



**UNIDAD DE NEGOCIO EL ORO**

**CONTRATO No. 019-2022**

**“EOR ESTUDIOS TÉCNICOS INTEGRALES PARA  
LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE REPOTENCIACIÓN  
Y AMPLIACIÓN EN SUBESTACIONES DE CNEL  
EP UN EL ORO GD”**

**PROYECTO 5:**

**CAMBIO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN EN LA  
SUBESTACIÓN LA PRIMAVERA**

**ANEXO 2**

*Especificaciones de montaje para la obra  
electromecánica*

**C.E.C ELECTRIORO S.A.S.**

***Firma Consultora***





## ÍNDICE

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE ELECTROMECAÁNICO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 69/13.8 KV .....	6
1 ALCANCE .....	6
2 REQUISITOS FUNCIONALES .....	6
3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS .....	7
4 EQUIPOS, MATERIALES Y DOCUMENTACIÓN SUMINISTRADOS POR EL/LA CONTRATISTA8	
5 PROGRAMA DE MONTAJE.....	8
6 DOCUMENTACIÓN “AS BUILT” TAL COMO CONSTRUIDO .....	9
7 MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES ELÉCTRICOS.....	9
7.1 INTERRUPTOR DE POTENCIA Y RECONECTADORES.....	9
7.1.1 GENERALIDADES .....	9
7.1.2 INSTALACIÓN.....	9
7.2 MONTAJE DE SECCIONADORES TRIPOLARES.....	10
7.2.1 GENERALIDADES .....	10
7.2.2 INSTALACIÓN.....	10
7.3 APARTARRAYOS O DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN.....	11
7.3.1 GENERALIDADES .....	11
7.3.2 INSTALACIÓN.....	11
7.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL Y TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.....	12
7.4.1 GENERALIDADES .....	12
7.4.2 INSTALACIÓN.....	12
CAJAS DE AGRUPAMIENTO .....	13
7.5 AISLADORES .....	13
7.6 CONDUCTORES, CABLES DE ALTA TENSIÓN E HILOS DE GUARDA.....	14
7.6.1 CONEXIONES DE BARRAS Y CABLES DE ALTA TENSIÓN .....	14
7.6.1.1 Generalidades .....	14
7.6.2 TENSADO DE CONDUCTORES .....	14
7.6.2.1 Generalidades .....	14
7.6.2.2 Conductores de aluminio y de cobre.....	14
7.6.2.3 Preparación de conectores .....	14





7.6.2.4 Precauciones de seguridad.....	15
7.6.2.5 Tensión de conductores .....	15
7.6.2.6 Reparaciones.....	16
7.6.2.7 Empalmes Permanentes .....	16
7.6.2.8 Ajuste de la flecha .....	17
7.6.3 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO DE MONTAJE DE CABLES Y CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN E HILOS DE GUARDA. ....	17
Vanos .....	17
Barras en tensión .....	18
Hilos de guarda .....	18
7.6.4 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO DE CABLE MONOFÁSICO 15 KV XLPE.....	18
Instalación.....	18
Conexión en ambos extremos.....	18
7.7 MONTAJE DE CABLES AISLADOS DE CONTROL Y FUERZA PARA BAJA TENSIÓN Y CABLES DE FIBRA ÓPTICA.....	18
7.7.1 CABLES DE CONTROL Y FUERZA .....	18
Cables en bandejas portacables.....	20
Cableado en gabinetes.....	20
Empalmes. ....	20
Terminaciones.....	20
Identificación. ....	21
Misceláneos .....	21
7.7.2 CABLES DE FIBRA ÓPTICA .....	21
7.7.3 FORMA DE PAGO.....	22
Instalación de los cables.....	22
Conexión de ambos extremos.....	22
7.8 BANDEJAS Y DUCTOS PORTACONDUCTORES.....	22
7.8.1 GENERALIDADES .....	22
7.8.2 BANDEJAS PORTACONDUCTORES .....	22
7.8.3 DUCTOS RÍGIDOS.....	23
7.8.4 MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	24
Generalidades .....	24





Ductos para cables en equipos y tableros .....	25
7.9 ESTRUCTURAS METÁLICAS .....	25
7.9.1 GENERALIDADES .....	25
7.9.2 ESTRUCTURAS .....	25
Marcado de los miembros .....	25
Ensamblaje.....	25
Pernos, Tuercas y Arandelas de Presión .....	26
Reparación de daños.....	27
Montaje .....	27
7.9.3 CALZAS DE LAS PLACAS DE BASE .....	28
7.9.4 FABRICACIÓN DE PIEZAS ESTRUCTURALES DE ACERO GALVANIZADO .....	28
7.9.5 MEDIDA Y FORMA DE PAGO DE MONTAJE Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS..	28
Montaje de estructuras.....	29
7.10 MONTAJE DE TABLEROS DE CONTROL, MEDICIÓN Y PROTECCIÓN.....	29
7.10.1 GENERALIDADES .....	29
7.10.2 AJUSTES Y CALIBRACIÓN .....	29
7.10.3 MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	29
7.11 MONTAJE DE TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES .....	30
7.11.1 GENERALIDADES .....	30
Características de Operación .....	30
Fuente de potencia para uso durante la construcción .....	30
7.11.2 EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES.....	31
7.12 MONTAJE DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA .....	31
7.12.1 GENERALIDADES .....	31
7.12.2 VARILLAS COPPERWELD .....	32
7.12.3 MEDIDA Y FORMA DE PAGO .....	32
Malla de tierra principal o reticulado.....	32
Conexiones a la malla de tierra principal .....	33
7.13 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR.....	33
7.13.1 ALCANCE .....	33
7.13.2 NORMAS .....	33
7.13.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	34





7.13.3.1	Generales .....	34
7.13.4	TRANSPORTE .....	34
7.14	INSPECCIÓN DE ACEPTACIÓN DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO Y PRUEBAS. ....	34
7.14.1	GENERALIDADES .....	34
7.14.2	ALCANCE .....	35
7.14.3	RESPONSABILIDAD .....	35
7.14.4	INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PRUEBAS.....	35
7.14.5	INSPECCIÓN.....	36
7.14.6	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	36
7.14.7	PROGRAMA DE PRUEBAS .....	37
7.14.7.1	Ítems de inspección de pruebas preliminares de funcionamiento .....	37
7.14.8	CONDUCTORES AÉREOS, HILOS DE GUARDA Y DERIVACIONES A EQUIPOS .....	38
7.14.9	EQUIPO DE ALTA TENSIÓN .....	38
7.14.9.1	Aceites aislantes.....	38
7.14.9.2	Interruptores.....	39
7.14.9.3	Seccionadores .....	39
7.14.9.4	Transformadores de Potencial .....	39
7.14.9.5	Apartarrays .....	40
7.14.9.6	Transformadores de Corriente .....	40
7.14.9.7	Inyección primaria y secundaria.....	40
7.14.10	SERVICIOS AUXILIARES .....	40
7.14.10.1	Generalidades .....	40
7.14.10.2	Alimentadores subterráneos de media tensión .....	41
7.14.10.3	Cables de baja tensión para control y fuerza .....	41
7.14.11	DUCTOS PARA CABLES .....	41
7.14.12	MALLA DE TIERRA .....	42
7.14.13	TABLEROS DE CONTROL .....	42



NOVIEMBRE 2022





# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA MONTAJE ELECTROMECAÁNICO DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE 69/13.8 KV

## 1 ALCANCE

Estas especificaciones cubren los requerimientos para el montaje electromecánico de los equipos contemplados en el diseño de la **CAMBIO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN EN LA SUBESTACIÓN LA PRIMAVERA.**

Cada posición de bahía de 13,8 kV para transformador de potencia está conformada por un interruptor tipo tanque muerto, seccionadores tripolares de barra, de línea y de bypass, apartarrayos tipo estación.

Cada posición de bahía de 13,8 kV para alimentador está conformada por un reconector, seccionadores unipolares de barra y de tipo tándem para línea y bypass, apartarrayos tipo estación. Adicionalmente, cuenta con transformadores externos para medida (TC y TP) con cajas de agrupamiento.

Estos equipos son de tipo convencional con los accesorios necesarios para un funcionamiento adecuado.

Se incluye también montaje de estructuras metálicas, la instalación de los tableros de control, protección y medición, sistemas de servicios auxiliares de corriente continua y de corriente alterna, instalación de barras y conexión a equipos, tendido de cables de 15 kV con sus respectivos conectores, tendido de cables de control y fuerza, sistema de iluminación exterior normal y sistema de puesta a tierra.

## 2 REQUISITOS FUNCIONALES

El/La Contratista, para la construcción de las obras civiles y para el montaje electromecánico de los equipos debe disponer a más del personal idóneo para ejecutar todas y cada una de las actividades relacionadas con la obra, de maquinaria, equipos y herramientas tales como:

- Vehículos para movilizar al personal, equipos y materiales.
- Oficinas temporales con los servicios básicos incluyendo internet, copiadora.
- Bodegas para recepción y almacenamiento de equipos y materiales.
- Montacargas y camión grúa hidráulica.
- Equipos de medición eléctrica.





- Equipos de limpieza.
- Equipos y materiales requeridos para la ejecución completa del montaje que constan en la Tabla de Cantidades y Precios.
- Equipos para pruebas eléctricas pre funcionales, funcionales y puesta en servicio.
- De requerirse una fuente de potencia de emergencia, el/la Contratista deberá proveerla.

### 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

A continuación, se indica el detalle de los principales trabajos que se deberá realizar por parte del/de la Contratista:

- Implementación de un nuevo pórtico metálico de 13.8 kV de al menos 7 bahías para alimentador, una bahía para servicios auxiliares y una bahía para interruptor principal.
- Interconexión entre nuevas bahías de 13.8 kV y las posiciones de salida de alimentadores existentes.
- Interconexión subterránea entre transformador existente y el nuevo pórtico de 13.8 kV.
- Contemplar la instalación de interruptores de tipo tanque muerto con sus respectivos equipos de protección para posición general de barra de 13.8 kV.
- Los diseños serán totales y serán considerados mediante implantaciones, estructuras modulares, accesos que no interfieran y se acoplen con la estructura y equipamiento existente.
- Para los diseños del aislamiento eléctrico se utilizarán las distancias de fuga correspondientes a un nivel de contaminación severa (nivel 3) según lo define la norma IEC 60815 tomando el máximo voltaje fase-fase para el cálculo.
- Pruebas y Energización del nuevo equipamiento de la ampliación de la subestación La Primavera.
- Montaje de las estructuras metálicas para pórticos (vigas y columnas), y estructuras soporte para equipo primario.
- Instalación del equipo primario para 13,8kV.
- Conexión de todos los equipos y estructuras metálicas a la malla principal de puesta a tierra.
- Instalación de tablero de servicios auxiliares de corriente continua y de corriente alterna.
- Tendido y conexionado de cables de control y de fuerza con pruebas de verificación punto a punto de continuidad, resistencia de aislamiento y conexionado del cableado.
- Fijación de cables en las canaletas y bandejas portaconductores.
- Instalación de sistema de alumbrado exterior incluyendo brazos, luminarias y tendido de cables de iluminación
- Instalación del sistema de malla de tierra, incluyendo la conexión al mismo de equipos, estructuras y más elementos metálicos que requieren de esa conexión.
- Entrega de los planos en AutoCAD y ArcGIS para la actualización en el SIG de la construcción de la obra
- Liquidación física y contable de la obra.





- Recepción provisional y definitiva de la obra
- Aplicación del procedimiento de la Guía y Buenas Prácticas Ambientales.

#### **4 EQUIPOS, MATERIALES Y DOCUMENTACIÓN SUMINISTRADOS POR EL/LA CONTRATISTA**

El servicio requerido para la instalación de equipos de alta tensión, media y baja tensión se incluirán en los precios unitarios cotizados en la Tabla de Cantidades y Precios para cada ítem, ejecutado a satisfacción de la Fiscalización.

Estos precios unitarios deben incluir: toda la mano de obra, equipos y herramientas; la carga, descarga, transporte hasta el sitio de instalación, el almacenamiento; las facilidades necesarias; en ensamblaje de las partes, el montaje, la calibración y ajuste de equipo e instrumentos: las reparaciones y/o adaptaciones menores y repintado cuando se requiera. Se incluirá en el costo de montaje del equipo los ductos requeridos para interconectar el mecanismo de operación, control o agrupamiento con la canaleta más próxima, los ductos serán de PVC reforzado mínimo 1 mpa para los subterráneos y metálicos rígidos galvanizados, con sus accesorios, para los exteriores. Si adicionalmente a los materiales y equipos descritos en esta sección y/o en la Tabla de Cantidades y Precios, se requieren otros para completar el servicio, estos serán suministrados e instalados por el/la Contratista, y su costo debe estar incluido en los precios unitarios de los ítems en los cuales dichos materiales y equipos son requeridos.

Los materiales misceláneos para el montaje electromecánico que se requieren para completar el servicio a satisfacción de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro tales como: conectores para cables de control y fuerza, cinta aislante de baja tensión, amarras, elementos de sujeción de ductos y cables, pintura, aditivos, grasas, lubricantes, galvanizante en frío, tapones de ductos, entre otros, así como sus costos, deberán ser considerados dentro de los rubros correspondientes ofertados en la Tabla de Cantidades y Precios.

Los precios unitarios deben incluir todos los costos para completar el trabajo en forma satisfactoria, de acuerdo con los planos, estas especificaciones y las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes.

Previo al suministro, el oferente deberá presentar a la CNEL EP Unidad de Negocio El Oro las características técnicas de los materiales, los diseños de la rotulación y planos as built para su aprobación.

#### **5 PROGRAMA DE MONTAJE**

El/La Contratista debe preparar el programa inicial detallado de montaje y las actualizaciones semanales, indicando los días y las actividades que requieran ser consignados al Operador







Nacional de Electricidad CENACE y al Centro de Control de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro para su ejecución, con el objeto de satisfacer los plazos contractuales. Además del organigrama deberá indicar el personal que será encargado de realizar cada una de estas actividades. La CNEL EP Unidad de Negocio El Oro solicita que el registro y control de esta información sea realizado a través del programa Microsoft Project.

## **6 DOCUMENTACIÓN “AS BUILT” TAL COMO CONSTRUIDO**

Una vez terminadas las pruebas finales de las instalaciones, el/la Contratista elaborará toda la información técnica de cómo quedaron las instalaciones “as built”. Esta información técnica constará de planos, memoria técnica, listas de cableado, etc. y será un requisito previo a la entrega final de la obra como una obligación adicional del contratista.

Toda la documentación “as built” deberá ser entregada en copias magnéticas y en copias impresas, debidamente encuadradas y rotuladas en la cantidad solicitada por la CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

## **7 MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES ELÉCTRICOS**

### **7.1 INTERRUPTOR DE POTENCIA Y RECONECTADORES**

#### **7.1.1 GENERALIDADES**

Los interruptores que se instalarán en la subestación eléctrica serán de tipo tanque muerto, en vacío para 13,8 kV, de maniobra tripolar. Adicionalmente, se instalarán reconectores de operación tripolar en vacío.

#### **7.1.2 INSTALACIÓN**

El montaje de los interruptores o reconectores deberá realizarse de acuerdo a lo especificado en las instrucciones del fabricante, a menos que el supervisor de montaje del fabricante y/o el supervisor de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro recomiende otro procedimiento.

Para el montaje se deben observar las siguientes recomendaciones:

- Inspección visual de los equipos para detectar posibles daños ocurridos durante el transporte.
- Verificar que los equipos están completos conforme a los planos del fabricante.
- Notificar al supervisor del fabricante y/o al Fiscalizador de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, la existencia de cualquier daño físico o discrepancia con los planos del fabricante.
- Instalar las estructuras soporte, verificando la colocación de arandelas planas en todos los pernos de anclaje.



- Izar el equipo completo o los polos en forma individual, mediante estrobos o eslingas adecuadas empleando una grúa de suficiente capacidad en tonelaje y altura y ubicar el interruptor sobre la estructura soporte o bancada, verificar luego su nivelación y alineamiento. Se recomienda antes de cualquier actividad leer las instrucciones del fabricante para garantizar un correcto izaje y evitar esfuerzos mecánicos dañinos al equipo.
- Antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión, se deberá primero conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura; el cable de conexión (4/0 desnudo de cobre), el conector para el interruptor, los conectores a la estructura soporte y el conector de compresión con el reticulado o malla principal de tierra, deberán incluirse dentro del precio del ítem correspondiente a instalación del interruptor luego de lo cual se realizarán las conexiones de alta tensión.
- Instalación de tuberías de cables de control y fuerza entre el tablero de control del equipo y la canaleta de cables.
- Toda conexión con bushing/polos del interruptor o reconector se lo hará con terminales de compresión para calibre de conductor adecuado.
- Pruebas de operación del equipo de Nivel 0, según los instructivos del fabricante.

## 7.2 MONTAJE DE SECCIONADORES TRIPOLARES.

### 7.2.1 GENERALIDADES

Los seccionadores ubicados hacia la barra de 13,8 kV serán para montaje vertical, tripolares, de tres columnas, giratorio de doble apertura lateral, operados en grupo mediante motor.

Los seccionadores para el bypass de 13,8 kV serán para montaje horizontal, tripolares, de tres columnas, giratorio de doble apertura lateral, operados en grupo mediante motor.

Los seccionadores ubicados hacia la salida de la bahía de transformador de potencia serán para montaje vertical, tripolares, de tres columnas, giratorio de doble apertura lateral, operados en grupo mediante motor y cuchillas de puesta a tierra operadas manualmente en grupo.

Los seccionadores se suministrarán en partes, estructura de soporte, columnas de aisladores, bases, contactos fijos y móviles y mecanismo de operación, en embalajes separados.

### 7.2.2 INSTALACIÓN

El montaje de los seccionadores debe realizarse de acuerdo a lo especificado en el manual del fabricante, y a las instrucciones del supervisor de montaje de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

Para la instalación de los seccionadores se debe observar en general las siguientes recomendaciones:

- Inspeccionar los equipos para detectar posibles daños ocurridos durante el transporte.



- Verificar que los equipos estén completos, conforme a los planos del fabricante.
- Notificar al Fiscalizador de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, la existencia de cualquier daño físico o discrepancia con los planos del fabricante.
- Antes de cualquier actividad leer las instrucciones del fabricante para garantizar un correcto izaje y evitar esfuerzos mecánicos dañinos al equipo.
- Los mecanismos de operación se montarán, nivelarán y alinearán sobre los soportes, conforme a los planos.
- La cabina de mando, incluyendo el motor de operación se instalará en la columna del pórtico correspondiente entre 1.00 a 1.50 m de altura del piso terminado.
- Las conexiones de alta tensión deben realizarse antes de la alineación final de los seccionadores, para prevenir posteriores desalineaciones debidas al peso adicional de los conductores.
- El mecanismo de operación de los seccionadores, debe ser ajustado de tal manera que todos los polos del seccionador, cierren y abran estableciendo una buena conexión eléctrica para lo cual se medirá la resistencia de contactos. Los mecanismos de interbloqueo deben ser regulados y todas las conexiones de empalme apretadas correctamente.
- Instalación de ductos de cables de control y fuerza a las canaletas correspondientes.
- Antes de realizar las conexiones del conductor de alta tensión, se deberá primero conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura, el cable de conexión (4/0 desnudo de cobre); el conector compresión para el seccionador, los conectores a la estructura soporte y el conector de compresión con el reticulado o malla principal de tierra, deberán incluirse dentro del precio del ítem correspondiente a instalación del seccionador. A continuación, se procederá a la conexión de los conductores de alta tensión.
- Se realizarán las pruebas de apertura y cierre de los seccionadores operados a motor desde el nivel cero de acuerdo a las instrucciones del fabricante para el efecto.
- Se realizarán las pruebas de apertura y cierre de los seccionadores de operación manual.

### **7.3 APARTARRAYOS O DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN.**

#### **7.3.1 GENERALIDADES**

Los apartarrayos tipo estación son para montaje exterior sobre estructuras metálicas.

El montaje de los apartarrayos debe realizarse de acuerdo a lo especificado en el manual del fabricante, y a las instrucciones del fiscalizador de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

#### **7.3.2 INSTALACIÓN**

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

- Inspeccionar los equipos para detectar posibles daños ocurridos durante el transporte.
- Verificar que los equipos estén completos conforme a los planos del fabricante.



- Notificar al fiscalizador de la CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, la existencia de cualquier daño físico o discrepancia con los planos del fabricante.
- Instalar las estructuras soporte, verificando la colocación de arandelas planas en todos los pernos de anclaje.
- Izar el apartarrayo sujetado por eslingas adecuadas, empleando una grúa de suficiente capacidad en tonelaje y altura. Fijar el apartarrayo sobre la estructura verificando su nivelación y alineación. Se recomienda antes de cualquier actividad leer las instrucciones del fabricante para garantizar un correcto izaje y evitar esfuerzos mecánicos dañinos al equipo.
- Instalar el contador de descarga en la estructura soporte del apartarrayo, a una altura de 1,50 m. desde la base de la estructura, a fin de facilitar a los operadores en las lecturas de corrientes de fuga y número de descargas.
- Antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión, se deberá primero conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura, el cable de conexión (4/0 AWG desnudo de cobre); el conector compresión para el apartarrayo, los conectores a la estructura soporte, los conectores para la entrada y salida del contador de descargas y el conector de compresión con el reticulado o malla principal de tierra, deberán incluirse dentro del precio del ítem correspondiente a instalación del apartarrayo.
- Una vez verificada la conexión a tierra del apartarrayo, proceder a conectar el conductor de alta tensión al terminal del apartarrayo, empleando pernos, tuercas y arandelas galvanizadas, grasa lubricante, láminas bimetálicas (de ser necesarias), que permitan realizar una conexión firme y segura.

## **7.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL Y TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.**

### **7.4.1 GENERALIDADES**

Los transformadores de potencial y transformadores de corriente son para montaje exterior sobre estructuras metálicas.

El montaje de los transformadores para instrumentos debe realizarse de acuerdo a lo especificado en el manual del fabricante, y a las instrucciones del supervisor de montaje de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

### **7.4.2 INSTALACIÓN**

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

- Inspeccionar los equipos para detectar posibles daños ocurridos durante el transporte.
- Verificar que los equipos estén completos conforme a los planos del fabricante.
- Verificar polaridad.
- Notificar al fiscalizador de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, la existencia de cualquier daño físico o discrepancia con los planos del fabricante.
- Instalar la estructura de soporte, verificando la colocación de arandelas planas en todos



los pernos de anclaje.

- Izar el transformador para instrumentos sujetado por eslingas adecuadas, empleando una grúa de suficiente capacidad en tonelaje y altura y fijar el transformador sobre la estructura soporte verificando su nivelación, alineación y las marcas de los terminales primarios. Se recomienda antes de cualquier actividad leer las instrucciones del fabricante para garantizar un correcto izaje y evitar esfuerzos mecánicos dañinos al equipo.
- Antes de realizar la conexión del conductor de alta tensión, se deberá primero conectar la puesta a tierra del equipo de manera firme y segura, el cable de conexión (4/0 desnudo de cobre); el conector de compresión para el transformador de medición, los conectores a la estructura soporte y el conector de compresión con el reticulado o malla principal de tierra, deberán incluirse dentro del precio del ítem correspondiente a instalación del transformador de medición.
- En los transformadores de corriente se debe aterrizar siempre un terminal de cada devanado secundario del transformador. Sin embargo, cuando el secundario del transformador esta interconectado, se deberá tener un único punto de aterrizamiento para prevenir paralelismo accidental con el cable del sistema de puesta a tierra.
- En los transformadores de corriente se debe cortocircuitar siempre el secundario para prevenir voltajes inducidos que podrían ser peligrosos para el personal o causar daños en el transformador.

#### CAJAS DE AGRUPAMIENTO

- La sumarización de las corrientes y voltajes de los transformadores de corriente y de potencial respectivamente, se realizará en cajas de agrupamiento suministradas y fijadas en la estructura soporte del medio para cada grupo de tres transformadores. Los cables de conexión entre las cajas de terminales del secundario de cada transformador y la caja de agrupamiento, se instalarán en ductos sobrepuestos y subterráneos conforme al detalle de montaje de los planos y que deben incluirse en el costo de montaje del equipo. De igual manera se incluirá en el costo de montaje del equipo los ductos requeridos para interconectar la caja de agrupamiento con la canaleta más próxima. Los ductos subterráneos serán de PVC reforzado, mínimo 1 MPa de resistencia a la presión, y los ductos exteriores serán metálicos rígidos, galvanizados por inmersión en caliente, con accesorios.

#### 7.5 AISLADORES

Todos los aisladores de suspensión, retención y de soporte de barras deben ser ensamblados e instalados como se indican en los planos.

No deben usarse aisladores defectuosos, astillados o rotos.

Previo a su instalación, los aisladores deben estar limpios. Para remover el polvo y otros materiales extraños, debe emplearse lanas de acero y paños de limpieza.





Antes que el equipo sea energizado, las superficies de porcelana deben ser pulidas hasta obtener un acabado brillante y las superficies metálicas limpiarse de cualquier contaminación.

## **7.6 CONDUCTORES, CABLES DE ALTA TENSIÓN E HILOS DE GUARDA**

### **7.6.1 CONEXIONES DE BARRAS Y CABLES DE ALTA TENSIÓN**

#### **7.6.1.1 Generalidades**

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

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

### **7.6.2 TENSADO DE CONDUCTORES**

#### **7.6.2.1 Generalidades**

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

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

#### **7.6.2.2 Conductores de aluminio y de cobre**

Los conductores de aluminio y de cobre deben ser limpiados y cubiertos con grasa grafitada antes de que se efectúen las uniones de compresión o apernados. La grasa será suministrada por el/la Contratista y debe ser aprobada por la Fiscalización de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

#### **7.6.2.3 Preparación de conectores**





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

#### **7.6.2.4 Precauciones de seguridad.**

Se instalará un tipo de puesta a tierra móvil, para que se ponga a tierra segura y constantemente, cada conductor y el cable de guarda.

Las cuadrillas de engrapado y quienes trabajen sobre conductores, deben ser protegidos con puestas a tierra individuales del tipo grapa, colocado con pértiga de trabajo en caliente, en cada sitio de trabajo.

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

Deben considerarse medidas alternativas que ofrezcan igual o mayor protección.

#### **7.6.2.5 Tensión de conductores**

Los conductores de fase y los cables de guarda deben ser tensados de manera tal de no exponerlos a abrasión u otros daños. Deben usarse revestimientos no metálicos para proteger cualquier parte de estructuras, superficies del terreno u obstrucciones que puedan tocar los cables durante la instalación. No se permitirá que los cables toquen el suelo.

Los conductores y cables de guarda deben ser instalados en longitudes completas y de manera que sus hilos no se corten, sufran abrasión o se ensortijen.

Si el conductor sufre algún daño debido al equipo, métodos o falta de adecuada protección, y si en opinión de la Fiscalización no pueden ser reparados, las longitudes dañadas deben ser retiradas y reemplazadas a costo del/de la Contratista.

El/La Contratista debe observar la siguiente secuencia de tensado:

- Los cables de guarda.
- Las barras con tensión mecánicas.
- Derivaciones a los equipos; y
- Las conexiones a las líneas de transmisión

Las cuadrillas de engrapado y quienes trabajen sobre conductores, deben ser protegidos con puestas a tierra individuales del tipo grapa, colocado con pértiga de trabajo.



### 7.6.2.6 Reparaciones

Tan pronto como se detecte algún defecto o daño en los conductores, estos serán reparados de acuerdo con las siguientes instrucciones, a criterio de la Fiscalización:

- Reemplazo con conductor nuevo.
- Instalación de mangas de reparación en la parte dañada.
- Reparación por pulido manual.

Los daños de los conductores se clasifican en la siguiente forma:

#### **Daños pequeños:**

Aquellos rayados o raspados de los hilos que no afectan la resistencia de los hilos dañados y que pueden repararse con alisado mediante una lija fina.

#### **Cortes severos:**

En los hilos del conductor que no puedan ser reparados manualmente con lija debido a la profundidad o extensión del daño y que reduzca la resistencia de los hilos exteriores, afectando a no más del equivalente a tres hilos, debe repararse con manguitos de reparación. Se considerará inútil cualquier hilo que haya perdido más del cincuenta por ciento (50%) de su sección.

#### **Daños severos:**

Daños mayores que los descritos en los párrafos precedentes, deben repararse mediante la remoción y reemplazo de la sección completa de cable afectado.

En caso de que se detecten signos de corrosión, el/la Contratista debe separar los carretes que contengan los conductores corroídos y debe informar a la Fiscalización.

### 7.6.2.7 Empalmes Permanentes

Todos los empalmes permanentes para los conductores se instalarán después del tensado, pero antes de la operación de flechado.

Todos los empalmes de plena tensión y manguitos de reparación serán del tipo de compresión y en su instalación se debe tener cuidado de proteger al conductor de abrasiones o daños. La instalación será efectuada por personal experimentado, en estricta concordancia con las instrucciones del fabricante o las que indique la Fiscalización y en presencia de ésta.

Las instalaciones defectuosas y/o no aprobadas deben ser retiradas y reemplazadas.





Los dados y la prensa serán del tipo aprobado por la Fiscalización. Los dados serán inspeccionados permanentemente y cualquiera que estuviere gastado o dañado, será reemplazado por el/la Contratista.

#### **7.6.2.8 Ajuste de la flecha**

El método de ajuste de la flecha para los cables de guarda y los conductores deben ser propuestos por el/la Contratista y estará sujeto a la aprobación de la Fiscalización. La flecha debe chequearse mediante teodolito. Se permitirá una tolerancia no mayor de +/- 3 %.

Para definir la temperatura de ajuste de la flecha se usará un termómetro aprobado, el cual debe estar insertado en el núcleo de un tramo de conductor de longitud adecuada. Este tramo de conductor se pondrá a pleno sol, a una altura de por lo menos 4 metros sobre el suelo, por un período no menor de treinta (30) minutos antes de la operación de ajuste de la flecha. La temperatura que se lea será usada como temperatura de ajuste de flecha.

La Fiscalización verificará las flechas y en caso de que los valores medidos se encuentren fuera de la tolerancia especificada, el/la Contratista a su costo debe efectuar las correcciones correspondientes. Después de ajustada la flecha, los conductores deben ser marcados con precisión para la instalación de las grapas terminales.

El ajuste de la flecha debe ser hecho en el siguiente orden:

- Los cables de guarda.
- Las barras con tensión mecánicas.
- Los vanos entre pórticos.
- Las conexiones a las líneas de transmisión.

#### **7.6.3 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO DE MONTAJE DE CABLES Y CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN E HILOS DE GUARDA.**

##### **Vanos**

Se medirá por vano trifásico instalado, independiente de su longitud. Se define como vano, la sección de tres conductores (vano simple) o seis conductores (vano doble) de fase, conectados entre pórticos de la Posición y pörtico o torres de línea.

En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con la instalación de cadenas de aisladores, ensamblajes para sujeción, tendido de los conductores y sujeción a las grapas terminales, conectores, terminal de compresión, tensado de los conductores de fase y conexión a los conductores de la línea y de la Subestación.



Los conductores de fase e hilos de guarda de los vanos trifásicos se pagará conforme la Tabla de Cantidades y Precios.

### **Barras en tensión**

Se medirá por vano trifásico instalado, independiente de su longitud. Se define como vano, a la sección trifásica conectada entre dos puntos de retención dentro de la subestación. En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con el tendido de los conductores e instalación de las cadenas de aisladores asociados, accesorios de sujeción/conexión y la instalación de cuellos muertos donde se requiera.

### **Hilos de guarda**

Se medirá por vano trifásico instalado, independiente de su longitud. Se define como vano, la sección de conductor simple conectado entre dos puntos de retención dentro de la subestación.

En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con el tendido, sujeción a las grapas terminales, tensado de los cables y la instalación de los ensamblajes de retención para los hilos de guarda.

## **7.6.4 MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO DE CABLE MONOFÁSICO 15 kV XLPE**

### **Instalación**

Se medirá por metro de cable monofásico instalado, medido a lo largo del eje del cable entre puntos terminales. La conexión en ambos extremos se pagará por separado.

En el precio unitario deben estar incluidas además todos los costos asociados con: la colocación, engrape y protección del cable en los ductos.

### **Conexión en ambos extremos**

Se medirá por conjunto instalado y probado. Se define como un conjunto la conexión de ambos extremos de cada conductor monofásico. En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con: instalación de puntas terminales, la instalación de conectores y demás accesorios, en ambos extremos del cable y su puesta a tierra.

## **7.7 MONTAJE DE CABLES AISLADOS DE CONTROL Y FUERZA PARA BAJA TENSIÓN Y CABLES DE FIBRA ÓPTICA.**

### **7.7.1 CABLES DE CONTROL Y FUERZA**





Los cables de control y fuerza se instalarán y conectarán de acuerdo a las tablas de tendido respectivas, las cuales tendrán la información de:

- Identificación del cable
- Longitud y trayectoria del cable
- Tipo del cable: número de conductores, calibre de cada conductor
- Equipo de salida y equipo de llegada del cable
- Función del cable
- Número de bornera del equipo de salida y número de bornera del equipo de llegada de cada conductor
- Marquilla de cada conductor

Los cables se instalarán en ductos de acero galvanizado, en ductos no metálicos, o en bandejas, según se indique en los planos. Las terminaciones deben estar sujetas a la aprobación de la Fiscalización. Cada cable y cada conductor debe ser numerado e identificado en los extremos y a lo largo de su recorrido, cada diez (10) metros. Los conectores terminales deberán ser del tipo anillo; la numeración o marquilla de los cables principales deberá ser impreso en placas de baquelita de fondo negro y letras blancas legibles y las marquillas de los conductores, deben ser termocontraíbles incluyendo en cada hilo el origen y destino de acuerdo a la lista de cables.

Las pruebas de resistencia de aislamiento de cada uno de los hilos de los cables deben ser ejecutados por el/la Contratista, por medio de un medidor de aislamiento de 1000 Vcc, el cual deberá tener el certificado de calibración actualizado.

Luego de la medición de aislamiento se realizarán las pruebas de continuidad de los circuitos, utilizando un multímetro con la certificación actualizada, zumbador, campana o teléfono. El cableado se instalará de acuerdo con las normas aplicables y las prácticas de cableado aceptadas por la CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

Antes de proceder con el trabajo, el/la Contratista debe verificar todas las dimensiones, distancias libres y tamaño, y asumirá la plena responsabilidad por su propia verificación de las dimensiones y por el adecuado ajuste de ellas a las dimensiones reales de instalación.

Los cables deben ser instalados, de tal manera que no sufran cortes o abrasiones en su aislamiento o en su cubierta protectora y que no se enreden los alambres, en longitudes completas entre puntos terminales; en los extremos deben dejarse longitudes de cable adecuadas, con el objeto de realizar las conexiones en forma conveniente, que deben ser hechas con conectores no soldados, tipo compresión y serán cubiertas con un aislamiento igual al del cable.

Los cables no deben instalarse, hasta que no se retiren todos los elementos extraños de los ductos, cajas y gabinetes y se haya eliminado toda la humedad existente. El tendido de los cables se hará de manera gradual y uniforme, para no exceder las tensiones máximas recomendadas por el fabricante. Cuando sea necesario lubricante, debe usarse solamente material recomendado por el fabricante de los cables.





Los circuitos de derivación deben ser marcados en los paneles y en las cajas de conexión, para identificar los diferentes circuitos con marcas adhesivas, a colocarse después que los cables hayan sido instalados en los ductos.

Los paneles de control en la sala de control, se suministrarán con alambrado interno completo hasta los bloques terminales, por lo tanto, el/la Contratista debe ejecutar solamente el alambrado para interconexiones.

### **Cables en bandejas portacables.**

Los cables y alambres instalados en bandejas portacables deben ser amarrados firmemente con material no metálico a la estructura de la bandeja y colocados en capas para proveer una instalación limpia y ordenada. Los cables que forman un circuito, deben ser amarrados juntos entre sí.

Debe darse una atención especial a los factores de corrección basados en el agrupamiento y arreglo de los cables.

### **Cableado en gabinetes.**

Todos los cables y alambres en tableros eléctricos, gabinetes, paneles de control, controladores de motores y otras envolventes, deben estar instalados y amarrados en una manera limpia y ordenada.

Siempre que sea posible, el cableado en el interior de los gabinetes debe estar encerrado en canaletas de cables, no forradas, de material aislante y retardante a la llama, con cubiertas removibles.

### **Empalmes.**

Todos los cables deben ser instalados en longitudes continuas, y las uniones o empalmes solamente deben permitirse donde la fabricación del cable en una sola longitud no es posible y con aprobación previa de Fiscalización.

Los finales de los cables deben ser sellados inmediatamente después de cortarlos. Cada empalme de cables debe terminarse completamente el mismo día que se comenzó.

Los empalmes para cables instalados en la tierra deben hacerse solamente en cajas de revisión o en agujeros de acceso hechos especialmente para esto. Si se instala en cualquier sitio, debe obtenerse una aprobación escrita de Fiscalización.

### **Terminaciones.**

Todas las terminaciones de los cables deben ser del tipo compresión. Los hilos no deben ser





removidos ni cortados del cable, con el propósito de ajustar el cable a los terminales utilizados.

Prensaestopas para cables, del tamaño apropiado deben proveerse para todos los cables y alambres entrando a tableros, motores eléctricos, estaciones remotas u otros elementos que lo requieran.

Todos los prensaestopas para los cables deben completarse con anillos de refuerzo de PVC, para proveer entradas a prueba de agua de cables hacia los envolventes.

### **Identificación.**

Ambos terminales de los cables instalados deben ser apropiadamente identificados y rotulados para una fácil localización de fallas. La identificación debe hacerse por medio de marquillas suministradas por el/la Contratista y métodos aprobados por la Fiscalización.

Debe aplicarse el código de colores en concordancia con los estándares IEC o NEC.

### **Misceláneos.**

En aquellos sitios que los cables y alambres pasan a través de agujeros en estructuras de acero, ellos deben protegerse por medio de tuberías o bushings de PVC.

Todos los accesos de cables y alambres a través de paredes, techos y pisos, deben ser cerrados con materiales resistentes al fuego.

Los cables deben estar adecuadamente espaciados y corregidos en base a la temperatura ambiente, temperatura del suelo y agrupamiento de cables.

## **7.7.2 CABLES DE FIBRA ÓPTICA**

Todos los cables de fibra óptica deben ser instalados en ductos de PVC y en bandejas para protegerse adecuadamente con el objeto de minimizar el riesgo de daños.

Para el ingreso de los ductos que contienen los cables de fibra óptica hacia las canaletas y pozos de revisión se recomienda utilizar tubería flexible para facilitar las curvaturas requeridas.

Para el paso de los cables de fibra óptica dentro de los ductos es apropiado el uso de un medio lubricante (grasa de parafina) alrededor de la pantalla del cable tanto a la entrada como a la salida de los ductos.

Para el tendido y halado de los cables de fibra óptica se requiere colocar en la punta de los mismos un juego de herrajes especiales recomendados por el fabricante que permitan realizar el trabajo sin lastimar las puntas de los cables.





### 7.7.3 FORMA DE PAGO

En los precios unitarios de estos ítems debe estar incluido también el suministro e instalación de conectores terminales y el suministro y colocación de las marquillas termocontraíbles y números en los cables y sus conductores de acuerdo a la especificación descrita previamente.

#### Instalación de los cables

Se medirá por metro de cable instalado, independiente del tipo de cable, número de conductores por cable y su calibre, medido a lo largo del eje del cable entre puntos terminales. La conexión de ambos extremos se incluirá y se pagará conforme la Tabla de Cantidades y Precios.

En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con la colocación, suministro e instalación de materiales para sujeción, la protección de los cables.

#### Conexión de ambos extremos

Se medirá por conjunto instalado y probado. Se define como un conjunto la conexión en ambos extremos de cada conductor unifilar.

En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con la conexión a los conectores terminales incluido la provisión de los mismos.

## 7.8 BANDEJAS Y DUCTOS PORTACONDUCTORES

### 7.8.1 GENERALIDADES

El sistema de ductos portaconductores consiste de ductos rígidos de acero, ductos flexibles anillados de acero, ductos de PVC reforzado (1 mpA), codos de radio amplio, cajas de conexión y accesorios a ser suministrados e instalados en las canaletas, y accesorios misceláneos según se indica en los planos y en la Tabla de Cantidades y Precios, según se requieran para completar el sistema hasta las salas de patio y de control.

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

### 7.8.2 BANDEJAS PORTACONDUCTORES





Las bandejas para cables incluyen secciones rectas, derivaciones en T y curvas horizontales, soportes y accesorios requeridos para conformar un sistema completo de bandejas para cables.

Las bandejas portacables deben estar en concordancia con los siguientes requerimientos:

- La carga sobre la bandeja portacables debe estar basada en el máximo llenado permisible de la bandeja, con un factor de seguridad de 2.0.
- No deben presentar filos, bordes o proyecciones que puedan dañar el aislamiento o chaquetas de los cables.
- Debe tener rieles laterales o miembros estructurales equivalentes.
- Debe incluir accesorios apropiados para cambios en la dirección y elevación del recorrido.

Se deberá considerar rejillas protectoras alrededor de las bandejas portacables en los ingresos a sala de control para evitar la entrada de roedores y otros animales.

Las bandejas portaconductores se deberá conexionar a tierra al inicio y al final de las mismas para lo cual se debe considerar el cable de conexión (4/0 desnudo de cobre); el conector de compresión con el reticulado o malla principal de tierra, todo lo cual deberá incluirse dentro del precio del ítem correspondiente a provisión e instalación de sistema de puesta a tierra.

La máxima distancia entre soportes debe estar en concordancia con las recomendaciones del fabricante de la bandeja portacables. Deben hacerse cálculos exactos para casos especiales o críticos.

Las bandejas portacables no deben ser llenadas a más del 80 % de su máxima capacidad de llenado permisible.

### 7.8.3 DUCTOS RÍGIDOS

Las instalaciones enterradas utilizarán ductos de PVC que soporten mínimo una presión de 1 MPa; las instalaciones expuestas (al aire libre) utilizarán ductos metálicos galvanizados en caliente o de PVC de 1 MPa de presión con todos los accesorios para su unión hermética y fijación a los mecanismos de operación, gabinetes, tableros y cajas de agrupamiento.

Los ductos de acero deben estar libres de abolladuras o superficies aplanadas. Las curvas de los ductos embebidos deben hacerse en frío o con codos de curvaturas apropiadas. El radio de curvatura no podrá ser inferior a seis veces el diámetro nominal del ducto. Las curvas en los ductos expuestos deben hacerse con cajas de conexión normalizadas. Los tramos de ductos entre dos cajas podrán tener un máximo de dos (2) curvas de 90° (180° total).

Los cortes que se ejecuten en obra serán rectos y se usará una herramienta adecuada que no produzca reducción de la sección transversal. Esta herramienta debe ser aprobada por la Fiscalización. En las roscas de uniones de ductos de acero se debe aplicar un lubricante de buena calidad que contenga zinc o grafito. En las uniones no roscables de tuberías de PVC deben





utilizarse pegamentos adecuados, de modo que queden completamente selladas contra la humedad. Los lubricantes y pegamentos utilizados deben ser aprobados por la Fiscalización. Las uniones roscadas se apretarán firmemente para prevenir la entrada de la humedad. Las rebabas y bordes cortantes se eliminarán con un escariador.

Los ductos expuestos se fijarán a las estructuras con dispositivos aprobados por la Fiscalización, instalados a no más de dos (2) metros y por lo menos a un (1) metro de cada caja o accesorio. El trazado de los ductos debe recorrer en forma paralela, recta y pareja con respecto a las estructuras y soportes.

Todos los ductos metálicos, accesorios y cajas deben conectarse a tierra.

La tubería de acero enterrada debe protegerse contra la corrosión por cualquiera de los tres métodos indicados a continuación:

- Cubrir con dos capas de alquitrán, similar a Amerciar No. 78 o equivalentes. Cada capa debe tener 200 micrones (8 mils) de espesor.
- Envolver con una cinta saturada de alquitrán: La cinta debe ser de tela tejida finamente con refuerzo de fibra de vidrio, cubierta en ambos lados con alquitrán. La cinta debe ser aplicada con una llama que caliente su superficie, con el objeto de diluir el alquitrán y obtener un ajuste perfecto. La envoltura debe ser en espiral, con un traslapeo no menor de la mitad del ancho de la cinta.

Deben usarse los siguientes tamaños de cinta:

Tamaño de la tubería	Ancho de la cinta
1 y ½ y menores	2"
2" y 3"	3"
4 y mayores	4"

La cinta debe ser similar o equivalente a la fabricada por Tapecoat Co. Columbia Technical Corporation B.M. Stephanus Co.

- Cubrir con una envoltura de hormigón de dosificación mínima de 180 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, de un espesor mínimo de 5 cm.

El método escogido debe ser aprobado previamente por la Fiscalización. El suministro e instalación de estos materiales no se pagará por separado y deben estar incluidos en los precios unitarios de los ítems correspondientes.

#### 7.8.4 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

##### Generalidades

Las bandejas se pagarán por unidad, y en el precio se incluirán los soportes y accesorios.





El suministro y la instalación de ductos debe estar incluido en el precio unitario global de cada equipo cotizado en la tabla de cantidades y precios, sin embargo; a pedido de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, se podrá requerir el suministro e instalación de ductos al precio que consta en los rubros correspondientes.

### **Ductos para cables en equipos y tableros**

La forma de pago del suministro e instalación de ductos y sus accesorios en equipos de alta tensión, equipos de servicios auxiliares, tableros de control y protección hasta la canaleta más cercana, debe estar incluida en el precio unitario global cotizado para cada equipo, en la tabla de cantidades y precios.

## **7.9 ESTRUCTURAS METÁLICAS**

### **7.9.1 GENERALIDADES**

El/La Contratista debe proveer toda la mano de obra, herramientas, equipos y todos los materiales que no sean suministrados por CNEL EP Unidad de Negocio El Oro para ensamblar y erigir todas las estructuras y para instalar la señalización de éstas conforme a las recomendaciones del diseñador y fabricante de las estructuras y de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro. En ningún caso podrá efectuarse la erección de las estructuras antes que CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, haya recibido en forma satisfactoria el montaje de los anclajes (pernos, placas, etc.) y el relleno compactado de las fundaciones.

Cuando CNEL EP Unidad de Negocio El Oro lo requiera, podrá ordenar al/La Contratista la fabricación de piezas estructurales de acero galvanizado, con acero suministrado por el/La Contratista. Para la fabricación de estas piezas se debe considerar lo indicado a continuación.

### **7.9.2 ESTRUCTURAS**

#### **Marcado de los miembros**

Las estructuras suministradas, se entregarán en piezas sueltas, los miembros de acero estarán troquelados con su respectivo número de marca. El número marcado en cada miembro corresponderá con el número de marca indicado en los planos de montaje del fabricante.

#### **Ensamblaje**

Los miembros de acero deben manejarse cuidadosamente para evitar dobladuras o daños al galvanizado. El izado de estos elementos debe hacerse con cables de cáñamo o de otro material no metálico. No se permitirá el empleo de cuerdas o alambre desnudo o cadenas de acero. Las piezas de acero de las estructuras no deben volcarse desde los carros o camiones y deben ser





mantenidas fuera del contacto directo con las plataformas de los vehículos por medio de bloques de madera adecuados. Se debe usar pedazos de madera como espaciadores para mantener separados los miembros apilados de tal manera de proteger al galvanizado de las superficies. Durante el ensamblaje el/la Contratista no debe aplicar esfuerzos que produzcan dobladuras de los elementos de acero.

### **Pernos, Tuercas y Arandelas de Presión**

Todas las conexiones en obra serán empernadas a menos que los planos y/o CNEL EP Unidad de Negocio El Oro indiquen de otra manera.

Cada ensamblaje de perno consistirá de un perno, una tuerca hexagonal, arandela de presión y una contratuerca. El tamaño y localización de los pernos se indican en los planos de montaje del fabricante. Deben usarse las longitudes de pernos especificados para cada conexión que garantice el apoyo sobre la espiga del perno y no sobre la rosca.

Cuando la Fiscalización haya autorizado el ensanche de agujeros deben instalarse pernos sobredimensionados y no se permitirá el uso de arandelas.

Los pernos deben instalarse con las tuercas encima y fuera de los miembros de tal manera que las tuercas puedan ajustarse o inspeccionarse fácilmente. Los pernos que se instalen verticalmente en las estructuras ya armadas deben quedar con la cabeza hacia arriba, a menos que en esa posición sea difícil ajustar las tuercas.

Las tuercas deben ser ajustadas a valores de torques siguientes a menos que se especifique otros valores en los planos de montaje del fabricante.

#### **Diámetro del perno**

16 mm (5/8")  
19 mm (3/4")  
25 mm (1")

#### **Torque**

1.380 Kg-cm (100 lb-pie)  
2.350 Kg-cm (170 lb-pie)  
5.530 Kg-cm (400 lb-pie)

La tolerancia en el torque debe ser más-menos ciento cuarenta Kg-cm ( $\pm 140\text{kg-cm}$ ) o más menos diez libras pie ( $\pm 10\text{ lb-pie}$ ). El/La Contratista debe usar torquímetros del tipo receptáculo que no deformen las tuercas ni dañen el galvanizado y debe entregar los certificados de calibración actualizados, efectuados en un laboratorio aprobado, de los torquímetros que proyecta utilizar. Los torquímetros deben someterse a pruebas cuando así lo solicite CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

Los pernos que muestren signos de pérdida del roscado u otras deformaciones deben reemplazarse.

Todos los pernos instalados incorrectamente deben ser reemplazados por el/la Contratista a su costo.



Una vez ensambladas, las superficies de unión, incluyendo aquellas adyacentes a las cabezas de pernos y tuercas deben estar libres de rebabas, suciedad y de cualquier material extraño que pueda impedir un contacto sólido de las partes.

Después del ensamblaje y una vez que los pernos hayan sido ajustados deben sobresalir por sobre la tuerca de ajuste, como mínimo un paso de rosca completa.

### **Reparación de daños**

Los daños que resulten del manejo, transporte, ensamblaje, erección y demás actividades de la construcción, deben ser reparados o los elementos reemplazados, a costo del/de la Contratista.

La magnitud de los daños será evaluada a criterio de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro y si a juicio de ésta, el daño es de tal magnitud que su reparación es inaceptable, el/la Contratista debe reemplazar todos los elementos dañados. Las reparaciones que sean aceptables serán ejecutadas inmediatamente y en presencia de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro. Las reparaciones en el galvanizado de elementos metálicos, se permiten únicamente para fallas pequeñas y puntuales, de conformidad a lo que estipula la última revisión vigente de la norma ASTM A-780.

Está terminantemente prohibido al/a la Contratista efectuar reparaciones, cortes, perforaciones u otra modificación en los materiales suministrados por CNEL EP Unidad de Negocio El Oro sin previo conocimiento y autorización de la misma.

### **Montaje**

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

Las placas de nivelación de las columnas serán colocadas y niveladas en los anclajes en sitio, a los niveles indicados en los planos. Después de que las placas de base sean colocadas en la posición correcta; el espacio entre la placa y la fundación de hormigón será rellenado con mortero seco por el/la mismo/a Contratista.

Antes de la colocación de las tuercas en todos los pernos de alta resistencia, estas serán sumergidas en aceite similar al de código No. 9914, fabricado por Golden Bear Oil Company.

Cuando el acero estructural sea colocado en un soporte de hormigón, el sitio de acero en contacto con el hormigón será recubierto con una capa de "No. 50 Bitumastic Coating" o de "Bistumastic Super Service Black", ambos fabricados por Koppers Company o con un producto similar; se debe tener cuidado de no regar el producto en las demás partes expuestas del hormigón.



Cuando se requiera soldadura, ésta debe ser previamente aprobada por la Fiscalización, será de arco eléctrico y debe ser realizada en la forma prescrita por el Código de la American Welding Society.

### 7.9.3 CALZAS DE LAS PLACAS DE BASE

El/La Contratista calzará con hormigón seco bajo las placas de base de las estructuras, como se indica en los planos o lo indique la Fiscalización. Las placas de base serán llevadas a la posición correcta por ajuste de tuercas o cuñas metálicas, y el espaciamiento entre la placa y la fundación de hormigón será rellenado con hormigón seco (dry-pack). Esto se realizará colocando empaques en un lado y metiendo el material al sitio desde el otro lado.

La calza en seco (dry-pack) consistirá en una parte de cemento y tres partes de arena mezclada cuidadosamente en seco y se añadirá una cantidad de agua suficiente (aproximadamente 18 litros de agua por saco de 50.0 kg de cemento). La base de hormigón será raspada y limpia, y la superficie de la placa de acero será cuidadosamente limpiada antes de la colocación del hormigón seco. Después del paso inicial, la calza será mantenida húmeda por un mínimo de cinco (5) días para asegurar una resistencia mínima a la compresión de 180 Kg./cm<sup>2</sup>. El espesor máximo de la calza seca (dry-pack) será de 50 mm.

### 7.9.4 FABRICACIÓN DE PIEZAS ESTRUCTURALES DE ACERO GALVANIZADO

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

### 7.9.5 MEDIDA Y FORMA DE PAGO DE MONTAJE Y FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS

El trabajo requerido para la ejecución del montaje de estructuras y fabricación de piezas de acero estructural, se pagará a los precios unitarios cotizados en la Tabla de Cantidades y Precios para cada ítem, ejecutado a satisfacción de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

Estos precios unitarios deben incluir: toda la mano de obra, equipos y herramientas; el suministro e instalación de todos los materiales; la carga, descarga, transporte hasta el sitio donde se ejecutará el servicio, el almacenamiento; las facilidades necesarias, la reparación de cualquier daño, la colocación de rótulos de identificación, la calibración de torquímetros.

Si adicionalmente a los materiales descritos en esta sección, se requieren otros para completar el trabajo éstos serán suministrados e instalados por el/la Contratista, y su costo debe estar incluido en los precios unitarios de los ítems en los cuales dichos materiales son requeridos.

En general los precios unitarios deben incluir todos los costos para completar el trabajo en forma satisfactoria, de acuerdo con los planos, estas especificaciones y las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes.





## Montaje de estructuras

Las estructuras para pórticos, se medirán por kilogramo instalado, de acuerdo a los pesos dados por el fabricante en la tabla de despiece; excepto los elementos de anclaje (pernos, placas, etc.) cuyo costo de instalación está incluido en las fundaciones de hormigón.

En el precio unitario deben estar incluidos además todos los costos asociados con: el ensamblaje de las partes, el montaje, la alineación y nivelación; la instalación de letreros; la capa de protección para todos los elementos metálicos que quedan en contacto con el hormigón, el aceite para tuercas; las soldaduras, reparaciones y/o adaptaciones menores y repintado cuando se requieran; la instalación del sistema de puesta a tierra en las estructuras y conexión a la malla principal, incluyendo el suministro de todos los materiales y la ejecución de las conexiones que se requieran, se debe considerar que para las columnas que terminen en cúpula, la conexión a la malla de tierra se realizará desde la base de la cúpula con los elementos de conexión y sujeción apropiados.

El montaje de las estructuras soporte de todos los demás equipos y los soportes o estructuras incorporados al equipo por el fabricante, no se pagarán por separado, el costo debe estar incluido en el montaje del equipo correspondiente y deben cumplir con todo lo especificado en esta sección.

## 7.10 MONTAJE DE TABLEROS DE CONTROL, MEDICIÓN Y PROTECCIÓN

### 7.10.1 GENERALIDADES

Los tableros serán suministrados a la CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, completamente equipados y alambrados internamente.

### 7.10.2 AJUSTES Y CALIBRACIÓN

Todos los IEDs, medidores e instrumentos vienen calibrados y ajustados en fábrica. Si fuera necesario realizar cambios en los ajustes y calibraciones, éstos serán realizados por el fabricante del tablero bajo la supervisión y en coordinación con CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

### 7.10.3 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El trabajo requerido para el montaje en sitio del tablero para control, protección y medición, se pagará a los precios unitarios cotizados en la Tabla de Cantidades y Precios para cada ítem, ejecutado a satisfacción de la Fiscalización.

Estos precios unitarios deben incluir: toda la mano de obra, equipo y herramientas; facilidades necesarias, las reparaciones menores y repintado cuando se requiera y la instalación de letreros.



En los precios unitarios de los ítems de esta sección deben incluir los ductos, la instalación del sistema de puesta a tierra y la conexión a la malla principal.

En general, los precios unitarios deben incluir todos los costos para completar el trabajo en forma satisfactoria, de acuerdo a los planos, estas especificaciones y las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes.

## **7.11 MONTAJE DE TABLERO DE SERVICIOS AUXILIARES**

### **7.11.1 GENERALIDADES**

Los sistemas de suministro de energía para accionamiento de equipos en la subestación tienen las siguientes características:

El suministro de potencia en corriente continua es provisto desde un cargador de baterías de 240 Vc.a. a 125 Vcc contando con un banco de baterías de celdas selladas libres de mantenimiento como respaldos ubicados en la casa de control de la subestación.

#### **Características de Operación**

- La fuente normal de corriente alterna, es alimentada desde un transformador trifásico de 100 KVA 13,8 KV, 220/127 V; tipo padmounted en base de hormigón.
- La potencia en corriente continua tanto para el control como para la alimentación, es suministrada desde un cargador de baterías 240 Vca /125 Vcc y de un banco de baterías plomo ácido de 125 V.
- La distribución de potencia, a la casa de control y a los patios de maniobras se realiza mediante paneles de distribución autosoportados, 240/120 voltios ca y 125 voltios cc, los mismos que están convenientemente ubicados dentro de la casa de control.

#### **Fuente de potencia para uso durante la construcción**

Si en la subestación existe o se instale fuente alternativa, esta puede ser usada por el/la Contratista durante el período de construcción como fuente de potencia para su trabajo. Será responsabilidad del/de la Contratista suministrar e instalar el sistema de medida y los transformadores de reducción de acuerdo a las normas de la empresa eléctrica local.

La fuente alternativa únicamente podrá ser utilizada si así lo aprueba la Fiscalización, en caso contrario y cuando no exista fuente alterna, el/la Contratista debe instalar a su costo las fuentes de energía que requiera para la construcción, según sus necesidades. El costo de la energía consumida será a cargo del/de la Contratista.



## 7.11.2 EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES

### EQUIPOS DE SERVICIOS AUXILIARES: TRANSFORMADOR, TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

La instalación se medirá por el número de cada tipo de equipo o conjunto de equipos, completos, según se definen en la Tabla de Cantidades y Precios y en planos, instalados y probados.

La instalación incluye también el montaje sobre la fundación o soporte, el montaje del soporte, el alineamiento y nivelación, el chequeo de dispositivos, las conexiones necesarias.

La instalación de tableros y cajas debe incluir, además: la calibración de disyuntores e instrumentos, la verificación del alambrado interno.

Para los tableros de caja tipo interior anclados o empotrados en pared el/La Contratista debe suministrar e instalar los anclajes y soportes que sean necesarios.

Los principales rubros de instalación son los siguientes:

- Acometida de corriente alterna desde la barra de 13.8 kV
- Instalación de tablero de corriente alterna a ubicarse en sala de control.
- Acometidas de corriente continua desde cargadores-rectificadores al tablero de corriente continua de acuerdo a los planos de referencia y rubros que constan en la tabla de cantidades y precios.

El/La Contratista suministrará y/o instalará los equipos y accesorios arriba mencionados, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y a su ubicación en los planos de disposición de equipo suministrados por CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

## 7.12 MONTAJE DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 7.12.1 GENERALIDADES

El/La Contratista debe realizar las instalaciones de la malla de puesta a tierra de acuerdo con los planos y/o según lo indique la Fiscalización.

Estas especificaciones establecen los requisitos técnicos para la instalación y pruebas en sitio, del sistema de puesta a tierra constituido por la malla principal y conexiones a la malla.

Antes de ejecutar las conexiones de tierra, deben retirarse todas las pinturas, escorias y barnices de las superficies de contacto.





Deben conectarse a tierra todas las estructuras de los patios de maniobras, equipos eléctricos, equipos de comunicaciones, soportes para equipos, cercas, ductos metálicos, tubería metálica expuesta, bandejas de cables, cajas de tomas, gabinetes, cajas de interruptores, cajas de transformadores de interruptores, puertas, marcos de ventanas, pasamanos, etc. Los equipos principales tales como transformadores, interruptores y cubículos de fuerza deben conectarse a tierra mediante cables conectados a dos puntos opuestos del aparato y a ramales diferentes de la malla a tierra.

Todas las puertas de entrada deben ser conectadas a tierra con una cinta de cobre flexible como se indica en los planos de detalles de puesta a tierra.

El tipo de conductor que deberá suministrarse dentro del contrato, se detalla en la Tabla de Cantidades y Precios.

### **7.12.2 VARILLAS COPPERWELD**

Serán de 5/8" (16 mm) de diámetro y 8 pies (2.4 m) de longitud, de alta resistencia, de acero enchapado con cobre y de sección circular, terminada en una punta cónica maquinada en uno de sus extremos y con un chaflán en el otro para el montaje. El cobre se aplicará de tal manera que se tenga una capa sellante a prueba de herrumbre entre el cobre y el núcleo de acero. La superficie exterior será lisa, continua y uniforme, con un espesor mínimo de cobre de 0.4445 mm. Las varillas tendrán una resistencia mecánica a la tensión de 483 mega pascal (110°) (70053 psi) como mínimo.

### **7.12.3 MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

#### **Malla de tierra principal o reticulado**

Para la malla principal, es decir el reticulado principal bajo tierra: el conductor se pagará por metro, las varillas y conectores por unidad, de acuerdo a lo establecido en la Tabla de Cantidades y Precios.

En general los precios unitarios deben incluir todos los costos para completar el trabajo en forma satisfactoria, de acuerdo con los planos, estas especificaciones y las recomendaciones e instrucciones de los fabricantes.

Si adicionalmente los materiales descritos en esta Sección y/o en la Tabla de Cantidades y Precios, se requieren otros para completar el servicio, estos serán suministrados e instalados por el/la Contratista, y su costo debe estar incluido en los precios unitarios de los ítems en los cuales dichos materiales son requeridos.

Las conexiones a tierra no se pagarán por separado y deben ser considerados dentro de los ítems correspondientes de instalación o montaje de equipos, elementos y estructuras.





## Conexiones a la malla de tierra principal

La instalación de puestas a tierra equipos, elementos, estructuras metálicas y su conexión a la malla de tierra principal con los conectores a compresión descritos en párrafos previos y la ejecución de las conexiones que se requieran, en tuberías de acero, cerramientos, rieles, perfiles de borde de canaletas, bandejas, puertas, marcos de ventanas, ductos metálicos, estructuras, cúpulas y soportes de acero, equipos de alta tensión y de servicios auxiliares, sistemas de iluminación interior, exterior y de climatización, tomacorrientes en instalaciones interiores y en cajas de patio, tableros y paneles de control, equipo de teleprotección y telefónico, equipo de circuito cerrado de televisión y demás elementos que deben ponerse a tierra, según se indique en los planos o lo indique la Fiscalización, no se pagarán por separado, el costo tanto de conductor, conector o terminal al equipo, elemento o estructura y conector a compresión que una el conector con el reticulado o malla principal debe estar incluido en los precios unitarios de los ítems correspondientes, aunque no se mencione específicamente en el párrafo particular de cada ítem, y debe cumplir lo especificado en esta Sección.

## 7.13 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR

### 7.13.1 ALCANCE

Estas especificaciones establecen los requisitos técnicos para el diseño, fabricación, pruebas en fábrica y pruebas en sitio, de los equipos de iluminación y cajas de tomas de patio para exterior en las subestaciones que se requiera.

El tipo de equipo de iluminación y caja de tomas de patio que deberán suministrarse dentro del contrato, se detalla en la Tabla de Cantidades y Precios y en forma general es el siguiente:

- Sistema de distribución para iluminación 240/120 voltios, tres hilos, 60 Hz, para iluminación normal.

Los equipos de iluminación de patio se suministrarán completos con todos los accesorios estándar a menos que se especifique lo contrario.

### 7.13.2 NORMAS

Mientras no se indique explícitamente lo contrario dentro de estas especificaciones, los equipos de iluminación y cajas de tomas de patio deben satisfacer en general las siguientes normas:

- a) Para los equipos de iluminación normal

En todos los casos regirá la versión vigente de cada norma a la fecha de la Convocatoria del Concurso, incluyendo los anexos, adenda o revisiones.





En los aspectos no contemplados en estas normas, el Contratista podrá proponer otras normas alternativas, cuyo empleo estará sujeto a la aprobación de CNEL EP.

### 7.13.3 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

#### 7.13.3.1 Generales

##### Iluminación de Patios

El equipo de iluminación exterior será para patios consistirá de luminarias para vías de 220-200 W tipo LED.

El control del alumbrado de todas las luminarias los se efectuará mediante el empleo de fotocélulas y/o relé para alumbrado instalado a la intemperie, en el cuerpo de la columna del respectivo pórtico. La fotocélula o y/o el relé deberá estar colocado en una caja para intemperie con sus respectivos accesorios para la sujeción a la estructura metálica/columna.

El control de las luminarias se lo hará desde un interruptor ubicado en la sala de control.

### 7.13.4 TRANSPORTE

El contratista entregará todo el suministro materia de este concurso en las bodegas de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro o en el sitio de la obra.

### 7.14 INSPECCIÓN DE ACEPTACIÓN DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO Y PRUEBAS.

#### 7.14.1 GENERALIDADES

El propósito de la inspección de aceptación y la realización de pruebas consiste en verificar el cumplimiento de los sistemas y equipos de conformidad con las especificaciones de suministro y construcción, como requisito para que CNEL EP Unidad de Negocio El Oro reciba el servicio, por lo cual la Contratista notificará a CNEL EP Unidad de Negocio El Oro que los equipos y sistemas están listos para inspección y pruebas.

Tanto la inspección como las pruebas deben realizarse de conformidad con estas especificaciones, las instrucciones de los fabricantes, los supervisores de montaje y/o de la Fiscalización. Estas especificaciones deben tomarse como una guía del tipo de pruebas a ser realizadas, pero no deben interpretarse como limitantes.





Cuando se requiera, la Contratista presentará certificados de laboratorios autorizados, con el fin de comprobar que los materiales suministrados cumplen con las especificaciones. CNEL EP Unidad de Negocio El Oro tendrá derecho a inspeccionar la toma de muestras, a atestiguar las pruebas y a requerir la repetición de las mismas, si fuere necesario.

La aceptación por parte de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro de los resultados de la inspección y pruebas, no relevará a la Contratista de su responsabilidad por la construcción y funcionamiento adecuados de los servicios prestados según se describe en estas especificaciones y se indica en los planos.

Si la instalación o suministro de equipos por parte de la Contratista no pasa la inspección y pruebas de aceptación, la Contratista debe reconstruir, reparar, montar de nuevo, volver a ensamblar, realizar nuevos cableados, reconectar o reemplazar los elementos defectuosos hasta que queden a satisfacción de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro.

#### **7.14.2 ALCANCE**

Las pruebas eléctricas y prefuncionales en los ítems aplicables, así como la inspección y pruebas de aceptación deben realizarse en todos los ítems de trabajo incluidos en el contrato.

#### **7.14.3 RESPONSABILIDAD**

La Contratista será responsable de la realización de las pruebas de montaje y de todas las demás pruebas: primarias eléctricas para los equipos de alta tensión, prefuncionales, de inyección primaria y de inyección secundaria; incluyendo la supervisión, la mano de obra, los equipos e instalaciones para pruebas y del control de los riesgos mediante la aplicación de las medidas de prevención y de seguridad para salvaguardar a las personas y a los equipos.

CNEL EP Unidad de Negocio El Oro podrá modificar los requerimientos de pruebas para acoplarse con las condiciones que puedan producirse durante los procedimientos de pruebas.

#### **7.14.4 INSTALACIONES Y EQUIPOS DE PRUEBAS**

El/La Contratista suministrará todo el equipo y los instrumentos necesarios para la ejecución de las verificaciones y pruebas, tales como instrumentos ópticos, higrómetros, termómetros, manómetros, calibradores, niveles mecánicos, registradores, instrumentos eléctricos y electrónicos, accesorios, y en general todos los recursos que sean necesarios, para llevar a cabo las pruebas preliminares de funcionamiento y pruebas SAT.



### 7.14.5 INSPECCIÓN

CNEL EP Unidad de Negocio El Oro podrá inspeccionar todas las pruebas preliminares de funcionamiento o podrá prescindir de dicha inspección en algunas de ellas, a su elección.

### 7.14.6 MEDIDAS DE SEGURIDAD

La Fiscalización coordinará con el Representante de la Contratista la ejecución de las verificaciones y pruebas, de manera que no se interfieran las actividades de la construcción y montaje, y de que se prevengan todos los riesgos de posibles daños al personal o a las instalaciones.

El sector donde se estén realizando las pruebas de los equipos debe confinarse con vallas removibles, barrera o cuerdas nylon de color naranja brillante, de manera de señalar el área dentro de los cual tendrán acceso solamente las personas encargadas de la prueba.

El personal que participa en las pruebas, debe usar ropa adecuada, sin piezas sueltas que puedan engancharse en los equipos, sin bolsillos (o con bolsillos abotonados los que deben mantenerse cerrados), y con los elementos de seguridad que requiera la verificación o prueba que se está ejecutando (guantes aislantes, guantes de cuero, casco, cinturones de seguridad, pértigas, andamios, escalas, zapatos de seguridad, botas de goma, mandil de goma, etc.).

En todas las áreas de trabajo o de prueba en donde estén presentes combustibles, aceites, gases, cualquier material inflamable, debe estar expresamente prohibido fumar, lo que se indicará con letreros adecuados. El cumplimiento de esta regla se vigilará en forma especial en los sectores de tratamiento y prueba de aceites aislantes y en la sala de baterías.

Durante las verificaciones y pruebas se mantendrá una limpieza esmerada para evitar que pueda introducirse basura o polvo en los equipos o instalaciones.

Se debe cuidar los voltajes y cargas aplicadas a los sistemas o equipos en prueba de manera de no someterlos a esfuerzos eléctricos o mecánicos superiores a los que el fabricante o el calculista establece en sus especificaciones.

Las operaciones de equipos necesarios para aislar las posiciones de alta tensión donde se ejecutarán las pruebas, serán realizadas solamente por los Operadores de la subestación en coordinación con el Centro de Operaciones y previa autorización de la Dirección Técnica de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro (en caso de ser aplicable), a requerimiento del Ingeniero Fiscalizador Residente, sin la participación del grupo de pruebas.

Como regla general, está prohibida la entrada al área confinada a todas las personas no autorizadas expresamente por el Ingeniero Fiscalizador.



Todos los dispositivos de interrupción, inclusive los interruptores y elementos de control que puedan causar la energización de alguna parte de la instalación, se señalarán con tarjetas rojas escritas en castellano, prohibiendo la operación del dispositivo, excepto para la persona encargada de conducir la prueba, cuyo nombre se indicará en la tarjeta. Estas tarjetas podrán ser retiradas solamente por la persona que las colocó.

Cada seccionador de línea y de puesta a tierra tendrá un candado que bloquee la operación, cuyas llaves estarán en poder del Ingeniero Fiscalizador Residente, estará autorizado para colocar candados a los seccionadores, disyuntores, aparatos de control, etc., donde así lo estime conveniente por razones de seguridad.

Las piezas individuales de la posición o del equipo, como seccionadores y disyuntores, motores y sus controles, dispositivos de señalización, control, comando, señalización, bloqueo, etc., podrán ser operados por el grupo de pruebas, cuidando de no conectarlos casualmente al sistema, excepto para alimentación temporal necesaria para la ejecución de la prueba.

Se tomará precauciones especiales para asegurarse de que no existan realimentaciones desde los secundarios de los transformadores que puedan producir voltajes peligrosos en los primarios. Así mismo se deben tomar las precauciones adecuadas para prevenir los circuitos abiertos en los secundarios de los transformadores de corriente.

Después de las pruebas que signifiquen aplicar voltajes de corriente continua, como la del Megger, o la de tensión aplicada, los equipos y conductores deben descargarse y ponerse a tierra.

Ciertos equipos tales como relés, detectores de temperatura y dispositivos similares de control, deben protegerse desconectándolos antes de las pruebas de alta tensión.

#### **7.14.7 PROGRAMA DE PRUEBAS**

El programa de pruebas se establecerá de común acuerdo entre la Contratista y CNEL EP Unidad de Negocio EL Oro. Este debe quedar aprobado treinta (30) días antes de iniciarse las pruebas.

##### **7.14.7.1 Ítems de inspección de pruebas preliminares de funcionamiento**

Además de los ítems específicos que se indican en las secciones siguientes, en todos los casos debe verificarse lo indicado a continuación:

- Ensamblaje estructural correcto.
- Que no existan partes faltantes o sueltas.



- Que la instalación se haya realizado de acuerdo con los planos y especificaciones.
- Que no existan daños en el equipo debido a rajaduras, deformaciones u otros. En caso de existir daño se requerirá reparar o reemplazar las partes afectadas

#### **7.14.8 CONDUCTORES AÉREOS, HILOS DE GUARDA Y DERIVACIONES A EQUIPOS**

El/La Contratista debe verificar las flechas de los vanos de líneas, vanos de barras y cables de guarda.

Antes de realizar las pruebas preliminares de funcionamiento se debe medir con Megger de 5.000 V. la resistencia de aislamiento de los vanos de líneas y de las barras con los seccionadores abiertos.

La inspección visual debe efectuarse en cada una de las cadenas de aisladores y en todos los conductores, y se reparará o reemplazará los aisladores picados y los conductores, con canastillas.

#### **7.14.9 EQUIPO DE ALTA TENSIÓN**

En general en todos los equipos de alta tensión, previo a las pruebas preliminares de funcionamiento se debe verificar:

- Estado final de la pintura.
- Puestas a tierra.
- Ensamblaje completo del equipo.
- Ajustes de conexiones.
- Distancias mínimas de conductores aéreos, fase – fase y fase – tierra.
- Estado de bushings y aisladores.
- Estado de fusibles.
- Nivel de aceite.
- Formatos completos del montaje.

##### **7.14.9.1 Aceites aislantes**

El/La Contratista debe ejecutar el tratamiento y las mediciones en los aceites aislantes de todos los equipos que lo contengan, excepto en aquellos equipos que vengan sellados de fábrica en los que, a juicio de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, se pueda prescindir del tratamiento y pruebas.



Para el aceite nuevo, la Contratista debe medir la rigidez dieléctrica de cada uno de los tanques, dejando para tratamiento separado los que tengan una rigidez menor de 40 kV. Las muestras se deben tomar con pipetas que no expongan el aceite al medio ambiente.

El tratamiento del aceite se ejecutará en circuito cerrado entre la planta de tratamiento de la Contratista y tanques metálicos o flexibles, hasta alcanzar los valores especificados por los fabricantes de los equipos. Las pruebas finales se harán el momento de transvasar los aceites a los equipos y se repetirán treinta (30) días después de este llenado y en el caso de los transformadores de servicios auxiliares a juicio de CNEL EP Unidad de Negocio El Oro, se efectuarán además antes de las pruebas preliminares de funcionamiento, y también luego de la entrada en funcionamiento de los equipos.

#### 7.14.9.2 Interruptores

- Estanqueidad de las cajas.
- Medir la resistencia de aislamiento de todo el cableado interior y circuito de BT.
- Chequear los motores.
- Verificar estanqueidad (fugas) del aire comprimido, del SF6 o del aceite.
- Verificar operación del dispositivo de antibombeo.
- Pruebas funcionales locales verificando operación de controles, mandos, señales, etc.

#### 7.14.9.3 Seccionadores

- Estado de los aisladores, anclajes, fusibles de BT, estanqueidad de las cajas, lubricación de los contactos, lubricación de los engranajes y descansos, estado del galvanizado y pinturas, verificar las deformaciones en las varillas de mando durante las operaciones.
- Chequear los motores y sus relés.
- Verificar simultaneidad de cierre y apertura de los contactos principales.
- Medir y calibrar los tiempos de operación de los contactos auxiliares.
- Pruebas de funcionamiento con mando local.

#### 7.14.9.4 Transformadores de Potencial

- Revisión de la instalación, dotación de aceites aislantes, etc.



#### 7.14.9.5 Apartarrayos

- Revisión de la instalación de: bases aislantes, instalación del contador de descargas, del cable entre el pararrayos y el contador, estado del aislador, etc.

#### 7.14.9.6 Transformadores de Corriente

- Revisión de la instalación, dotación de aceites aislantes, etc.

#### 7.14.9.7 Inyección primaria y secundaria

Las pruebas de inyección primaria están orientadas a comprobar la relación de transformación en los transformadores de medición, disparo del interruptor o reconector asociado a cada bahía. Adicionalmente, se realizará la inyección a nivel del primario de transformador y se realizará la medición a nivel del secundario.

Las pruebas de inyección secundaria están orientadas a verificar la correcta configuración de las cajas de agrupamiento, cableado y demás, la inyección se realizará a nivel del secundario del transformador de medición y se realizará la medición y comprobación a nivel de las cajas de agrupamiento y de los puntos de llegada en los tableros de control, medición y protección. Se deben tomar todas las precauciones del caso para cortocircuitar o aislar los bornes del caso para evitar sobrevoltajes peligrosos para el personal y dañinos a los equipos al realizar estas pruebas.

#### 7.14.10 SERVICIOS AUXILIARES

Las pruebas preliminares de funcionamiento del sistema de servicios auxiliares constituirán de un chequeo mecánico y eléctrico, incluyendo operación manual (local) de los equipos involucrados. El equipo a probarse incluye alimentadores aéreos y subterráneos de media tensión, tableros principales y de distribución de corriente alterna y corriente continua, cables de control y fuerza de baja tensión.

##### 7.14.10.1 Generalidades

Las pruebas preliminares de funcionamiento que se describen en este artículo son comunes para todos los equipos de servicios auxiliares e incluirán, aunque no estarán limitadas a comprobar lo siguiente:

- Verificación de la nivelación de los equipos.





- Que los interruptores extraíbles entren y salgan sin interferencia.
- Que la conexión de los equipos a la malla de tierra se haya realizado correctamente.

Las pruebas eléctricas deben realizarse de conformidad con las instrucciones de los fabricantes para cada equipo específico. Tales pruebas incluirán, aunque no estarán limitadas a lo siguiente:

- Verificación de la clase de precisión de todos los instrumentos de medidas.
- Chequeo del cableado punto a punto.
- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Pruebas de continuidad en los interruptores.

#### **7.14.10.2 Alimentadores subterráneos de media tensión**

- Que el cable siga la ruta correcta.
- Que el radio de los cables no sea menor que el especificado.
- Que los terminales y conos de dispersión se hayan instalado correctamente.
- Prueba de la resistencia de aislamiento.

#### **7.14.10.3 Cables de baja tensión para control y fuerza**

Todos y cada uno de los conductores de cada cable, de baja tensión para control y fuerza con aislamiento de 600 V. (excluyendo los cables de control dentro de los paneles y los cables para instrumentación) deben probarse con un Megger de 500 V.

Los conductores para alimentadores de baja tensión deben probarse como se indica a continuación:

- Abrir el interruptor del alimentador que va a probarse. Abrir todos los interruptores que estén conectados en el lado de la carga de dicho alimentador.
- Conectar el Megger y probar el aislamiento de los conductores.
- La lectura del Megger debe estabilizarse en un mínimo de dos megaohmios.
- Chequear la resistencia del aislamiento de los cables de control.
- Durante esta prueba deben desconectarse los relés dispositivos que puedan sufrir daño.

#### **7.14.11 DUCTOS PARA CABLES**

Las pruebas se realizarán para comprobar lo siguiente:



- Que hayan instalado correctamente los ductos, accesorios, cajas de conexión, y que no existan partes sueltas o partes faltantes.
- Que no existan daños en los accesorios antes mencionados. En caso de daño deben repararse o reemplazarse los elementos afectados.

#### **7.14.12 MALLA DE TIERRA**

Al finalizar el montaje electromecánico, la Contratista debe realizar una medición de la resistencia de la malla como lo indique y en presencia de la Fiscalización. El equipo y el método de prueba estarán sujetos a la aprobación de la Fiscalización.

Las mediciones deben demostrar también que las conexiones de los equipos y estructuras a la malla principal estén realizadas de conformidad con los planos.

#### **7.14.13 TABLEROS DE CONTROL**

Las pruebas preliminares comprenderán una inspección visual de la instalación completa incluidos relés de protección, medidores de instrumentos, circuitos de control, etc.

Ing. Edwin Alegría Macías  
**REPRESENTANTE LEGAL**  
RUC: 0791829593001

