA PARA MALLA	49
17.1.5	ASEO FINAL Y RETIRO DE ESCOMBROS.....	50
18	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	50
18.1.1	GENERALIDADES.....	50
18.1.2	DIMENSIONES Y TOLERANCIAS	50
18.1.3	CONEXIONES.....	51
18.1.4	GALVANIZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	53
19	MONTAJE DE FUNDACIONES PREFABRICADAS	54
20	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	55
20.1	MARCAS PARA MONTAJE.....	55
20.2	PRUEBAS.....	56
20.2.1	PRUEBAS E INSPECCIÓN EN FABRICACIÓN.....	56
20.2.2	PRUEBAS DE RUTINA	56
20.2.3	PRUEBAS DE ARMADO DE PROTOTIPOS.....	56
20.2.4	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	57
20.3	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	60
20.4	TOLERANCIAS DE MONTAJE.....	61
20.5	REPARACIONES DE MONTAJE.....	61

1 INTRODUCCIÓN

El proyecto “Nuevo Reactor de Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho, en S/E Roncacho” consiste en la ingeniería de licitación para la instalación del reactor de línea en la S/E Roncacho para la línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho, con la finalidad de permitir la energización y conexión de dicha línea al sistema.

Actualmente la subestación Roncacho cuenta con un patio de 220 kV en configuración interruptor y medio con equipos AIS y se conecta al Sistema Eléctrico Nacional mediante las líneas 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho y 1x220 kV Parinacota – Roncacho.

2 ALCANCE

Esta especificación comprende la ejecución de todas las actividades necesarias para la instalación y puesta en marcha de la ampliación de la S/E Roncacho 220 kV para el Nuevo Reactor de Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho, de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas proporcionadas. Esto incluye la cimentación, estructuras metálicas, cableado, equipos eléctricos, sistemas de protección y control, así como la interconexión con la red eléctrica existente. Además, se incluye la coordinación con las autoridades locales y la realización de pruebas necesarias para verificar el funcionamiento integral de la subestación antes de la entrega final.

3 UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

La S/E Roncacho 220 kV se encuentra ubicada en la región de Arica y Parinacota, comuna de Camarones, provincia de Arica.

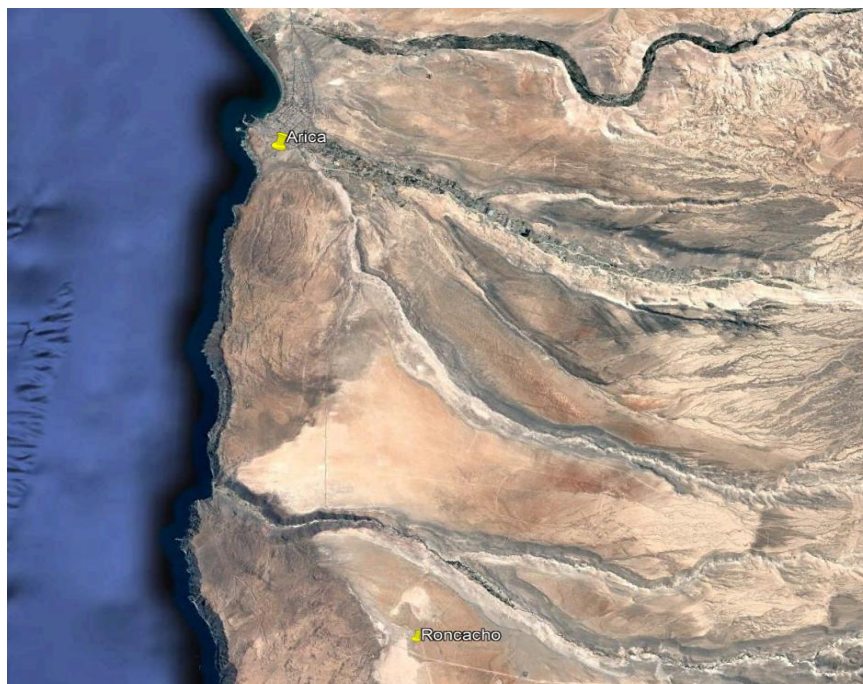


Figura 1. Ubicación S/E Roncacho 220 kV

4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La obra de ampliación de la S/E Roncacho 220 kV contempla:

- La construcción y adecuación de un (1) paño de 220 kV para la instalación del reactor de línea que se instalará en la línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte – Roncacho en la S/E Roncacho.

El proyecto comprende el diseño, suministro, construcción, pruebas y puesta en servicio de los equipos relacionados a la instalación del nuevo reactor de línea en la S/E Roncacho 220 kV, a continuación, se muestra un resumen de las actividades que deben ser incluidas:

- Construcción de fundaciones para equipos primarios.
- Armado e instalación de estructuras para equipos.
- Construcción de fundación para reactor trifásico 230 kV y de neutro 123 kV.
- Instalación, pruebas y puesta en servicio de los equipos primarios en patio.
- Instalación de la malla de puesta a tierra Subterránea y Aérea.
- Instalación de una nueva sala de SSAA y SSGG tipo prefabricada, y los respectivos armarios requeridos por el proyecto.
- Ingeniería, suministro e instalación de Transformadores de tensión cargables y grupo electrógeno.
- Construcción de Caminos.
- Instalación de cercos tipo ACMAFOR en el patio de alta tensión y cerco exterior muro bulldog.
- Adecuación de terreno y demoliciones de fundaciones existentes.
- Instalación de iluminación exterior, CCTV, etc.

El Contratista será responsable indelegable de la correcta ejecución de todos los trabajos necesarios para la construcción y montaje de las obras a realizar, incluidas las pruebas parciales, puesta en servicio y entrega final operando a satisfacción del Propietario.

Los trabajos serán ejecutados conforme a la lista de planos y documentos del proyecto. Además, deberá considerarse lo indicado en la normativa internacional y nacional.

5 DETALLE DE LAS OBRAS

5.1 PAÑO DE 220 kV

Para la obra de ampliación de la S/E Roncacho 220 kV se instalará un (1) paño que contiene el siguiente equipamiento:

- Un (1) reactor de línea trifásico 220 kV – 25 MVAR.
- Un (1) Interruptor trifásico con accionamiento monopolar 220 kV.
- Seis (6) descargadores de sobretensiones.
- Un (1) Desconectador tripolar de apertura central 220 kV sin cuchilla de puesta a tierra.
- Seis (6) Transformadores de potencial cargables de 25 kVA.
- Tres (3) Transformadores de corriente de 220 kV.
- Un (1) descargador de sobretensiones – reactor de neutro de 126 kV
- Una (1) cuchilla de puesta a tierra rápida de 145 kV.

- Un (1) reactor de neutro de 123 kV.
- Un (1) Transformador de corriente neutro.
- Dos (2) trampas de onda para fase 1 y 3 de 220 kV.
- Tres (3) transformadores de potencial capacitivo de 220 kV.
- Estructuras metálicas altas y bajas.

5.2 INSTALACIONES COMUNES

Dentro de las instalaciones comunes de la ampliación de la subestación se considera lo siguiente:

- Adecuación del terreno.
- Iluminación en patio
- Malla de puesta a tierra adecuación (aérea y subterránea).
- Canalizaciones eléctricas nuevos sistemas de SSAA.
- Sistemas auxiliares C.A y C.C.
- Sala de servicios auxiliares prefabricada.
- Fundación para sala.
- Fundaciones de marcos de barras y equipos.
- Estructuras metálicas altas y bajas.
- Sistema CCTV.
- Instalación Cerco metálico tipo ACMAFOR y exterior Bulldog.
- Sistema de drenajes.
- Contrafoso.

5.3 INSTALACIONES A RETIRAR

Parte de las obras de ampliación de la S/E Roncacho 220 kV contempla el retiro de equipos existentes en los patios a intervenir. Se considera el siguiente equipamiento a desmontar.

- Tres (3) Transformadores de potencial capacitivo 220 kV
- Dos (2) Trampas de onda de 220 kV

5.4 INTERFERENCIAS A REUBICAR

- Postes de iluminación

6 PLANOS Y DOCUMENTOS A CONSIDERAR POR EL CONTRATISTA.

Para la ejecución y desarrollo de las obras de construcción y montaje, El Contratista considerará los correspondientes planos y documentos técnicos del proyecto. También deberá considerar la información emitida por los fabricantes, relacionada con manuales e instrucciones de montaje de equipos y elementos a utilizar en el desarrollo del proyecto. En resumen, considerará toda la información necesaria y suficiente para que, unida a las buenas prácticas de la ingeniería de proyecto y construcción, permitan concluir en buen término las obras requeridas.

La ejecución del trabajo debe ser adecuadamente planificada para asegurar la mejor instalación posible en el espacio disponible y prever de acuerdo con la experiencia del Contratista las

dificultades propias de las limitaciones de espacio e interferencia con condiciones estructurales que se puedan encontrar con las instalaciones proyectadas. La ubicación considerada por El Contratista para la ubicación de equipos no definidos por la ingeniería deberá ser aprobada por la ITO antes de proceder a su construcción o instalación.

Asimismo, El Contratista deberá coordinar el desarrollo de sus labores con todas las especialidades, para prevenir interferencias o congestión de operarios en un determinado lugar o recinto.

En caso de que sean necesarios algunos cambios debido a ajustes por condiciones del terreno, estos cambios o ajustes serán previamente revisados y aprobados por la ITO, quien deberá informar a El Propietario, antes de ejecutar cualquier trabajo o instalar algún material.

Una vez finalizados los trabajos de construcción y montaje se suministrará una copia de planos y documentos "As-Built". Estos planos y documentos se mantendrán actualizados con marcas de cambios que correspondan a desviaciones del diseño original durante el montaje y se entregarán a El Propietario, acompañados de una copia de los archivos digitales actualizados. Estos planos marcados deberán ser exactos y reales respecto de la situación final de terreno. Las rectificaciones deberán ser claras y precisas con las cotas y observaciones al detalle.

Para el desarrollo de las obras civiles y de montaje, existirá en la instalación de faenas de la construcción, un conjunto actualizado (al día en su última revisión válida para construcción), de planos y documentos del proyecto como también los manuales e instrucciones de montaje de los fabricantes de equipos y estructuras. Esta información unida a la buena práctica de la ingeniería y construcción, y la adecuada experiencia previa, deberá permitir el buen término de las obras civiles y eléctricas requeridas.

La presente especificación se complementará con los planos, especificaciones y otros documentos del proyecto de ingeniería de detalles.

Se deben prever todas las medidas de seguridad necesarias, tales como demarcación de zonas de trabajo, corredores para circulación de personal, áreas para almacenamiento de equipos, etc, de tal manera que no cause obstáculo ni inseguridad en la operación normal de otras instalaciones involucradas en el proyecto.

El Contratista no deberá limitarse a la información contenida en estos planos, sino revisar y verificar la información contenida en todos los planos y documentos del proyecto.

7 LIBRO DE OBRAS

El Contratista mantendrá el libro de obra, disponible para ser usado en cualquier momento, foliado y en triplicado, con todas las comunicaciones formales entre El Contratista y El Propietario.

8 CONDICIONES AMBIENTALES Y DE SERVICIO

Todas las obras deberán ser construidas y montadas para un servicio pesado, operando adecuadamente en forma continua, 24 horas al día, 7 días a la semana, 365 días al año, bajo las condiciones ambientales indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 1. Parámetros ambientales

Característica	Valor
Altura máxima de la instalación sobre el nivel del mar	900 m.s.n.m.
Temperatura máxima del aire ambiente	29°C
Temperatura media del aire	17,5°C
Temperatura mínima del aire ambiente	-5°C
Velocidad de viento máxima	100 km/h
Condiciones sísmicas	(IEEE 693)
Nivel de contaminación según IEC 815 – Equipo Primario	e, 53,7 mm/kVf-t

9 NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES

Todos los aspectos que estas especificaciones no consultan expresamente y que tengan relación directa con las obras por realizar, serán ejecutados de acuerdo con las normas y procedimientos más modernos que se aplican en esta área y que a su vez garanticen una racional y eficaz utilización de las instalaciones. A continuación, se señalan las principales instituciones y normas que se pueden utilizar para el desarrollo de las obras:

- INN Instituto Nacional de Normalización.
- ASTM American Society for Testing and Materials.
- SEC Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles Chile.
- NEC National Electrical Code.
- NESC National Electrical Safety Code.
- ANSI American National Standards Institute.
- IEC International Electrotechnical Commission.
- ICEA Insulated Cable Engineers Association.
- HSEC Programa HSEC del Proyecto.
- NFPA National Fire Protection Association.
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- AISI American Iron and Steel Institute.
- ASME American Society of Mechanical Engineers.
- AWS American Welding Society.
- ISA Instrument Society of America.
- UL Underwriter's Laboratories.
- DIN Deutsche Industrie Norm.
- DIA Declaración Impacto Ambiental.
- NEMA National Electrical Manufacturer's Association.
- NTSyCS Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio. Enero de 2025.
- Código del Trabajo, Gobierno de Chile.
- Ley N° 16.744 de 1968, Ministerio del trabajo y previsión Social, Gobierno de Chile.
- Decreto Supremo N°594 de 1999, Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.
- Requerimientos Operacionales, según los Reglamentos del CEN.
- 02_23_ART-157_OA_Bases de Ejecución Obras de Ampliación BEOA Rev. 0
- Anexo Técnico: Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

- Anexo Técnico: Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión

En caso de diferencias entre las normas se aplicará la más exigente.

El Proveedor debe indicar cual o cuales de las normas anteriores utiliza en la fabricación y pruebas del suministro.

Para las publicaciones indicadas se empleará la edición más reciente al momento en que esta especificación es emitida para construcción, si una de ellas pierde su vigencia, se considerará como válida aquella que la reemplaza.

10 APROBACIONES DEL CLIENTE

El Propietario deberá estar en conocimiento de:

- Informe de avance indicando estatus y curva crítica del proyecto (ejecutado vs programado).
- Programa Bisemanal y Trisemanal para establecer acuerdos y coordinar requerimientos externos.
- Procedimientos de trabajo conformes a la normativa técnica, presentados al Propietario y Validados por la ITO.
- Documentación de calidad conforme al proyecto (Protocolos Y Pruebas).
- Documentación que se preparará para la atención y control de las obras.
- Cambios o modificaciones acordadas de planos y documentos.
- Cumplimiento de exigencias de calidad de ejecución de los trabajos o manipulación de equipos y materiales que hayan sido motivo de observaciones en el sentido indicado.
- Libro de obras.
- Informes de avance de obras para los estados de pago.
- Pruebas pre-operacionales de los equipos e instalaciones conectadas.
- Pruebas funcionales de los equipos e instalaciones conectadas.
- Pruebas de puesta en servicio de los equipos e instalaciones conectadas.
- Puesta en servicio de las instalaciones hasta la recepción final.
- Entrega de planos y documentos "As built".
- Recepción final.

Con este fin se harán revisiones periódicas de carácter formal de las obras en ejecución además de las rutinarias de supervisión, de las cuales no se excluirán los aspectos de seguridad y medio ambiente.

Además, la entrega de planos y documentos "As Built" deben ser revisados y timbrados por la ITO y quien realice la construcción de las obras.

11 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Es responsabilidad absoluta del Contratista considerar en su oferta todo lo necesario para la preparación del terreno.

El Contratista recibirá los terrenos para la ampliación de la S/E Roncacho, para ejecutar las actividades relacionadas a tal fin, como movimiento de tierra, nivelación de terreno, compactación, dejando estas obras preliminares listas para el inicio de las obras civiles.

El Contratista previo al inicio de la construcción de fundaciones o cualquier otra obra civil, deberá verificar que el terreno cumpla con los planos y documentos de la ingeniería correspondiente. Asimismo, deberá ejecutar los caminos de acceso que resulten necesarios para las faenas de construcción y posterior operación de los equipos a instalar en la subestación.

El material extraído de las excavaciones será transportado hasta lugares autorizados por el Propietario y la declaración de impacto ambiental del proyecto.

12 INSPECCIÓN DE EQUIPOS

Todo material y equipo eléctrico deberá ser inspeccionado antes de proceder a su montaje, esta inspección deberá contar con un registro documental asociado al plan de calidad del oferente, Se deberá verificar como mínimo:

- El estado general del equipo y que no falte ninguna pieza, de acuerdo con los “packing list” y planos certificados del fabricante.
- Libre de componentes quebrados, sueltos o cortados.
- El correcto conexionado de los elementos de acuerdo con planos del fabricante.
- No deberá haber conexiones sueltas, oxidadas, las que pueden producir calor y posterior daño del equipo en la etapa de operación.
- El correcto funcionamiento.

Los resultados de esta inspección deberán ser comunicados por escrito y de inmediato al Propietario para calificar en conjunto la situación y definir las acciones a seguir.

13 ACTIVIDADES, SUMINISTROS Y OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El Contratista, para instalar los nuevos equipos de la subestación deberá ejecutar las siguientes actividades civiles:

- Para la construcción de las instalaciones, El Contratista verificará que las plataformas de los patios eléctricos de la subestación se encuentren como lo indican los planos y de no ser así, realizar las modificaciones correspondientes. Las plataformas deberán tener una superficie suficiente tal que permita la instalación de los equipos del paño del nuevo reactor de línea en 220 kV.
- Realizar las verificaciones necesarias para la sala de servicios auxiliares y servicios generales y grupo electrógeno.

Para implementar la instalación de nuevos equipos, se deberán ejecutar las siguientes actividades:

- Medición, diseño, ejecución y construcción de la malla de puesta a tierra según planos.

- Montajes de todas las estructuras necesarias.
- Tendido de cables de BT, control y protección.
- Conexionado de todos los equipos, según los planos.
- Pruebas y Ensayos.
- Recepción final.
- El Contratista será el único responsable del desarrollo de la ejecución de la obra.

En el montaje electromecánico se considera incluido entre otras, las actividades siguientes:

- Habilitación de las instalaciones de faenas.
- Desembalaje, limpieza, ensamblaje y montaje de los equipos en el sitio de instalación definitiva.
- Alineamiento, nivelación, calibración y fijación de las partes o conjuntos.
- Armado, ajustes y verificaciones, pulido y maquinado de superficies, soldaduras y pruebas.
- Suministro de materiales y fabricación de soportes temporales.
- Entrega de planos con las marcas de modificaciones realizadas en terreno, necesarias para la elaboración de los planos "As-built".
- Orden y limpieza permanente de los sitios de trabajo.
- Desmantelamiento y despeje al término de las obras de las instalaciones de faena, bodegas de almacenamiento y de toda otra instalación temporal que se haya construido para la ejecución de las obras del contrato.
- Limpieza general y entrega del terreno al Propietario.

Las actividades realizadas por El Contratista deberán respetar la normativa nacional e internacional descrita en las Especificaciones técnicas descritas por cada área del proyecto.

13.1 REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN RECIBIDA

Antes de iniciar las obras, el Contratista deberá revisar cuidadosamente toda la información de la ingeniería. En caso de tener dudas respecto a su contenido, deberá solicitar las aclaraciones correspondientes antes de iniciar las obras respectivas.

Será responsabilidad absoluta del Contratista revisar en detalle la ingeniería recibida, Especificaciones técnicas y documentación del proyecto.

13.2 INTERPRETACIÓN DE LAS NORMAS Y REGLAMENTOS

Se deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en las normas y reglamentos detallados en este documento y en el contrato, especificaciones técnicas, planos, criterios de diseño de subestaciones y criterios de diseño de obras civiles.

En caso de diferencia entre normas y lo indicado en los planos se deberá consultar al ITO y en caso de que dicha diferencia sea entre dos normas, se utilizará la más rigurosa.

13.3 PROGRAMAS DE TRABAJO

Antes de iniciar las obras, el Contratista deberá elaborar programas de trabajo de acuerdo con un reconocimiento previo del área de desarrollo del proyecto en los que dejará claramente

expresada la coordinación con otras actividades o Contratistas, ya sea que el programa comprenda una parte o la totalidad del proyecto. Estos programas deberán cumplir con las exigencias, hitos forzados y requerimientos del proyecto.

Dentro de la programación también deberá incluirse la fase de suministro, repuestos, pruebas y puesta en servicio.

El Contratista deberá presentar todo el desarrollo de la construcción, pruebas y recepción del proyecto de acuerdo a software Project, Primavera o similar, el cual deberá ser aprobado por el Propietario. Este software deberá incluir mano de obra, maquinaria y ruta crítica, etc.

13.4 INTERFERENCIAS

Durante la fase de construcción y montaje de la ampliación de la subestación, se debe identificar y adecuar las zonas que presentan interferencias que podrían afectar el desarrollo de los trabajos a realizar durante la obra de ampliación. Estas interferencias incluyen circuitos de iluminación y cajas de paso, por la zona de la ampliación, esto se debe verificar en campo.

Las interferencias deberán ser consideradas y manejadas adecuadamente en el plan de construcción y montaje por el Contratista, de tal manera que no generen indisposición en el servicio o minimice impactos en la ejecución de la obra, garantizando la seguridad y el desarrollo efectivo de las actividades previstas.

13.5 APLICACIÓN DE NORMAS DE SEGURIDAD

Se deberá dar fiel cumplimiento, sin excepciones, a las normas de construcción y seguridad establecidas por El Propietario y la reglamentación nacional vigente. Cualquier duda e interpretación, deberá ser resuelta con ayuda de personal del Propietario.

Si es necesario a pedido del Contratista, El Propietario, podrá dejar constancia por escrito de la interpretación que se debe dar a algún punto en particular de estas normas.

13.6 LIMPIEZA DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

Antes de iniciar los trabajos, El Contratista efectuará una limpieza del terreno que comprende la demolición y remoción de estructuras existentes, si fuera necesario, y la eliminación de basura y vegetación. Asimismo, durante el desarrollo de las obras deberá mantener en todo momento la limpieza de las áreas de trabajo, y cumplir con los requerimientos medio ambientales del Propietario y la Reglamentación Nacional.

13.7 EQUIPOS Y ELEMENTOS DE MONTAJE

El Contratista para el buen desarrollo del trabajo deberá aportar como mínimo sin excluir otros equipos o herramientas lo aquí detallado.

- Una (1) grúa, con capacidad suficiente para levantar el equipo de mayor peso, la capacidad de levante de esta grúa será como mínimo veinte (20) % mayor que el equipo más pesado.
- Elementos de levante capaces de transportar y poner en su lugar sin riesgo para el personal ni daños en los equipos. La cantidad de ellos será responsabilidad del

Contratista y por lo tanto no se podrá aludir que un atraso o accidente sea producto de mal uso, incapacidad, o mantención de los equipos suministrados.

- Retroexcavadoras.
- Herramientas de mano y banco.
- Equipos de medición, calibración, revisión y pruebas de equipos eléctricos, necesarios para efectuar en terreno todo lo indicado en las especificaciones técnicas para cada uno de los equipos y de acuerdo con las normas allí indicadas.
- Vehículos para transporte del personal, equipos y materiales dentro de la faena.
- Prensa hidráulica para afianzar los cables, grampas y anclajes.

13.8 MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

El Contratista aportará los materiales siguientes:

- Todo material consumible.
- Pernos, tuercas y todo aquello requerido para el armado de las estructuras y afianzamiento de los equipos, todos estos materiales deben ser de fierro galvanizado en caliente.
- Soportes y fijaciones metálicas para las canalizaciones eléctricas de cables de energía, fuerza, control y comunicaciones, todos ellos deben ser de fierro galvanizado en caliente.
- Accesorios de sujeción de cables y tubos de energía, fuerza, control y comunicaciones.
- Carteles de identificación, a ser ubicados en estructuras de barras y paños, estructuras de soporte de equipos de potencia, paneles de control y protección, carteles de identificación de peligro de cierre perimetral y puertas metálicas.
- Los cables de energía de fuerza, control, protección y comunicaciones deberán identificarse según los listados de cables del proyecto y conforme a los "tag numbers" definidos en los planos y documentos del proyecto.
- Tuberías conduit y cajas de derivaciones metálicas de fierro galvanizado en caliente y de marcas de prestigio dentro del mercado.
- Pintura de retoque y acabado de manera de dejar perfectamente saneado cualquier rayadura en los equipos.
- Incluir listado de repuestos recomendados.

13.9 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Las canalizaciones deberán estar libres de cuerpos extraños. En los casos en que los planos indiquen tapas, estas se colocarán tan pronto termine el tendido de conductores.

La definición de las canalizaciones deberá cumplir con la toda la normativa nacional e internacional respectiva, especificación técnica de obras civiles correspondiente y garantizando los esfuerzos indicados en la ingeniería de detalles del proyecto.

13.9.1 DUCTOS Y CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS

Se evitará dejar partes bajas en la canalización donde se pueda almacenar agua. La pendiente se dejará hacia las cámaras o canaletas. Después de su instalación, los ductos se dejarán con sus extremos accesibles taponeados hasta el momento de iniciar el tendido de cables en el tramo correspondiente.

- **CONDUIT FLEXIBLE**

Los conduit flexibles serán usados sólo en las llegadas a cajas de conexiones, cuando no sea posible canalizar con conduit rígido, y/o cuando se indique en los planos.

La unión entre conduit flexible y conduit rígido deberá efectuarse con conectores apropiados.

El conduit flexible deberá tener protección de PVC gris a prueba de agua y con protección UV.

13.10 TENDIDO DE CABLES DE FUERZA, CONTROL Y ALUMBRADO.

El tendido de cables de fuerza, control y alumbrado deberá de cumplir con la toda la normativa nacional e internacional respectiva, especificación técnica de obras civiles correspondiente y garantizando los esfuerzos indicados en la ingeniería de detalles del proyecto.

El tendido de cables se deberá realizar cuidando no dañar su aislación; para ello será necesario usar polines o rodillos adecuados al diámetro y rigidez del cable, los cables deberán quedar ordenados por capas, de manera de obtener el máximo rendimiento de los mismo, así como permitir intervenciones futuras sin alterar, de forma considerable, la disposición y ordenamiento establecido.

Junto con lo anterior se deberá mantener en el tendido de los cables la posición relativa de estos, durante todo su recorrido

Para tender cualquier circuito, deben estar terminadas y protocolizadas, todas las canalizaciones del sector a utilizar.

El Contratista deberá entregar junto al protocolo de tendido, toda la información relativa a las canalizaciones por donde ha sido tendido dicho cable, adjuntando planos e indicando los longitudes parciales y totales de los respectivos cables.

La cantidad de cables por canalización está establecida expresamente por el proyecto.

Los procedimientos que se utilicen en el tendido de los cables no deberán alterar las características mecánicas de los conductores ni su aislación debido a solicitudes exageradas de los cables.

En el tendido deberán respetarse los radios de curvatura de los cables, de acuerdo con los valores especificados por el fabricante.

El tendido y disposición de los cables debe permitir las variaciones de longitud de este, por efecto de la dilatación o contracción producida por los cambios de temperatura del ambiente y de operación.

Para el tendido de uno o varios cables en los ductos, se deberá respetar la cantidad y tipo de cables por ducto indicado en el proyecto, o en su defecto, si el proyecto no lo indica, respetar los porcentajes de utilización de ductos establecidos por las Normas de la Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles de Chile (SEC), dejando disponibilidad para futuras modificaciones indicadas en los documentos del proyecto.

Para estos tendidos, junto con la utilización de los elementos adecuados como ser cabezas de tracción o mallas de arrastre, entre otros, los cables se deberán lubricar convenientemente con lubricantes que no dañen física ni químicamente la chaqueta aislante del o los cables. Se podrá utilizar esteatita o talco como lubricante.

El tendido de cables para una misma zona se deberá iniciar solamente después que la totalidad de los equipos que se interconectarán, estén instalados definitivamente en su sitio, salvo que, existan condiciones de coordinación y seguridad para iniciarlos antes.

Los cables no deberán tener uniones en el interior de las canalizaciones. Estas uniones sólo se permitirán mediante regletas de terminales en cajas de derivación según indicación del proyecto.

Se deberá prestar un cuidado especial al manejo de los cables durante todas las etapas del trabajo, evitando las situaciones que puedan implicar un riesgo de daño a los cables.

Los cables que deben tenderse dentro de un mismo ducto se juntarán y se instalarán en una misma operación, usando de preferencia mallas de arrastre.

El esfuerzo de tracción máximo no deberá exceder de 300 kg cuando el cable se traccione desde la chaqueta o bien 5 kg/mm^2 de sección total de cobre cuando el cable se traccione directamente del conductor. El método usado para la tracción deberá ser autorizado por El Propietario. El Contratista debe considerar durante la instalación de los cables tanto la tracción para tramos rectos como para las curvas.

Para la descarga de carretes en el lugar del tendido se utilizará una grúa o equivalente. Si por excepción, no se dispone de estos medios, se montará una rampa formada por tableros de madera de la resistencia adecuada a esta solicitud. En ningún caso los carretes podrán dejarse caer desde el vehículo al suelo.

Sólo se permitirá rodar los carretes en trechos cortos sin saltos bruscos.

Los carretes y porta carretes deben colocarse cerca del lugar de trabajo de forma que el cable comience a desenrollarse desde la parte superior de éste hacia adelante, evitando que los cables se apoyen o deslicen sobre cantos vivos de la canalización o del suelo.

Se deberán limpiar los ductos inmediatamente antes de instalar los cables en ellos, pasando por su interior un trapo seco que calce ajustado. Los cables se instalarán completamente secos y limpios.

En los ductos que tengan sus extremos de entrada al nivel del lecho de la canaleta se debe evitar el arrastre de piedras o arena junto con el cable.

Se deberá asegurar el correcto orden de fase para su identificación en la instalación, como también de las polaridades.

El Contratista será responsable del aprovechamiento de los cables teniendo presente la exigencia de utilizar sólo cables sin uniones entre los puntos a conectar y la holgura en la longitud de los extremos para realizar buenas conexiones.

Una vez tendidos los cables y debidamente ordenados, se individualizarán colocando en sus extremos marcas provisionales tales como fichas, cinta adhesiva, entre otros, que permitan colocar la designación de los cables indicada en los planos. Estas marcas provisionales serán reemplazadas por las definitivas una vez que los cables se hayan conectado a los respectivos equipos.

Se deberá medir la aislación de cada cable de fuerza y control con un medidor de aislación de 500 V mínimo, entre conductores y a tierra.

Se deberá retirar y reemplazar a su costo cualquier cable que se dañe durante la instalación o que se encuentre defectuoso por ejemplo por razones de discontinuidad, resistencia de aislación, resistencia dieléctrica o terminaciones inadecuadas.

13.11 ALAMBRADO CON CABLES MONOCONDUCTORES

El alambrado entre elementos de un mismo equipo se debe realizar con mono conductores flexible y siempre que este alambrado y no se encuentre expuesto a daños mecánicos o ambientes corrosivos.

El alambrado con estos conductores se realizará principalmente en tableros, paneles, gabinetes, cajas, entre otros. En cada caso las características del conductor y su sección son las determinadas por el proyecto.

El alambrado se deberá realizar formando haces o paquetes de conductores, perfectamente ordenados de acuerdo con la ubicación física de los elementos que se unen, como también, de acuerdo con la ubicación de las vías porta cables (grillas). Esto tiene como finalidad dar una presentación de conjunto ordenada y muy fundamentalmente permitir intervenciones futuras sin alteraciones importantes de los alambrados.

Si las vías portan cables son metálicas ranuradas, la pasada de los cables monoconductores hacia las regletas de terminales o equipos, deberá hacerse convenientemente protegidas por medio de protecciones plásticas para ranuras.

Los paquetes de cables de un solo conductor se deberán sujetar con amarras plásticas tipo brida "tie-wrap".

La extracción del aislamiento de los cables de un solo conductor se deberá realizar con las herramientas adecuadas para el caso ("stripmaster"), de manera de garantizar que el conductor metálico no quede dañado por muescas o mordeduras que posteriormente lo fatiguen.

Los cables de un solo conductor se conectarán a los bornes de los diversos elementos, por medio de conectores de compresión de manera que no queden ejerciendo presión o peso sobre los terminales o bornes del equipo alambrado, y asegurando un conveniente apriete de las diversas conexiones.

Los cables de un solo conductor deberán identificarse de acuerdo con las numeraciones indicadas en los correspondientes planos de alambrado. Estas marcas deberán colocarse antes

de fijar el conector de compresión y serán tipo termo contraíbles con letras imprenta clara y legible.

En el caso de alambrado de elementos que se encuentren en paneles abatibles, se deberá usar conductor extra flexible y los paquetes de conductores se deberán disponer de manera que permitan el abatimiento sin tensar o dañar los conductores.

Cuando el elemento por alambrear tenga terminales para conexión soldada el alambrado se deberá realizar intercalando una regleta de tipo telefónico la cual se alambarrará al resto del sistema por métodos convencionales.

Solamente se aceptarán conexiones soldadas en conexiones de terminales de paletas a equipos de servicios auxiliares, dispositivos automáticos, motores, baterías, entre otros.

No se deberán alterar por ningún motivo la longitud de los chicotes calibrados de instrumentos, suministrados por los fabricantes.

13.12 ALAMBRADO CON CABLES MULTICONDUCTORES

Para los alambrados con cables multiconductores se deberán considerar las mismas exigencias establecidas para los alambrados con cables de un solo conductor y adicionalmente otras que les son propias:

- El alambrado con estos cables en tableros, paneles, armarios, blocks de terminales, se deberá hacer usando como vías porta cables las grillas de estos elementos. A la entrada de estas grillas, se deberá retirar la chaqueta protectora de los cables, para formar haces o paquetes de conductores y posteriormente conectarse a regletas de terminales.
- Los cables y conductores se deberán identificar con marcas termo contraíbles, de acuerdo con las designaciones establecidas en los correspondientes planos de cables y alambrado.
- En cajas, armarios, entre otros, donde los cables llegan a través de ductos para conectarse a regletas de terminales, dichos cables se deberán sujetar a las cajas o armarios por medio de soportes o abrazaderas para impedir que los conductores queden ejerciendo presión o peso sobre los terminales.
- Cuando el alambrado de un equipo instalado a la intemperie no especifique la utilización de vías porta cables, ductos o cualquier otro elemento protector, los cables utilizados deberán ser apropiados, la llegada a cajas, armarios, ductos, entre otros, será por medio de prensas estopa adecuadas a los diámetros de los cables.

De igual manera en estas instalaciones se deberá afirmar el cable por medio de abrazaderas o soportes especiales a lo largo de todo su recorrido.

13.13 TERMINACIONES EN EL ALAMBRADO

Las conexiones de los conductores y cables se harán en cada caso de acuerdo con las instrucciones del fabricante del conductor o cable, del equipo o del elemento de que se trate.

No se deberá proceder con la etapa de alambrado sin las verificaciones físicas de la instalación y medidas eléctricas de los cables.

Los trabajos de alambrado incluyen la preparación de los extremos de los cables a conectar, la colocación de conectores según el caso y la preparación de las conexiones de los blindajes de los cables.

También se incluye la instalación de las protecciones plásticas para ranuras que se colocan en las grillas metálicas del distribuidor de cables, de los paneles de los tableros, entre otros, cuya provisión pertenece al suministro del tablero respectivo.

Para evitar pérdidas de amarras definitivas, los haces o paquetes de conductores unifilares se deben amarrar en forma provisoria con lienzo o hilo plástico. La amarra definitiva se colocará una vez terminado el alambrado de que se trate.

Para completar el trabajo, se deberá verificar la completa concordancia de los circuitos (terminales de equipos y otros elementos que se van a conectar) con los planos y listados de proyecto. Cualquier diferencia que se constate en esta verificación o en la verificación operacional posterior deberá ser subsanada y a costo del Contratista.

En caso que no se indique expresamente en el proyecto, en el alambrado interno de control de tableros, paneles, cajas, entre otros, se usarán cables de un solo conductor de sección N° 14 AWG (2,08 mm²), excepto para el alambrado de instrumentos cuyos bornes no permiten dicha sección, en los cuales se usará la sección N° 16 AWG (1,31mm²), si a su vez este conductor no fuera adecuado, podrá usarse la sección N° 18 AWG (0,823 mm²), previa consulta al Propietario. En el alambrado de equipo de control de estado sólido podrá usarse conductores de sección inferior al N° 18 AWG (0,823 mm²) en conformidad a lo que señale el proyecto. En tal caso, los conductores deberán ser extra flexibles, de 19 hebras como mínimo además los calibres previamente mencionados deben ser verificados con la ingeniería de detalles.

Se deberá extremar el cuidado en la instalación de cables blindados que requieran los equipos de control con el objeto de no dañar el blindaje o la aislación por radios de curvaturas inadecuados, torceduras o esfuerzos de tracción superiores a los recomendados para su tipo.

Los cables deben quedar marcados en sus extremos de acuerdo al circuito al cual pertenecen. Estas marcas se repetirán cerca de las salidas de cajas y/o escalerillas o bandejas donde concurren varios circuitos. Las marcas de cables deberán ser con tinta indeleble y ser termo contraíbles.

Los colores de los cables eléctricos monopolares o multiconductores se regirán por el código de colores de SEC y por el reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía.

- Azul: Fase 1.
- Negro: Fase 2.
- Rojo: Fase 3.
- Blanco: Neutro y Tierra de servicio.
- Verde: Conductor de protección.

En los casos en que la aislación y cubierta no se suministra coloreada, la identificación de los conductores se efectuará colocando un anillo de cinta aislante plástica coloreada cerca del

extremo del conductor correspondiente, o con abrazadera de cierre con la identificación adecuada.

La unión o remate de los cables a equipos o cajas, debe ser efectuada mediante el uso de terminales de compresión, se exceptúa esta exigencia en aquellos casos en que el equipo trae sus propios elementos de conexión o las regletas son del tipo mordaza.

13.14 VERIFICACIONES DEL ALAMBRADO Y CABLEADO

Todos los cables y circuitos del alambrado se deberán verificar para garantizar su continuidad y correcta realización. La verificación de continuidad de los diversos conductores se deberá realizar con elementos que empleen tensiones de corriente continua no superior a 6 V y estando los equipos por alambrear desconectados.

Aquella interconexión desde los equipos eléctricos en la sala eléctrica hasta los equipos de patio, se deberán verificar de la misma forma en terreno.

Por ningún motivo se deberá hacer verificaciones de alambrado con los equipos y elementos (instrumentos, relés, bobinas, entre otros) conectados. Se deberá tener especial cuidado de evitar que se apliquen tensiones (voltajes) en los bornes de los equipos.

13.15 CAJAS ELÉCTRICAS

13.15.1 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

En los circuitos de fuerza de baja tensión (hasta 400 V), se evitará que los cables en su instalación tengan uniones entre los puntos a conectar. Cuando no sea posible evitar las uniones, ellas se efectuarán en cajas de acero galvanizado. Cuando la unión deba ser realizada para unir cables instalados en escalerillas, las cajas se ubicarán fuera de ellas. Las uniones se harán en regletas de unión, las cajas tendrán empaquetaduras las que sellarán la caja evitando la entrada de agua u otro elemento con empaquetaduras las que se instalarán fuera.

Las cajas especiales serán de montaje sobrepuesto apoyadas en estructuras.

13.15.2 INSTALACIÓN DE CONTROL

En este caso será necesario el uso de cajas con regletas para la recopilación de cables de terreno, estas cajas serán tipo intemperie con empaquetaduras (NEMA 4X) o equivalente.

13.16 CONEXIONES AÉREAS

El Contratista deberá suministrar, montar y conectar debidamente todos los conductores de potencia, conectores y accesorios de AT conforme a los planos y documentos del Proyecto.

Se deberán considerar las siguientes actividades.

- Montaje de todos los equipos y estructuras de alta tensión.
- Montaje de conductores rígidos y flexibles de potencia entre todos los equipos considerados del Proyecto de acuerdo con los planos de disposición de equipos y la memoria de cálculo de holguras de conductores del Proyecto.

13.17 MALLA DE PUESTA A TIERRA Y CONEXIÓN DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS.

El Contratista deberá ejecutar los trabajos de excavaciones, instalación de conductores, ejecución de uniones, instalación de chicotes y conexión a los equipos de los patios, equipos

de la sala eléctrica, estructuras, cables de interconexión con otras mallas, relleno, compactado y terminaciones de la malla de tierra, según lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

El Contratista deberá:

- Suministrar todos los materiales y accesorios para configurar el reticulado de la malla de puesta a tierra subterránea y las puestas a tierra de equipos y estructuras.
- Construcción de la malla de tierra de acuerdo con los planos y documentos del proyecto, y considerando lo indicado en la memoria de cálculo.
- Conexión de todas las estructuras metálicas, de los equipos de alta tensión proyectados a la malla de tierra, los que serán conectados en al menos dos puntos a dicha malla.
- Suministro de todo el material de termofusión.
- Realizar mediciones de la malla de tierra posteriores a su ejecución de manera que se confirmen los valores de seguridad para personas y equipos.

13.17.1 MALLA DE TIERRA

La malla de tierra proyectada de la subestación deberá contemplar la conexión de la misma a la malla de puesta a tierra existente en la subestación, El Contratista deberá evitar al momento de la construcción y ejecución de las obras la destrucción de la misma, en caso de presentar daños o cortes se debe reponer en el menor tiempo posible.

El Contratista deberá revisar, mejorar y reubicar interferencias con la malla de puesta a tierra, asegurando su conexión y cumplimiento de la instalación con la normativa vigente.

La malla de tierra proyectada de la subestación se construirá en conductor de cobre desnudo de temple blando y cubrirá toda el área de la subestación, según lo indique el respectivo estudio o como mínimo 1 m hacia el exterior de los cierros o estructuras metálicas que circunden el área del patio eléctrico de la subestación y los equipos ubicados en el patio exterior.

La trama de la malla base y las derivaciones a pararrayos y malla aérea se ejecutarán con conductor de una sección mínima N° 4/0 AWG (107,2 mm²) 19 hebras. Se utilizará 2/0 AWG (67,47 mm²), 19 hebras hacia chicotes de los equipos y estructuras según corresponda. Las uniones de la malla serán soldadas con el sistema de soldadura exotérmica Cadweld o calidad equivalente.

La malla de la subestación se instalará según lo establecido en el estudio de puesta a tierra y los planos respectivos del proyecto.

Antes de iniciar las excavaciones, se deberá preparar el protocolo de excavación, acompañado de los planos y antecedentes que muestran y aseguran que el trabajo puede realizarse.

El trazado en el terreno de la malla de puesta a tierra, se efectuará con tiza u otro elemento de marcar.

El trazado deberá ser lo más rectilíneo posible, manteniendo el paralelismo y evitando las interferencias con otras instalaciones. El ancho de la excavación deberá ser el adecuado para el trabajo con palas (aproximadamente 40 cm).

En los casos en que el trazado de la malla de tierra, indicada en los planos, coincida con una fundación ya construida, se rodeará la fundación con radios de curvatura no menores de 1 m.

En el caso de encontrarse rocas superficiales, que interfieran en alguna parte del trazado, este podrá modificarse levemente para continuar la excavación, siempre que ello no afecte a una parte importante del trazado, de lo contrario se deberá efectuar la excavación correspondiente. Cualquier variación en el trazado deberá ser previamente aprobada por El Propietario.

En los cruces con fundaciones, el fondo de la zanja deberá tener una cota 0,15 m más baja que la cota de cimentación de la fundación, o bien la atravesará, protegida con una tubería de PVC.

Una vez terminadas las excavaciones, se deberán retirar todas las piedras y cascotes que se encuentren en el fondo de la zanja y se depositará una capa de material fino, de aproximadamente 50 mm de espesor en el fondo, de manera que se deje un terreno suave, semi-suelto y libre de materiales que puedan dañar la superficie del conductor.

Una vez terminada las excavaciones de los tramos correspondientes de la malla a la profundidad y terminaciones requeridas de la zanja, se procederá a tender los conductores de la malla en la zanja.

El cable se deberá tender con ayuda de polines u otros elementos que aseguren que el conductor no sufrirá daño por el roce con el terreno u otros elementos extraños.

Durante el tendido se deberá observar que el cable no tenga hebras cortadas, puntos dañados, sucio con grasa, restos de pintura, salpicaduras de cemento, entre otros.

El cable se deberá tender en la zanja de modo de que no se produzca daño por radio de curvatura.

El cable se deberá tender dejándolo caer por su propio peso al interior de la zanja, quedando sin tensión mecánica y con la suficiente holgura para que absorba, sin daño, las posibles deformaciones del terreno y las maniobras de soldadura al momento de sus conexiones.

Deberán tomarse precauciones al cortar el cable, para no producir destrenzado ni cortes achaflanados. Para asegurar esto, se usarán sierras manuales o eléctricas afianzando previamente, en dos zonas del cable, adyacentes el corte.

El enderezamiento del cable se realizará con mazos de madera o de plástico, sobre una base de madera.

Una vez terminado el tendido del cable, soldados los cruces, las conexiones y los chicotes para las derivaciones, se realizará la inspección de esta. Después de su aprobación, se rellenarán las excavaciones, en los primeros 0,15 m con terreno natural sin piedras mayores de 1/2" de diámetro, compactándolo. Ante las características de resistividad del suelo, se podrá agregar aporte de tierra de mejor calidad a las diferentes capas a aplicarse en el llenado de la zanja o en su defecto agregar algún tipo de gel aprobado, para mejorar la conductividad del terreno si el diseño de la ingeniería de detalle así lo sugiere.

El relleno de la parte superior de la zanja, por sobre los 0,15 m antes indicado, se realizará, dando compactación por capas de no más de 0,15 m, en condiciones similares a las del terreno circundante.

Para la conexión de la malla de tierra proyectada con la existente, se deben realizar las respectivas conexiones con los equipos de seguridad necesarios para realizar trabajos con la malla de puesta a tierra existente energizada.

13.17.2 PUESTA A TIERRA DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS

Todas las conexiones para la puesta a tierra de las estructuras, como así mismo entre los chicotes de puesta a tierra y los conductores de la malla de tierra, se ejecutarán con uniones por soldadura del tipo exotérmica, Cadweld o similar y/o prensas de fijación según corresponda.

Las uniones soldadas deberán ser ejecutadas con moldes específicamente destinados para unir los tipos de materiales y secciones correspondientes.

En el caso de las conexiones del conductor a las estructuras, el molde para la soldadura y/o prensa de fijación según corresponda, será el adecuado para la unión a estructuras en el plano vertical.

El personal que trabaje en la ejecución de las conexiones exotérmicas deberá disponer de guantes de cuero, mandil de cuero (con pechera), zapatos y antiparras de seguridad. Se deberán cumplir todas las exigencias de seguridad que son enmarcadas en la Ley N°16.744 y el Decreto supremo N° 594.

Los conductores para la conexión a las estructuras y/o equipos, que se deriven de la malla y que queden embutidos en el hormigón, deberán ser protegidos con tuberías de PVC.

Las conexiones a tableros de equipos y cajas de agrupamiento que van con tubería en acero galvanizado se conectarán con cable de cobre desnudo blando de sección N° 2/0 AWG (67,47 mm²) con sus respectivos terminales y grapas de fijación.

En términos generales, se deberá considerar la conexión directa a la malla de puesta a tierra de todos los equipos eléctricos, estructuras, mecanismos y cajas que queden instalados al interior del área cubierta por la malla de puesta a tierra mediante chicotes de puesta a tierra de cable de cobre desnudo blando de sección N° 2/0 AWG (67,47 mm²), en el caso de tableros, gabinetes y equipos ubicados en el interior de la casa de servicios generales se utilizara cable de cobre desnudo blando de sección N° 2/0 (67,47 mm²).

Se deberán conectar a la malla de puesta a tierra, además de los equipos y estructuras del patio eléctrico, los cercos metálicos, portones de acceso, postes de alumbrado de patio, entre otros.

Las conexiones a los equipos deberán ser apernadas y serán accesibles. Las derivaciones de la malla de tierra se fijarán a la base de la estructura de soporte del equipo mediante uniones apernadas y se continuará fijándola a la estructura, mediante conectores empernados, hasta llegar el último equipo montado en la estructura, sin cortarse. Cuando sea necesario efectuar derivaciones intermedias a otro equipo, se usará conector empernado.

En las estructuras fijas, la unión se hará con soldadura termo fusión Cadweld o similar y/o prensas de fijación según corresponda en los mecanismos móviles para accionamiento de equipos de maniobras.

13.17.3 MALLA DE PROTECCIÓN ANTE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

El Contratista deberá realizar para el patio eléctrico de la subestación, si aplica, la instalación una malla de puesta a tierra aérea que proteja los equipos vitales del nuevo reactor de línea 220kV, como también los edificios de SSAA y SSGG, esta podrá ser una combinación de cable de guarda y puntas captadoras de descargas atmosféricas.

13.18 LETREROS

Se deberá ejecutar la fabricación y montaje de los letreros de identificación correspondientes para los equipos, letrero de advertencia de aproximación a las instalaciones, letreros de patio, letreros y chapas de armarios y cajas de control conforme los planos del proyecto.

13.19 JUEGOS DE PLANOS Y DOCUMENTOS PARA REGISTRAR MODIFICACIONES

Solo se podrá hacer cambios en lo indicado en los planos, estándares o especificaciones técnicas con la autorización por escrito del Propietario, para lo cual se deberá mantener un juego completo actualizado (al día en su última revisión válida para construcción) de los planos del proyecto, con el único fin de ir señalando en ellos, en forma destacada, las modificaciones introducidas al proyecto durante el desarrollo de las obras, con las debidas autorizaciones. Este juego de planos corregidos o modificados permitirá actualizar la emisión final de los planos del proyecto denominados planos *As Built*, el cual quedará como los planos que serán usados en las operaciones de la subestación.

Además, llevará un registro único de la subestación, cronológico, que describa brevemente el caso tratado con la indicación del plano o documento comprometido, los acuerdos adoptados, y las personas involucradas, o en su defecto se deberá registrar en el libro de la obra.

Estos planos y documentos se mantendrán actualizados con marcas de cambios que correspondan a desviaciones del diseño original durante el montaje. Estos planos marcados deberán ser exactos y reales respecto de la situación final de terreno. Las rectificaciones deberán ser claras y precisas con las cotas y observaciones al detalle.

Las modificaciones serán ejecutadas bajo el esquema siguiente:

- Se destacarán con color rojo todos aquellos elementos que se eliminen.
- Se destacará con color verde todo elemento adicional o modificación.

14 INSTRUCCIONES DE LOS EQUIPOS DE ALTA TENSIÓN

14.1 GENERAL

El Contratista será responsable del transporte a la obra, almacenamiento, custodia, montaje y ejecución de las verificaciones de montaje y pruebas de recepción conforme de todos los equipos de alta tensión que forman parte del proyecto.

El montaje de los equipos de alta tensión, estructura y accesorios será ejecutado de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante, los planos del proyecto y con esta especificación.

Las actividades de montaje incluyen la inspección de la correcta instalación de los pernos de anclaje y ductos asociados.

Se deberá disponer del equipamiento necesario para llevar a su término las etapas de almacenamiento, montaje, verificaciones y pruebas de recepción de montaje.

Previo a su uso, se deberá presentar al Propietario para su revisión y aprobación, la lista de los instrumentos con sus características técnicas.

El Contratista debe verificar que los puntos en los cuales se instalarán los equipos de AT no presentan ningún tipo de interferencia con los equipos existentes en el patio, si este fuese el caso deberá indicar de inmediato al Propietario dicha anomalía para que tome las acciones correctivas de inmediato.

14.2 REACTOR

El Contratista será responsable del transporte a la obra, almacenamiento, montaje y ejecución de las verificaciones de montaje, pruebas de recepción y puesta en servicio del reactor 230 kV de 25 MVAR a ser instalado en el patio de la subestación como se indica en los planos correspondientes.

El montaje del reactor, accesorios y la conexión con otros suministros, será ejecutado por El Contratista y estará de acuerdo con las instrucciones de montaje del fabricante, los planos del proyecto y con las especificaciones técnicas del equipo.

Será responsabilidad del Contratista entregar el correspondiente packing list del equipo.

14.2.1 ALMACENAMIENTO

- El reactor y sus accesorios, deberán ser almacenados cumpliendo con las indicaciones y recomendaciones del fabricante.
- Se deberá realizar una inspección visual antes de almacenar el reactor, para certificar que no existan partes, piezas o elementos dañados.
- Se deberá verificar el estado de los bushing y dispositivos de alivios y sobrepresión, pinturas, condiciones de la cuba, tornillería floja y nivel de aceite.
- Si la pintura está dañada o si las piezas metálicas están oxidadas, El Contratista deberá realizar los retoques correspondientes con pintura anticorrosiva de especiales características.
- Cuando se aprecie un daño severo relacionado con los puntos anteriores, El Contratista deberá informar al Propietario, además de asumir las correcciones, reparaciones y/o sustituciones de partes y piezas o del transformador completo si sus condiciones van en detrimento de los estándares de seguridad y calidad de servicio.

Entre las recomendaciones típicas a seguir se tienen:

- Los reactores para uso a la intemperie deberán ser almacenados en lo posible, bajo techo.
- La base para el almacenamiento del reactor deberá tener suficiente resistencia como para soportar su peso y tener además un nivel plano.

- Deberá impedirse la formación de agua condensada en los accesorios y repuestos que sean despachados independientemente mediante una adecuada protección contra las influencias meteorológicas. Si es necesario coloque desecadores de sílica-gel metidos en las bolsas.
- Deberá preverse protección contra corrosión y daños mecánicos en la cuba.
- Adicionalmente los Fabricantes deberán declarar expresamente con el suministro de los equipos los elementos constitutivos de los equipos que sean considerados como potencialmente peligrosos tanto para las personas como el medio ambiente, en cuyo caso deberán recomendar el método de disposición final y en caso que este deba ser realizado a través de él, se deberá indicar el procedimiento a seguir.
- El Fabricante debe suministrar fotografías del proceso de fabricación de las bobinas, del núcleo, de la parte activa ensamblada, de la parte interna del tanque principal, de la parte interna del tanque conservador, del proceso de encube de la parte activa y del reactor totalmente ensamblado.
- El Fabricante deberá tener en cuenta en el diseño que el reactor debe poder operar de manera continua sin restricciones bajo las condiciones de regulación de tensión máximas previstas en la regulación local del sistema de potencia del país teniendo en cuenta si el reactor es de barra o de línea y que estará sometido a maniobras de conexión/desconexión frecuentes y sobretensiones de corta y larga duración.

14.2.2 MONTAJE Y VERIFICACIONES DE MONTAJE

Dentro de la verificación de montaje se deberá validar que los Procedimientos, Planos y Especificaciones técnicas cumplan con toda la normativa nacional e internacional.

El montaje y las verificaciones de montaje del reactor deberán realizarse de acuerdo con lo indicado en las instrucciones del fabricante, referente a exigencias y verificaciones y ajustes y en las indicaciones que se señalan a continuación:

Las partes que conforman el reactor se deberán montar por medio de un equipo o dispositivo de izaje, revisado y aprobado por el Propietario, el que será adecuado al peso y a la altura de fijación de las partes por montar.

Las superficies y dispositivos externos del reactor y las internas que no estén sumergidas en el aceite aislante deberán llevar una adecuada protección anticorrosiva que será además resistente a la acción del aceite empleado.

Si el contrato lo indica, los trabajos de montaje deberán ser supervisados directamente por un montador de la fábrica del reactor.

Para el transporte del tanque conservador, se debe verificar que el flotador del indicador de nivel sea transportado desmontado y por lo tanto se deben enviar empaques para la instalación del flotador.

Las cubas de los equipos solo se reciben presurizadas con aire seco.

14.2.3 CONTROL DE TEMPERATURA

El aumento de temperatura de los reactores o de sus partes deberá determinarse de acuerdo con las normas IEC 60076-6 e IEC 60076-2, con las correcciones requeridas por altura y las condiciones climáticas del sitio. El aumento de temperatura debe referirse a la tensión de operación máxima continua.

El Fabricante deberá diseñar el reactor para que sus gradientes de temperatura sobre el ambiente no sean superiores a los límites establecidos en la norma IEC 60076-2 y garantizar una expectativa de vida útil.

Los límites de aumento de temperatura deberán estar definidos tomando la condición más exigente de las temperaturas media anual, media mensual y máxima del sitio de instalación, sin embargo, la temperatura absoluta del punto más caliente de los devanados no podrá exceder en ningún caso los 105 °C para todas las condiciones de operación continua tomando la temperatura media anual del sitio de instalación.

14.2.4 NÚCLEOS

Los núcleos deberán fabricarse con acero de grano orientado laminado en frío ("Cold-Rolled Grain-Oriented Silicon Steel of Electrical Grade") con un espesor adecuado que cumpla con los niveles de pérdidas garantizados. El núcleo deberá contar con entrehierros conectados a tierra en un solo punto, mediante un buje de 1 kV ubicado en el exterior del tanque y montado en la parte superior del reactor. Durante las pruebas, al desconectar este enlace, el circuito magnético quedará aislado de las partes estructural. La conexión entre el terminal del núcleo (bujes) y la cuba debe ser flexible para evitar daños o rupturas del buje ocasionados por vibraciones. Además, junto al buje, se colocará una placa que indique: "El núcleo siempre deberá estar puesto a tierra con el equipo energizado".

El diseño deberá incluir elementos adecuados para el izaje del núcleo, necesarios durante reparaciones o mantenimiento que requieran el retiro del tanque. Las estructuras de fijación de los núcleos se diseñarán de forma que minimicen las corrientes parásitas y se conectarán rígidamente a tierra en un único punto para evitar acumulaciones de potencial electrostático.

El fabricante deberá suministrar las curvas de excitación del reactor, así como datos sobre la soportabilidad a la sobreexcitación en función del tiempo. También deberá proporcionar información que permita determinar la tasa de decaimiento del flujo remanente del reactor.

14.2.5 MONTAJE DE RADIADORES

Los reactores deberán estar equipados con radiadores, y no se permitirá el uso de sistemas de enfriamiento con agua de refrigeración externa. Los radiadores deben diseñarse y probarse para soportar las condiciones de vacío especificadas para el tanque. Cada punto de conexión entre el radiador y el tanque deberá contar con una válvula de cierre, la cual estará soldada en el lado del tanque y tendrá empaque únicamente en el lado del radiador.

El diseño del sistema de enfriamiento debe considerar la posibilidad de perder un radiador, asegurando que, incluso en esta condición, se mantengan los gradientes de temperatura

garantizados para el aceite y el punto más caliente, sin comprometer el desempeño térmico ni la vida útil de los equipos.

Los radiadores deberán ser diseñados para facilitar su limpieza y pintura, evitando la acumulación de agua en las superficies externas. Además, deberán incluir válvulas de purga en la parte superior para prevenir la formación de bolsas de aire o gas durante el llenado del tanque. Todos los radiadores serán idénticos e intercambiables, conectados al tanque mediante bridas de acero mecanizadas y soldadas al radiador, y deberán ser desmontables.

Cada radiador deberá contar con:

- Elementos adecuados para su izaje.
- Un tapón de purga de aire en la parte superior.
- Un drenaje de aceite en la parte inferior.

14.2.6 MONTAJE DEL TANQUE DE EXPANSIÓN

El Contratista al instalar el conservador sobre el reactor, deberá prestar atención a los siguientes puntos.

- Montaje del relé Buchholz

Si el transformador está provisto con un relé Buchholz, instálelo en el conservador antes de proceder al montaje de este en el transformador.

- Montaje del Respirador de Sílica-Gel

Los tanques serán fabricados con lámina de acero de un espesor suficiente para garantizar la robustez necesaria, permitiendo soportar condiciones de vacío total y sobrepresiones sin sufrir deformaciones permanentes. Tanto el tanque como los radiadores, empaques y accesorios deberán formar un sistema completamente hermético.

El tanque contará con elementos de izaje adecuados. Además, se deberá proporcionar un juego de gatos hidráulicos en cada sitio de instalación, con la capacidad necesaria para levantar el equipo completamente ensamblado y lleno de aceite. Se instalarán dos placas de puesta a tierra en lados opuestos del tanque, cerca de su base. Estas placas deberán incluir conectores sin soldadura, diseñados para cables de cobre de 107 mm² (4/0 AWG).

El tanque estará equipado con dispositivos de alivio de presión, ubicados en su parte superior. Estos dispositivos deberán tener la capacidad suficiente para liberar rápidamente cualquier sobrepresión interna, evitando daños en el tanque, las soldaduras o los radiadores. Los componentes internos fijados a las paredes del tanque o a elementos estructurales, utilizados para proporcionar rigidez a los componentes o conexiones, deberán asegurarse con tornillos de fibra de vidrio. No se permitirá el uso de tornillos de madera. Además, estos tornillos deberán estar debidamente fijados con un sistema de traba mecánica que garantice su estabilidad.

14.2.7 LLENADO FINAL DE ACEITE BAJO VACÍO

Los reactores deberán contar con un sistema adecuado para la preservación del aceite, utilizando un tanque conservador con una bolsa elástica integrada. Esta bolsa deberá estar

fabricada sin uniones, pegues ni costuras visibles, y todas sus conexiones deberán estar vulcanizadas para garantizar su resistencia y hermeticidad.

La bolsa deberá diseñarse a la medida del tanque conservador, siguiendo las fórmulas y especificaciones del fabricante, de manera que, durante las condiciones normales de operación, permanezca completamente estirada y libre de arrugas.

El material de la bolsa deberá ser compatible con el aire y el aceite, asegurando un buen desempeño y durabilidad. Alternativamente, podrá fabricarse con dos materiales diferentes, como neopreno para la parte en contacto con el aire y nitrilo para la parte en contacto con el aceite.

14.2.8 ALMACENAMIENTO DE ACEITE

El aceite vegetal deberá almacenarse en tanques no retornables tipo IBC (“Intermediate Bulk Container”) con una capacidad de 1000 litros, los cuales deberán estar limpios y dedicados exclusivamente para este propósito, sin haber sido utilizados previamente para otros fines.

En caso de que el fabricante proponga un método de almacenamiento diferente al descrito, deberá declararlo como una alternativa y garantizar que este cumpla con las regulaciones ambientales involucrados en el despacho, tránsito y destino del aceite.

Los recipientes y tambores suministrados por el fabricante deberán estar claramente identificados con la designación del fabricante, la fecha de empaque, y la clase y calidad del aceite. Una vez que los equipos hayan sido llenados, el fabricante será responsable de la disposición adecuada de los tambores utilizados, asegurando el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Es responsabilidad del fabricante de los equipos seleccionar el tipo de aceite aislante más adecuado para su correcto funcionamiento, asegurando que sea intercambiable y miscible.

14.2.9 LLENADO DE ACEITE

Después que se haya efectuado el tratamiento de vacío, se deberá mantener el vacío durante el tiempo recomendado por el fabricante, luego se deberá bombear aceite desgasificado dentro del tanque mediante las válvulas drenaje de aceite. El aceite aislante debe pasar a través del filtro prensa de aceite y el preacondicionador del aceite al vacío.

Después de llenar el reactor con aceite vegetal se deberá acoplar el respiradero deshidratante si el reactor con tanque conservador o se sellara si es del tipo tanque sellado, y se pondrá cada válvula en la posición de trabajo.

El Contratista debe tomar una muestra de aceite del tapón de muestreo y efectuar las pruebas dieléctricas del aceite aislante. Se deberán registrar los valores medidos y presentar los resultados a El Propietario para su validación.

Una vez armado el reactor se deben realizar como mínimo las siguientes pruebas:

- Medición de resistencia de aislamiento. Cuerpo del transformador y tablero de control.
- Prueba de tangente delta (factor de potencia de aislamiento) y capacitancias.
- Prueba de rigidez dieléctrica y humedad (contenido de agua) del aceite aislante.

- Prueba del aumento de la temperatura.
- Prueba de los dispositivos de alarma y de las unidades de control.

14.2.10 VERIFICACIONES

La disposición del equipo deberá estar de acuerdo con los planos del proyecto.

Antes de instalar los equipos sobre las fundaciones, se deberá verificar la nivelación y el alineamiento de las placas de anclaje o de los pernos de anclaje.

Se deberá verificar que la disposición de las conexiones primarias cumpla en todo su recorrido con las distancias mínimas indicadas en los planos.

Además, se deberá comprobar que los chicotes de conexión no soliciten a los bushing del reactor con fuerzas que otro equipo pueda transmitirle en caso de un sismo.

Si en las conexiones entre conectores y otros equipos, y los terminales de alta tensión del reactor existe la unión cobre-aluminio, se deberá verificar la colocación de una lámina bimetálica entre cada terminal y el conector.

Se deberá comprobar la conexión directa y adecuada a la malla de puesta a tierra, de todos los puntos indicados en los planos del proyecto.

Además, se deberá verificar que la sección de los conductores sea la que se indica en los planos del proyecto.

Se deberá comprobar el torque de apriete de los pernos de:

- Conectores primarios.
- Conexiones a tierra.

Se deberá verificar que las casetas y las cajas de control tengan el grado de protección IP (según IEC) que haya sido especificado.

Se deberá verificar que las puertas y tapas de las casetas y cajas respectivamente tengan incorporado el tipo de cerradura indicada en los planos o especificaciones.

Se deberá verificar que los componentes internos de las casetas y cajas correspondan a los indicados en los planos.

14.2.11 REACTOR DE NEUTRO

Los reactores de neutro podrán ser con núcleo de hierro inmersos en aceite o con núcleo de aire según se requiera y de acuerdo con el documento de especificación Técnica del Reactor de Neutro.

Estos deberán cumplir con todos los requerimientos aplicables de los reactores, los requerimientos particulares del proyecto y con los requerimientos del numeral 8 de la Norma IEC 60076-6 vigente.

En el caso de reactores con núcleo de hierro inmersos en aceite estos deberán estar provistos de una mirilla de nivel de aceite o indicador del nivel de aceite, un relé de sobrepresión y cuando estos tengan tanque conservador, estos deberán poseer relé de flujo o relé Buchholz.

14.3 DESCARGADOR DE SOBRETENSIÓN

El Contratista antes de recibir los equipos estudiará y aplicará durante el montaje estrictamente las indicaciones de los manuales de transporte, montaje, ensamble, pruebas y puesta en servicio suministrado por los fabricantes.

En el caso de que los equipos no se instalen de inmediato, El Contratista los mantendrá en su empaque original y los protegerá para evitar daños al aislamiento.

Debido a que es mínima la actividad de ensamble de los equipos y aisladores como tal, se hace énfasis en los requerimientos del manejo o manipulación que se tendrán para el almacenamiento, montaje, incluidas en las instrucciones del fabricante.

El levantamiento de los equipos puede ser llevado a cabo por medio de una grúa o de un polipasto fijo o móvil y de cables provistos –cada uno de ellos- de dos ganchos en cada extremidad.

Se prohíbe terminantemente levantar los equipos por las terminales primarias. Se seguirá siempre el procedimiento indicado en el Manual de Servicio suministrado por el fabricante.

Para la fijación de los equipos en el pedestal, se tendrá en cuenta:

- Posición vertical.
- Que la superficie donde reposará el equipo sea rigurosamente plana.
- Apretar solamente tres tornillos y observar si el cuarto punto necesita de alguna cuña.
- Después de efectuar la verificación y corrección de la nivelación y aplome, apretar el cuarto tornillo.

Para el ajuste de tornillos en el ensamble, se emplearán llaves dinamométricas, los pares de apriete se especifican en el manual de servicio de los equipos, suministrado por el fabricante y en lo establecido en estas especificaciones. Al conectar el equipo con las barras y demás equipos, se vigilará que los conectores estén limpios y se aprieten uniformemente para garantizar un buen contacto.

14.3.1 CONTROLES Y VERIFICACIÓN DE MONTAJE

El Contratista coordinará con el ITO y el fabricante de los equipos lo siguiente:

- Antes de la instalación de los soportes, se deberá validar las dimensiones con respecto de los equipos suministrados.
- Con el fabricante de los equipos se debe coordinar los elementos que son necesarios para el adecuado montaje de éstos, como altura de estructuras, dimensiones de aisladores, tipos de conectores etc.
- El Contratista debe realizar las coordinaciones necesarias con el fabricante de los equipos para asegurar la adecuada integración de éstos con el resto de sistemas (sistemas de control, protección, medida y comunicaciones).

14.3.2 EJECUCIÓN Y MATERIALES

El Contratista realizará las siguientes actividades en el desarrollo del montaje de los transformadores de corriente, transformadores de tensión, transformador de servicios auxiliares, descargadores de sobretensión y aisladores:

- Almacenaje y control de piezas.
- Maniobras para trasladarlos al sitio de instalación.
- Fijación del equipo a la estructura metálica de soporte.
- Montaje y conexión de los equipos a las barras y al sistema de puesta a tierra.
- Pintura de partes vivas.
- Personal técnico calificado, materiales, equipos y herramientas para la ejecución de las pruebas de campo de todas las instalaciones.
- Las pruebas necesarias para verificación del correcto montaje y funcionamiento del equipo.
- Retiro y limpieza del material sobrante a los bancos de desperdicio.
- Conexiones a la malla de puesta a tierra.

14.4 INTERRUPTOR DE PODER

14.4.1 ALMACENAMIENTO Y TRASLADO

El interruptor y sus accesorios se deberán almacenar según la disposición siguiente:

Lugares de almacenamiento:

- A la intemperie:
 - Estructuras soportes.
- En bodega techada y cerrada:
 - Cámaras de ruptura, bushings y botellas de gas SF₆.
- En bodega climatizada:
 - Cajas de mando, mecanismos de accionamiento y accesorios.

Los elementos que se suministran bajo presión de transporte, tales como cámaras de ruptura y bushing, deberán ser controlados por El Contratista una vez al mes informando de ello al Propietario

14.4.2 CONTROLES Y VERIFICACIÓN DE MONTAJE

Dentro de la verificación de montaje se deberá validar que los Procedimientos, Planos y Especificaciones técnicas cumplan con toda la normativa nacional e internacional.

El montaje y las verificaciones de montaje del interruptor deberán realizarse de acuerdo con lo indicado en las instrucciones del fabricante referente a exigencias, verificaciones, ajustes y en las indicaciones que se señalan a continuación:

La disposición y orientación de los interruptores deberá estar de acuerdo con los planos certificados entregados por el fabricante.

Antes de instalar el interruptor sobre la fundación se deberá verificar la nivelación y alineamiento de las placas de anclaje o de los pernos de anclaje.

En el interruptor se deberá verificar la nivelación y el aplomado de las estructuras soportantes de los polos dentro de las tolerancias establecidas, la nivelación de las casetas de accionamiento y de comando. De ser necesario efectuar correcciones, estas se harán colocando no más de tres láminas de relleno de material inoxidable, de tal modo que no se ejerzan fuerzas que tiendan a deformar la base. Concluidas estas verificaciones, se ejecutarán los morteros de nivelación en las fundaciones de polos y caseta de comando.

Una vez finalizado el montaje del interruptor de poder, se procederá a la limpieza de este, utilizando un disolvente adecuado y trapos limpios que no dejen residuos

Para el interruptor, se deberá efectuar, en caso de estimarlo necesario El Propietario, la inspección interna con el objeto de visualizar posibles daños debidos al transporte u otras causas, como también, constatar la existencia de elementos extraños o de fijación provisoria para el transporte.

En cada polo se deberán efectuar, a lo menos, las siguientes mediciones:

- Carrera del contacto móvil.
- Penetración del contacto móvil en el fijo.

Adicionalmente, El Contratista deberá realizar todas las pruebas necesarias que garanticen el correcto funcionamiento del interruptor de potencia, esto incluye pruebas a conexiones eléctricas, continuidad y aislamiento, de resistencia, funcionales, mecánicas y pruebas de ajuste y configuración, entre otras.

Se deberá verificar el reemplazo de las empaquetaduras de transporte por otras nuevas en todos los acoplamientos intervenidos en terreno.

Se deberá comprobar el ajuste de los contactos eléctricos en los manóstatos de control de presión de gas, antes que los dispositivos sean instalados en los polos del interruptor o en la caseta de comando, tomando en cuenta las correcciones de la presión por temperatura del gas y la altura de la instalación sobre el nivel del mar.

Se verificará el proceso de llenado con gas SF₆ en cada polo, el que se efectuará mediante un regulador adosado directamente a la botella de gas. El valor final de la presión se ajustará un tiempo después del llenado, después de obtener la estabilización de la temperatura. En el proceso de ajuste final de la presión se tomarán en cuenta las correcciones por temperatura del gas y la altura de la instalación sobre el nivel del mar, de acuerdo con las curvas de las instrucciones del fabricante.

Se deberá verificar el torque de apriete de los pernos de las estructuras soporte, conexiones a tierra, terminales primarios, fijación de las columnas a los estanques.

Se deberá verificar que las conexiones a tierra se conecten en forma independiente a la base de cada estanque, caseta de comando y plancha de operador.

Se deberá verificar que la disposición de las conexiones primarias cumpla, en todo su recorrido, con las distancias mínimas indicadas en los planos del proyecto. Además, se deberá comprobar que la ejecución de los chicotes de conexión incluya elementos tales que permitan independizar el interruptor de las fuerzas que otro equipo o las barras aéreas podrían transmitirle en caso de sismo.

Antes de operar un interruptor se deberán verificar los ajustes mecánicos y la lubricación en los componentes del mecanismo de accionamiento, así como en los acoplamientos mecánicos entre el accionamiento y el interruptor.

Los trabajos de montaje deberán ser supervisados directamente por un montador de la fábrica del interruptor si el contrato así lo indica.

14.5 DESCONECTADORES TRIPOLARES SIN PUESTA A TIERRA

14.5.1 ALMACENAMIENTO.

Los desconectadores tripolares y sin puesta a tierra, y sus accesorios se deberán almacenar cumpliendo esta especificación y en los lugares que se indican a continuación:

- A la intemperie
 - Estructuras soportes.
 - Aisladores.
- En bodega techada y cerrada
 - Perfiles bases.
 - Bases rotatorias.
 - Brazos porta contactos.
 - Contactos principales.
 - Barras de accionamiento.
- En bodega calefaccionada
 - Caja con mecanismo de accionamiento.
 - Contactos auxiliares.

14.5.2 MONTAJE Y VERIFICACIONES DE MONTAJE

El montaje y las verificaciones de montaje de los desconectadores deberán realizarse de acuerdo con lo indicado en las instrucciones del fabricante, referente a exigencias y verificaciones y ajustes y en las indicaciones que se señalan a continuación:

Las partes que conforman el desconectador se deberán montar por medio de un equipo o dispositivo de izamiento, revisado y aprobado por El Propietario, el que será adecuado al peso y a la altura de fijación de las partes por montar.

No se aceptarán armados parciales o totales a nivel del suelo o en otro lugar que no sea el de la ubicación definitiva.

Habiéndose completado la fijación definitiva de las cajas de mecanismo de operación en su respectiva estructura, se deberá habilitar su propio sistema de calefacción alimentado desde la red de la faena, mediante un tablero de comando exclusivo que contará con las protecciones termos magnéticas adecuadas.

Si durante el armado de los conjuntos de piezas, fuese necesario ejecutar modificaciones que alteren el diseño de estas, dichas modificaciones deberán contar con la aprobación expresa del Propietario.

El acoplamiento del mecanismo de operación a los polos del desconectador se efectuará en la secuencia que se establezca en las instrucciones del fabricante.

Durante la etapa de armado y ajuste del desconectador, se deberán lubricar las superficies de trabajo de los contactos principales, para protegerlas contra desgastes, de acuerdo con las instrucciones correspondientes.

Si el contrato lo indica, los trabajos de montaje deberán ser supervisados directamente por un montador de la fábrica de los desconectores.

14.5.3 VERIFICACIONES DE MONTAJE

La disposición del equipo deberá estar de acuerdo con los planos del proyecto.

Antes de instalar la estructura soporte del equipo sobre la fundación, se deberá verificar la nivelación y el alineamiento de las placas de anclaje o de los pernos de anclaje.

Se deberá verificar la nivelación y el aplomado de la estructura soporte. La verificación de la nivelación se efectuará en los puntos de apoyo del desconectador.

Para los desconectores se deberá verificar el alineamiento y paralelismo de los perfiles bases.

Se deberá verificar la nivelación de las bases rotatorias y fijas en forma individual, así como la nivelación y alineamiento del conjunto.

Se deberá verificar la verticalidad de cada columna de aislación en dos ejes a 90°.

Para el caso de columnas giratorias esta verificación se hará en las posiciones abierto y cerrado del desconectador, pero sin conectar el chicoteo primario a los terminales del desconectador.

En cada polo se deberá verificar el alineamiento, nivelación y ángulo de giro de brazos, así como los ajustes (penetración, presión de contacto) exigidos para el acoplamiento de los contactos principales.

De ser necesario efectuar correcciones a la nivelación de las partes del desconectador indicadas en los puntos anteriores, estas se harán colocando no más de tres láminas de relleno de material inoxidable, de tal modo que no se ejerzan fuerzas que tiendan a deformar las partes involucradas. Las láminas deberán ser de un tamaño similar a la superficie de apoyo y con perforaciones que permitan el paso de los pernos de fijación con un espesor máximo de la lámina de 2 mm.

Se deberá verificar que la regulación de todos los topes de fin de carrera de los polos y los topes de fin de carrera del mecanismo de accionamiento sean concordantes.

Se deberá verificar que la disposición de las conexiones primarias cumpla en todo su recorrido con las distancias mínimas indicadas en los planos.

Además, se deberá comprobar que los chicotes de conexión no soliciten al desconectador con fuerzas que otro equipo, o la barra aérea, puedan transmitirle en caso de un sismo.

Si en las conexiones entre conectores y otros equipos, y los terminales de alta tensión del desconectador existe la unión cobre-aluminio, se deberá verificar la colocación de una lámina bimetálica entre cada terminal y el conector.

Se deberá comprobar la conexión directa y adecuada a la malla de puesta a tierra, de todos los puntos indicados en los planos del proyecto y en especial la de los siguientes elementos:

- La estructura soporte.
- Cada polo del desconectador.
- Cada mecanismo de operación pasando por la plancha del operador.

Además, se deberá verificar que la sección de los conductores sea la que se indica en los planos del proyecto.

Se deberá comprobar que todas las partes metálicas que, según proyecto deban ser galvanizadas en caliente, hayan sido efectivamente sometidas a este proceso.

Todos los puntos que hayan perdido el galvanizado deberán ser protegidos con un recubrimiento resistente a la corrosión; en particular, perforaciones e hilos hechos en terreno con autorización del Propietario

Se deberá comprobar el torque de apriete de los pernos de:

- Estructuras soportes.
- Perfiles bases.
- Columnas de aislamiento.
- Brazos y contactos principales.
- Conectores primarios.
- Conexiones a tierra.

Se deberá verificar que la distancia de separación entre los chisperos de cada columna del desconectador sea la indicada por el proyecto, si los hubiera.

Se deberá verificar que las casetas y las cajas de control tengan el grado de protección (IP, según IEC) que haya sido especificado.

Se deberá verificar que las puertas y tapas de las casetas y cajas respectivamente tengan incorporado el tipo de cerradura indicada en los planos o especificaciones.

Se deberá verificar que los componentes internos de las casetas y cajas correspondan a los indicados en los planos.

Se deberá verificar la distancia mínima a tierra de cualquier punto energizado del desconectador tanto en posición abierto como cerrado.

Asimismo, se deberá verificar que la cuchilla principal en su recorrido no modifique las distancias mínimas establecidas.

Antes de operar un desconectador (cerrar-abrir) se deberá verificar que los componentes del mecanismo de accionamiento, así como su acoplamiento mecánico con los polos del desconectador cumplan con los ajustes mecánicos (ángulo de giro, largos de barras) y requisitos de lubricación indicados en las instrucciones del fabricante.

Se deberá verificar el ángulo de ajuste del enclavamiento de punto muerto en el mecanismo de accionamiento.

El tiempo medido de operación para la corriente de ajuste especificada, en la protección de sobrecarga, deberá ser concordante con lo indicado por el fabricante, considerando las tolerancias normales por ajuste y la corrección por temperatura.

Se deberá verificar el enclavamiento eléctrico del comando remoto para el mecanismo motorizado cuando la operación del desconectador se ejecuta manualmente.

Se deberá verificar la correcta posición de los contactos auxiliares para las posiciones de desconectador abierto y cerrado.

14.6 PARARRAYOS

14.6.1 ALMACENAMIENTO

Los pararrayos, contadores de descarga y los diferentes accesorios, se deberán almacenar cumpliendo con las exigencias indicadas por el fabricante y almacenados en bodega techada y cerrada.

Se deberá realizar una inspección visual antes de almacenar los pararrayos, para verificar que la cubierta o carcasa no esté dañada.

14.6.2 MONTAJE Y VERIFICACIONES DE MONTAJE

En el montaje, se deberá cumplir con las instrucciones del fabricante, y con las indicaciones que se señalan a continuación:

- Antes de proceder al montaje de pararrayos, este deberá ser revisado y aprobado por El Propietario para proceder luego con el montaje de la estructura soporte o de las placas de anclaje. Los puntos donde se apoya el pararrayos deberán estar nivelados dentro de las tolerancias indicadas en los planos del proyecto.
- Durante el izamiento de un pararrayos, deberá protegerse la superficie de este contra daños que puedan ocasionar los estrobos. Asimismo, deberá evitarse cualquier esfuerzo sobre el terminal de alta tensión.

- Deberán ser reparados los defectos en la pintura y partes galvanizados derivados del transporte, almacenamiento y montaje. La reparación se hará de manera que en la superficie afectada se restablezcan las condiciones originales de protección especificadas.
- Los pararrayos se trasladarán en sus embalajes originales, desde el lugar de almacenamiento hasta el de montaje.

14.6.3 VERIFICACIONES DE MONTAJE

- **Anclaje del pararrayos**
 - Deberán verificarse la nivelación y verticalidad de la estructura donde irá montado el pararrayos, así como la verticalidad del pararrayos tomando en cuenta las tolerancias indicadas por el fabricante.
 - De ser necesario efectuar correcciones en la fijación del pararrayos, estas se harán colocando no más de tres láminas de relleno de metal inoxidable, de tal modo que no se ejerzan fuerzas que tiendan a deformar la base del pararrayos. Las láminas deberán ser de un tamaño similar a la superficie de apoyo del pararrayos y con perforaciones que permitan el paso de los pernos de fijación con un espesor máximo de la lámina de 2 mm.
 - En los pararrayos con sistema de amortiguación antisísmica en su base, no se deberá emplear la compensación de altura propia de los amortiguadores como medio de nivelación de los pararrayos, aceptándose solo el uso de láminas como se indica en el párrafo anterior.
- **Amortiguadores antisísmicos y soportes aislantes del pararrayos**
 - Deberá verificarse que el montaje de estos elementos, cuando proceda, se realice de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- **Montaje de secciones**
 - En los pararrayos compuestos de dos o más secciones deberá respetarse el orden de montaje indicado por el fabricante.
- **Conexiones primarias**
 - Se deberá verificar que la disposición de las conexiones primarias cumpla, en todo su recorrido, con las distancias mínimas indicadas en los planos del proyecto.
 - Además, deberá comprobarse que la ejecución de los chicotes de conexión primaria, incluyan ondulaciones que permitan independizar el pararrayos de las fuerzas que otro equipo, o las barras aéreas, podrían transmitirle en caso de un sismo.
 - Si en las conexiones entre conectores y terminales primarios del pararrayos existe la unión cobre-aluminio, deberá verificarse la existencia de una lámina bimetálica entre cada terminal y el conector.

- **Conexión a la malla de puesta a tierra**

- Deberá comprobarse la conexión directa a la malla de puesta a tierra del terminal respectivo del contador de descargas, o del terminal respectivo del pararrayos, y de todos los puntos indicados en los planos del proyecto.

- **Torques de apriete**

Deberá comprobarse la conexión directa a la malla de puesta a tierra del terminal respectivo del pararrayos, y de todos los puntos indicados en los planos del proyecto.

Además, deberá comprobarse el torque de apriete de los pernos de:

- El anclaje de la estructura soporte.
 - La estructura soporte.
 - La sujeción de la base del pararrayos a la estructura soporte.
 - La unión entre unidades, cuando corresponda.
 - El conector primario.
 - Conexión entre el contador de descargas y la malla de puesta a tierra.
 - Fijación de los amortiguadores antisísmicos, si corresponde.
 - El valor del torque aplicado deberá corresponder con la especificación dada en las instrucciones del fabricante.
- **Estado de la aislación sólida**
 - En los componentes de aislación sólida tales como resina, porcelana, entre otros, deberán verificarse visualmente que no existan defectos visibles tales como rayaduras profundas, fracturas, deformaciones, desprendimientos u otros defectos.
- **Recubrimiento de los terminales**
 - Deberán verificarse el buen estado del recubrimiento metálico en los terminales del pararrayos y del contador de descargas.
- **Dispositivo de alivio de presión**
 - En caso de que el pararrayos dentro de su suministro tenga el dispositivo de alivio de presión, este deberá ser instalado en un sentido diferente a donde se proponga el montaje del contador de descargas

14.7 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

14.7.1 ALMACENAMIENTO

Los transformadores de potencial y sus accesorios se deberán almacenar cumpliendo con las exigencias indicadas por los fabricantes y almacenados en los lugares que se indican a continuación:

- A la intemperie
 - Cajón con transformador de medida.
- En bodega techada y cerrada
 - Caja con accesorios.

14.7.2 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Los transformadores de potencial que sean expedidos desde la fábrica en posición horizontal permanecerán así hasta su montaje definitivo, siempre que no se exceda el período de tiempo establecido por el fabricante para tal condición de almacenamiento. Cumplido el plazo, los transformadores de potencial deberán ser retirados desde sus embalajes, girados a la posición vertical y anclados sobre fundaciones provisionales. Estas fundaciones tendrán iguales características antisísmicas que las contempladas en el proyecto de la obra.

Los cajones que contengan transformadores de potencial se deberán almacenar sobre terreno nivelado y debidamente compactado a un grado acorde con el peso del bulto. Además, los cajones que contengan transformadores de potencial en posición horizontal deberán descansar sobre traviesas de madera de 4" x 4", colocadas bajo los puntos de apoyo del cajón. Estos cajones no deberán cargarse con otros bultos.

14.7.3 MONTAJE

En el montaje deberá cumplirse con las instrucciones del fabricante, y con las indicaciones que se señalan a continuación:

- Antes de proceder con el montaje de cada transformador de medida, deberá estar revisado por El Propietario, el montaje de la estructura soporte. Los puntos donde se apoya el transformador de potencial deberán estar nivelados dentro de las tolerancias indicadas en los planos de la estructura soporte.
- Durante el izamiento de un transformador de potencial, deberá protegerse la superficie de este contra daños que puedan ocasionar los estrobos. Asimismo, deberá evitarse cualquier esfuerzo en los terminales de alta tensión, cajas de terminales secundarios y especialmente en el cabezal que protege la membrana de expansión del aceite.
- La actividad de girar hasta la posición vertical un transformador de medida, el que normalmente se transporta en posición horizontal, deberá hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Concluida la tarea de girar el transformador de potencial, este deberá fijarse a la estructura soporte.
- Deberán ser reparados los defectos en la pintura y partes galvanizadas derivados del transporte, almacenamiento y montaje. La reparación se efectuará de manera que en la superficie afectada se restablezcan las condiciones originales de protección especificadas.

14.7.4 VERIFICACIONES DE MONTAJE

- Anclaje del transformador de medida
 - Deberá verificarse la fijación del transformador de medida instalado sobre la estructura soporte.
 - De ser necesario efectuar correcciones en la fijación del transformador de medida, estas se harán colocando no más de tres láminas de relleno de metal

inoxidable, de tal manera que no se ejerzan fuerzas que tiendan a deformar las partes involucradas. Las láminas deberán ser de un tamaño similar a la superficie de apoyo del transformador de potencial y con perforaciones que permitan el paso de los pernos de fijación con un espesor máximo de la lámina de 2 mm.

- Torques de apriete
 - Deberá comprobarse que el torque de apriete corresponda con la especificación dada en las instrucciones del fabricante y también comprobarlos en la fijación con la estructura soporte, en los puentes para el cambio de razón de transformación, en la fijación de los terminales primarios y en la fijación de los conectores con los terminales y del conductor al conector.
- Conexiones eléctricas
 - Deberá verificarse que las conexiones eléctricas primarias y secundarias correspondan con los planos del proyecto.
- Conexiones primarias
 - Se deberá verificar que la disposición de las conexiones primarias cumpla, en todo su recorrido, con las distancias mínimas indicadas en los planos del proyecto.
 - Además, deberá comprobarse que la ejecución de los chicotes de conexión primaria incluya elementos tales que permitan independizar el transformador de potencial de las fuerzas que otro equipo, o las barras aéreas, podrían transmitirles en caso de un sismo.
 - Si en las conexiones entre conectores y los terminales primarios del transformador de potencial existe la unión cobre-aluminio, deberá verificarse la existencia de una lámina bimetálica entre cada terminal y el conector.
- Conexiones a la malla de puesta a tierra

Deberá comprobarse la conexión directa y adecuada a la malla de puesta a tierra, de todos los puntos indicados en los planos del fabricante y del proyecto, en especial, la de los siguientes elementos:

- Devanados primarios (cuando corresponda)
 - Núcleo del transformador (cuando corresponda)
 - Caja de terminales secundarios (cuando corresponda)
 - Pantalla electrostática (cuando corresponda)
 - Base metálica del transformador.
- Filtraciones de aceite

- En transformadores de potencial con aceite deberá comprobarse que no existen filtraciones.
- Nivel de aceite
 - Deberá verificarse el nivel de aceite y el funcionamiento del indicador, tomando en cuenta las correcciones por temperatura establecidas por el fabricante.
 - El nivel de aceite que se encuentre fuera de la tolerancia de fábrica, deberá ajustarse empleando el método señalado por el fabricante.
 - De ser necesario rellenar con aceite, se deberá someter a la revisión y aprobación del Propietario, el equipo de tratamiento necesario para esta actividad. El aceite de relleno deberá cumplir con las características indicadas en las Características Técnicas Garantizadas, ejecutándose las pruebas correspondientes.
- Estado de aislación sólida
 - En los componentes de aislación sólida tales como resina, porcelana, entre otros, deberán verificarse visualmente la existencia de rayaduras profundas, fracturas, desprendimientos, deformaciones u otros defectos visibles.
- Recubrimiento de los terminales
 - Deberá verificarse el buen estado del recubrimiento metálico en los terminales primarios, puentes para el cambio de razón de transformación y terminales para la conexión a la malla de puesta a tierra.

15 APROBACIONES DEL PROPIETARIO

El Propietario, dará aprobación por escrito a las siguientes actividades del Contratista sin que ello sea limitativo:

- Documentación que se prepara para la atención y control de las obras.
- Cambios o modificaciones acordadas de planos y documentos.
- Cumplimiento de exigencias de calidad de ejecución de los trabajos o manipulación de equipos y materiales que hayan sido motivo de observaciones en el sentido indicado.
- Informes de avance de obras para los estados de pago.
- Pruebas pre-operacionales de los equipos e instalaciones conectadas.
- Pruebas funcionales de los equipos e instalaciones conectadas.
- Pruebas de puesta en servicio de los equipos e instalaciones conectadas.
- Puesta en servicio de las instalaciones hasta la recepción final.
- Recepción final.

16 PRUEBAS DE RECEPCIÓN, MATERIALES E INSTALACIÓN

El Contratista deberá aplicar el procedimiento de bloqueo con candado y tarjeta de advertencia a cada instancia de prueba, como procedimiento de trabajo seguro.

El Contratista deberá elaborar un programa de pruebas estáticas y mediciones de las instalaciones antes de ser energizadas las que deberán ser debidamente protocolizadas, garantizando sus conexiones a tierra, alambrado correctamente ejecutado, resistencia de aislamiento, apriete de barras y conexiones y, por último, que cuenten con la aprobación del Propietario.

El Contratista deberá ejecutar estas pruebas y medidas con personal técnico con experiencia y de alta calificación, los que deberán interpretar los resultados obtenidos y verificar con los respectivos manuales del fabricante si los equipos probados cumplen con los requisitos necesarios para su correcto funcionamiento, y por lo tanto listo para ser conectadas al sistema eléctrico de potencia.

- El Contratista deberá proporcionar todo el equipo e instrumentos requeridos para las pruebas.
- El Contratista deberá entregar al Propietario una carpeta completa con todos los protocolos de los trabajos ejecutados (fundaciones de equipos, fabricaciones y montaje de estructuras metálicas, montaje de los equipos del patio y de la sala de control, pruebas eléctricas de los gabinetes de control y protección, pruebas de los gabinetes de comunicaciones), con todas las observaciones levantadas.

En la carátula de cada protocolo ejecutado deberá indicarse el nombre y firma del Contratista y del Propietario.

16.1 PROGRAMACIÓN Y REQUISITOS GENERALES

16.1.1 PROGRAMAS DE PRUEBAS

El Contratista deberá informar al Propietario cuando a su juicio un equipo, sistema, área o la subestación está listo para realizar las pruebas y presentará un programa que indique como mínimo:

- Equipo que será probado.
- Descripción y detalles de las pruebas que se realizarán.
- Lista de equipos que serán energizados, desconectados, o conectados a tierra, y en general, precauciones de seguridad que recomienda para la realización de las pruebas.
- Supervisor que estará a cargo de la realización de las pruebas.
- Fecha y hora propuesta.

El Contratista informará a otras especialidades que puedan ser afectadas por las pruebas y a su personal que se encuentre en igual caso.

La energización del equipo será realizada por personal en terreno y en presencia del Propietario.

Las pruebas de funcionamiento prolongado del equipo se realizarán cuando y según lo indique el programa de puesta en servicio fijado por El Contratista.

16.1.2 PROTOCOLOS DE PRUEBAS

El Contratista inmediatamente después de ejecutado un ensayo, verificación o prueba, deberá anotar los resultados en el protocolo correspondiente para entregarlos y someterlo a la aprobación del Propietario.

La protocolización se deberá efectuar en los formularios de protocolos de pruebas elaborados oportunamente.

El Contratista dentro de los cinco (5) días siguientes al término del ensayo, verificación o prueba, entregará al Propietario, cuatro (4) copias del protocolo con los resultados definitivos. Este deberá contener al menos la siguiente información:

- Identificación y datos técnicos completos del equipo o sistema a probar - documentos de referencia.
- Procedimiento de pruebas ejecutado indicando la norma empleada e incluyendo esquema aclaratorio de manera que este sea claro y definitivo.
- Valores medidos, valores especificados, valores referenciales, resultados y tolerancias. Incluir esquemas aclaratorios si es necesario.
- Instrumentos y elementos empleados, con su identificación y certificados de vigencia de calibración emitido por una autoridad reconocida.
- Condiciones ambientales: temperatura ambiente, temperatura del objeto, humedad relativa, presión barométrica (cuando corresponda).
- Observaciones, conclusiones y recomendaciones.
- Fecha y hora de la prueba.
- Nombre y firma del personal responsable de la prueba por lado del Contratista.
- Nombre y firma del Propietario que ha presenciado las pruebas.

16.1.3 PUESTA EN SERVICIO

La puesta en servicio de las instalaciones podrá ser ejecutada de forma parcial o total, dependiendo de los requerimientos del programa de construcción y de las necesidades del Propietario.

El Contratista, para la puesta en servicio parcial o total de las instalaciones, fijará un programa de trabajo, el cual se comunicará al Propietario con indicación detallada de las maniobras a ejecutar, la secuencia, entre otros, todo lo que permita valorar el correcto funcionamiento de las instalaciones cuya puesta en servicio se va a llevar a cabo.

La puesta en servicio será ejecutada una vez que se hayan realizado todas las pruebas competentes que las instalaciones lo requieran.

16.1.4 INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPOS PRIMARIOS A.T.

Las inspecciones y pruebas de recepción y de montaje de los equipos primarios de A.T. asociados al proyecto se incluyen en cada uno de los equipos de la presente especificación técnica.

16.1.5 INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES

Las inspecciones y pruebas de recepción y de montaje de los equipos de servicios de la subestación, se incluyen en cada uno de los equipos en la presente especificación técnica.

16.2 INSPECCIONES Y PRUEBAS DE EQUIPOS DE CONTROL, MEDIDA, PROTECCIÓN Y CIRCUITOS ASOCIADOS.

16.2.1 GENERAL

Las pruebas de estos circuitos y dispositivos deberán considerar todos los informes técnicos, verificaciones, ensayos y puesta en servicio de todas las instalaciones de control, protección y medidas hasta su energización definitiva.

En cada circuito de control deberá verificarse la resistencia de aislación con megóhmetro de 500 V. Se evitará que dicha tensión quede aplicada a través de los enrollados de relés, contactores, tarjetas electrónicas de entradas/salidas, transformadores de medida, entre otros.

Se verificará la correcta calibración y operación de los dispositivos de protección y desconexión normal y de emergencia. Después de probar los circuitos individuales se simularán las condiciones de cierre y apertura correspondientes a los diversos equipos, verificando los enclavamientos y las distintas condiciones de control previstas en el proyecto.

16.2.2 VERIFICACIONES PREVIAS A LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS

Previo a la iniciación de las pruebas de las instalaciones de control eléctrico, el Contratista debe constatar las siguientes condiciones:

- Término de las faenas en lo que respecta al tendido de cables, alambrados, conexión de blindajes en cables, marcas, identificaciones, entre otros.
- Colocación de todas las planchuelas e identificaciones que deben tener los equipos de control, protección y medida.
- Programa de inspección técnica conjunta entre el Contratista y El Propietario de las nuevas instalaciones de la subestación de manera de detectar las posibles observaciones, las cuales serán documentadas y corregidas a la brevedad antes de la puesta en servicio de la instalación.
- El Contratista debe entregar al Propietario un plan de pruebas al detalle de todos los equipos e instalaciones de la subestación incluyendo las planillas de pruebas de cada parte para que sean revisados y aprobados por El Propietario.

16.2.3 CIRCUITOS DE CONTROL

El Contratista deberá verificar los circuitos de control eléctrico que componen las instalaciones, las cuales deberán ser documentadas en planillas, estos circuitos se corresponden con los planos y documentos del proyecto, estas se componen de los siguientes:

- Servicios auxiliares de CC y CA, y sus distribuciones.
- Mandos, control, enclavamientos y automatismos.
- Circuitos de telecontrol y tele protección.
- Sistemas de protección eléctrica.
- Circuitos de comunicaciones.
- Señalizaciones y alarmas.
- Medidas para indicación y registro.

16.2.4 CABLES

Verificación de resistencia de aislación

16.2.5 MALLA DE PUESTA A TIERRA

Medida de la resistencia de la malla con el método de la caída de potencial, además el valor de R deberá asegurar valores de tensiones de malla menores a aquellas tensiones tolerables por el cuerpo humano en condiciones de falla.

La evaluación de los resultados de las mediciones "proyectarán" las decisiones que puedan ser tomadas, para la modificación y readecuación de la malla en caso de ser necesario.

16.2.6 PUESTA A TIERRA

Se deberá inspeccionar y verificar la continuidad y efectividad de las puestas a tierra de cada equipo conectado a la malla de tierra.

17 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES

17.1 ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

17.1.1 REPLANTEO

El replanteo se ejecutará mediante equipos topográficos identificando los ejes principales de las construcciones, los niveles de excavaciones, rellenos y emplantillados de las obras civiles y edificaciones a proyectar. Se deberá contar con el visto bueno de la ITO para dar inicio a estas actividades.

La ITO Informará al Contratista en terreno sobre la cantidad de puntos de referencia topográficos (PR) que se deberán considerar para el replanteo de las obras civiles de las subestaciones, incluyendo todas las fundaciones de las estructuras en patio y todas las edificaciones del proyecto.

Será responsabilidad del Contratista el amarrar todos los puntos auxiliares requeridos para los trabajos con al menos un PR suministrado por el estudio topográfico, la ITO tendrá la facultad de revisarlos y solicitar que se modifiquen en caso de errores o falta de información.

Se materializarán en terreno los ejes teóricos, pertenecientes a estructuras de patio y edificaciones mediante estacado. Podrán utilizarse puntos auxiliares de referencia, sin embargo, los ejes teóricos que serán la base para las fundaciones de las edificaciones deberán cumplir con una tolerancia en planta de ± 1 cm respecto a los ejes proyectados y existentes de la subestación.

El procedimiento para realizar la definición de ejes en el trazado en patios será previamente aprobado por la ITO, documentando puntos de referencia (P.R.) que permanecerán en el desarrollo de los trabajos, para ser verificados y chequeados en caso de ser requerido.

17.1.2 EXCAVACIONES

En las actividades de excavaciones se someterá a la aprobación de la ITO el procedimiento de la excavación estructural y de las obras de protección de éstos; los procedimientos no podrán poner en peligro la estabilidad de los taludes. Se debe cumplir con norma NCh 349; En caso de falla de uno de estos procedimientos la responsabilidad recaerá en El Contratista. Las excavaciones se realizarán de acuerdo con las pendientes de taludes recomendadas por el informe de mecánica de suelos del proyecto.

Las excavaciones para zapatas de fundación en las que se utilice una excavadora, al tratarse de una excavación que permanecerá abierta un corto periodo de tiempo, se aconseja que durante el tiempo de ejecución de la excavación se acote la zona de trabajo un perímetro de seguridad equivalente al menos a 2 veces la profundidad de la excavación, quedando limitado el acceso al interior del perímetro a la maquinaria que realice la excavación.

En el supuesto que el proyecto contemple la ejecución de rellenos estructurados (terraplenes) sin contención lateral, se usarán las pendientes de taludes recomendadas por el informe de mecánica de suelos del proyecto.

El Contratista suministrará el equipo y mano de obra necesaria para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos del proyecto y a satisfacción de la supervisión técnica. El sello de fundaciones será de acuerdo con el estudio de mecánica y aprobado por la ITO, quien podrá ordenar los cambios en las dimensiones y profundidades que considere necesarios para obtener una fundación satisfactoria y segura.

El replanteo de las excavaciones lo efectuará El Contratista de acuerdo con prácticas aceptadas por el Inspector Jefe y dentro de las tolerancias que se indican en estas especificaciones. La forma, secuencia y procedimiento para ejecutar las excavaciones serán determinados por El Contratista de modo de optimizar las faenas y considerando el global y los grupos de fundaciones cercanas a instalar.

Las actividades de excavaciones pueden ser por medio mecánico o manual (se priorizarán las excavaciones por medios mecánicos) y comprenden además la evacuación del material excavado, el retiro del material sobrante hasta el sitio de almacenamiento o hasta el botadero autorizado, el control y protección de los taludes de excavación con entibados, apuntalamientos o elementos de contención especiales, así como el suministro de los elementos necesarios

para la ejecución de la actividad de acuerdo con las especificaciones, en conformidad con los planos y con la aprobación de la ITO.

Las excavaciones para aquellas fundaciones que contemplan la ejecución de rellenos compactados deberán tener dimensiones compatibles con el equipo de compactación que se seleccione para la ejecución de los rellenos. Todas las excavaciones estructurales se harán de acuerdo con los lineamientos y cotas indicadas en los planos. Las excavaciones tendrán que adaptarse a las dimensiones indicadas en los planos del Contrato. Las sobre excavaciones serán rellenadas con el mismo material especificado en los planos, es decir, donde especifica hormigón, suelo compactado o material de relleno se colocará únicamente ese material.

Ante la necesidad de agotamiento de napa, este podrá hacerse directamente desde el fondo de la excavación, pero deberá continuarse durante todo el proceso de colocación del hormigón o rellenos de suelo sin interrupción hasta pasado no menos de cuatro horas del término del hormigonado, a excepción de aquellas realizadas con acelerador de fraguado, en las que este tiempo será definido por el Inspector Jefe. El Contratista deberá deprimir la napa antes de abrir las excavaciones a fin de efectuar las excavaciones en seco, en aquellos casos en que a juicio del Inspector Jefe el terreno vecino a la excavación se vea muy alterado por un agotamiento directo desde el fondo de ésta.

En aquellas excavaciones estructurales en las que, por las características del terreno, por la profundidad o por las condiciones de humedad, existan riesgos de derrumbes, El Contratista tiene la responsabilidad de colocar entibado en la cantidad que lo estime necesario con el fin de evitarlos y de acuerdo a las instrucciones de la ITO.

No se aceptará la ejecución de una excavación general que abarque la totalidad de área definida por el perímetro exterior de las losas de fundación, salvo en el caso de existir arenas sueltas inundadas que se derrumben y escurran hacia el fondo de la excavación y en los casos que autorice el Inspector Jefe. En suelos arcillosos o limosos blandos inundados, deberá recurrirse a sostenimientos si se prevé la ocurrencia de derrumbes.

Después de haber terminado cada una de las excavaciones estructurales, El Contratista deberá comunicarlo a la inspección técnica, y no se iniciará la colocación del hormigón, refuerzo, material de sello o tuberías, hasta que la ITO haya verificado y aprobado por escrito la profundidad de la excavación y la naturaleza del material de las fundaciones.

17.1.3 CONSTRUCCIÓN FUNDACIONES

Una vez terminadas las excavaciones se procederá a la recepción del sello de fundación que deberá ser recibido por un especialista de mecánica de suelos, a plena satisfacción de la ITO. En caso de que el sello quede por sobre la profundidad recomendada, se deberá reemplazar el suelo por hormigón pobre G10 o lo recomendado en el estudio de suelos del Proyecto.

Se realizará el armado y moldaje de la fundación, para posteriormente iniciar el proceso de vaciado y vibrado de concreto, cumpliendo las dimensiones y refuerzo proyectados en los planos de diseño. Se iniciará el proceso de secado del hormigón según las especificaciones técnicas de obras civiles para continuar las labores de relleno.

El material de relleno se colocará en capas de 20 cm de espesor máximo, suelto y con un contenido de humedad igual a su óptima $\pm 2\%$, si presenta curva Proctor. Cada capa se debe

compactar hasta alcanzar una densidad en sitio mayor o igual al 95% de la densidad máxima de su Proctor modificado o una densidad relativa mayor o igual al 80%.

Todas las superficies de las fundaciones deberán ser protegidas con una capa de igol denso o similar si así lo recomienda el informe de mecánica de suelos, para la protección ante sales del terreno.

Todas las fundaciones llevarán una capa de emplantillado de espesor indicado en los planos. El hormigón del emplantillado se colocará una vez logrado el sello de fundación especificado por el estudio de mecánica de suelos.

17.1.4 CONSTRUCCIÓN DE LA ZANJA PARA MALLA

El trazado de la malla de puesta a tierra y conexiones a la malla existente se obtendrán de los planos finales de proyecto, aprobados para construcción. En terreno se demarcará el trazado de la malla de puesta a tierra, previo a la excavación y se someterá a conocimiento de la ITO para su aprobación.

En la construcción de la zanja se deberán tener presentes las siguientes restricciones:

- El trazado de las zanjas será lo más rectilíneo posible, siguiendo con fidelidad lo indicado en el diseño y no deberá interferir con otras instalaciones.
- En general no se aceptará el uso de aditivos químicos en la construcción de la malla de puesta a tierra. Asimismo, no será aceptable alterar las condiciones del terreno con el propósito de disminuir el valor de la resistencia de puesta a tierra. Sólo en casos especiales y con la validación expresa del Proyectista y la aprobación final de la ITO se aceptará el uso de aditivos químicos.
- El valor medido de la resistencia de la malla a tierra deberá ser menor o igual al valor de diseño, si no es así se deberán realizar los estudios adicionales y las ampliaciones necesarias, para disminuir la resistencia de la malla a un valor menor o igual al de la resistencia de la malla diseñada.
- Lo anterior también aplica si el valor medido de la resistencia de la ampliación de la malla existente, cuando corresponda, resulte mayor que el conjunto de mallas existentes. Si sucede esto se deberán tomar las medidas que resulten necesarias para disminuir el valor de resistencia de la malla nueva o alternativamente realizar la totalidad de los estudios y ampliaciones que refuercen las mallas existentes para dejarlas en una condición segura para las personas y las instalaciones.
- La profundidad a la que es necesario tender los conductores será obtenida del diseño de la malla de puesta a tierra. La excavación será hecha hasta una profundidad suficiente para asegurar que se cumpla lo estipulado en el diseño.
- El ancho de las excavaciones será el mínimo posible, compatible con la modalidad de trabajo empleada y aceptada por el ITO.

El material utilizado para el relleno de las zanjas deberá ser uniforme y libre de piedras u otros elementos que puedan dañar el conductor. Cuando sea posible, el material de relleno será obtenido de la misma excavación y se colocará en estratos para compactación no superior a los 15 cm.

17.1.5 ASEO FINAL Y RETIRO DE ESCOMBROS

La obra será recibida habiéndose retirado todo despunte, saldo de materiales y escombros. El procedimiento podrá ser estipulado por retiros semanales u otro sistema. El encargado de obra destinará un sitio especialmente habilitado para el acopio de escombros y deshechos.

Los recintos serán aseados y entregados para ser cerrados hasta su definitiva habilitación y funcionamiento. Se deberá dejar constancia en libro de obra de este protocolo, a entera satisfacción de la ITO.

18 FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

18.1.1 GENERALIDADES

El Contratista entregará productos de alta calidad, conforme los requerimientos del Proyecto y las condiciones ambientales de montaje y operación que tendrán durante la vida útil, teniendo en cuenta los criterios de mejora continua de procesos, trazabilidad de documentos y productos, así como buenas prácticas de manufactura, un sistema de calidad y autocontrol propios cumpliendo con el conjunto de normas de la calidad y la gestión ISO 9001, disponer de mano de obra altamente calificada, equipos en óptimas condiciones y materiales certificados de acuerdo con las normativas internacionales descritas.

Una vez terminadas, todas las partes quedarán libres de abolladuras, torceduras, dobleces u otras deformaciones del material que dificulten el montaje de las estructuras o puedan considerarse condiciones inseguras para el personal que las manipule.

18.1.2 DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Todos los elementos cumplirán como mínimo con todas las tolerancias de fabricación estipuladas en la publicación ASTM A6 y las normas NCh 428 Of. 2017 y NCh 730 Of. 71 antes de la fabricación de la estructura. El fabricante tendrá en cuenta, las siguientes disposiciones dimensionales durante la fabricación:

- La longitud de los miembros no puede variar en más de 1,6 mm (1/16") en miembros desde 1 hasta 6 m de longitud.
- La flecha máxima entre dos puntos laterales de soporte de un elemento recto, serán inferior a 1/1000 de la distancia entre los puntos de soporte del elemento.
- Las perforaciones para pernos localizadas cerca de un doblez, se harán después del doblez, para evitar su distorsión.
- Para elementos conformados en frío, el radio interno de doblez mínimo será del espesor de la lámina.
- Los dobleces se harán preferiblemente en frío. Si para doblar el material se requiere calentarlo, por la dificultad que presentan los elementos de espesores mayores, se controlará la temperatura de calentamiento del material, de tal forma que no sobrepase los 620°C; el procedimiento de enfriamiento será lento y controlado, de tal manera que no se afecten las propiedades mecánicas del acero.
- Para los dobleces, la ubicación del vértice de doblez la tolerancia será $\pm 1,5$ mm y la tangente del ángulo de doblez $\pm 1/250$.

- Para las dimensiones de un perfil de plancha doblada, se aplicarán las tolerancias siguientes:

Tabla 2. Dimensiones de un perfil de plancha doblada

Ancho de ala "b" (mm)	Tolerancia de alas (mm)	Tolerancias de espesores "e"	
		e ≤ 5 mm	e > 5 mm
b < 50	± 1,2	± 0,25	± 0,3
50 ≤ b ≤ 65	± 1,6	± 0,25	± 0,3
B ≥ 65	± 2,4	± 0,3	± 0,4

- Los cortes se harán con cizalla y quedarán limpios, sin rebaba ni bordes salientes o cortantes. No se harán cortes con soplete. Cualquier rebaba que quede después del troquelado o taladrado será removida con una herramienta de biselar adecuada, antes de la galvanización. La tolerancia de corte para dimensiones y ubicación será ±1,5 mm.
- Cada miembro de las estructuras será fabricado de una sola pieza de forma tal que su longitud no exceda de 6 m, excepto donde se indique lo contrario en planos de fabricación.
- Los elementos que trabajarán únicamente a tracción serán identificados apropiadamente en los planos de fabricación y serán fabricados más cortos que la longitud teórica requerida, según las siguientes disposiciones:
 - Al estar terminados no tendrán distorsión lateral que exceda el 1/500 de la longitud no apoyada del miembro.
 - Los miembros de 4,5 m de longitud o menores, serán fabricados 3 mm más cortos para proveer la holgura necesaria durante el montaje.
 - Para miembros con longitudes mayores de 4,5 m, la reducción de la longitud será de 3 mm más 1,5 mm por cada 3 m de longitud adicional.

La fabricación de los elementos estará sujeta a las tolerancias presentadas a continuación.

Tabla 3. Tolerancias

Descripción	Tolerancia
Distancia entre perforaciones	± 1,5 mm
Distancia de la perforación a cualquier borde o cara	± 1,0 mm
Distancia del punto de doblez al extremo	± 1,0 mm

- Todas las dimensiones estarán en el sistema métrico.

18.1.3 CONEXIONES

- El diámetro de las perforaciones para los pernos será igual al diámetro del perno más 1,6 mm para pernos que conecten elementos de la estructura. El diámetro de las

perforaciones en las placas base para pernos de anclaje será el diámetro del perno más 1,6 mm para pernos con diámetro menor e igual a 24 mm y más 4 mm para pernos con diámetro mayor a 24 mm, con una tolerancia entre 0,0 y 0,5.

- Las perforaciones serán cilíndricas y perpendiculares al plano del elemento, pueden ser taladradas o troqueladas en materiales con un espesor máximo de 12,7 mm para acero de resistencia normal y 12,7 mm para acero de alta resistencia. En ningún caso una perforación será realizada completamente por medio de troquel, cuando el espesor del material exceda el diámetro de la perforación a realizar.
- En materiales de más de 12,7 mm de espesor en acero de resistencia normal o 12,7 mm para acero de alta resistencia, las perforaciones serán hechas con taladro o alternativamente troqueladas a un diámetro 5 mm menor que el diámetro nominal del perno y posteriormente escariadas.
- Las dimensiones y tolerancias de los pernos y tuercas cumplirán con lo especificado en las normas ANSI B18.2.1 para pernos tipo "Heavy Hex Structural Bolts" y ANSI B18.2.2 para tuercas "Heavy Hex Nuts".
- El hilo será "Unified Coarse Thread Series" de la norma ANSI B1.1 y tendrá tolerancia clase 2A para pernos y clase 2B para tuercas. Si los pernos llevan golillas planas, éstas serán de la serie "NARROW" definida por la tabla 1 de la norma ANSI B18.22.1, exceptuando el espesor de la golilla, cuya dimensión se indicará en los planos.
- Si los pernos llevan golillas de presión, éstas serán del tipo definido por la tabla 3 de la norma ANSI B18.21.1.
- Se evitarán excentricidades en las uniones o se reducirán al máximo.
- Los pernos llevarán golilla plana y golilla de presión.
- La longitud de los pernos se determinará de modo que no se produzcan esfuerzos de corte en la zona con hilo y los pernos sobresalgan dos hilos más allá de la tuerca. Si es necesario, se usarán golillas planas para asegurar el apriete del perno.
- Se considerarán peldaños de trepado en estructuras altas.
- Se preverán perforaciones para puesta a tierra y peldaños de trepado en dos montantes de esquina para facilidad de armado y localización en patio.
- Otros detalles como fijación de cables de guardia, fijación de cadenas de conductores, uniones viga-pilar, localización de placas de nomenclatura, etc., serán previstos en las cuatro caras.
- Las holguras en las perforaciones serán iguales a 1,6 mm en pernos hasta de 1" diámetro y 3,2 mm para pernos de mayor diámetro.

Tabla 4. Distancia entre pernos

Diámetro perno	Distancia mínima entre pernos (mm)	Distancia mínima a borde (mm)	
		Borde laminado	Borde cortado
5/8"	42	22(*)	25
3/4"	50	25	30
(*) Excepto en perfiles de 40 mm de ala en que será de 19 mm.			

- Las conexiones soldadas estarán conforme a lo descrito en la norma AWS D1.1 y D1.3. El espesor mínimo de soldadura será equivalente al menor espesor de los elementos que se están conectando. Están deberá aplicarse de acuerdo con la información indicada en la información de referencia.
- Todas las dimensiones estarán en el sistema métrico.

18.1.4 GALVANIZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Después de terminados todos los trabajos de fabricación, los elementos que constituyen las estructuras, se limpiarán de óxido, escamas, polvo, grasa, aceite y cualquier otra sustancia extraña antes de ser galvanizados en caliente.

El Contratista ajustará sus procesos de galvanizado para cumplir a cabalidad con estas disposiciones, previo al inicio de la fabricación, con el fin de evitar atrasos a los cronogramas de fabricación.

El proceso de galvanización se ceñirá a las siguientes disposiciones:

- La calidad del material empleado en el proceso de galvanización cumplirá con los requisitos de la publicación ASTM B6, considerando el grado Prime Western como mínimo según el estándar ASTM B960.
- Todos los elementos de las estructuras serán galvanizados por el método de inmersión en caliente después de haber sido cortados, maquinados y soldados.
- No se permitirá la doble inmersión de ningún elemento.
- El procedimiento de galvanizado, muestreo, espesor e inspección estará acorde con lo indicado en la norma ASTM A123, como se muestra en la Tabla 7 y la norma ASTM A143.

Tabla 5. Espesor del material (ASTM A123 Y ASTM A143)

Categoría de material	Intervalos de espesor del material (mm)			
	1,6 a 3,2	3,2 a 4,8	4,8 a 6,4	> 6,4
Perfil estructural y lámina	65	75	85	100
Tira y barra	65	75	85	100
Tubería	45	75	75	75
Alambre	50	60	65	80

- Los pernos, tuercas, golillas y pernos de escalera se galvanizarán de acuerdo con la norma ASTM A153 y ASTM 143.
- El galvanizado de los pernos de anclaje será completo y cumplirán con las normas ASTM A123, ASTM A143 y ASTM A153.
- Las roscas de las tuercas serán reparadas después de la galvanización y posteriormente deben lubricarse con aceite. La tuerca debe girar fácilmente, sin flojedad excesiva, a todo lo largo de la rosca del perno, permitiendo su atornillado a mano.
- Los trabajos de preparación del galvanizado y el proceso de galvanización en sí, no afectarán en forma adversa las propiedades mecánicas del acero.
- Evitar que se presenten pandeos o torceduras en los elementos, al ser sumergidos en el baño de zinc de acuerdo con lo especificado en la publicación ASTM A384.

- Evitar pérdidas en la ductilidad y en la resistencia del acero que puedan producirse a causa del proceso de galvanización; deben seguirse las recomendaciones consignadas en la publicación ASTM A143.
- El Contratista realizará en todo momento un proceso de calidad tal, que se eviten las reparaciones al galvanizado. Para la ejecución de cualquier reparación, El Contratista seguirá el procedimiento respectivo siguiendo las indicaciones de la publicación ASTM A780.
- Los daños al galvanizado que resulten en pérdida de la capa de zinc hasta el punto de dejar expuesto el acero y que se causen durante las operaciones de fabricación, transporte, manejo, descargue y entrega del material, serán causa suficiente para que las piezas afectadas se rechacen.
- Las piezas que se rechacen por defectos en la galvanización o daños al galvanizado y cuyo espesor sean mayores a 7 mm, podrán ser galvanizadas de nuevo en caliente, una vez que la capa inicial de zinc haya sido removida con ácido y la superficie de acero haya sido preparada en forma apropiada como se indicó anteriormente.
- Cualquier elemento cuyo galvanizado se vuelva a dañar después del segundo baño, será rechazado definitivamente y no podrá solicitarse una nueva inspección ni formar parte de otros lotes.
- El galvanizado quedará liso, limpio, uniforme, continuo y libre de defectos. El exceso de zinc en pernos, tuercas, golillas serán removido por centrifugado.
- Los elementos pertenecientes a las plantillas para fijación de pernos de anclaje no requieren galvanizado.
- Luego de la galvanización las piezas serán apiladas cuidadosamente sobre tacos de madera y en posición inclinada con el fin de permitir el escurrimiento del agua para proceder al despacho.
- Las cantidades de peso de materiales presentadas en los planos de fabricación incluyen el peso teórico de los elementos en negro y el peso aproximado de los elementos galvanizados. Es responsabilidad del Contratista verificar el peso final de los elementos galvanizados con el peso reportado en planos.

19 MONTAJE DE FUNDACIONES PREFABRICADAS

Durante el montaje de fundaciones prefabricadas se deberá respetar particularmente el siguiente método de construcción y montaje.

- El acopio de los elementos se debe realizar siempre en lugares abiertos y espaciosos para permitir una buena maniobrabilidad de la carga y descarga de los elementos, este lugar debe ser lo más plano posible que permita la horizontalidad de los elementos, estos no van directamente al piso, sino que, deben ser apoyados en dos puntos sin que entre estos existan obstáculos.
- Las obras deben estar limpias para permitir los desplazamientos de los equipos, maquinarias y de los elementos prefabricados.
- Si las piezas se transportan en posición vertical habrá que disponer de caballetes de madera o metálicos para su apoyo.

- Es conveniente proteger los puntos de apoyo con topes blandos, para que no se generen daños superficiales.
- En el caso de transportar elementos en posición horizontal, estos deben apoyarse directamente unos sobre otros, por lo que se debe intercalar cuartones, de madera que la superficie de apoyo no sea reducida y esté lo más horizontal posible.
- Las excavaciones que recibirán las fundaciones prefabricadas, deberán excavar controladamente a modo de no producirse sobre excavaciones que requieran un tratamiento de reparación como lo indica esta especificación.
- Las cuadrillas de montaje deben estar compuestas por operarios especializados con los elementos de seguridad necesarios para desarrollar un trabajo de maniobras complejas.
- La grúa debe tener un mínimo de dos velocidades de trabajo, debido a diferencia de pesos. La totalidad de movimientos que posea una máquina se deberá realizar mediante tracción hidráulica, con el fin de lograr movimientos de alta precisión (ser capaz de colocar elementos en puntos exactos sin golpes).
- En lo posible, para el izaje de las estructuras deberán considerarse los elementos dispuestos en la fundación para este fin, pero en caso de ser necesario, el montador podrá considerar puntos de fijación adicionales, previa autorización de la ITO, evitando generar esfuerzos dañinos sobre las fundaciones.
- El montaje deberá cumplir con los procedimientos aprobados por Mandante y el Contratista deberá presentar un AST (Análisis del trabajo seguro) a la ITO para su aprobación previo a iniciar la faena.

20 MONTAJE DE ESTRUCTURAS

20.1 MARCAS PARA MONTAJE

Antes de galvanizar, todos los miembros, incluyendo todas las placas y conjuntos soldados, serán estampados con los números y letras definitivos, los cuales corresponderán con los planos de fabricación y la lista de composición de materiales. Las marcas para montaje serán de la siguiente forma:

- Primero: dos o tres campos para identificación de la subestación.
- Segundo: dos o tres campos según el tipo de estructura (viga, columna o soporte).
- Tercero: número correspondiente a la posición en el plano de fabricación.
- Cuarto: para designar la calidad del acero se adiciona la letra "H" sólo en el caso de aceros de alta resistencia.
- Los números y las letras serán por lo menos de 16 mm de altura y ser claramente legibles después de la galvanización.
- Las piezas cuya longitud sea mayor de 3,50 m, llevarán marcas en los dos extremos, en caras alternas.

20.2 PRUEBAS

20.2.1 PRUEBAS E INSPECCIÓN EN FABRICACIÓN

Todas las piezas suministradas por El Contratista deben permitir el correcto ensamble de las estructuras. Cualquier inconveniente o retraso en la etapa de montaje debido a piezas mal fabricadas, será responsabilidad de El Contratista.

Los procedimientos de control de calidad y pruebas incluyen los especificados en este documento, pero no están necesariamente limitados a los indicados.

20.2.2 PRUEBAS DE RUTINA

Se definen como todos los chequeos, pruebas, análisis y exámenes hechos antes o durante las etapas del proceso de manufactura, para asegurar que la fabricación se realiza normalmente y que no se presentarán defectos por una mala mano de obra, material imperfecto o por inadecuado manejo.

Estas pruebas deberán ejecutarse de acuerdo con el Programa de Control de Calidad incluido por El Contratista.

20.2.3 PRUEBAS DE ARMADO DE PROTOTIPOS

Estos prototipos armados estarán conformados por la totalidad de los elementos presentados en los planos de fabricación, incluyendo tornillería (perno, tuercas, golillas y golillas de presión), pernos de escalera y rellenos especificados en los mismos. La ausencia de éstos o el uso de elementos diferentes a los especificados en los planos de fabricación, es razón suficiente e imperativa para la no aprobación de los prototipos. Si es necesario efectuar nuevas perforaciones en un elemento, éstas sólo se harán en piezas nuevas.

Las modificaciones motivadas por el armado de prueba serán incorporadas a los planos de fabricación antes de comenzar la fabricación en serie y deberán contar con la aprobación del mandante.

El Contratista presentará un prototipo por cada tipo de estructura ajustándose al Cronograma. En los marcos, debe presentar además prototipos de todas las conexiones viga-columna, con el fin de verificar el correcto armado de las mismas. Para el caso de los pernos de anclaje y las plantillas de colocación de pernos de anclaje, el prototipo estará conformado por la plantilla totalmente armada y los pernos respectivos ubicados en ella con todos sus accesorios.

Para las inspecciones y pruebas, deben respetarse las siguientes disposiciones:

- El prototipo será armado en un lugar amplio, limpio y de fácil acceso, que no represente peligros para la seguridad.
- Durante la inspección, deben respetarse las condiciones de seguridad a nivel industrial.
- El prototipo debe armarse en posición horizontal y apoyada en suficientes soportes de madera que eviten su deformación excesiva.
- Los prototipos no pueden armarse en posición vertical o diagonal; no están permitidos trabajos en altura.

El prototipo no será desarmado parcial ni totalmente antes de la aprobación del mismo.

20.2.4 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

El Contratista debe suministrar todos los instrumentos, medios y equipos necesarios para la realización de las pruebas, con su registro actualizado de su calibración.

Después de cada serie de pruebas, El Contratista presentará, reportes de pruebas completos para su aprobación. Ningún material se puede liberar para transporte antes de recibir estos reportes, a menos que específicamente se indique por escrito para cada caso.

Muestras representativas de todos los elementos serán seleccionadas al azar de cada lote y sometidas a las pruebas e inspecciones especificadas en este documento. El Inspector puede seleccionar a su criterio, un número de muestras mayor al especificado de cualquier lote de material y someterlas a pruebas.

Un lote es considerado como un conjunto de elementos de los cuales se toman las muestras para verificar su conformidad con los requisitos de estas especificaciones. Cada lote se compone de elementos del mismo tipo, grado, clase, forma y composición, fabricados esencialmente bajo las mismas condiciones y en el mismo turno de trabajo y presentado para aceptación una sola vez.

En el caso de pruebas de galvanizado en donde más de un tipo de elementos se galvaniza al mismo tiempo, el lote puede ser considerado como todos los materiales galvanizados bajo idénticas condiciones, en el mismo punto y por el mismo operario, durante un período de trabajo continuo. En el caso de pernos y tuercas un lote se compone de pernos de un mismo diámetro nominal y longitud.

Cada lote rechazado, serán marcado por el Inspector de manera explícita y separada en un sitio destinado y señalizado adecuadamente para tal fin, con el objeto de que se asegure que no haya una mezcla con el material aprobado.

Todas las soldaduras defectuosas o imperfectas deben destruirse por medios mecánicos hasta descubrir el metal original y se harán nuevamente.

Tabla 6. Plan de muestreo simple para inspección dimensional de elementos estructurales en subestaciones

Tamaño lote	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
Hasta 25	2	0
26 a 50	3	0
51 a 90	5	0
91 a 150	8	0
151 a 280	13	0

Tabla 7. Plan general de pruebas

Tipo de elemento	Definición del lote	Pruebas para realizar	Número de pruebas por lote	Norma aplicable
Perfiles y placas	Perfiles de igual dimensión, despacho y colada	Análisis químico	Por colada	ASTM A36, A572
		Análisis mecánico	Según norma	ASTM A36, A572, A370
		Control dimensional e inspección visual	Ver Tabla 8	ASTM A6 y Planos de fabricación
		Galvanizado	Ver Tabla 10	ASTM A123, A143, A153
Pernería y accesorios, pernos o pernos de escalera, pernos de anclaje	Totalidad de elementos de un mismo diámetro y longitud, galvanizados en un mismo turno y por un mismo operador	Análisis químico	Ver Tabla 10	ASTM A325, A394, A563, F436
		Análisis mecánico	Ver Tabla 10	ASTM A325, A394, A563, A370 F436
		Control dimensional e inspección visual	Ver Tabla 10	ASTM A325, A394, A563, F436
		Galvanizado	Ver Tabla 10	ANSI/ASME B1.1, B.18.2.1 y B.18.2.2
Soldadura	Suministro	Inspección visual y porosidad	100%	AWS D1.1
		Tintas penetrantes	100%	ASTM E165M y E1417M
Mezcla para galvanizado	Según norma	Análisis químico	Según norma	ASTM B6, B201 y B695

Tabla 8. Plan de muestreo simple para inspección de galvanizado de elementos estructurales en subestaciones

Tamaño lote	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
Hasta 3	Todas	0
4 a 500	3	0
501 a 1200	5	0
1201 a 3200	8	0
3201 a 10000	13	0
Más de 10001	20	0

Tabla 9. Plan de muestreo para pernos, tuercas y golillas

Tamaño lote	Muestra propiedades mecánicas	Pruebas de galvanizado	Número permitido de defectuosos
Hasta 800	1	3	0
801 a 8000	2	3	0
8001 a 35000	3	3	0
35001 a 150000	8	5	0
Más de 150001	13	8	0

Tabla 10. Plan de muestreo para inspección de perfiles estructurales y herrajes galvanizados (para ensayos no destructivos)

Tamaño del lote a inspeccionar	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
1 a 20	Todo	0
21 a 280	20	0
281 a 1200	80	1
1201 a 3200	125	2
3201 a 10000	200	3

Tamaño del lote a inspeccionar	Tamaño muestra	Número permitido de defectuosos
10001 a 35000	315	5
más de 35000	500	7

20.3 MONTAJE DE ESTRUCTURAS

El montaje de las estructuras solamente podrá iniciarse después de siete (7) días de terminado el hormigonado de las fundaciones, salvo que se usen acelerantes de resistencia en el hormigón.

Se deberán tomar las precauciones correspondientes para que las piezas no se dañen ni ensucien en los procesos previos ni durante el montaje.

En las piezas de la estructura no se podrán efectuar alteraciones tales como modificar o agregar agujeros, efectuar cortes adicionales u otras.

Si el sistema de montaje consiste en ensamblar secciones en el suelo y luego apernar secciones sucesivas, cada una se apernará a la anterior con a lo menos el 50% de los pernos de cada nudo de la unión, colocados con apriete reducido, el que será suficiente para asegurar que la estructura resista los esfuerzos correspondientes a las etapas de montaje.

El armado de vigas enrejadas y pilares enrejados se ejecutará preferentemente sobre una superficie horizontal o en su defecto, apoyadas en puntos suficientemente cercanos para que durante el montaje no se produzcan deformaciones permanentes ni solicitaciones superiores a las de diseño.

Las estructuras atirantadas podrán armarse en posición horizontal, cuidando que no se produzcan deformaciones debido a la posición en la que está, y posteriormente ser colocadas en posición vertical. En este caso, antes de iniciar la erección de la estructura deberán estar colocados el 100% de sus pernos con los torques de apriete especificados.

El método de erección deberá garantizar que la fundación de los pilares no sea sometida a esfuerzos horizontales. Además de lo anterior, no se permitirá que se empleen los anclajes de los tirantes para anclar elementos auxiliares de montaje. En caso de usar armaduras preformadas en los extremos de los tirantes, cada una de ellas se podrá usar sólo una vez, prohibiéndose su reutilización.

Se deberá evitar el destrenzado de los extremos de los tirantes y los de cada armadura preformada si se usan. Los pernos recibirán un apriete final con llave dinamométrica hasta alcanzar los valores de torque especificados. Este apriete final sólo se ejecutará después de montada la estructura completa. Se deberá tener a disposición de la Inspección para su uso exclusivo, llaves de torque para revisar el apriete de los pernos.

Para el apriete de los pernos se usarán los siguientes valores de torque:

Tabla 11. Torque para pernos según diámetro

Diámetro	Torque (kg-m)
1/2"	5
5/8"	11
3/4"	17
1"	34

Para el apriete de los pernos de anclaje se usarán los siguientes valores de torque:

Tabla 12. Torque para pernos de anclaje según diámetro

Diámetro	Torque (kg-m)
3/4" y 7/8"	10
1", 1 1/4" y 1 1/2"	20

Se aceptará una tolerancia de ± 1 kg-m para dichos torques.

20.4 TOLERANCIAS DE MONTAJE

- Rotación

En cada estructura, el eje vertical de una sección horizontal a cualquier altura, no deberá quedar con una desviación rotacional mayor que 25 minutos de grado centesimal con respecto a su posición teórica.

- Verticalidad

Desplome de ejes de pilares de más de 2 m de altura: 1/750 de la altura sobre la fundación

Desplome de ejes de pilares de menos de 2 m de altura: 1/500 de la altura sobre la fundación

- Rectitud

Cada elemento de la estructura deberá quedar recto dentro de una tolerancia de 0,2% de la longitud de cualquier trozo medido.

20.5 REPARACIONES DE MONTAJE

Las piezas detectadas por la Inspección Técnica con fallas o errores de fabricación deberán ser reemplazadas por la maestranza sin costo adicional para el mandante, incluido los medios de transporte que se utilicen para mover dicho material.

Las reparaciones del galvanizado de las piezas de las estructuras deberán ser hechas por inmersión en caliente.

*** FIN DEL DOCUMENTO ***