



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**ANEXO No. 1  
DEL PROYECTO  
L.T. 220 KV MONTALVO – LOS HEROES Y  
SUBESTACIONES ASOCIADAS**

**MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS  
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD**



**ABRIL 2015**



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

## ÍNDICE

1.	<b>CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	3
2.	<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b> .....	4
2.1	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES.....	4
2.2	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA LÍNEA.....	5
3.	<b>SUBESTACIONES</b> .....	10
3.1	ALCANCE DE LA CONFIGURACIÓN.....	10
3.2	INSTALACIONES EXISTENTES EN SUBESTACIONES.....	10
3.2.1	SUBESTACIÓN MONTALVO.....	10
3.2.2	SUBESTACIÓN LOS HEROES.....	10
3.3	ALCANCE DEL PROYECTO.....	11
3.3.1	SUBESTACIÓN MONTALVO.....	11
3.3.2	SUBESTACIÓN LOS HÉROES.....	12
3.3.3	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS EN LAS SUBESTACIONES.....	12
3.4	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LAS SUBESTACIONES.....	13
4.	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES</b> .....	18
4.1	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN.....	18
4.2	SUBESTACIONES.....	24
5.	<b>CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE CONDUCTORES Y AISLADORES</b> .....	32
5.1	INSPECCIONES VISUALES PERIÓDICAS.....	32
5.2	TOMA DE MUESTRAS DE CONTAMINACIÓN.....	33
5.3	LIMPIEZA DE CONDUCTORES.....	34
5.4	LIMPIEZA DE AISLADORES.....	34





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

## ANEXO N° 1

### **Especificaciones del proyecto**

#### **1. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO**

##### **ALCANCE GENERAL**

El alcance del proyecto comprende la implementación de las siguientes obras:

- Ampliación de la Subestación Montalvo en 220 kV (configuración doble barra).
- Construcción de la Nueva Subestación Los Héroes 20/66 kV, adyacente a la actual subestación Los Héroes y adecuaciones en 220 kV en la subestación Los Héroes existente.
- Construcción de la nueva Línea de Transmisión 220 kV simple terna Montalvo – Los Héroes.

La configuración del proyecto descrita en el presente anexo ha sido elaborada sobre la base de un anteproyecto de ingeniería y no sobre una Ingeniería Definitiva, por lo que las características y los detalles finales del proyecto, en cuanto a su configuración y a sus componentes, serán los que sean aprobados por el COES en el estudio de Pre Operatividad, el mismo que tiene como fin determinar y evaluar el impacto de la nueva instalación en la operación del SEIN, así como en la fiabilidad y calidad de sus operaciones. La propuesta que se desarrolle en la Ingeniería Definitiva del proyecto debe concordar con el estudio de Pre Operatividad aprobado.

En tal sentido, la Sociedad Concesionaria será responsable de incluir otros elementos o componentes no descritos en el presente Anexo, que sean requeridos para el buen funcionamiento y operación del proyecto, así como modificar o adecuar lo que fuera necesario, y establecer las características definitivas del proyecto, a efectos de garantizar la correcta operación de todas sus instalaciones y la prestación del servicio cumpliendo las normas aplicadas en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

En el caso que los alcances, especificaciones o características del Proyecto, contenidas en el presente Anexo difieran con lo señalado en el anteproyecto de ingeniería, prevalece lo establecido en este Anexo. En este sentido, el anteproyecto de ingeniería debe ser considerado como un documento con información de carácter referencial.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y MinasViceministerio  
de EnergíaDirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

## 2. LÍNEA DE TRANSMISIÓN

### 2.1 CARACTERISTICAS TÉCNICAS GENERALES

Esta es una línea de transmisión, de simple terna, que enlazará la barra 220 kV de la Subestación Montalvo 500/220 kV, de propiedad del Concesionario ATS, con la Subestación Los Héroes 220/66 kV, de propiedad de REDESUR. Las características principales de esta línea son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 128,8 km
- Número de ternas: Una (1)
- Tensión nominal de operación: 220 kV
- Tensión máxima del sistema: 245 kV
- Configuración de conductores: Tipo triangular.
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR.
- Número de conductores por fase: Uno (1) ó más
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, de 108 mm<sup>2</sup> de sección.
- Subestaciones que enlaza: S.E. Montalvo y S.E. Los Héroes
- Altitudes: Entre 500 y 1500 m.s.n.m.

Las características generales de la línea eléctrica son las siguientes:

#### a) Capacidad de Transmisión por Límite Térmico

La capacidad mínima de transmisión por límite térmico (potencia de diseño), de la línea eléctrica que forma parte del proyecto, será la que se indica a continuación:

<u>Líneas de transmisión</u>	<u>Capacidad</u>
L.T. 220 kV Montalvo - Los Héroes	150 MVA

El cumplimiento de la capacidad indicada será verificado para las condiciones ambientales propias de cada una de las zonas que atraviesa la línea de transmisión, y la Sociedad Concesionaria deberá proveer todos los equipos e instalaciones asociados que se requieran para cumplir con este objetivo.

#### b) Capacidad de Transmisión en Condición de Emergencia

En condiciones de emergencia, por un periodo de hasta treinta (30) minutos, la línea de transmisión deberá soportar una sobrecarga no mayor de 30% por encima de la Capacidad de Transmisión por Límite Térmico.

<u>Línea de transmisión</u>	<u>Capacidad en Emergencia</u>
L.T. 220 kV Montalvo - Los Héroes	195 MVA

La verificación de la capacidad de transmisión de la línea, en las distintas condiciones de trabajo señaladas, deberá ser realizada de acuerdo con el tipo y sección de conductor que sea seleccionado, considerando el número de tramos necesarios, según las condiciones de clima y de altitud sobre el nivel del mar de las distintas zonas que atraviesa la línea. En todos los casos se verificará el cumplimiento de las distancias de seguridad mínimas establecidas en el CNE Suministro.





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

### c) Factores de diseño

La línea se considerará aceptable cuando cumpla con lo siguiente:

#### c.1) Límite térmico

- La temperatura en los conductores de fase, para la capacidad de transmisión por límite térmico, no debe superar los 75°C.
- Las pérdidas óhmicas no deben superar el valor máximo establecido en el numeral 2.2, literal n).
- Se debe observar las distancias de seguridad establecidas en las normas, en toda condición de operación.

#### c.2) Caída de tensión

- La diferencia de tensión entre los extremos emisor y receptor no debe superar el 5 % para las condiciones de operación normal (continua y en régimen permanente).

## 2.2 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA LÍNEA

- a) La Sociedad Concesionaria será responsable de la selección de la ruta y recorrido de la línea de transmisión.

En el Anteproyecto de Ingeniería se muestra el trazo preliminar seleccionado para la línea de transmisión. Este trazo será evaluado por la Sociedad Concesionaria, quien definirá el trazo definitivo.

Se evitará que la ruta de la línea pase por zonas arqueológicas, parques nacionales y zonas restringidas.

- b) La Sociedad Concesionaria será responsable de todo lo relacionado a la construcción de accesos, para lo cual deberá ceñirse a las normas vigentes que correspondan.

- c) Entre otras, la Sociedad Concesionaria será responsable de las siguientes actividades:

- Gestión de los derechos de servidumbre y el pago de las compensaciones a los propietarios o poseedores de los terrenos, para lo cual el Concedente podrá colaborar en las tareas de sensibilización de los propietarios, a fin de tener una gestión de servidumbre expeditiva.  
Cuando la empresa concesionaria tenga negociada y en proceso de pago el 50% de la servidumbre de la línea deberá iniciar la obra.
- Obtención de la Concesión Definitiva de Transmisión Eléctrica.
- Coordinar con las empresas concesionarias que estén desarrollando algún proyecto o que cuenten con instalaciones comprendidas en el recorrido de la línea, o donde sea necesario realizar trabajos para la conexión a las subestaciones que forman parte del alcance del presente proyecto.
- Obtención del CIRA (certificación del Instituto Nacional de Cultura-INC sobre no afectación a restos arqueológicos).
- Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y su plan de monitoreo, el mismo que será desarrollado dentro del marco legal vigente, además de contar con la aprobación de las entidades públicas correspondientes.

- d) El Concedente tendrá a su cargo la obtención de la opinión técnica favorable del proyecto emitido por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), así como el proceso de la Consulta Previa.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

- e) La faja de servidumbre será como mínimo de 25 m para la línea en 220 kV. En áreas con presencia de árboles u objetos que por su altura y cercanía a la línea representen un peligro potencial para personas que circulan en la zona, o para la misma línea (en el caso que ocurrieran acercamientos peligrosos o ante una eventual caída de estos árboles sobre la línea), se deberá prever las medidas que correspondan para eliminar o minimizar estos riesgos como, por ejemplo, la remoción o el corte de tales árboles.
- f) La línea debe cumplir los siguientes requisitos mínimos:
- Tensión de operación nominal : 220 kV
  - Tensión máxima de operación : 245 kV
  - Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico : 1050 kV<sub>pico</sub>
  - Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial (60 Hz) : 460 kV

Los valores anteriores serán corregidos de acuerdo con la altitud de las instalaciones. Las distancias de seguridad en los soportes y el aislamiento también deberán corregirse por altitud.

La longitud de línea de fuga del aislamiento deberá ser verificada de acuerdo con el nivel de contaminación de las zonas por las que atraviesen las líneas y el máximo nivel de tensión de las mismas, el nivel de contaminación es Nivel VI b según la norma EN 60071.8 y se tomará:

- En toda la línea : 31 mm/kV<sub>fase-fase</sub>.

La resistencia de las puestas a tierra individuales en las estructuras de la línea no deberán superar los 25 Ohms. Este valor debe ser verificado para condiciones normales del terreno y en ningún caso luego de una lluvia o cuando el terreno se encuentre húmedo. Sin embargo este valor deberá ser verificado de modo que se cumpla con la Regla 036.A del CNE (Suministro 2011). El cumplimiento de este valor no exime de la verificación de las máximas tensiones de toque y paso permitidas en caso de fallas, así como de las medidas que resulten necesarias para mantener estos valores dentro de los rangos permitidos.

- g) Se deberán cumplir con los siguientes valores eléctricos:

- g.1) El máximo gradiente superficial en los conductores será:

- 16 kVrms/cm en zonas de la costa con altitud hasta 1000 msnm.
- En zonas con altitudes mayores a 1 000 msnm, será menor al 90% del gradiente crítico corona para las condiciones atmosféricas predominantes en las áreas que atraviese la línea. Se deberá verificar que este valor no supere los límites establecidos en el Procedimiento Técnico PR-20 del COES y de ser necesario será ajustado para no superar dichos límites.

Los valores indicados se aplican en todas las fases de la línea.

- g.2) Los límites de radiaciones no ionizantes al límite de la faja de servidumbre, para exposición poblacional según el Anexo C4.2 del CNE - Utilización 2006.

- g.3) El ruido audible al límite de la faja de servidumbre, para zonas residenciales según el Anexo C3.3 del CNE – Utilización 2006.





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

g.4) Los límites de radio interferencia cumplirán con las siguientes normas internacionales:

- IEC CISPR 18-1 Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment Part 1: Description of phenomena.
- IEC CISPR 18-2 Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment. Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits.
- IEC CISPR 18-3 Radio Interference Characteristics of Overhead Power Lines and High-Voltage Equipment – Part 3: Code of Practice for Minimizing the Generation of Radio Noise.

h) Las distancias de seguridad, considerando un creep de 20 años, serán calculadas según la Regla 232 del CNE Suministro 2011 o el vigente a la fecha de cierre. Para la aplicación de la Regla 232 se emplearán los valores de componente eléctrica, indicados en la Tabla 232-4 del NESC. Las distancias de seguridad no serán menores a los valores indicados en la Tabla 2.1 que se incluyen al final del presente anexo. Junto con esta tabla también se incluye la Tabla 2.2 relativa a los niveles admisibles de campos eléctricos y magnéticos que deben cumplirse.

i) La Sociedad Concesionaria deberá considerar un número adecuado de transposiciones para las líneas en 220 kV, como referencia se tiene:

- Una (01) transposición completa para tramos de líneas entre 70 y 250 km.

En la etapa de aprobación del Estudio de Pre Operatividad, el COES aprobará si será requerida una transposición para la línea.

j) El diseño del aislamiento, del apantallamiento de los cables de guarda, de las puestas a tierra, y la selección de materiales a utilizar, deberán tomar en cuenta que las salidas de servicio que excedan las tolerancias permitidas serán penalizadas, según se indica en las Directivas y Procedimientos del OSINERGMIN, establecidas para el efecto y que no excluyen las compensaciones por mala calidad de suministro o mala calidad del servicio especificados en la NTCSE.

En cuanto al comportamiento frente a descargas atmosféricas se considera aceptable que el diseño de las líneas se realice considerando la tasa de fallas por descargas atmosféricas que se indica a continuación:

- La tasa total de fallas por 100 km por año debe ser menor o igual a 2.

Las interrupciones que excedan la tolerancia antes señalada serán sancionadas con el pago de un monto equivalente al 0,5% de la base tarifaria que corresponda al tramo de línea involucrado. Estas sanciones serán aplicadas independientemente de las compensaciones a favor de terceros especificadas en las NTCSE, por mala calidad del suministro o mala calidad del servicio.

Los cables de guarda de la línea deben ser ubicados de tal manera que la probabilidad de fallas originadas por descargas directas sobre los conductores de fase sea menor o igual a 0,01 fallas por 100 km por año.

Con el fin de cumplir con las tasas de falla indicadas, a manera de referencia, se recomienda lo siguiente:







- Seleccionar una ruta de línea que tenga un nivel cerámico bajo.
- Verificar que el ángulo de apantallamiento de los cables de guarda sea el apropiado para la altura de las estructuras de soporte de las líneas.
- Verificar que el nivel de aislamiento de la línea sea el apropiado.
- Verificar que el valor de la resistencia de las puestas a tierra de las torres sea el apropiado y, de ser el caso, utilizar puestas a tierra capacitivas en las zonas rocosas o de alta resistividad.
- Utilizar materiales (aisladores, ferretería, cables OPGW, etc.) de comprobada calidad, para lo cual se deberá utilizar suministros con un mínimo de 15 años de experiencia de fabricación y uso a nivel mundial.
- Instalación de descargadores de tensión (pararrayos) en las cadenas de aisladores.

k) Se empleará un cable de guarda del tipo OPGW, de 24 fibras, de 108 mm<sup>2</sup> de sección, de manera tal que este último permita de forma rápida, segura y selectiva la protección diferencial de línea, el envío de datos al COES en tiempo real, el telemando y las telecomunicaciones. El cable de guarda deberá ser capaz de soportar el cortocircuito a tierra hasta el año 2 035, valor que será sustentado por la Sociedad Concesionaria.

l) Para los servicios de mantenimiento de la línea se podrá utilizar un sistema de comunicación con celulares satelitales, en lugar de un sistema de radio UHF/VHF.

m) Se podrá utilizar conductores tipo ACSR, AAAC o ACAR según la capacidad de transporte, las cargas, vanos y tiros adecuados que presenten la mejor opción de construcción y operación, siempre y cuando se garantice un tiempo de vida útil no menor a 30 años.

La Sociedad Concesionaria podrá emplear el conductor que considere apropiado, sin exceder el valor de gradiente crítico, de acuerdo con la altitud sobre el nivel del mar, ni el porcentaje de pérdidas por efecto Joule establecidas.

n) Los límites máximos de pérdidas Joule, calculados para un valor de potencia de salida igual a la que se indica en la tabla incluida a continuación, con un factor de potencia igual a 1,00, y tensión en la barra de llegada igual a 1,00 p.u., serán los indicados en el siguiente cuadro:

Línea	% de Perdidas /Circuito		
	Longitud aproximada (km)	Potencia de Referencia (MVA)	Pérdidas Máximas (%/km)
L.T. 220 kV Montalvo – Los Héroes	128,8	150	0,022

El cumplimiento de estos niveles de pérdidas será verificado por el Concedente, mediante los cálculos de diseño del conductor, previo a la adquisición de los suministros por la Sociedad Concesionaria. No se autorizará la instalación del conductor en caso de incumplimiento de los valores de pérdidas límites.







PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Viceministerio de Energía

Dirección General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

La fórmula de cálculo para verificar el nivel de pérdidas Joule será la siguiente:

$$Pérdidas = \left( \frac{P_{ref}}{V_{nom}} \right)^2 \times \frac{R_{75^{\circ}C}}{P_{ref}} \times 100\%$$

Donde:

$P_{ref}$  = Potencia de referencia en MVA

$V_{nom}$  = Tensión nominal de la línea en kV

$R_{75^{\circ}C}$  = Resistencia total de la línea por fase, a la temperatura de 75 °C y frecuencia de 60 Hz.

- o) Indisponibilidad por mantenimiento programado: El número de horas por año fuera de servicio por mantenimiento programado de cada línea de transmisión, no deberá exceder de dos jornadas de ocho horas cada una.
- p) Tiempo máximo de reposición post falla: El tiempo de reposición del tramo de línea que haya tenido una falla fugaz que ocasione desconexión de un circuito, debe ser menor a 30 minutos. Los excesos son sancionados en el monto y forma que disponen las Leyes Aplicables.

La Configuración General del Proyecto se muestra en el Esquema N° 1, que se incluye al final del presente Anexo.





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

### 3. SUBESTACIONES

#### 3.1 ALCANCE DE LA CONFIGURACIÓN

La configuración del proyecto considera las obras e instalaciones que se describen en el numeral 3.3.

#### 3.2 INSTALACIONES EXISTENTES EN SUBESTACIONES

##### 3.2.1 SUBESTACIÓN MONTALVO

La subestación Montalvo pertenece a la empresa concesionaria Abengoa Transmisión Sur S.A. (ATS), cuenta con patios al exterior en 500 kV y 220 kV, el patio 220 kV ha sido diseñado para configuración doble barra con celda de acoplamiento y equipamiento convencional al exterior.

El patio 220 kV cuenta con espacio para 14 bahías, actualmente se encuentran ocupadas 02 de las bahías (una de transformación y otra de salida de línea) y como espacios de reserva se tiene 12 bahías restantes.

Esta Subestación está ubicada en el departamento de Moquegua, aproximadamente en las siguientes coordenadas UTM (datum WGS84):

ZONA	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
19L	287 3488	8 098 220

##### 3.2.2 SUBESTACIÓN LOS HEROES

La subestación Los Héroes 220/66 kV, se encuentra sobre un área de 8939,40 m<sup>2</sup>, en el lado Noroeste de la Ciudad de Tacna, distrito Alto de la Alianza, Provincia de Tacna, Región de Tacna.

La S.E. Los Héroes, forma parte de la concesión de Red Eléctrica del Sur S.A. (REDESUR), cuenta con patio al exterior en 220 kV, de configuración simple barra y equipamiento convencional al exterior, así como patio al exterior en 66 kV también de configuración simple barra y equipamiento convencional al exterior.

El patio 220 kV está preparado para 02 bahías, estando actualmente ocupada 01 de ellas y como espacios de reserva se tiene la restante.

El patio 220 kV existente está conformado por:

- Un sistema de simple barra
- Una celda línea-transformador 220 kV, a S.E. Moquegua.
- Una bahía de reserva.

El patio 66 kV existente está conformado por:

- 01 Sistema de Barras - en 66 kV.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

- Pórticos de Celosía Patio 66 kV para el nuevo transformador y de la ampliación de barras.
- 01 interruptor, trifásico 66 kV
- 01 Seccionador de barras 66 kV.
- 03 Pararrayos 66 kV
- 03 Transformadores de corriente 66 kV
- 03 Transformadores de tensión 66 kV

En la tabla 1 se muestran las coordenadas del terreno actual de la subestación Los Héroes 220/66kV.

Tabla 1. Coordenadas de ubicación de la actual S.E. Los Héroes 220/66kV.

VERTICE	DISTANCIA	ÁNGULO	NORTE	ESTE	COTA
V1	72.814	90°0'0"	8009387.388	360521.239	712.168
V2	131.253	90°0'0"	8009443.101	360568.121	712.248
V3	73.407	90°0'0"	8009358.943	360668.842	712.341
V4	131.285	90°0'0"	8009302.756	360621.604	712.217

El equipamiento descrito y la ubicación indicada en el presente numeral son referenciales y consideran la información disponible a la fecha de realización del presente documento por lo que deberá ser verificado por la Sociedad Concesionaria previo al inicio de cualquier trabajo de ingeniería.

### 3.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto comprende las siguientes subestaciones:

#### 3.3.1 SUBESTACIÓN MONTALVO

Las instalaciones previstas en la subestación Montalvo serán en el nivel 220 kV, del tipo convencional al exterior, de configuración de conexión similar a la existente.

Se ha considerado que los equipos a instalar en la subestación Montalvo, sean de similares características a los equipos existentes en el patio de llaves 220 kV de la SE de la Concesionaria Abengoa Transmisión Sur (ATS), esto, a fin de mantener una compatibilidad en el equipamiento.

Las instalaciones previstas comprenden:

- Adecuación del Sistema de barra 220 kV a las nuevas instalaciones
- Implementación de una (01) celda de línea en 220 kV





### 3.3.2 SUBESTACIÓN LOS HÉROES

Para la implementación de las instalaciones previstas en la Subestación Los Héroes se considera adquirir un terreno nuevo adyacente a la actual subestación de forma perimetral rectangular, sobre un área aproximada de 4 573 m<sup>2</sup> en el lado Sur-oeste.

El alcance de la implementación de las instalaciones previstas en la SE Los Héroes comprende el equipamiento electromecánico principal así como las obras civiles necesarias, para la instalación de un nuevo transformador y el equipamiento correspondiente para una segunda bahía de transformación 220/66/10,5 kV – 50/60/12 MVA y la celda de llegada de Línea 220 kV, de manera de facilitar las etapas siguientes de ingeniería, construcción y montaje.

Para esta implementación de la S.E. Los Héroes se ha considerado que los equipos a instalar en el presente proyecto sean de similares características (o superiores en el caso de capacidad de corriente de cortocircuito de algunos equipos) a los equipos existentes en el actual patio de llaves, esto, a fin de mantener una compatibilidad en el equipamiento.

Las instalaciones previstas comprenden:

- Una (01) celda de línea en 220 kV (llegada de la SE Montalvo), la cual se conectará en una configuración que cumpla con los criterios establecidos en el Procedimiento N° 20 del COES.
- Adecuación del Sistema de barra 220 kV (existente) a las nuevas instalaciones
- Instalación de un (01) transformador de potencia 220/66 kV y conexión a las barras 220 kV y 66 kV, a través de sus respectivas celdas de transformación.
- Adecuación de la celda línea-transformador, de la subestación existente, a celda de línea y celda de transformador.

Para la implementación de las instalaciones descritas, la Sociedad Concesionaria deberá realizar las coordinaciones que resulten necesarias con el concesionario (REDESUR) como parte del Proyecto. Por lo tanto, constituirá su responsabilidad, efectuar las modificaciones, refuerzos, instalación o sustitución de equipos que sean necesarias para la correcta operación de las instalaciones.

Así mismo, las instalaciones descritas deberán prever los espacios necesarios para tal configuración de conexión.

En el Anteproyecto, en la sección "Planos del Proyecto", se muestra en forma referencial, el diagrama unifilar y los planos de disposición de equipos, planta y corte, de la implementación de la subestación Los Héroes.

### 3.3.3 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS EN LAS SUBESTACIONES

#### • Obras Electromecánicas Complementarias

Adicional a los suministros y trabajos de las obras electromecánicas deberán realizarse, entre otros, los diseños y ejecución de las siguientes obras complementarias:

- Sistema de Control: Protección, Medición y Automatización.
- Servicios auxiliares: normal y de emergencia.
- Cableado y conexionado.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

#### • Obras Civiles Complementarias

Adicional a los suministros y trabajos de las obras civiles deberán realizarse, entre otros, los diseños y ejecución de las siguientes obras complementarias:

- Excavaciones, relleno y compactaciones.
- Bases y fundaciones de los equipos y pórticos necesarios para las instalaciones previstas.

### 3.4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LAS SUBESTACIONES

#### a) Características técnicas generales

En el presente acápite se especifican los requerimientos técnicos que deberán soportar y cumplir los equipos de las subestaciones. Sin embargo, durante el desarrollo del estudio definitivo la Sociedad Concesionaria deberá realizar todos aquellos estudios que garanticen la correcta operación de los equipos y del sistema propuesto.

- Se deberá instalar equipos de fabricantes que tengan un mínimo de experiencia de fabricación y suministro de quince (15) años.
- Los equipos deberán ser de última tecnología; sin embargo, no se aceptarán equipos con poca experiencia de operación. Se deberán presentar referencias de suministros similares y de referencias acreditadas de operación exitosa de equipos por parte de operadores de sistemas de transmisión.
- Los equipos deberán contar con informes certificados por institutos internacionales reconocidos, que muestren que han pasado exitosamente las Pruebas de Tipo. Todos los equipos serán sometidos a las Pruebas de Rutina.
- Las normas aplicables que deberán cumplir los equipos, serán principalmente las siguientes: ANSI/IEEE, IEC, VDE, NEMA, ASTM, NESC, NFPA ó similares que garanticen un nivel de calidad igual o superior.

#### b) Ubicación y espacio para las Instalaciones previstas

Será de responsabilidad de la Sociedad Concesionaria gestionar, coordinar o adquirir bajo cualquier título el derecho a usar los espacios disponibles, estableciendo los acuerdos respectivos con los titulares de las subestaciones, así como coordinar los requerimientos de equipamiento, estandarización, uso de instalaciones comunes y otros.

La Sociedad Concesionaria será también la responsable de adquirir los terrenos que resulten necesarios o sean requeridos, y efectuar las obras de modificación y adecuación de las subestaciones.

#### c) Niveles de tensión y aislamiento.

##### En 220 kV

- |   |              |
|---|--------------|
| - Tensión nominal                                 | 220 kV       |
| - Máxima tensión de servicio                      | 245 kV       |
| - Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico | 1 050 kVpico |





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 60 Hz - 460 kV

#### En 66 kV

- Tensión nominal 66 kV
- Máxima tensión de servicio 72,5 kV
- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1 minuto 140 kV
- Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico 325 kVpico
- Conexión del neutro a tierra

#### Nivel de Protección

- Línea de fuga mínima 31 mm/kV
- Protección contra descargas atmosféricas mínimo Clase 3

#### Distancias de seguridad

Las separaciones mínimas entre fases para conductores y barras desnudas al exterior serán como mínimo las siguientes:

- En 220 kV : 4,00 m.
- En 66 kV : 2,00 m.

Los valores señalados previamente están referidos al nivel del mar por lo que, de ser necesario, deberán ser corregidos de acuerdo con la altitud de las instalaciones donde corresponda.

#### d) Niveles de corriente

Todos los equipos de maniobra (interruptores y seccionadores), deberán cumplir con las siguientes características:

	<u>66 kV</u>	<u>220 kV</u>
Corriente nominal mínima	1250 A	1250 A
Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico, 1s, simétrica	25 kA	40 kA

#### e) Requerimientos sísmicos.

Teniendo en cuenta que el proyecto está localizado en áreas con diferentes características sísmicas, todos los equipos deberán estar diseñados para trabajar bajo las siguientes condiciones sísmicas:

- Aceleración horizontal : 0,5 g.
- Aceleración vertical : 0,3 g.
- Frecuencia de oscilación : 10 Hz
- Calificación sísmica : Alta de acuerdo a normas.

#### f) Equipos de 220 kV

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión a líneas de 220 kV es el siguiente:

Equipamiento convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformador de tensión







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

capacitivo, trampas de onda, seccionador de línea con cuchillas de tierra, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar sincronizado y seccionador de barras.

El equipamiento recomendado para la celda de transformación en el lado de 220 kV, es el siguiente:

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformadores de corriente, interruptor de operación uni-tripolar sincronizado y seccionador de barras.

**g) Equipos de 66 kV**

El equipamiento recomendado para la celda de transformación en el lado de 66 kV, es el siguiente:

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformadores de corriente, interruptor de operación tripolar y seccionador de barras.

**h) Equipos en 10,5 kV (devanado terciario)**

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión en el nivel de tensión del devanado terciario estará constituido principalmente para los servicios auxiliares.

**Nota:** El tipo de equipamiento recomendado para el devanado terciario deberán ser confirmado o modificado por la Sociedad Concesionaria, según los diseños finales de Ingeniería que sean aprobados por el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

**i) Protección y medición**

La protección del sistema de transmisión deberá contar con sistemas de protección, primaria y secundaria del mismo nivel sin ser excluyentes, según Procedimiento Técnico COES PR-20.

**i.1) Líneas de transmisión**

La protección de las líneas estará basada en una protección primaria y secundaria, del mismo nivel sin ser excluyentes, así como en protección de respaldo incluyendo, entre otros, los siguientes:

- Protección primaria : relés de corriente diferencial.
- Protección secundaria : relés de distancia.
- Protección respaldo : relés de sobrecorriente.  
relés de sobrecorriente direccional a tierra.  
Relés de desbalance.  
relés de mínima y máxima tensión.  
relés de frecuencia.

Todas las líneas deberán contar con relés de recierre monofásico, coordinados por el sistema de teleprotección, que actúen sobre los respectivos interruptores, ubicados a ambos extremos de la línea.

**i.2) Transformador de potencia**

El transformador deberá contar con la siguiente protección, entre otros:

- Protección principal : relés de corriente diferencial.
- Protección secundaria : relé de corriente diferencial  
relé de bloqueo.  
relé de sobrecorriente.  
relé de sobrecorriente a tierra.





Nota: Los sistemas de protección primaria, secundaria y respaldo, tanto para las líneas como para el transformador de potencia, constituirán unidades independientes de relés.

**j) Telecomunicaciones**

Se deberá contar con un sistema de telecomunicaciones principal (fibra óptica – OPGW) y secundario (onda portadora) en simultáneo y no excluyentes, más un sistema de respaldo (satelital u otro que considere la Sociedad Concesionaria) en situaciones de emergencia, que permitan la comunicación permanente de voz y datos entre las subestaciones.

**k) Servicios auxiliares**

Dado que las S.S.E.E Montalvo y Los Héroes son existentes, se recomienda que el sistema a emplear sea compatible con los sistemas existentes en dichas subestaciones.

**l) Control**

l.1) Los tableros de protección y medición estarán ubicados al lado de cada bahía de conexión, y se conectarán por fibra óptica en configuración anillo hasta la sala de control.

El control de cada celda o bahía se realizará desde unidades de control de bahía (UCB), una por cada celda en alta tensión. Se proveerán los siguientes niveles de operación y control:

Local manual, sobre cada uno de los equipos

Remoto automático, desde:

La unidad de control de bahía (UCB)

La sala de control de la Línea Eléctrica

Un centro de control remoto a la Línea Eléctrica

l.2) Dado que esta es una nueva Línea Eléctrica deberá contar con un sistema de vigilancia y seguridad externo e interno, que permita el control permanente y la operación de la Línea Eléctrica desde el interior y desde un centro de control remoto.

l.3) La Línea Eléctrica estará integrada a un sistema SCADA para el control, supervisión y registro de las operaciones en la Línea Eléctrica. Para esto se deberá diseñar un sistema que cumpla con los últimos sistemas tecnológicos de acuerdo con la norma IEC 61850.

l.4) Además deberá estar conectadas al sistema y centro de control operativo del COES SINAC, de conformidad con lo establecido en la Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados, aprobada mediante Resolución Directoral N° 014-2005-EM/DGE.

**m) Malla de tierra.**

m.1) Todas las ampliaciones deberán contar con una malla de tierra profunda, conectada a la malla de tierra de las subestaciones existentes, que asegure al personal contra tensiones de toque y de paso. Al mismo tiempo, la malla de tierra deberá permitir la descarga segura a tierra de las sobretensiones de origen atmosférico sin que los equipos instalados sean afectados y garantizando que







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

las tensiones de toque y paso así como los potenciales transferidos cumplan con lo señalado en el CNE Suministro y en el CNE Utilización.

- m.2) El diseño de la malla de tierra se realizará de acuerdo con lo señalado en la norma IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding (IEEE - Std. 80 2000).
- m.3) Los elementos sin tensión (equipos, estructuras metálicas, aisladores soporte y otros), se conectarán directamente a la malla de tierra profunda mediante empalmes de soldadura exotérmica.
- m.4) Todos los pararrayos serán también conectados a electrodos de tierra individuales.
- m.5) La Línea Eléctrica deberá contar con blindaje contra descargas atmosféricas.

**n) Obras civiles.**

- n.1) En forma general el alcance de las obras civiles comprende los trabajos de las ampliaciones a ejecutar en las subestaciones existentes, así como la nueva instalación de la Subestación Los Héroes, tales como: movimiento de tierras, excavaciones, bases y fundaciones de los equipos, pórticos, canaletas de concreto, ductos de los cables de fuerza, construcción de casetas, vías carrozables, demoliciones, cerco perimétrico, entre otros.





#### 4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

Las obras del proyecto deberán cumplir como mínimo con los requerimientos del CNE Suministro - vigente y con las especificaciones técnicas que se describen en la presente sección. Sin embargo, el Concedente podrá aceptar modificaciones a estas especificaciones, cuando sean solicitadas o propuestas por la Sociedad Concesionaria con el debido sustento.

##### 4.1 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

###### 4.1.1 CONFIGURACIÓN DE LOS SOPORTES

Para la línea de transmisión se ha previsto la siguiente configuración para la disposición de los conductores en los soportes:

Línea de Transmisión	Nº Ternas	Cond. por fase	Cables de Guarda	Soportes	Disposición de conductores
LT 220 kV Montalvo – Los Héroos	1	1	1	Tipo celosía	Triangular

Los tipos de soportes serán del tipo celosía autosoportados.

###### 4.1.2 ESTRUCTURAS DE LA LÍNEA

###### 4.1.2.1 Alcance

Estas especificaciones establecen los requerimientos técnicos para el suministro de las estructuras de celosía de la línea, incluyendo el suministro de las fundaciones según el tipo de soporte.

###### 4.1.2.2 Normas

Para el diseño, fabricación, inspección, pruebas, embalaje, transporte y entrega se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las siguientes normas: CNE Suministro 2011, ASTM A 36, ASTM A572, ASTM A6, ASTM A394, ANSI B18.2.1, ANSI B18.2.1, ANSI B.18.2.2, ASTM A123, ASTM A153, ASTM B201, ASCE 10-97, IEC 60652.

###### 4.1.2.3 Características principales

Las estructuras serán diseñadas para las configuraciones señaladas en el apartado 4.1.1. Las estructuras de 220 kV llevarán un conductor por fase y un (1) cable de guarda, de tipo OPGW.

Para las hipótesis de cálculo y los grados de construcción deberán ceñirse a lo indicado en el CNE Suministro 2011, y en normas o documentos técnicos especializados aplicables para el diseño, fabricación y pruebas, como la ASCE 10-97, "Design of Latticed Steel Transmission Structures" y la ASCE N° 74 "Guidelines for Electrical Transmission Line Structural Loading".

Para las estructuras metálicas de celosía se utilizarán perfiles angulares de lados iguales y placas de acero estructural o acero de alta resistencia, fabricados según las normas ASTM A-36 y ASTM A572 o normas internacionales equivalentes que aseguren una calidad de fabricación igual o superior.

Los espesores mínimos permitidos para perfiles y placas serán los que se indican a continuación:

- Montantes y crucetas: 60x60x6 mm
- Otros elementos: 40x40x4 mm
- Espesor mínimo de placas: 6 mm

Todos los elementos constitutivos de las estructuras serán galvanizados en caliente de acuerdo con las normas ASTM A123 y ASTM A153, en tanto que los pernos cumplirán con las especificaciones de la norma ASTM A394.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

El espesor mínimo de la capa de zinc depositada en el material no deberá ser inferior a 600 gr/m<sup>2</sup>.

En el caso que se encontraran perfiles o piezas con formación de "moho blanco" durante el envío o en el almacenamiento en el sitio, OSINERGMIN o el Concedente, tendrá la facultad de:

- a) Aprobar un sistema de limpieza y pintura protectora, de probada calidad, a aplicarse en el terreno.
- b) Ordenar inmediatamente la prohibición del empleo de las partes afectadas, y que todos los futuros embarques reciban un tratamiento especial mediante pulverización a baño de los elementos individuales, antes del despacho.

#### 4.1.2.4 Accesorios

Cada soporte será completado con los accesorios siguientes:

- Pernos de escalamiento ubicados a 5 m del nivel del suelo.
- Dispositivos anti escalamiento.
- Placas de indicación del número de soporte (torre o poste), de alta tensión y peligro, nombre de la línea, disposición de fases y código de la línea.
- Todas las placas serán de aluminio anodizado.
- Estribos del tipo y dimensiones adecuadas para la conexión de las cadenas de aisladores de suspensión y de anclaje.

#### 4.1.3 CONDUCTORES DE FASE

##### 4.1.3.1 Alcance

Estas especificaciones establecen las características técnicas para el suministro de conductores para las líneas de transmisión, seleccionados de acuerdo con los criterios técnicos especificados en los apartados 1 y 2 del presente anexo.

##### 4.1.3.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los conductores (de acuerdo con su tipo) se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las siguiente normas: CNE Suministro 2011, ASTM B398/B398M, ASTM B399/B399M, ASTM B524/524M, ASTM B-230/B230M, ASTM B232/B232M, ASTM B-498/B498M, ASTM B-500/B500M, ASTM B401, ASTM B-233-97, IEC 1597.

##### 4.1.3.3 Características de los conductores de fase

La Sociedad Concesionaria seleccionará el tipo de cable que garantice el cumplimiento de los requerimientos técnicos establecidos en los apartados 1 y 2 del presente anexo. Para este fin podrá evaluar los tipos de cables ACSR, ACAR ó AAAC, según la capacidad de transporte, el número de conductores por fase, las cargas mecánicas de diseño, la longitud de los vanos y las condiciones climáticas propias de las distintas áreas que atraviesa la línea, de tal manera que la alternativa seleccionada constituya la mejor opción final de construcción.

#### 4.1.4 CABLE DE GUARDA OPGW

##### 4.1.4.1 Alcance

Estas especificaciones establecen los requerimientos técnicos mínimos para el suministro del cable OPGW (Optical Power Ground Wire), con el fin de asegurar que el mismo funcione satisfactoriamente como un transmisor óptico y como un cable de guarda, durante toda la vida útil de la línea de transmisión.



**4.1.4.2 Constitución básica**

El cable OPGW estará compuesto por fibras ópticas para telecomunicaciones, contenidas en una unidad central de protección de fibra óptica, rodeada de una o varias capas de cables metálicos trenzados concéntricamente.

La unidad óptica deberá ser diseñada para contener y proteger las fibras ópticas de posibles daños originados por esfuerzos mecánicos ocasionados por la tracción, flexión, torsión, compresión o por la humedad. La configuración del cable debe ser del tipo "loose" y deberá ser sellado longitudinalmente contra el ingreso de agua.

El cable debe poseer las características eléctricas y mecánicas requeridas para el diseño de las líneas de transmisión y debe garantizar que las fibras ópticas no sufran esfuerzos durante la vida útil del cable.

Corresponde a la Sociedad Concesionaria determinar las características técnicas y especificaciones finales del cable OPGW, para lo cual debe tomar en cuenta normas como la IEEE 1138, la ITU-T G.652, o equivalentes, que garanticen una selección con los niveles de calidad requeridos para el SEIN.

**4.1.4.3 Fibras ópticas**

La fibra óptica debe cumplir con las características siguientes:

**a. Cable Completo****Características Generales**

- Tipo OPGW
- Regulaciones de Fabricación ITU-T G.652

**Características de Dimensión**

- Diámetro nominal del cable 14,70 mm (\*)
- Aproximación total de la sección 106 mm<sup>2</sup> (\*)

**Características mecánicas**

- Peso aproximado del cable 0,457 kgf/m (\*)
- Carga de rotura mínima a la tracción  $\geq 6\,370$  kgf (\*)
- Módulo de elasticidad (E) 11 500 - 12 700 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de expansión térmica lineal  $14 \times 10^{-6}$  -  $16 \times 10^{-6}$  1/°C
- Radio de curvatura mínimo  $\leq 12$  Mn (\*)

**Características térmicas y eléctricas**

- Resistencia eléctrica 20°C 0,37 Ohm/km (\*)
- Capacidad de corriente de cortocircuito 40 kA, 0,3 s (\*)
- Temperatura máxima del cable 210 °C (\*)

**b. Tubo De Protección**

- Material Aluminio
- Construcción Extruido

**c. Núcleo Óptico**

- Número de unidades ópticas 1
- Número de fibras por unidad óptica 24
- Construcción Holgado
- Llenado de tubo Gel anti humedad
- Barrera térmica Incorporada
- Protección mecánica Incorporada
- Máxima temperatura soportable por la fibra y sus recubrimientos 140 °C







#### d. Fibra Óptica

##### Características Geométricas y Ópticas

- Diámetro del campo monomodo (a 1150 nm)  $9 \pm 0,5 \mu\text{m}$  (\*)
- Diámetro del revestimiento  $125 \pm 2,4\% \mu\text{m}$  (\*)
- Error de concentricidad del campo monomodal  $\leq 0,6 \mu\text{m}$  (\*)
- No circularidad del revestimiento  $< 2\%$  (\*)
- Longitud de onda de corte  $1\ 260 \text{ nm}$  (\*)
- Proof test  $\geq 1\%$  (\*)
- Código de colores Estándar

##### Características de Transmisión

- Atenuación para  $\lambda = 1\ 550 \text{ nm}$   $\leq 0,23 \text{ dB/km}$  (\*)
- Atenuación para  $\lambda = 1\ 625 \text{ nm}$   $\leq 0,25 \text{ dB/km}$  (\*)
- Coef. dispersión cromática  $\lambda = 1528\text{-}1561 \text{ nm}$   $\leq 2,0 \text{ a } 6,0 \text{ ps/km.nm}$  (\*)
- Coef. dispersión cromática  $\lambda = 1561\text{-}1620 \text{ nm}$   $\leq 4,5 \text{ a } 11,0 \text{ ps/km.nm}$  (\*)

##### Condiciones Ambientales

- Humedad relativa mínima  $75\%$  a  $40^\circ\text{C}$
- Humedad relativa máxima  $99\%$  a  $40^\circ\text{C}$
- Rango de temperatura de funcionamiento  $5 - 50^\circ\text{C}$
- Instalación Intemperie

Nota (\*): Valores referenciales, a ser definidos por la Sociedad Concesionaria previa aprobación del Concedente.

#### 4.1.5 AISLADORES

##### 4.1.5.1 Alcance

Estas especificaciones establecen las características técnicas de los aisladores que serán suministrados para la línea de transmisión.

##### 4.1.5.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los aisladores y sus accesorios, se utilizarán, sin ser limitativas y según correspondan, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro, IEC60120, IEC 60305, IEC 60372, IEC 60383, IEC 60437, IEC 60507, IEC 60815, IEC 61109 ANSI C29.1, ANSI C29.2, ANSI C29.11, ANSI C29.17, ASTM A 153.

##### 4.1.5.3 Características de los Aisladores

De manera general, el tipo y material de los aisladores será seleccionado de acuerdo a las características de las zonas que atraviesen las líneas, y tomarán en cuenta las buenas prácticas y experiencias de líneas de transmisión construidas en zonas similares del Perú.

Los aisladores de las líneas en 220 kV deberán ser evaluadas entre los tipos poliméricos, de vidrio templado o de porcelana, de estructura homogénea, del tipo estándar, con partes metálicas de acero forjado o hierro maleable galvanizado, provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión.

Las cadenas de aisladores incluirán el número necesario de unidades para garantizar una longitud de fuga adecuada según el nivel de contaminación de las áreas por las que atraviesen las líneas, la altitud de las mismas sobre el nivel del mar y el máximo nivel de tensión del sistema.

Del mismo modo estas cadenas deben garantizar el nivel de aislamiento requerido frente a sobretensiones de origen atmosférico, sobretensiones de maniobra y sobretensiones a frecuencia industrial, para las mismas condiciones de altitud señaladas previamente y los niveles de aislamiento definidos en el apartado 2.3 del presente anexo.





En el caso de estructuras de ángulos mayores, terminales y de anclaje las cadenas emplearán un (01) aislador adicional a los utilizados en las cadenas de suspensión.

Corresponde a la Sociedad Concesionaria establecer las características técnicas de los aisladores que serán utilizados en las líneas y la cantidad de unidades por cadena, de tal manera que se garanticen los niveles de aislamiento adecuados. En todos los casos deberá verificarse que la resistencia mecánica de los aisladores sea la adecuada, de acuerdo con las condiciones de trabajo a las que se encuentren sometidas; evaluando, de ser necesario, el empleo cadenas dobles o aisladores con mayor carga de rotura.

#### 4.1.6 ACCESORIOS DEL CONDUCTOR

##### 4.1.6.1 Alcance

Estas especificaciones establecen los requerimientos técnicos para el suministro de los accesorios de los conductores, tales como: varillas de armar, manguitos de empalme, manguitos de reparación y herramientas para su aplicación, espaciadores, amortiguadores, y otros a ser utilizados con el conductor seleccionado.

##### 4.1.6.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro vigente, ASTM A 36, ASTM A 153, ASTM B201, ASTM B230, ASTM B398, IEC 61284, UNE 207009:2002.

##### 4.1.6.3 Características Técnicas

- a) Varillas de armar: serán de aleación de aluminio de forma helicoidal y del tipo preformado, para ser montadas fácilmente sobre los conductores. Las dimensiones de las varillas de armar serán apropiadas para las secciones de los conductores seleccionados.  
Una vez montadas, las varillas deberán proveer una capa protectora uniforme, sin intersticios y con una presión adecuada para evitar aflojamiento debido a envejecimiento.
- b) Manguitos de empalme: serán del tipo compresión, del material y diámetro apropiados para el conductor seleccionado. La carga de rotura mínima será de 95% de la del conductor correspondiente.
- c) Manguitos de reparación: serán del tipo compresión. Su utilización será solamente en casos de daños leves en la capa externa del conductor. Las características mecánicas serán similares a las de los manguitos de empalme.
- d) Amortiguadores: deberán ser del tipo stock bridge para controlar los niveles de vibración eólica dentro de los límites de seguridad permitidos; conservando sus propiedades mecánicas y de amortiguamiento a lo largo de la vida útil de la línea.

#### 4.1.7 ACCESORIOS PARA CADENAS DE AISLADORES

##### 4.1.7.1 Alcance

Estas especificaciones establecen los requerimientos para el diseño y fabricación de los accesorios de ensamble de las cadenas de aisladores, tanto en suspensión como en anclaje, incluyendo adaptadores, grilletes, grapas de suspensión y anclaje, contrapesos, descargadores, etc.

##### 4.1.7.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro 2011, ASTM B6, ASTM A153, ASTM B201, ASTM B230.







#### 4.1.7.3 Características Técnicas

- a) Mecánicas: las grapas de suspensión no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor activo y deben tener la capacidad de soportar de manera apropiada las cargas de trabajo asociadas a la instalación y mantenimiento de las líneas
- b) Eléctricas: ningún accesorio atravesado por corriente eléctrica deberá alcanzar una temperatura superior al conductor respectivo en las mismas condiciones y deberá tener la capacidad suficiente para soportar las corrientes de cortocircuito, así como las condiciones de operación del mismo, además de presentar un efecto corona limitado  
La resistencia eléctrica de los empalmes y de las grapas de anclaje no será superior al 80% correspondiente a la longitud equivalente del conductor.  
Para evitar descargas parciales por efecto corona, la forma y el diseño de todas las piezas bajo tensión será tal que evite esquinas agudas o resaltos que produzcan un excesivo gradiente de potencial eléctrico.
- c) Se recomienda la utilización de cadenas provistas de descargador y anillos de campo.

#### 4.1.7.4 Prescripciones constructivas

- a) Piezas bajo tensión mecánica: serán fabricadas en acero forjado, o en hierro maleable, adecuadamente tratado para aumentar su resistencia a impactos y a rozamientos.
- b) Piezas bajo tensión eléctrica: los accesorios y piezas normalmente bajo tensión eléctrica serán fabricados de material antimagnético.
- c) Resistencia a la corrosión: los accesorios serán fabricados con materiales compatibles que no den origen a reacciones electrolíticas, bajo cualquier condición de servicio.
- d) Galvanizado: una vez terminado el maquinado y marcado, todas las partes de hierro y acero de los accesorios serán galvanizados mediante inmersión en caliente según Norma ASTM A 153.

El galvanizado tendrá textura lisa, uniforme, limpia y de un espesor uniforme en toda la superficie. La preparación del material para el galvanizado y el proceso mismo del galvanizado no afectarán las propiedades mecánicas de las piezas trabajadas. La capa de zinc tendrá un espesor mínimo de 600 gr/m<sup>2</sup>.

#### 4.1.8 PUESTAS A TIERRA

##### 4.1.8.1 Alcance

Estas especificaciones establecen los requerimientos mínimos para el diseño y fabricación de los accesorios necesarios para el sistema de puesta a tierra de las estructuras de la línea de transmisión.

##### 4.1.8.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los accesorios se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro, ASTM B910, ASTM B228, ANSI C33.8, UNE 21056.

##### 4.1.8.3 Materiales a utilizarse

- a) Cable de puesta a tierra: de preferencia será un cable con alma de acero y recubrimiento de cobre, de 70 mm<sup>2</sup> de sección mínima y una conductividad aproximada del 40 % IACS.
- b) Electrodo o varillas: serán con núcleo de acero recubierto de cobre con una conductividad aproximada del 40 % IACS.
- c) Conector electrodo-cable: será de bronce y unirá el cable con el electrodo.
- d) Conector doble vía: será de cobre estañado para el empalme de los cables de puesta a tierra.





- e) Cemento conductor: se usará como alternativa para mejorar la resistencia de puesta a tierra de las estructuras.
- f) En aquellos casos donde la resistividad del terreno sea muy alta se podrán utilizar otros medios para lograr un valor aceptable de resistencia de puesta a tierra, como el uso de puestas a tierra capacitivas.

## 4.2 SUBESTACIONES

### 4.2.1 INTERRUPTORES DE POTENCIA

#### 4.2.1.1 Alcance

Estas especificaciones cubren los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación y ensayos de los interruptores, en los distintos niveles de tensión, incluyendo los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

#### 4.2.1.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los interruptores se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: IEC 62271-100, IEC 60158-1, IEC 60376, IEC 60480, IEC 60694, ANSI C37.04, ANSI C37.90A, ANSI C37.06.

#### 4.2.1.3 Características Técnicas

Para el nivel 220 kV, los interruptores a utilizar serán de preferencia del tipo tanque vivo, con extinción del arco en SF6, con accionamiento uni-tripolar para la maniobra de las líneas de transmisión y uni-tripolar sincronizados para la maniobra del transformador de potencia y tendrán mando local y remoto.

Para el nivel 66 kV los interruptores a utilizar serán de preferencia del tipo tanque vivo, con extinción del arco en SF6, con accionamiento tripolar.

De considerarse conveniente se podrán emplear interruptores de tanque muerto; pero en este caso se presentará el sustento técnico de esta elección.

Los interruptores de tanque vivo deberán ser suministrados con amortiguadores contra sismos. Serán del tipo a presión única con auto soplado del arco.

Todos los interruptores deberán poder soportar el valor pico de la componente asimétrica subtransitoria de la corriente máxima y deberán poder interrumpir la componente asimétrica de la corriente de ruptura.

También deberán ser capaces de interrumpir pequeñas corrientes inductivas y soportar sin re-encendido las tensiones de recuperación (Transient Recovery Voltage - TRV).

Los interruptores serán diseñados para efectuar reenganches automáticos ultrarrápidos, y poseerán mando independiente por polo contando con dispositivos propios para detección de discordancia, en caso de mal funcionamiento de los mecanismos de apertura y cierre.

Los equipos tendrán las siguientes características generales:

Descripción	66 kV	220 kV
Medio de extinción	SF6	SF6
Tensión nominal	66 kV	220 kV
Máxima tensión de servicio	72,5 kV	245 kV
Corriente en servicio continuo	1 250 A	1 250 A
Poder de ruptura kA asimétrica	25 kA	40 kA
Duración del cortocircuito	1"	1"
Tiempo total de apertura	50 ms	50 ms
Secuencia de operación:		
a) Maniobra de transformadores	CO-15"-CO	CO-15"-CO
b) Maniobra de líneas	O-0,3"-CO-3'-CO	O-0,3"-CO-3'-CO
Tipo	Exterior	Exterior





**4.2.1.4 Características constructivas**

- a) Cámaras de extinción: serán diseñadas con factores de seguridad adecuados, de forma de obtener una solidez mecánica y eléctrica que permita la interrupción de cualquier corriente comprendida entre cero y el valor nominal de la corriente de cortocircuito y todas las operaciones previstas en las Normas IEC y ANSI.
- b) Contactos: deberán cumplir con los requerimientos de la Norma ANSI C37.04, en lo que respecta a apertura y conducción de corrientes nominales y de cortocircuito.
- c) Soportes y anclajes: todos los interruptores contarán con soportes de columnas de fase de las dimensiones y alturas apropiadas para los niveles de tensión, que serán galvanizados en caliente.

Los pernos de anclaje contarán con tuercas de nivelación que quedarán embebidas en el "grouting" de las fundaciones, luego de realizado el nivelado de los soportes.

- d) Los armarios y cajas de control serán de un grado de protección IP-54.

**4.2.2 SECCIONADORES Y AISLADORES SOPORTE**

**4.2.2.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación y ensayos de los seccionadores y aisladores soporte en todos los niveles de tensión, incluyendo los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

**4.2.2.2 Normas**

Para el diseño, fabricación y transporte de los seccionadores se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro 2011, IEC 62271-102, IEC 60168, IEC 60273, IEC 60694, IEC 60158-1, IEC 60255-4, ANSI C37.90a.

Para los aisladores soporte son de aplicación las normas IEC 60168 e IEC 60273 antes citadas, y además la IEC 60437.

**4.2.2.3 Características Técnicas**

Los seccionadores serán para montaje al exterior, podrán ser de apertura central o giratorios de doble apertura lateral (con giro de columna central para apertura), motorizados, con mando local y remoto.

El diseño será el adecuado para conducir en forma permanente la corriente nominal para la cual han sido diseñados y deberá ser posible su operación bajo tensión. Sin embargo, no se requerirá que interrumpan corrientes mayores que la de carga de las barras colectoras y conexiones, a circuito ya abierto por el interruptor que corresponda.

En el caso particular de las cuchillas de puesta a tierra deberán ser capaces de establecer o interrumpir las corrientes indicadas que puedan existir, como consecuencia de una línea conectada a un campo adyacente al considerado.

Las características principales de los seccionadores serán las siguientes:

Descripción	60 kV	220 kV
Tipo de instalación	Exterior	Exterior
Máxima tensión de servicio	72,5 kV	245 kV
Corriente en servicio continuo	1250 A	1250 A
Poder de ruptura kA asimétrica	25 kA	40 kA
Duración del cortocircuito	1"	1"





#### 4.2.2.4 Bloqueos y enclavamientos

Para el caso de la cuchilla se puesta a tierra se deberá proveer un mecanismo que impida:

- Cerrar las cuchillas si el seccionador principal está cerrado.
- Cerrar el seccionador principal si las cuchillas de puesta a tierra están cerradas.

Para todos los seccionadores y cuchillas de puesta a tierra existirá un bloqueo eléctrico que será necesario liberar para efectuar la operación manual de apertura o cierre o para efectuar la apertura o cierre de las cuchillas de puesta a tierra.

Para los seccionadores de línea, se dispondrá un bloqueo por cerradura de mando local, tanto manual como eléctrico.

Se proveerá un enclavamiento mecánico automático para impedir cualquier movimiento intempestivo del seccionador en sus posiciones extremas de apertura o cierre.

#### 4.2.2.5 Aisladores soporte

Serán de piezas torneadas ensamblables, no se aceptarán aisladores del tipo multicono; serán del tipo de alma llena (solid core) y serán calculados para soportar las cargas requeridas, incluyendo los respectivos coeficientes de seguridad.

Los aisladores soporte cumplirán con lo especificado en el apartado 3.2, literal c) Niveles de tensión y aislamiento.

### 4.2.3 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y DE TENSIÓN

#### 4.2.3.1 Alcance

Estas especificaciones cubren los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación y ensayos de los transformadores de medida en todos los niveles de tensión, incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

#### 4.2.3.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los transformadores de medida se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro, IEC 60044 (Partes 1, 2, 3 y 5), IEC 60137, IEC 60168, IEC 60233, IEC 60270, IEC 60358, IEC 61264.

#### 4.2.3.3 Características Técnicas

Los transformadores de medida serán monofásicos, para montaje a la intemperie, en posición vertical, del tipo aislamiento en baño de aceite o gas SF<sub>6</sub> y estarán herméticamente sellados.

La cuba será de acero soldado o de fundición de aluminio, hermética, con suficiente resistencia para soportar las condiciones de operación y serán provistas de orejas y orificios para permitir el izaje del transformador completo.

Todas las uniones empernadas y tapas tendrán empaquetaduras de goma sintética resistente al aceite.

La caja de conexiones será de acero galvanizado de 2,5 mm de espesor como mínimo o de fundición de aleación de aluminio, apta para instalación al exterior del aparato.

La tapa de la caja será empernada o abisagrada y el cierre con junta de neopreno. El acceso de cables será por la parte inferior.

La caja de conexiones tendrá un grado de protección IP54 según IEC-60259.

#### 4.2.3.4 Transformadores de corriente

Deberán poder conducir la corriente nominal primaria y la de rango extendido durante un minuto, estando abierto el circuito secundario.







Los transformadores de corriente en 220 kV deberán tener por lo menos cuatro núcleos secundarios:

- Tres núcleos de protección 5P20.
- Un núcleo clase 0,2 para medición.

Los transformadores de corriente en 66 kV deberán tener por lo menos tres núcleos secundarios:

- Dos núcleos de protección 5P20.
- Un núcleo clase 0,2 para medición.

Los núcleos de protección serán utilizados con un sistema de protecciones ultrarrápido, serán aptos para dar respuesta al régimen transitorio.

El núcleo será toroidal y estará formado por láminas magnéticas de acero de muy bajas pérdidas específicas.

Todas las partes metálicas serán galvanizadas en caliente según Normas ASTM o VDE, y los arrollamientos serán de cobre aislado.

Para los transformadores que trabajan asociados a seccionadores se deben tener en cuenta las corrientes y tensiones de alta frecuencia transferibles a los circuitos secundarios y de tierra durante las maniobras de los seccionadores adyacentes bajo tensión. El diseño constructivo del fabricante será tal que impida:

- a) Que la elevada densidad de corriente en ciertos puntos del equipo provoque sobrecalentamientos localizados.
- b) Sobretensiones internas de muy breve duración que ocasione rupturas dieléctricas en los aislantes líquidos y sólidos.

Los transformadores de corriente tendrán las características principales siguientes:

Descripción	66 kV	220 kV
Tipo de instalación	Exterior	Exterior
Máxima tensión de servicio	72,5 kV	245 kV
Corriente en servicio continuo	400 - 800 A	200 - 400 A
Corriente secundaria (*)	1 o 5 A	1 o 5 A
Características de núcleos de medida		
a) Clase de precisión	0,2 %	0,2 %
b) Potencia (mínima)	15 VA	15 VA
Características núcleos de protección		
a) Clase de precisión	5P20	5P20
b) Potencia (mínima)	10 VA	10 VA

Estos transformadores serán del tipo multitap.

La potencia de los transformadores de corriente deberá ser definida por la Sociedad Concesionaria. Este valor no podrá ser menor a 10 VA.

(\*) Corriente de secundaria de 1 A para la S.E. Montalvo y 5 A para la S.E. Los Héroes.

#### 4.2.3.5 Transformadores de tensión

Para el nivel 220 kV se proveerán transformadores del tipo capacitivo según su aplicación.

Se deberá tener en cuenta que los transformadores no deben producir efectos ferro resonancia asociados a las capacidades de las líneas aéreas.

Todas las partes metálicas serán galvanizadas en caliente según Normas ASTM o VDE, y los arrollamientos serán de cobre, aislados con papel impregnado en aceite, según corresponda.





Los transformadores serán diseñados para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos debidos a un cortocircuito en los terminales secundarios durante periodo de un segundo con plena tensión mantenida en el primario. Los transformadores no presentarán daños visibles y seguirán cumpliendo con los requerimientos de esta especificación. La temperatura en el cobre de los arrollamientos no excederá los 250 °C bajo estas condiciones de cortocircuito (para una condición inicial de 95 °C en el punto más caliente).

Los elementos del divisor capacitivo para los transformadores de 220 kV contenidos en aisladores de porcelana marrón, constituyendo una columna auto-soportada. Las bobinas de divisor capacitivo serán de hoja de aluminio con aislamiento de papel impregnado o film poliéster y del tipo anti inductivo para mejorar la respuesta a los transitorios.

La reactancia podrá ser aislada en aceite, en aire o gas SF6.

Los transformadores de tensión tendrán las características principales siguientes:

Descripción	66 kV	220 kV
Tipo de instalación	Exterior	Exterior
Tensión secundaria	110/√3 V	110/√3 V
Características de núcleos de medida		
a) Clase de precisión	0,2 %	0,2 %
b) Potencia (mínima)	15 VA	15 VA
Características núcleos de protección		
a) Clase de precisión	3P	3P
b) Potencia (mínima)	10 VA	10 VA

La potencia de los transformadores de tensión deberá ser definida por la Sociedad Concesionaria. Este valor no podrá ser menor a 10 VA.

#### 4.2.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

##### 4.2.4.1 Alcance

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas a considerar para el diseño, fabricación y ensayos del transformador de potencia trifásico, incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

##### 4.2.4.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los transformadores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: CNE Suministro 2011, IEC 60076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-3, IEC 60076-3-1, IEC- 60076-4, IEC 60076-5, IEC 60137, IEC 60214, IEC 60354, IEC 60551, IEC 60044, IEC-60296, IEC 60542.

##### 4.2.4.3 Características constructivas

En forma general se suministrarán transformadores del tipo sumergido en aceite, refrigerados por circulación natural del aceite y aire (ONAN) y su diseño debe permitir incrementar su capacidad mediante ventilación forzada (ONAF).

Para la transformación se empleará transformador de potencia trifásico que deberá cumplir con las exigencias establecidas en este numeral.

El transformador deberá ser suministrado con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushing's), de tres núcleos de protección 5P20, para las tres fases y en los tres devanados, además de los núcleos correspondientes para regulación y protección de imagen térmica, que deben ser de clase de precisión 0.2, para permitir también la medición de pérdidas del transformador.

##### a) Núcleos







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Los núcleos serán construidos de manera que reduzcan al mínimo las corrientes parásitas, y serán fabricados en base a láminas de acero al silicio con cristales orientados, libres de fatiga al envejecimiento, de alto grado de magnetización, de bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad.

El circuito magnético estará sólidamente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con el tanque, de una forma segura, de tal manera que permita una fácil desconexión a tierra, cuando se necesite retirar el núcleo del tanque.

**b) Arrollamientos**

Todos los cables, barras o conductores que se utilicen para los arrollamientos serán de cobre electrolítico de alta calidad y pureza.

El aislamiento de los conductores será de papel de alta estabilidad térmica y resistente al envejecimiento, podrán darse un baño de barniz para mejorar la resistencia mecánica.

El conjunto de arrollamientos y núcleo, completamente ensamblado deberá secarse al vacío para asegurar la extracción de la humedad y después ser impregnado y sumergido en aceite dieléctrico.

**c) Tanque**

El tanque será construido con planchas de acero estructural de alta resistencia, reforzado con perfiles de acero.

Todas las aberturas que sean necesarias en las paredes del tanque y en la cubierta, serán dotadas de bridas soldadas al tanque, preparadas para el uso de empaquetaduras, las que serán de material elástico, que no se deterioren bajo el efecto del aceite caliente. No se aceptarán empaquetaduras de goma sintética resistente al aceite.

El tanque estará provisto de dos tomas de puesta a tierra con sus respectivos conectores ubicados en los extremos opuestos de la parte inferior del tanque. Asimismo, estará provisto de las válvulas y accesorios siguientes (la lista no es limitativa), y de ser necesario el fabricante implementará los accesorios necesarios para la óptima operación del transformador:

- Válvula de descarga de sobrepresión interna, ajustada para  $0,5 \text{ kg/cm}^2$  de sobrepresión interna.
- Válvulas para las conexiones de filtración del aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque.
- Válvula de tres vías para la conexión de la tubería de conexión al relé Buchholz.
- Válvulas de cierre (separación) de aceite para cada tubería del sistema de enfriamiento.
- Grifos de toma de aceite y de purga.

**d) Aisladores pasatapas y cajas terminales**

Los aisladores pasatapas serán del tipo condensador y de acuerdo a la Norma IEC 60137.

Deberán ser diseñados para un ambiente de alta contaminación, y con línea de fuga no menor a  $31 \text{ mm/kV}$ . La porcelana empleada en los pasatapas deberá ser homogénea, libre de cavidades, protuberancias, exfoliaciones o resquebrajaduras y deberán ser impermeables a la humedad.

Todas las piezas de los pasatapas que sean expuestas a la acción de la atmósfera deberán ser fabricadas de material no higroscópico.





**e) Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento será por circulación natural de aceite y aire (ONAN), el que operará de acuerdo al régimen de carga del mismo y su diseño debe permitir incrementar su capacidad mediante ventilación forzada (ONAF).

La construcción de los radiadores deberá permitir facilidades de acceso para su inspección y limpieza con un mínimo de interrupciones.

Cada uno de los radiadores contará con válvulas dispuestas convenientemente, de tal forma que el radiador pueda colocarse o sacarse fuera de servicio sin afectar la operación del transformador.

**f) Aceite aislante**

El transformador será suministrado con su dotación completa de aceite aislante más una reserva de mínimo 5% del volumen neto, los cuales serán embarcados separadamente en recipientes de acero herméticamente cerrados.

El transformador será embarcado sin aceite y en su lugar será llenado con gas nitrógeno para su transporte.

El aceite dieléctrico a proveerse será aceite mineral refinado, que en su composición química no contenga sustancias inhibitoras y deberá cumplir con las Normas IEC 60354 e IEC 60296.

**g) Sistema de regulación**

El transformador deberá contar con un sistema de regulación bajo carga con mando local y remoto. El rango de regulación sugerido de  $\pm 7\%$ , en pasos de 1%. Este rango será ratificado o modificado en el estudio de Pre Operatividad, el cual deberá contar con la aprobación del COES.

Se permitirán conmutadores bajo carga en aceite y en vacío. El conmutador de tomas cumplirá con las Norma IEC 60214 y será de un fabricante de reconocida calidad y experiencia.

El motor y sus mecanismos de control se instalarán en un gabinete hermético para instalación a la intemperie clase IP 55, y será montado en el exterior de la cuba del transformador.

La información del indicador de posiciones del conmutador deberá ser visualizada en los siguientes puntos: localmente en la caja de mando, en el tablero de mando ubicado en la sala de control, y adicionalmente señales para ser integrado al sistema SCADA y para su envío al Centro de Control (COES).

**Descripción**

Potencia de transformación requerida:

Tensión devanado primario:

Tensión devanado secundario:

Tensión devanado terciario:

Refrigeración:

Grupo de conexión:

Regulación de tensión

- Tipo:

- Rango:

**Características Técnicas**

50/50/10 MVA (ONAN)

220 kV Estrella, neutro a tierra

66 kV Estrella, neutro a tierra

10,5 Delta,  $\Delta$

ONAN/ONAF

YN/yn0/d5

Bajo carga en 66 kV

$\pm 7\%$ , en pasos de 1%.

Las características indicadas, son las mismas del transformador de potencia existente en la S.E. Los Héroes; por lo que se recomienda a la Sociedad Concesionaria, que el transformador a suministrar sea de similares características al existente, de tal forma que puedan operar en paralelo.

**h) Pérdidas**

Se deberá garantizar los niveles de pérdidas en el transformador, para los siguientes niveles de carga permanente: 100%, 75%, y 50% de la operación normal del sistema.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Los valores garantizados deberán cumplir con lo establecido en la norma IEC 60076 o su equivalente ANSI/IEEE.

**i) Transformadores de corriente**

El transformador de potencia será suministrado con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushing's), de cuatro núcleos, tres para protección y uno para medición, en todos los devanados y en las tres fases.

Adicionalmente, el transformador contará con los transformadores de corriente para regulación y protección de imagen térmica.

**j) Protección contra incendio**

Para prevenir incendios, cada transformador de potencia y cambiador de derivaciones bajo carga, estará equipado con un sistema contra explosión y prevención de incendio, que despresurice el tanque del transformador, cambiador de derivaciones o reactores, en el mínimo tiempo necesario para evitar la explosión de los mismos.

La protección de prevención de explosión e incendio de transformadores deberá cumplir con las normas NFPA 850 y 851 vigentes o equivalentes.

El OSINERGMIN aprobará el sistema de protección propuesto por la Sociedad Concesionaria.

**k) Recuperación de aceite**

El transformador deberá contar con un sistema, de captación y recuperación del aceite en caso de falla o cualquier otro percance similar.

**4.2.5 PARARRAYOS**

**4.2.5.1 Alcance**

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas requeridas para el diseño, fabricación y ensayos de los descargadores de sobretensiones en todos los niveles de tensión, incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto montaje y funcionamiento.

**4.2.5.2 Normas**

Para el diseño, fabricación y transporte de los reactores se utilizarán, sin ser limitativas, las versiones vigentes de las normas siguientes: CNE Suministro, IEC 60099, IEC 60099-4, ANSI C.62.11.

**4.2.5.3 Características constructivas**

En forma general se suministrarán descargadores de Oxido de zinc (ZnO) para instalación exterior, de clase 4.

Serán adecuados para protección de los equipos contra sobretensiones atmosféricas y sobretensiones de maniobra. La corriente permanente deberá retornar a un valor constante no creciente luego de la disipación del transitorio producido por una descarga.

Los descargadores serán aptos para sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra, la tensión residual de las corrientes de impulso debe ser lo más baja posible.

No deberá presentar descargas por efecto corona. Los puntos agudos en terminales o extremos deberán ser adecuadamente blindados mediante el uso de anillos anticorona, para cumplir con los requerimientos de radio interferencia y efecto corona.

El material de la unidad resistiva será óxido de zinc, y cada descargador podrá estar constituido por una o varias unidades, debiendo ser cada una de ellas un descargador en sí misma. Estarán provistos de contadores de descarga.





PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

## 5. CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE CONDUCTORES Y AISLADORES

La Sociedad Concesionaria programará actividades periódicas de inspección y limpieza de los conductores y aisladores de la línea, a fin de controlar la acumulación de contaminación y garantizar adecuados niveles de pérdidas transversales (por efecto corona y corrientes de fuga), así como el efecto de radio interferencia.

A partir del quinto año de Operación Comercial de la Línea Eléctrica, la Sociedad Concesionaria efectuará las siguientes actividades:

- a) Inspecciones visuales periódicas.
- b) Toma de muestras de contaminación.
- c) Limpieza de conductores.
- d) Limpieza de aisladores

Antes de concluir el cuarto año de Operación Comercial, la Sociedad presentará al OSINERGMIN, los procedimientos detallados y específicos, así como los programas de inspección y limpieza.

La Sociedad Concesionaria definirá la metodología para esta actividad en base a experiencias de países con líneas de 220 kV.

### 5.1 INSPECCIONES VISUALES PERIÓDICAS

La Sociedad Concesionaria efectuará inspecciones visuales con el objeto de identificar los tramos de línea que presenten niveles altos de contaminación superficial de los conductores y de las cadenas de aisladores.

Las inspecciones abarcan a toda la longitud de la línea y se efectuará por lo menos una vez al año.

OSINERGMIN tiene la facultad de presenciar las inspecciones y solicitar la repetición, en caso necesario, con la finalidad de verificar el nivel de contaminación reportado.

Los niveles de contaminación de los conductores y aisladores serán calificados como Bajo, Medio y Alto, aplicando los criterios indicados en el Cuadro N° 2.

El procedimiento para realizar las inspecciones visuales es el siguiente:

- a) Las inspecciones serán efectuadas por técnicos especialistas en líneas de transmisión, equipados con implementos de seguridad, binoculares y cámara fotográfica digital con fechador.
- b) Las inspecciones se realizarán únicamente durante el día, con presencia de luz de solar, ausencia de lluvia, baja humedad y sin viento fuerte.
- c) El técnico encargado de la inspección se ubicará en el suelo a una distancia entre 30 a 50 metros del eje de la línea; utilizando binoculares observará la acumulación de la contaminación, en la superficie de los conductores y de los aisladores de las tres fases del vano. En caso resulte necesario realizará la inspección con escalamiento a la estructura de la línea.
- d) Deberá tenerse especial atención en los puntos de instalación de los espaciadores y amortiguadores, a fin de verificar el estado de los conductores en los puntos de sujeción.
- e) Utilizando los criterios indicados en el Cuadro N° 2, el técnico calificará y registrará en el cuaderno de inspecciones el nivel de contaminación de los conductores y aisladores.
- f) Si el nivel de contaminación corresponde a los niveles Medio o Alto, el técnico tomará un registro fotográfico.
- g) Los pasos indicados en los numerales c) al f), serán repetidos para cada uno de los demás vanos de la línea inspeccionada, hasta completar el 100% de los tramos a inspeccionar.
- h) La Sociedad Concesionaria verificará los reportes de calificación del nivel de contaminación y agrupará los tramos por niveles de contaminación. En caso de existir observaciones a la calificación, reasignará la calificación correcta mediante la fotografía o, de ser el caso, se efectuará una nueva inspección de campo.







PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Viceministerio de Energía

Dirección General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

Cuadro N° 2: Criterios para calificar los Niveles de Contaminación

Nivel	Aspecto Visual		Descripción
Bajo			Contaminación mínima, no existe puntas de acumulación
Medio			Contaminación visible con presencia de pequeñas puntas de acumulación a lo largo del conductor
Alto			Contaminación visible con presencia de grandes puntas de acumulación

Los informes de las inspecciones visuales se remitirán a OSINERGMIN.

### 5.2 TOMA DE MUESTRAS DE CONTAMINACIÓN

Según los resultados de las inspecciones visuales, la Sociedad Concesionaria elaborará un programa de verificación del nivel de contaminación mediante toma de muestras para todos aquellos tramos calificados como nivel Medio o Alto, o en los tramos en los cuales la inspección visual no haya resultado determinante.

Las labores de toma de muestras se realizarán con las líneas des energizadas, por lo que la Sociedad Concesionaria deberá coordinar con el COES el programa de salida del servicio de las líneas, de preferencia coincidiendo con los periodos de salida por mantenimiento programado.

El procedimiento de toma de muestras será el siguiente:

- La toma de muestras se realiza con la línea de transmisión fuera de servicio, con presencia de luz de solar, ausencia de lluvia, baja humedad y sin viento fuerte.
- Las muestras se toman en porciones de 60 á 100 m de conductor, de una de las tres fases del tramo seleccionado.
- Con el equipo de limpieza de conductores se recolecta la contaminación existente en la superficie del conductor.
- La contaminación recolectada se pesa en una balanza de precisión expresada en miligramos.
- Se determina el nivel de contaminación (NC) en mg/cm<sup>2</sup>, aplicando la fórmula:

$$NC = \text{Peso de la contaminación [mg]} / \text{Superficie del conductor [cm}^2\text{]}$$

Donde:

la superficie del conductor es  $2\pi r L$ ,

r es el radio del conductor en cm y

L es la longitud de la porción del conductor donde se tomó la muestra, en cm.

- Para las cadenas de aisladores se tomará la muestra de una de las campanas, la que visualmente tenga la mayor contaminación. Se determina el nivel de contaminación (NC) en mg/cm<sup>2</sup>, aplicando la fórmula:

$$NC = \text{Peso de la contaminación [mg]} / \text{Superficie exterior de la campana [cm}^2\text{]}$$





- g) El valor de NC se compara con los valores del Cuadro N° 3 y se determina el nivel de contaminación en los conductores.

**Cuadro N° 3: Niveles de Contaminación**

Nivel de contaminación	Peso (mg / cm <sup>2</sup> )
Bajo	5 – 20
Medio	20 – 45
Alto	> 45

- h) Los pasos indicados en los literales c) a g) son repetidos para los demás tramos de la línea que requieran toma de muestra.

Los informes de las tomas de muestra se remitirán a OSINERGMIN.

A solicitud de OSINERGMIN y de común acuerdo con la Sociedad Concesionaria, se podrán revisar los valores de Niveles de Contaminación establecidos en los Cuadros N° 2 y N° 3.

### 5.3 LIMPIEZA DE CONDUCTORES

La limpieza de conductores se efectuará en todos los tramos calificados con nivel Medio y Alto de contaminación.

Las labores de limpieza se efectuarán coincidiendo con la salida de servicio de la línea de transmisión, de acuerdo con el programa de intervenciones aprobado por el COES a solicitud de la Sociedad Concesionaria.

El procedimiento para efectuar la limpieza de los conductores es el siguiente:

- La limpieza de conductores se realizará en los tramos programados, con la línea de transmisión fuera de servicio, en presencia de luz solar, ausencia de lluvia, baja humedad y sin viento fuerte.
- La limpieza de conductores será efectuada por técnicos especialistas en líneas de transmisión, equipados con implementos de seguridad, equipo de limpieza de conductores, equipos de maniobras especializados y deberá cumplirse con las normas de seguridad establecidas.

Los informes de la limpieza de conductores se remitirán a OSINERGMIN.

### 5.4 LIMPIEZA DE AISLADORES

Se programará para efectuarse de manera simultánea con la limpieza de conductores.

En general se seguirá el mismo procedimiento que el indicado para la limpieza de los conductores.

La Sociedad Concesionaria podrá, de considerarlo conveniente, efectuar las labores de limpieza en caliente.

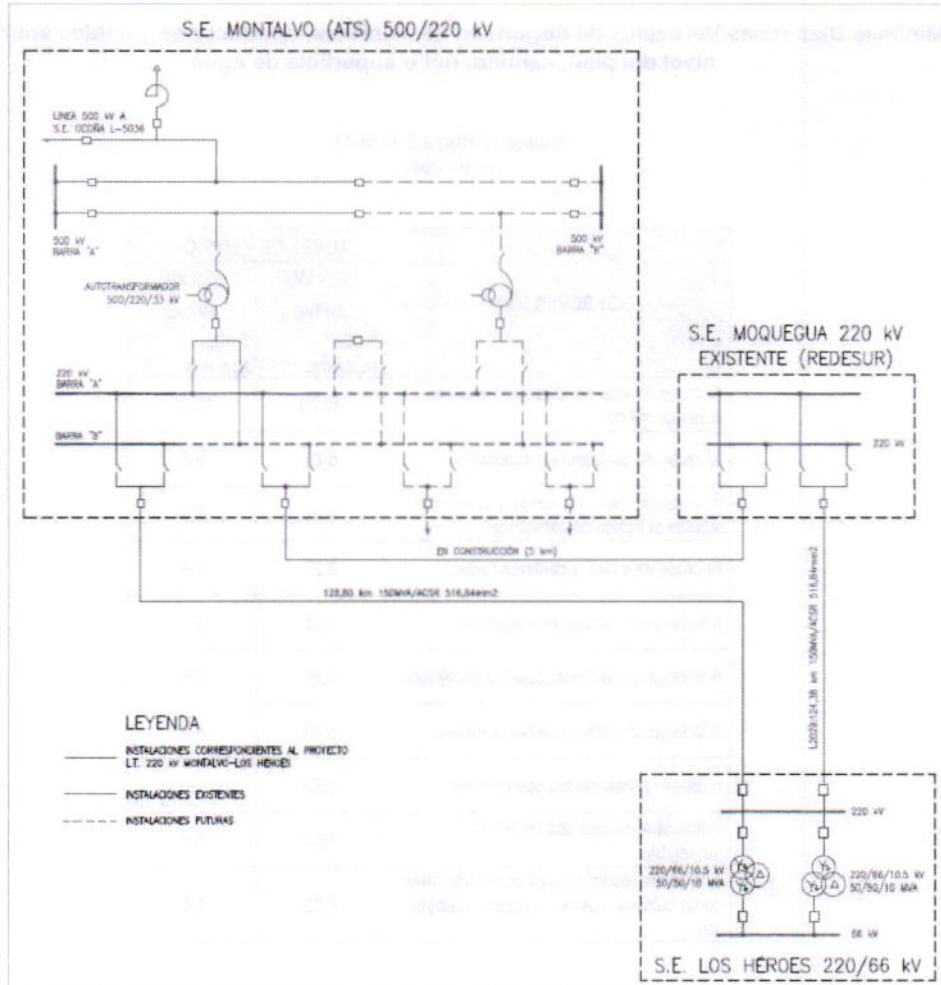
La Sociedad Concesionaria elaborará los procedimientos y protocolos de verificación del nivel de limpieza de los aisladores y los niveles de referencia. Los informes de limpieza de aisladores deberán ser remitidos a OSINERGMIN, el mismo que podrá verificarlos en campo.







**ESQUEMA N° 1**





PERÚ

Ministerio  
de Energía y MinasViceministerio  
de EnergíaDirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Tabla 2.1**

(Tabla 232-1a del CNE Suministro 2011)

**Mínimas Distancias Verticales de Seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua**

(Véase la Regla 232.B.1)  
(en metros)

DESCRIPCIÓN	NIVEL DE TENSIÓN	
	220 kV Altitud	220 kV Altitud
	1 000 m.s.n.m.	3 000 m.s.n.m.
Al cruce de vías de ferrocarril al canto superior del riel	10,20	10,50
Al cruce de carreteras y avenidas	8,25	8,5
Al cruce de caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	8,25	8,5
Al cruce de calles y caminos rurales	8,25	8,5
A lo largo de carreteras y avenidas	8,25	8,5
A lo largo de caminos, calles o callejones	8,25	8,5
A lo largo de calles y caminos rurales	6,80	8,0
A áreas no transitadas por vehículo	6,80	7,0
Sobre el nivel más alto de río no navegable	8,65	9,0
A terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	8,25	8,5

**NOTA 1:** Estas son las distancias mínimas que deben emplearse, sin embargo, si al aplicar los demás criterios indicados en esta Sección para determinar las distancias, se obtuvieran valores distintos a los indicados en esta tabla, deberá utilizarse el valor mayor. Véase también la Regla 230.A.2.

**NOTA 2:** Esta tabla es válida hasta 1 000 y 3 000 m.s.n.m. para niveles de tensión menores o iguales a 220 kV. Para elevaciones mayores se deben aplicar los criterios correspondientes de esta Sección.







PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"2007-2016 Decenio De Las Personas Con Discapacidad En El Perú"  
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**Tabla 2.2**

**Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos**

Esta tabla establece los valores máximos de radiaciones no ionizantes referidas a campos eléctricos y magnéticos (Intensidad de Campo Eléctrico y Densidad de Flujo Magnético), los cuales se han adoptado de las recomendaciones del ICNIRP (International Commission on Non - Ionizing Radiation Protección) y del IARC (International Agency for Research on Cancer) para exposición ocupacional de día completo o exposición de público.

En zonas de trabajo (exposición ocupacional), así como en lugares públicos (exposición poblacional), no se debe superar los Valores Máximos de Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos a 60 Hz dados en la siguiente tabla:

Tipo de Exposición	Intensidad de Campo Eléctrico (kV/m)	Densidad de Flujo Magnético ( $\mu$ T)
- Poblacional	4,2	83,3
- Ocupacional	8,3	416,7

En el caso de Exposición Ocupacional, la medición bajo las líneas eléctricas se debe realizar a un metro de altura sobre el nivel del piso, en sentido transversal al eje de la línea hasta el límite de la faja de servidumbre.

En el caso de Exposición Poblacional, para la medición se debe tomar en cuenta las distancias de seguridad o los puntos críticos, tales como lugares habitados o edificaciones cercanas a la línea eléctrica.

