



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité de PROINVERSIÓN en  
Proyectos de Energía e  
Hidrocarburos -  
PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

**Concurso Público Internacional para otorgar en concesión el proyecto:  
"Línea de Transmisión 220 kV Machupicchu-Quencoro-Onocora-Tintaya y  
Subestaciones Asociadas"**

**CIRCULAR N° 15**

05 de octubre de 2012

El Comité de PROINVERSIÓN en Proyectos de Energía e Hidrocarburos - PRO CONECTIVIDAD, comunica a los Postores, lo siguiente:

1. Mediante Circular N° 13 se publicó la Segunda Versión del Contrato de Concesión del Concurso.
2. Se ha recibido del Ministerio de Energía y Minas modificaciones al Anexo N 1 del mencionado Contrato de Concesión, las mismas que se incluirán en la Versión Final del Contrato de Concesión.
3. Para conocimiento de los interesados, la comunicación del Ministerio de Energía y Minas y el Anexo N° 1 modificado, se adjuntan a la presente Circular.



Atentamente,

**LUIS ORTIGAS CÚNEO**

Presidente del Comité de PROINVERSIÓN  
en Proyectos de Energía e Hidrocarburos  
PRO CONECTIVIDAD



PERÚ

Ministerio  
de Energía y Minas

Viceministerio  
de Energía

Dirección  
General de Electricidad

"DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"  
"AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

Lima, 25 SET. 2012

**OFICIO N° 1194 - 2012- MEM/DGE**

Señor  
**Luis Ortigas C.**  
Presidente del Comité PRO CONECTIVIDAD  
**PROINVERSIÓN**  
Presente.

115

Asunto : Opinión sobre la versión final del Contrato de Concesión del Proyecto "Línea de Transmisión 220 kV Machupicchu – Quencoro – Onocora – Tintaya y Subestaciones Asociadas"

Referencia : Oficio N° 5-2012/PROINVERSION/DPI/SDGP/JPEH.03, recibido el 04 de setiembre de 2012  
Expediente N° 2226156

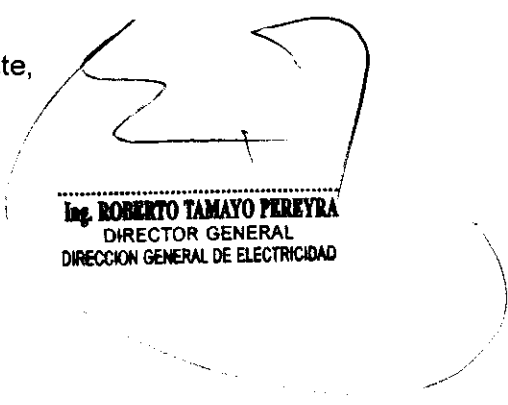
De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, por encargo del Sr. Ministro de Energía y Minas, para informarle que se ha efectuado la revisión del Contrato de Concesión SGT "Línea de Transmisión 220 kV Machupicchu – Quencoro – Onocora – Tintaya y Subestaciones Asociadas" y, en mérito a las sugerencias remitidas por el COES, se han efectuado modificaciones en el Anexo N° 1, Especificaciones del Proyecto, en lo que se refiere a las capacidades de transmisión de los tramos de líneas que conforman el proyecto y a sus porcentajes de pérdidas correspondientes.

Por lo señalado previamente, y tomando en cuenta las modificaciones indicadas en el párrafo anterior, le hacemos llegar nuestra opinión favorable a la Versión Final del Contrato.

Sin otro particular hago propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente,

  
Ing. ROBERTO TAMAYO PEREYRA  
DIRECTOR GENERAL  
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

PROINVERSIÓN	
MESA DE PARTES	
<b>RECIBIDO</b>	
26 SET. 2012	
HTD N° 605889	HORA: 15:31
RECIBIDO POR: <i>J. Piñello</i>	
LA RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO NO ES SEÑAL DE CONFORMIDAD	

Adj.: CD con modificaciones al Anexo N° 1

www.minem.gob.pe

Av. Las Artes Sur 260  
San Borja, Lima 41, Perú  
T: (511) 411 1100  
Email: webmaster@minem.gob.pe



## Anexo N° 1

### Especificaciones del proyecto

#### 1. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

##### ALCANCE GENERAL

El proyecto comprende la construcción de las siguientes líneas de transmisión, subestaciones e instalaciones complementarias:

- Línea de Transmisión (L.T.) 220 kV Machupicchu – Quencoro, en simple terna.
- Línea de Transmisión (L.T.) 220 kV Quencoro – Onocora, en simple terna.
- Línea de Transmisión (L.T.) 220 kV Onocora – Tintaya, en doble terna.
- Enlace en 138 kV entre la subestación (S.E.) Quencoro, existente, y la S.E. Quencoro Nueva, en simple terna.
- Ampliación de la S.E. Suriray.
- Ampliación de la S.E. Quencoro.
- Construcción de la S.E. Quencoro Nueva.
- Construcción de la S.E. Onocora.
- Ampliación de la S.E. Tintaya Nueva.

El proyecto comprende también las provisiones de espacio y facilidades que sean necesarias para la implementación de ampliaciones futuras en estas subestaciones.

La Sociedad Concesionaria será responsable de incluir otros elementos o componentes no descritos en el presente Anexo, dimensionar, modificar o adecuar lo que fuera necesario, a efectos de garantizar la correcta operación de las instalaciones del proyecto y la prestación del servicio según las normas de calidad aplicables al 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.

Las características principales de las líneas eléctricas son las siguientes:

##### a) Capacidad de transmisión en operación normal o Capacidad Nominal

La capacidad mínima de transmisión de cada una de las líneas eléctricas en régimen de operación normal, en las barras de llegada de las subestaciones correspondientes a cada una de las mismas, será la que se indica a continuación:

<u>Línea de Transmisión</u>	<u>Capacidad Nominal</u>
L.T. 220 kV Machupicchu – Quencoro	300 MVA
L.T. 220 kV Quencoro – Onocora	300 MVA
L.T. 220 kV Onocora – Tintaya (por cada terna)	300 MVA
Enlace 138 kV S.E. Quencoro – S.E. Quencoro Nueva	150 MVA



Los valores de Capacidad Nominal, corresponden a la operación normal, continua y en régimen permanente de cada línea; los mismos que serán utilizados para la operación de las instalaciones por el COES y se determinarán para las condiciones ambientales de la zona del proyecto.

#### b) Capacidad de transmisión en contingencia

En condiciones de contingencia del SEIN las líneas deberán tener la capacidad de transportar las magnitudes de potencia que se indican a continuación:

<u>Línea de Transmisión</u>	<u>Capacidad en Contingencia</u>
L.T. 220 kV Machupicchu – Quencoro	360 MVA
L.T. 220 kV Quencoro – Onocora	360 MVA
L.T. 220 kV Onocora – Tintaya (por cada terna)	360 MVA
Enlace 138 kV S.E. Quencoro – S.E. Quencoro Nueva	180 MVA

#### c) Potencia de diseño

La potencia de diseño por ampacitancia de cada una de las líneas, y sus componentes asociados, deberá ser mayores o iguales a las que se indican a continuación:

<u>Línea de Transmisión</u>	<u>Potencia de Diseño</u>
L.T. 220 kV Machupicchu – Quencoro	450 MVA
L.T. 220 kV Quencoro – Onocora	450 MVA
L.T. 220 kV Onocora – Tintaya (por cada terna)	450 MVA
Enlace 138 kV S.E. Quencoro – S.E. Quencoro Nueva	250 MVA

En condiciones de emergencia, por un periodo de hasta treinta (30) minutos, deberán soportar una sobrecarga no menor al 30% por encima de la potencia de diseño.

La verificación de la capacidad de transmisión de las líneas, 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 atraviesan las líneas. En todos los casos se observarán las distancias de seguridad señaladas en el CNE Suministro vigente.

#### d) Factores de diseño

La línea se considerará aceptable cuando cumpla con lo siguiente:

##### d.1) Límite térmico

- La temperatura en el conductor en el régimen normal de operación no debe superar el valor máximo establecido de 75°C.
- Las pérdidas óhmicas no deben superar el valor máximo establecido en el numeral respectivo.
- Se debe observar las distancias de seguridad establecidas en las normas, en toda condición de operación.

##### d.2) Caída de tensión

- La diferencia de tensión entre los extremos emisor y receptor no debe superar el 5 % para la Capacidad Nominal.

En el Diagrama Unifilar N° 1, al final del presente anexo, se presenta la configuración general del proyecto.



## 2 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

### 2.1 LÍNEA DE TRANSMISIÓN 220 kV MACHUPICCHU - QUENCORO

Esta es una línea de transmisión, de simple terna, que enlazará la Subestación Suriray con la Subestación Quencoro Nueva (ubicada hacia la zona sur de la ciudad de Cusco, fuera de la zona urbana). Las características principales de esta línea son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 153 km
- Número de ternas: Una (1)
- Configuración de conductores: Tipo triangular
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR
- Número de conductores por fase: Dos (2)
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, de 106 mm<sup>2</sup> de sección y otro del tipo convencional, cuyo material y sección será seleccionado por la Sociedad Concesionaria.
- Subestaciones que enlaza: S.E. Suriray (en Machupicchu) y S.E. Quencoro Nueva.

### 2.2 LÍNEA DE TRANSMISIÓN 220 kV QUENCORO - ONOCORA

Esta es una línea de transmisión, de simple terna, que enlazará la Subestación Quencoro Nueva con la Subestación Onocora y sus características principales son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 116 km
- Número de ternas: Una (1)
- Configuración de conductores: Tipo triangular
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR
- Número de conductores por fase: Dos (2)
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, de 106 mm<sup>2</sup> de sección y otro del tipo convencional, cuyo material y sección será seleccionado por la Sociedad Concesionaria.
- Subestaciones que enlaza: S.E. Quencoro Nueva y S.E. Onocora

### 2.3 LÍNEA DE TRANSMISIÓN 220 kV ONOCORA - TINTAYA

Esta es una línea de transmisión, de doble terna, que enlazará la Subestación Onocora con la Subestación Tintaya Nueva y sus características principales son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 84,9 km
- Número de ternas: Dos (2)
- Configuración de conductores: Vertical
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Número de conductores por fase: Dos (2)
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW, de 24 fibras, de 106 mm<sup>2</sup> de sección y otro del tipo convencional, cuyo material y sección será seleccionado por la Sociedad Concesionaria.
- Subestaciones que enlaza S.E. Onocora y S. E. Tintaya Nueva

## 2.4 ENLACE EN 138 kV ENTRE LA S.E. QUENCORO Y LA S.E. QUENCORO NUEVA

Esta es una línea de transmisión, de simple terna, que enlazará la Subestación Quencoro existente con la Subestación Quencoro Nueva y sus características principales son las que se indican a continuación:

- Longitud aproximada: 1,9 km
- Número de ternas: Una (1)
- Configuración de conductores: Tipo triangular
- Tipo de conductor: Se podrá utilizar ACSR, AAAC o ACAR
- Número de conductores por fase: Dos (2)
- Cables de guarda: Uno del tipo OPGW de 24 fibras.
- Subestaciones que enlaza S.E. Quencoro y S.E. Quencoro Nueva

## 2.5 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LAS LÍNEAS

a) La Sociedad Concesionaria será responsable de la selección de las rutas y recorridos de las líneas de transmisión.

En el anteproyecto de ingeniería se muestra el trazo preliminar seleccionado para las líneas de transmisión. Estos trazos serán evaluados por la Sociedad Concesionaria, quien definirá los trazos definitivos.

Se evitará, en lo posible, que las rutas de las líneas pasen por parques nacionales o 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.
- 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 emitida por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP).
- e) Las fajas de servidumbre serán como mínimo de 25 m, para las líneas en 220 kV, y 20 m para las líneas en 138 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) Las líneas, según su nivel de tensión, deben cumplir los siguientes requisitos mínimos:

	<u>L.T. 220 kV</u>	<u>L.T. 138 kV</u>
• Tensión de operación nominal	: 220 kV	138 kV
• Tensión máxima de operación	: 245 kV	145 kV
• Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	: 1050 kV <sub>pico</sub>	650 kV <sub>pico</sub>
• Tensión de sostenimiento a 60 Hz	: 460 kV	230 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, el máximo nivel de tensión de las mismas y las altitudes de las áreas que atraviesa.

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. Asimismo, 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:
- f.1) El máximo gradiente superficial en los conductores no debe superar 17 kVrms/cm. El valor indicado corresponde a nivel del mar, por lo tanto deberá corregirse de acuerdo con la altitud de las instalaciones.
- f.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.
- f.3) El ruido audible al límite de la faja de servidumbre, para zonas residenciales según el Anexo C3.3 del CNE –Utilización 2006.
- f.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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- h) Las distancias de seguridad, considerando un creep de 20 años, serán calculadas según la Regla 232 del CNE Suministro 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 prever el número de transposiciones necesarias en las líneas, de acuerdo con los requerimientos del COES.
- 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 de 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 de las líneas frente a descargas atmosféricas se considera aceptable la siguiente tasa de Fallas de Origen Atmosférico de un circuito/100 km/año: por falla de blindaje de 0,01 por circuito; total igual o menor a 2.

**Nota:** La tasa total de fallas está determinada tanto por fallas de blindaje (descargas sobre conductores) como por fallas debidas a contorneos inversos (descargas sobre estructuras o cables de guarda).

Con el fin de cumplir con este objetivo, a manera de referencia, se recomienda lo siguiente:

- 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 el ángulo de apantallamiento en vanos largos que crucen grandes quebradas o cañones.
  - Utilizar puestas a tierra capacitivas en las zonas rocosas o de alta resistividad.
  - Seleccionar una ruta de línea que tenga un nivel cerámico bajo.
  - 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.
- k) Se emplearán dos cables de guarda, uno del tipo convencional, cuyo material y sección serán determinados por la Sociedad Concesionaria, y el otro del tipo OPGW, 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. Los dos cables de guarda deberán ser capaces de soportar el cortocircuito a tierra hasta el año 2035, 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 cables 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 superficial, 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 capacidad nominal de las líneas, 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 Pérdidas a Capacidad Nominal /Circuito		
	Longitud aproximada (km)	Capacidad Nominal (MVA)	Pérdidas Máximas (%)
LT 220 kV Machupicchu – Quencoro	153	300	5,1%
LT 220 kV Quencoro - Onocora	116	300	3,8%
L.T. 220 kV Onocora – Tintaya	84,9	300	2,8%
Enlace en 138 kV S.E. Quencoro – S.E. Quencoro Nueva	1,9	150	0,15%

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.

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

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

Donde:

$P_{nom}$  = Capacidad nominal de la línea 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.

### 3 SUBESTACIONES

#### 3.1 ALCANCE DE LA CONFIGURACIÓN

Todas las subestaciones de 220 kV y 138 kV serán diseñadas y proyectadas bajo la configuración de conexiones de tipo doble barra y se preverá los espacios y áreas necesarias para tal configuración de conexiones. El proyecto comprende las siguientes subestaciones:



### a) AMPLIACIÓN SUBESTACIÓN SURIRAY

La subestación Suriray forma parte del proyecto de la "Línea de Transmisión Machupicchu-Abancay-Cotaruse en 220 kV", entregado en concesión por el estado peruano al Consorcio Transmantaro S.A. La subestación se ubica próxima a la C.H. Santa Teresa y sus coordenadas UTM aproximadas son las siguientes:

- Zona 18L
- Coordenada Sur 8545814
- Coordenada Este 759586

Estas coordenadas son referenciales porque la ubicación definitiva será la que establezca el Consorcio Transmantaro S.A. como parte de los estudios definitivos y, en tal sentido, la Sociedad Concesionaria debe actualizar las mismas.

#### a.1 Instalaciones que se encuentran en etapa de construcción

De acuerdo con el compromiso asumido por el Consorcio Transmantaro S.A., el equipamiento que se prevé instalar en esta subestación, es el siguiente:

- Un sistema de barra en 220 kV, configuración doble barra.
- Una celda de acoplamiento de barra en 220 kV
- Un Banco de transformadores de 220/138/22,9 kV (3 unidades mas una de reserva), de 135/180/225 MVA (ONAN/ONAF1/ONAF2).
- Celdas para la conexión del banco de transformadores en 138 kV y en 220 kV.
- Una celda línea en 138 kV para la conexión con Machupicchu II.
- Una celda de línea en 220 kV para la salida a la S.E. Cotaruse 220 kV.
- Una celda de línea de 220 kV para la salida a la S.E. Abancay Nueva.
- Un reactor de barra en 220 kV, con equipo de conexión, de 30 MVAR.
- Una celda de reactor de barra en 220 kV.
- Como parte de las instalaciones de subestación están previstos los espacios para 6 celdas de línea futuras como mínimo.

La Sociedad Concesionaria deberá verificar el equipamiento y las características definitivas de esta subestación, para lo cual debe realizar las coordinaciones resulten necesarias con el Consorcio Transmantaro S.A. a fin de tomar en cuenta la configuración y características finales de la misma, antes de realizar la ampliación correspondiente.

#### a.2 Ampliación de la S.E. Suriray

La ampliación de la S.E. Suriray deberá ser realizada tomando en cuenta los diseños de la ingeniería definitiva desarrollados, o ejecutados, por el Consorcio Transmantaro, debiendo preverse la instalación y equipamiento de la salida de línea en 220 kV hacia la S.E. Quencoro Nueva considerando, entre otros, lo siguiente:

- Ampliación del sistema de doble barra en 220 kV.
- Equipamiento de una (01) celda de línea en 220 kV, para la L.T. Machupicchu-Quencoro.
- Instalación de pórticos de salida para la línea.
- Sistemas de control, telecomunicaciones, casetas de control y obras civiles asociadas.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

De ser pertinente la Sociedad Concesionaria recomendará las modificaciones y refuerzos adicionales que resulten necesarios, en base a los estudios de Pre-operatividad y Operatividad, aprobados por el COES.

Como parte del anteproyecto de ingeniería se incluye una configuración propuesta para la ampliación; sin embargo la misma tiene carácter referencial, por lo que la configuración y el equipamiento final de la ampliación deberán ser definidos por la Sociedad Concesionaria sobre la base de las características definitivas de la S.E. Suriray.

#### **b) CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN QUENCORO NUEVA**

Se construirá una subestación nueva para la llegada de la L.T. 220 kV Machupicchu-Quencoro y la salida de la L.T. Quencoro-Onocora, así como para la instalación de los equipos de maniobra y compensación reactiva que resulten necesarios.

Esta Subestación será completamente nueva y, de manera referencial, se ha localizado en un terreno ubicado hacia la zona sur de la ciudad del Cusco, fuera de la zona urbana, aproximadamente sobre los 3360 msnm, en las coordenadas UTM siguientes:

- Zona 19L
- Coordenada Sur 8499193
- Coordenada Este 185580

La ubicación anterior es referencial y al momento de desarrollar el estudio definitivo, la Sociedad Concesionaria deberá actualizar la ubicación final de la Subestación.

El equipamiento previsto en esta Subestación, es el siguiente:

- **Lado de 220 kV:**

- Sistema de conexiones de doble barra en 220 kV.
- Una (01) celda de línea para la L.T. 220 kV Machupicchu-Quencoro.
- Una (01) celda de línea para la L.T. 220 kV Quencoro-Onocora.
- Una (01) celda para la conexión de acoplamiento de barras en 220 kV.
- Una (01) celda para la conexión al banco de transformadores en 220 kV.
- Un (01) banco de transformación de 220/138/10,5 kV, de 120/120/13,5 MVA en la condición de operación ONAN y 150/150/17 MVA en la condición de operación ONAF (con 3 unidades más una de reserva), y grupo de conexión Estrella/Estrella/Delta (Y/Y/Δ)
- Un (01) reactor de barra en el lado de 20 MVAR, 220 kV, con equipo de conexión (Ver Nota A).
- Una (01) celda de conexión del reactor de barra.
- Previsión de espacio para la implementación de tres (03) celdas de salida adicionales en 220 kV.
- Pórticos de líneas en 220 kV

- **Lado de 138 kV:**

- Una (01) celda de línea-transformador en 138 kV.
- Pórticos de línea en 138 kV
- Previsión de espacio para la implementación de barra en 138 kV.
- Previsión de espacio para dos (02) celdas futuras para la conexión a salidas en 138 kV.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

• **Lado de 10,5 kV instalación al interior:**

- Celda metálica, blindada tipo metal clad, para la conexión de los bornes del transformador de 10,5 kV con las barras de la misma tensión, enlazados a través de cables aislados unipolares XLPE.
- Celda metálica blindada, del tipo metal clad, para los servicios auxiliares propios de la subestación, incluyendo el transformador seco, de servicios auxiliares.
- Previsión de espacio para un mínimo de cinco (05) nuevas celdas metálicas en 10,5 kV blindadas, del tipo metal-clad.

*Nota A: La configuración, el dimensionamiento y las características finales de los equipos de compensación reactiva serán definidos por el Concesionario y aprobados en el Estudio de Pre-Operatividad por el COES-SINAC*

El esquema final de la subestación será definido en los Estudios de Pre operatividad, de tal manera que se garantice la capacidad de transmisión establecida para las líneas de transmisión a las que está asociada la subestación.

En general, la Sociedad Concesionaria deberá efectuar las coordinaciones necesarias con las empresas concesionarias cuyas instalaciones se encuentren involucradas con el proyecto y, por lo tanto, constituirá su responsabilidad, efectuar las modificaciones, refuerzos, instalaciones o sustituciones de equipos en las subestaciones a ampliarse, cuando sean necesarias para la correcta operación de las instalaciones de acuerdo con los requerimientos del SEIN y los estudios de Pre operatividad y Operatividad, aprobados por el COES.

**c) AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN QUENCORO**

La subestación Quencoro existente se ubica en la zona sur de la ciudad de Cusco, aproximadamente en las siguientes coordenadas UTM:

- Zona 19L
- Coordenada Sur 8500554
- Coordenada Este 185397

**c.1 Instalaciones Existentes**

Esta es una subestación de transformación de 138/34,5/10,5 kV, con una configuración de doble barra en el nivel de 138 kV, con celda de acoplamiento entre barras, y comprende los siguientes equipos de transformación y salidas:

• **Transformadores de Potencia**

- Un (01) Transformador de 20/6/14 MVA (ONAN) y 25/7,5/17,5 MVA (ONAF), con relación de transformación 138/34,5/10,5 kV.
- Un (01) Transformador de 10/3/7 MVA (ONAN) con relación de transformación 138/34,5/10,5 kV.
- Un (01) Transformador de 7/8/8,5 MVA (ONAF), con relación de transformación 138/33/6 kV.

• **Salidas en 138 kV**

- Una (01) celda de salida para la línea a Dolorespata (L-1004).
- Una (01) celda de salida para la línea a Machupicchu (L-1002).
- Una (01) celda de salida para la línea a Tintaya (L-1005).

• **Salidas en 33 y 10 kV**

- Una (01) salida en 33 kV para el Plan Maestro de Agua Potable.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

PLAN DE CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- Una (01) salida en 33 kV hacia Huaru-Oropeza
- Salidas en 10 kV para el suministro de energía a la zona sur de la ciudad del Cusco.

La información consignada sobre las instalaciones existentes es referencial y debe ser confirmada en el sitio por la Sociedad Concesionaria.

### c.2 Ampliación de la S.E. Quencoro

El alcance previsto para la ampliación de la SE Quencoro es el siguiente:

- Implementación de la celda de salida y pórticos de línea en 138 kV para la línea de enlace con la SE Quencoro Nueva.
- Sistemas de control, telecomunicaciones, casetas de control y obras civiles asociadas.

Como parte del anteproyecto de ingeniería se incluye una configuración propuesta para la ampliación; sin embargo la misma tiene carácter referencial, por lo que la configuración y el equipamiento final de la ampliación deberán ser definidos por la Sociedad Concesionaria sobre la base de la verificación en campo de las características de las instalaciones existentes.

### d) CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN ONOCORA

Esta es una subestación completamente nueva que se instalará sobre los 3560 msnm, cuya ubicación aproximada está dada por las siguientes coordenadas:

- Zona 19L
- Coordenada Sur 8425243
- Coordenada Este 258194

Al momento de desarrollar el estudio definitivo, la Sociedad Concesionaria deberá actualizar la ubicación final de la Subestación.

Las instalaciones previstas como parte de esta subestación son las siguientes:

- Sistema de conexiones barras en 220 kV, con configuración doble barra.
- Una (01) celda de línea en 220 kV para la L.T. Quencoro – Onocora.
- Dos (02) celdas de línea en 220 kV para la L.T. doble terna Onocora – Tintaya.
- Una (01) celda de acoplamiento de barras en 220 kV.

Asimismo, se deberán prever los espacios necesarios para implementación de las siguientes instalaciones:

- Una (01) celda de línea en 220 kV para la conexión de la C.H. Pucará.
- Tres (03) celdas de línea en 220 kV para la conexión de las L.T. provenientes de las C.H. San Gabán I, III y IV.
- Un (01) Transformador de potencia.
- Celdas de conexión al transformador en 220 kV y 138 kV.
- Una (01) celda de reactor de barra en 220 kV.
- Tres (03) celdas de línea en 220 kV, (para su implementación futura)
- Futuro patio de llaves en 138 kV con:
  - Sistema de conexiones de doble barra en 138 kV.
  - Una (01) celda de acoplamiento de barras en 138 kV
  - Tres (03) celdas de línea en 138 kV



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO-CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

El esquema final de la subestación será definido en los Estudios de Pre operatividad, de tal manera que se garantice la capacidad de transmisión establecida para las líneas de transmisión a las que está asociada la subestación.

En general, la Sociedad Concesionaria deberá efectuar las coordinaciones necesarias con las empresas concesionarias cuyas instalaciones se encuentren involucradas con el proyecto y, por lo tanto, constituirá su responsabilidad, efectuar las modificaciones, refuerzos, instalaciones o sustituciones de equipos en las subestaciones a ampliarse, cuando sean necesarias para la correcta operación de las instalaciones de acuerdo con los requerimientos del SEIN y los estudios de Pre operatividad y operatividad, aprobados por el COES.

#### e) **AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN TINTAYA NUEVA**

Esta es una subestación que forma parte del proyecto "Línea de Transmisión Tintaya-Socabaya 220 kV y Subestaciones Asociadas", y su construcción y operación ha sido concesionada a la empresa Transmisora Eléctrica del Sur, quien es la responsable de establecer su ubicación definitiva; pero la misma se encontrará próxima a la subestación Tintaya existente, a una altitud comprendida entre los 4000 y los 4150 msnm.

##### **e.1 Instalaciones que se encuentran en etapa de construcción**

De acuerdo con lo señalado en el contrato de la concesión otorgada a la empresa Transmisora Eléctrica del Sur (TESUR), las instalaciones que se prevé comprenderá esta subestación son las siguientes:

- Sistema de conexiones de doble barra en 220 kV.
- Una (01) celda de acoplamiento de barras en 220 kV.
- Dos (02) celdas de línea en 220 kV para la L.T. Tintaya-Socabaya.
- Transformador de potencia de 75 MVA (ONAN), 100 MVA (ONAF 1) y 125 MVA (ONAF 2), de relación de transformación 220/138 kV.
- Una (01) celda de transformador en 220 kV.
- Una (01) celda línea-transformador en 138 kV para el enlace con la SE Tintaya existente.
- Espacio suficiente para la implementación de ocho (08) celdas de línea adicionales en 220 kV como mínimo.

La Sociedad Concesionaria deberá verificar la ubicación exacta, el equipamiento y las características definitivas de esta subestación, para lo cual debe realizar las coordinaciones que resulten necesarias con la empresa Transmisora Eléctrica del Sur, a fin de tomar en cuenta la configuración y características finales de la misma, antes de realizar la ampliación correspondiente.

##### **e.2 Ampliación de la S.E. Tintaya Nueva**

La ampliación de la S.E. Tintaya Nueva debe ser realizada sobre la base de los diseños de ingeniería definitiva desarrollados, o ejecutados, por TESUR, considerando el siguiente equipamiento:

- Ampliación del sistema de doble barra en 220 kV.
- Implementación de dos (02) celdas de línea en 220 kV para la L.T. doble terna Onocora-Tintaya.
- Instalación de pórticos de salida para la línea.
- Sistemas de control, telecomunicaciones, casetas de control y obras civiles asociadas.

Como parte del anteproyecto de ingeniería se incluye una configuración propuesta para la ampliación; sin embargo la misma tiene carácter referencial, por lo que la configuración y el equipamiento final de la ampliación deberán ser definidos por la Sociedad Concesionaria sobre la base de la verificación de las características de las instalaciones existentes.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

### 3.2 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 determinen el correcto comportamiento operativo 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 ampliaciones futuras

##### b.1) Ampliación de subestaciones existentes.

- 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 adyacentes, donde esto resulte necesario o sea requerido, y efectuar las obras de modificación y adecuación de las subestaciones.

##### b.2) Subestaciones nuevas.

- La Sociedad Concesionaria será responsable de seleccionar la ubicación final, determinar el área requerida, adquirir el terreno, habilitarlo y construir la infraestructura necesaria.
- Deberá preverse el espacio de terreno para ampliaciones futuras, según lo indicado en el apartado 3.1. sobre la base de las coordinaciones que correspondan con las concesionarias involucradas, bajo la supervisión del OSINERGMIN.

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

##### c.1) Nivel de 220 kV

Tensión nominal	220 kV
Máxima tensión de servicio	245 kV
Resistencia a tensión de impulso	1 050 kVpico
Resistencia a sobretensión a 60 Hz:	460 kV

##### c.2) Nivel de 138 kV

Tensión nominal	138 kV
Máxima tensión de servicio	145 kV
Resistencia a tensión de impulso	650 kVpico
Resistencia a sobretensión a 60 Hz	230 kV

**c.3) Nivel de 10,5 kV**

Tensión nominal	10,5 kV
Máxima tensión de servicio	12 kV
Resistencia a tensión de impulso	75 kVpico
Resistencia a sobretensión a 60 Hz	28 kV

**c.4) Nivel de Protección**

Línea de fuga	25 mm/kV
Protección contra descargas atmosféricas mínimo	Clase 3

**c.5) 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 138 kV: 3,00 m.

Todas las distancias deberán cumplir con lo establecido en las normas ANSI/IEEE.

En los casos que corresponda los niveles de tensión señalados serán corregidos de acuerdo con la altitud de las instalaciones.

**d) Niveles de corriente**

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

	220 kV	138 kV	10,5 kV
Corriente nominal no menor de; A	2 000	1 200	800
Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico, 1s; KA	40	31,5	25
Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico; kA <sub>pico</sub>	104	82	65

Los interruptores de conexión de los reactores deberán cumplir con la Norma IEEE Std.C37.015 relacionada con los requerimientos de cierre y apertura de corrientes.

**e) Transformadores de corriente**

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

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

**f) 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.





PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

CONOCIMIENTO EN EFECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## g) Transformadores y Reactores.

### g.1) Transformadores

Para la transformación se empleará un banco de transformadores monofásicos (3 unidades mas una de reserva) que deberá cumplir con las exigencias establecidas en el apartado **3.2 Requerimientos Técnicos de las Subestaciones**.

Los transformadores deberán ser suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), 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.

La tensión nominal, regulación de tensión y grupo de conexión del transformador serán las siguientes:

- Tensiones
  - Tensión primaria 220 kV
  - Tensión secundaria 138 kV
  - Tensión terciaria (\*) 10,5 kV (para compensación de armónicas, alimentación de los servicios auxiliares y para conectarse a la red de distribución local)
  
- Grupo de conexión YN / YN / d( $\Delta$ )
  - Lado Primario, 220 kV Estrella, neutro sólidamente puesto a tierra
  - Lado Secundario, 138 kV Estrella, neutro sólidamente puesto a tierra
  - Lado terciario, 10,5 kV: Delta ( $\Delta$ )
  - Regulación de tensión Automática, bajo carga
  - Potencia nominal 120/120/13,5 MVA (ONAN)  
150/150/17 MVA (ONAF)

(\*) Valores de referencia, los valores finales serán definidos por la Sociedad Concesionaria y aprobados por el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

De manera referencial se recomienda una regulación bajo carga de +/- 10%, en el lado de 220 kV, con pasos de 1%. Sin embargo, la Sociedad Concesionaria deberá definir las tensiones nominales, el número y rango de variación de las tomas (taps), así como los mecanismos de accionamiento y control de los transformadores; de conformidad a lo que sea definido y sustentado en el Estudio de Pre-Operatividad.

### g.2) Reactores

Los reactores serán unidades trifásicas con neutro a tierra y cumplirán con los niveles de tensión indicados en el literal **c) Niveles de Tensión y Aislamiento** del apartado 3.2,

Los reactores deberán ser suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de dos núcleos de protección 5P20, en las tres fases y borne de neutro, además del núcleo correspondientes para protección de imagen térmica.

Los valores de reactancia, potencia, y las características definitivas de los equipos, serán determinados por la Sociedad Concesionaria, de acuerdo con los resultados del Estudio de Pre operatividad, que debe ser aprobado por el COES-SINAC.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

### **g.3) Pérdidas**

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

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

### **g.4) Protección contra incendios**

Cada transformador y cambiador de derivaciones bajo carga y reactor será equipado de un sistema contra explosión y prevención de incendio, que actúe ante la gradiente de súbita presión mediante rotura de membrana e inyección de nitrógeno, y que despresurice evacuando una cantidad de aceite y gases explosivos debido a un corto circuito de baja impedancia o de otro origen, tipo Sergi o similar.

Un Tanque de Separación Aceite-Gas recogerá la mezcla de aceite despresurizado y gases explosivos e inflamables, y separará el aceite de los gases explosivos, los cuales serán conducidos por medio de una tubería de evacuación, a un área segura.

Este tanque asegurará que el aceite quede confinado y no entre en contacto con el medio ambiente y tampoco se permitirá ninguna fosa en tierra para la recolección del aceite y gases despresurizados, respetándose que se cumpla con los requerimientos de protección del medio ambiente.

El equipo estará provisto de un dispositivo de Eliminación de Gases Explosivos para garantizar la seguridad de las personas y evitar el efecto bazuca causado por el contacto del gas explosivo con el aire al abrir el tanque después del incidente. Se puede emplear dos tipos de inyección de nitrógeno: la inyección manual y/o la automática.

### **g.5) Recuperación de aceite**

Todas las unidades de transformación deberán tener un sistema, de captación y recuperación del aceite de los transformadores en caso de falla.

### **g.6) Muros Cortafuego**

En la subestación Quencoro Nueva se construirán muros cortafuego para aislar entre sí cada una de las unidades de transformación que sean instaladas.

## **h) Equipos de 220 kV**

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

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformador de tensión 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 de las celdas de conexión al banco de transformadores, 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.

## **i) Equipos de 138 kV**

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión a líneas de 138 kV es el siguiente:



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

COES S.A. CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Convencional del tipo exterior y con pórticos. Estará constituido por lo menos con los siguientes equipos: pararrayos, transformador de tensión 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 de las celdas de conexión al banco de transformadores, en el lado de 138 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.

#### j) Equipos de 10,5 kV

El equipamiento recomendado de las celdas de conexión de 10,5 kV estará constituido por: interruptores tripolares extraíbles, transformadores de tensión inductivos de barras, transformadores de corriente, barras, equipo de medición y protección instalados en celdas metálicas blindadas, tipo metal-clad, instaladas al interior en ambiente cerrado.

**Nota:** El nivel de tensión señalado (10,5 kV) y el tipo del equipamiento recomendado deberán ser confirmados o modificados por la Sociedad Concesionaria, según los diseños finales de Ingeniería que sean aprobados por el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

#### k) Protección y medición

La protección del sistema de transmisión deberá contar con sistemas de protección, primaria y secundaria del mismo nivel sin ser excluyentes, a menos que se indique lo contrario. Deberá cumplirse con los Requisitos Mínimos para los Sistemas de Protección del COES establecidos en el documento "Requisitos Mínimos para los Sistemas de Protección del SEIN".

##### k.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, entre otros, los siguientes:

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

##### k.2) Transformador y Reactores

Los transformadores y reactores deberán contar con la siguiente protección, entre otros:

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



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### **l) 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.

#### **m) Servicios auxiliares**

Para las instalaciones nuevas se recomienda emplear el sistema que se describe a continuación.

- m.1) En corriente alterna será trifásico 400-230 Vca; 4 conductores, neutro corrido, para atender los servicios de luz y fuerza de la subestación. Las subestaciones nuevas deberán contar con un grupo diesel de emergencia para atender la carga completa de la subestación.
- m.2) En corriente continua la tensión será 125 V cc, para atender los servicios de control y mando de la subestación.
- m.3) Para telecomunicaciones se empleará la tensión de 48 V cc.
- m.4) Los servicios de corriente continua serán alimentados por dobles conjuntos de cargadores-rectificadores individuales de 400 V, 60 Hz, a 125 Vcc y a 48 Vcc, respectivamente, con capacidad cada uno para atender todos los servicios requeridos y al mismo tiempo, la carga de sus respectivos bancos de acumuladores (baterías).

Para el caso de la ampliación de instalaciones existentes, el sistema a emplear deberá ser compatible con el existente.

#### **n) Control**

- n.1) Los tableros de protección y medición estarán ubicados al lado de cada bahía de conexión, y se conectarán por fibra óptica radial 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 subestación
    - Un centro de control remoto a la subestación
- n.2) Las subestaciones nuevas deberán contar con un sistema de vigilancia y seguridad externo e interno, que permita el control permanente y la operación de la subestación desde el interior y desde un centro de control remoto.
- n.3) Las subestaciones estarán integradas a un sistema SCADA para el control, supervisión y registro de las operaciones en la subestación. Para esto se deberá diseñar un sistema que cumpla con los últimos sistemas tecnológicos de acuerdo con la norma IEC 61850.
- n.4) Además deberán 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.

#### **o) Malla de tierra.**

- o.1) Todas las subestaciones nuevas deberán contar con una malla de tierra profunda, 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

- o.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).
- o.3) Las ampliaciones de subestaciones incluyen dentro de sus alcances la ampliación y conexión a la malla de tierra en las subestaciones existentes.
- o.4) A la malla de tierra se conectarán todos los elementos sin tensión de todos los equipos.
- o.5) Todos los pararrayos serán también conectados a electrodos de tierra individuales.
- o.6) Todas las subestaciones contarán con blindaje contra descargas atmosféricas.

**p) Obras civiles.**

p.1) Para el caso de subestaciones nuevas, éstas deberán contar con:

- Un cerco perimétrico de ladrillos, con protección por concertina, portones de ingreso y caseta de control.
- Vías de circulación interna y facilidades de transporte, para el mantenimiento y construcción de ampliaciones futuras.
- Un edificio, o sala, de control y casetas de control que alojarán a los sistemas de baja tensión, control centralizado local y comunicaciones.
- Las obras sanitarias que se requieran.
- Bases y fundaciones de los equipos, pórticos, transformadores, reactores, interruptores, pararrayos; canaletas y ductos de los cables de fuerza y control, entre otros.
- Muros corta fuegos.
- Pórticos metálicos y soportes de los de los equipos.
- Sistema de drenaje interno para la evacuación de las aguas pluviales y sistema de drenaje externo para evitar el ingreso de agua de lluvia.
- Las plataformas de las subestaciones tendrán una pendiente no menor del 1% para el drenaje interno.

p.2) Para el caso de ampliación de subestaciones, éstas deberán contar con:

- Bases y fundaciones de los pórticos y equipos que forman parte de la ampliación.
- Canaletas y ductos de los cables de fuerza y control para la conexión con los sistemas existentes.
- Las adecuaciones que se requieran para la instalación de tableros en las Casetas de Control, Sala de Control y Telecomunicaciones, y otros similares, para lo cual se deberá coordinar con los concesionarios de las subestaciones existentes.

**q) Grupo Electrónico**

En la subestación Quencoro Nueva y en la subestación Onocora se instalará un grupo electrónico de emergencia de 100 kW, en cada una, como mínimo que se ubicará adyacente a los edificios de control. La tensión de generación será 400/230 Vac.

#### **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.

**PERÚ**Ministerio  
de Economía y FinanzasAgencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

## 4.1 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

### 4.1.1 CONFIGURACIÓN DE LOS SOPORTES

Para las líneas de transmisión se han previsto las siguientes configuraciones 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 Machupicchu – Quencoro	1	2	2	Torres Autosoportadas	Triangular
LT 220 kV Quencoro - Onocora	1	2	2	Torres Autosoportadas	Triangular
LT 220 kV Onocora - Tintaya	2	2	2	Torres Autosoportadas	Vertical
Enlace en 138 kV Quencoro – Quencoro Nueva	1	2	1	Postes Autosoportados	Vertical/ triangular

### 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 tipo autosoportado de la línea (torres de celosía y postes), 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, ASTM A 36, ASTM A572, ASTM A6, ASTM A394, ANSI B18.21.1, 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 dos conductores por fase y dos (02) cables de guarda, uno de tipo OPGW y el otro de tipo convencional. Los soportes en 138 kV llevarán dos conductores por fase y un cable de guarda.

Para las hipótesis de cálculo y los grados de construcción deberán ceñirse a lo indicado en el CNE Suministro vigente, 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", la ASCE N° 72 "Design of Steel Transmission Pole 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.

El espesor mínimo permitido para perfiles y placas será de 6 mm y no se utilizarán perfiles inferiores a 60x60x6 mm para elementos de montantes y crucetas.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

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.

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.

Los postes deberán ser diseñados para soportar las cargas previstas en las hipótesis de cálculo sin que fallen, experimenten distorsiones permanentes o excedan las limitaciones de deflexión permitidas. Asimismo, su diseño debe considerar el menor número posible de uniones, o juntas, y como parte del mismo no se permitirán soldaduras en campo. Se preverán elementos para el escalamiento, para la puesta a tierra y otros que se requieran según las condiciones ambientales del área donde serán instalados. Los materiales de fabricación cumplirán con los requerimientos de las normas ASTM aplicables, o normas equivalentes que garanticen una calidad de fabricación igual o superior. El acabado será galvanizado según las normas ASTM A123 o ASTM A153.

#### **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, 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### 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 cable 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 atraviesan las líneas, de tal manera que la alternativa seleccionada constituya la mejor opción final de construcción.

#### 4.1.4 CABLE DE GUARDA TIPO CONVENCIONAL

El cable de guarda de tipo convencional previsto de manera preliminar, para las líneas de 220 kV, es de acero galvanizado de alta resistencia (EHS) de sección nominal 70 mm<sup>2</sup> (11,11 mm de diámetro) para todos los casos; sin embargo corresponde a la Sociedad Concesionaria seleccionar el tipo y sección de cable más conveniente, de manera tal que se garantice cumplir con los requerimientos técnicos establecidos para la línea. Los cables de guarda deberán ser capaces de soportar el cortocircuito a tierra hasta el año 2035; valor que será sustentado por la Sociedad Concesionaria.

#### 4.1.5 CABLE DE GUARDA OPGW

##### 4.1.5.1 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.

##### 4.1.5.2 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.

##### 4.1.5.3 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
<b>Características de Dimensión</b>	
• Diámetro nominal del cable	14,70 mm (*)
• Aproximación total de la sección	106 mm <sup>2</sup> (*)
<b>Características mecánicas</b>	
• Peso aproximado del cable	457 kg/km (*)
• Carga de rotura mínima a la tracción	≥ 6 370 kgf (*)
• Módulo de elasticidad (E)	11 500 – 12 700 kg/mm <sup>2</sup>
• Coeficiente de expansión térmica lineal	14x10 <sup>-6</sup> - 16x10 <sup>-6</sup> 1/°C
• Radio de curvatura mínimo	≤12 Mn (*)
<b>Características térmicas y eléctricas</b>	
• Resistencia eléctrica 20°C	0,37 Ohm/km (*)
• Capacidad de corriente de cortocircuito	≥ 60 kA <sup>2</sup> s (*)
• Temperatura máxima del cable	210 °C (*)
<b>b. Tubo De Protección</b>	
• Material	Aluminio
• Construcción	Extruido
<b>c. Núcleo Óptico</b>	
• 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
<b>d. Fibra Óptica</b>	
<b>Características Geométricas y Ópticas</b>	
• Diámetro del campo monomodo	9 a 10 ± 10% μm (*)
• Diámetro del revestimiento	125 ± 2,4% μm (*)
• Error de concentricidad del campo monomodal	≤ 1 μm (*)
• No circularidad del revestimiento	< 2% (*)
• Longitud de onda de corte	1 100 – 1 280 nm (*)
• Proof test	≥ 1% (*)
• Código de colores	Estándar
<b>Características de Transmisión</b>	
• Atenuación para λ = 1 310 nm	≤ 0,28 dB/km (*)



- Atenuación para  $\lambda = 1\ 550\ \text{nm}$   $\leq 0,40\ \text{dB/km (*)}$
- Dispersión total para  $\lambda = 1\ 310\ \text{nm}$   $\leq 3,50\ \text{ps/km.nm (*)}$
- Dispersión total para  $\lambda = 1\ 550\ \text{nm}$   $\leq 18,0\ \text{ps/km.nm (*)}$

**Condiciones Ambientales**

- Humedad relativa mínima 75% a 40 °C
- Humedad relativa máxima 99% a 40 °C
- Rango de temperatura de funcionamiento 5 – 50 °C
- Instalación Intemperie

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

**4.1.6 AISLADORES****4.1.6.1 Alcance**

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

**4.1.6.2 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.

**4.1.6.3 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 podrán ser de vidrio templado de estructura homogénea, o porcelana de superficie exterior vidriada, de 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 2.5 del presente anexo.

El número de aisladores y la longitud de fuga a considerar por cadena de suspensión, según la altitud y nivel de tensión de las instalaciones, es el que se indica a continuación:

Altitud	220 kV		138 kV	
	Unidades por cadena de suspensión	Longitud de Fuga mínima (mm)	Unidades por cadena de suspensión	Longitud de Fuga mínima (mm)
Hasta 3500 msnm	20	6300	13	4095
De 3501 msnm a 4500 msnm	22	6930	-	-



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

CONEXIÓN PRODUCTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

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.

En el caso de la línea en 138 kV se podrán emplear aisladores tipo Line Post cuyo diseño debe estar basado en datos de su desempeño y experiencia de uso en instalaciones existentes, de tal manera que se garantice una performance satisfactoria durante su operación; sin una disminución de sus propiedades mecánicas o eléctricas con el transcurso del tiempo. En este caso los aisladores estarán compuestos de un núcleo, sólido o hueco, adecuado para el nivel de tensión y la altitud de trabajo de la línea y estará libre de grietas, orificios u otros defectos que afecten de manera adversa al aislador. Las campanas aislantes podrán ser fabricadas con materiales elastoméricos, compuestos por rellenos inorgánicos y agentes de composición, según sean requeridos, para obtener las características aislantes deseadas, con una longitud de fuga igual o mayor a la indicada previamente para este nivel de tensión.

Corresponde a la Sociedad Concesionaria establecer las características técnicas de los aisladores que serán utilizados en las líneas, de tal manera que se garanticen los niveles de aislamiento adecuados; sin embargo de manera referencial se ha previsto el empleo de aisladores con las características que se indican a continuación:

Características	Valor
Tipo de aislador	Estándar
Material aislante	Vidrio templado o porcelana
Norma de Fabricación	IEC -60305
Diámetro del disco	255 mm
Espaciamiento por aislador	146 mm
Longitud de línea de fuga	315 mm
Carga de rotura	120 kN

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 de cadenas dobles o aisladores con mayor carga de rotura.

#### 4.1.7 ACCESORIOS DEL CONDUCTOR

##### 4.1.7.1 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.

##### 4.1.7.1 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

#### 4.1.7.2 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) Espaciadores-amortiguadores: deberán mantener el espaciamiento de diseño de los conductores de fase en las distintas condiciones de operación de los mismos, además de 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.

#### 4.1.8 ACCESORIOS PARA CADENAS DE AISLADORES

##### 4.1.8.1 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.

##### 4.1.8.2 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 B6, ASTM A153, ASTM B201, ASTM B230.

##### 4.1.8.3 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.



#### 4.1.8.4 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>.

#### 4.1.9 PUESTAS A TIERRA

##### 4.1.9.1 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.

##### 4.1.9.2 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.

##### 4.1.9.3 Materiales a utilizarse

- a) Cable de puesta a tierra: de preferencia será un cable con alma de acero y recubrimiento de cobre, de 70mm<sup>2</sup> de sección mínima y una conductividad aproximada del 30 %.
- b) Electrodo o varillas: serán con núcleo de acero recubierto de cobre con una conductividad aproximada del 30%.
- 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

Los interruptores a utilizar serán de preferencia del tipo tanque vivo, con extinción del arco en SF<sub>6</sub>, con accionamiento uni-tripolar para la maniobra de las líneas de transmisión y tripolares sincronizados para la maniobra de transformadores y reactores, y tendrán mando local y remoto.

De considerarse conveniente se podrán emplear interruptores de tanque muerto; pero en este caso se presentará el sustento técnico que 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	220 kV	138 kV	10,5 kV
Medio de extinción	SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	Vacio
Tensión nominal	220 kV	138 kV	10,5 kV
Máxima tensión de servicio	245 kV	145 kV	12 kV
Corriente en servicio continuo	2000 A	1200 A	800 A
Poder de ruptura kA asimétrica	40 kA	31,5 kA	25 kA
Duración del cortocircuito	1"	1"	1"
Tiempo total de apertura	50 ms	50 ms	50 ms
Secuencia de operación:			
a) Maniobra de transformadores	CO-15"-CO	CO-15"-CO	CO-15"-CO
b) Maniobra de líneas	O-0,3"-CO-3'-CO	O-0,3"-CO-3'-CO	CO-15"-CO
Tipo	Exterior	Exterior	Extraíble al interior



**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, 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, de tres columnas, de apertura central, 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	220 kV	138 kV	10,5 kV
Tipo de instalación	Exterior	Exterior	Extraíble al interior
Máxima tensión de servicio	245 kV	145 kV	12 kV
Corriente en servicio continuo	2000 A	1200 A	800 A
Poder de ruptura kA asimétrica	40 kA	31,5 kA	25 kA
Duración del cortocircuito	1"	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 emperradas 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 emperrada 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 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:

- Que la elevada densidad de corriente en ciertos puntos del equipo provoque sobrecalentamientos localizados.
- 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	220 kV	138 kV	10,5 kV
Tipo de instalación	Exterior	Exterior	interior
Máxima tensión de servicio	245 kV	145 kV	12 kV
Corriente en servicio continuo	2 000-1 000 A	1200-600 A	800-400 A
Corriente secundaria	1 A	1 A	1 A
Características de núcleos de medida			
a) Clase de precisión	0,2 %	0,2 %	0,2 %
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA
Características núcleos de protección			
a) Clase de precisión	5P20	5P20	5P20
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA

#### 4.2.3.5 Transformadores de tensión

Para el nivel 220 kV y 138 kV se proveerán transformadores del tipo inductivo y capacitivo según su aplicación, y para 10,5 kV serán siempre del tipo inductivo.

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 y 138 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	220 kV	138 kV	10,5 kV
Tipo de instalación	Exterior	Exterior	interior
Tensión secundaria	110/√3 V	110/√3 V	110/√3 V
Características de núcleos de medida			
a) Clase de precisión	0,2 %	0,2 %	0,2 %
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 VA
Características núcleos de protección			
a) Clase de precisión	3P	3P	3P
b) Potencia	30 VA	30 VA	30 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 de los transformadores de potencia, 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).

##### a) Núcleos

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 kg/cm<sup>2</sup> 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 25 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  $\pm 10\%$ , en pasos de 1%.

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).

<b>Características Técnicas</b>	<b>Descripción</b>
Potencia de transformación requerida	: 120/120/13,5 MVA (ONAN) 150/150/17 MVA (ONAF)
Tensión devanado primario	: 220 kV Estrella, neutro a tierra
Tensión devanado secundario	: 138 kV Estrella, neutro a tierra
Tensión devanado terciario	: 10,5 kV (*) Delta, $\Delta$
Refrigeración	: ONAN/ONAF
Grupo de conexión	: YN/yn/ $\Delta$
Regulación de tensión	
- Tipo	: automática, bajo carga
- Rango	: $\pm 10\%$ , en pasos de 1%.(*)

(\*) Valores de referencia, los valores finales serán definidos por la Sociedad Concesionaria y aprobados por el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

**h) Transformadores de corriente**

El transformador será suministrado con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de dos núcleos, ambos para protección, en todos los devanados y en las tres fases.

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



#### i) Protección contra incendio

Cada transformador y cambiador de derivaciones bajo carga será equipado de un sistema contra explosión y prevención de incendio, que actúe ante la gradiente de súbita presión mediante rotura de membrana e inyección de nitrógeno, y que despresurice evacuando una cantidad de aceite y gases explosivos debido a un corto circuito de baja impedancia o de otro origen, tipo Sergi o similar.

Un Tanque de Separación Aceite-Gas recogerá la mezcla de aceite despresurizado y gases explosivos e inflamables, y separará el aceite de los gases explosivos, los cuales serán conducidos por medio de una tubería de evacuación, a un área segura.

Este tanque asegurará que el aceite quede confinado y no entre en contacto con el medio ambiente y tampoco se permitirá ninguna fosa en tierra para la recolección del aceite y gases despresurizados, respetándose que se cumpla con los requerimientos de protección del medio ambiente.

El equipo estará provisto de un dispositivo de Eliminación de Gases Explosivos para garantizar la seguridad de las personas y evitar el efecto bazuca causado por el contacto del gas explosivo con el aire al abrir el tanque después del incidente. Se puede emplear dos tipos de inyección de nitrógeno: la inyección manual y/o la automática.

### 4.2.5 REACTORES

#### 4.2.5.1 Alcance

Estas especificaciones cubren el alcance de las características mínimas a considerar para el diseño, fabricación y ensayos de los reactores trifásicos de barra de 220 kV incluyendo los elementos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento y operación.

#### 4.2.5.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los reactores se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: IEC 60289, IEC 60076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-3, IEC 60076-3-1, IEC-60076-5, IEC-60551, IEC-60722, Publicación C57.21.

#### 4.2.5.3 Características constructivas

En forma general se suministrarán reactores para servicio exterior, devanado sumergido en aceite, diseñado para circulación natural de aceite y aire (ONAN).

##### a) Núcleos

Los núcleos serán contruidos 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.



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

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 aceptaran 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.

El tanque 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 reactor:

- i. Válvula de descarga de sobrepresión interna, ajustada para 0,5 kg/cm<sup>2</sup> de sobrepresión interna.
- ii. Válvulas para las conexiones de filtración del aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior del tanque.
- iii. Válvula de tres vías para la conexión de la tubería de conexión al relé Buchholz.
- iv. 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 una línea de fuga no menor a 25 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) Aceite aislante**

El reactor 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 reactor 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.

#### **f) Características Técnicas**

Los reactores serán trifásicos, para instalación exterior, sumergidos en aceite aislante y de las características principales siguientes:



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

### Descripción

Tensión devanado primario	: 220 kV
Tipo	: Derivación (Reactor Shunt)
Potencia Nominal (*)	: 20 MVAR (*)
Refrigeración	: ONAN
Conexión de neutro	: A tierra a través de reactancia de neutro
Accesorios	: Transformadores de corriente (BCT)

(\*) Valores de referencia. Los valores finales serán definidos por la Sociedad Concesionaria y aprobados en el COES-SINAC en el Estudio de Pre Operatividad.

### h) Transformadores de corriente

Los reactores serán suministrados con transformadores de corriente incorporados en los aisladores pasatapas (bushings), de dos núcleos, ambos para protección, en las tres fases.

Aparte, los reactores contarán con los transformadores de corriente para protección de imagen térmica.

### i) Protección contra incendio

Cada será equipado de un sistema contra explosión y prevención de incendio, que actúe ante la gradiente de súbita presión mediante rotura de membrana e inyección de nitrógeno, y que despresurice evacuando una cantidad de aceite y gases explosivos debido a un corto circuito de baja impedancia o de otro origen, tipo Sergi o similar.

Un Tanque de Separación Aceite-Gas recogerá la mezcla de aceite despresurizado y gases explosivos e inflamables, y separará el aceite de los gases explosivos, los cuales serán conducidos por medio de una tubería de evacuación, a un área segura.

Este tanque asegurará que el aceite quede confinado y no entre en contacto con el medio ambiente y tampoco se permitirá ninguna fosa en tierra para la recolección del aceite y gases despresurizados, respetándose que se cumpla con los requerimientos de protección del medio ambiente.

El equipo estará provisto de un dispositivo de Eliminación de Gases Explosivos para garantizar la seguridad de las personas y evitar el efecto bazuca causado por el contacto del gas explosivo con el aire al abrir el tanque después del incidente. Se puede emplear dos tipos de inyección de nitrógeno: la inyección manual y/o la automática.

## 4.2.6 REACTANCIAS DE NEUTRO

### 4.2.6.1 Alcance

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

### 4.2.6.2 Normas

Para el diseño, fabricación y transporte de los reactores de neutro se utilizarán, sin ser limitativas, las Normas siguientes: IEC 60289, IEC 60076-1, IEC 60076-2, IEC 60076-3, IEC 60076-3-1, IEC- IEC 60076-5, IEC 60772, IEC 60156, IEC 60354, IEC 60551, IEC 60044, IEC-60296, IEC 60542.

### 4.2.6.3 Características constructivas

Se suministrarán reactancias de neutro supresor de arco monofásico, para instalación exterior, sumergido en aceite aislante refrigerado por circulación natural del aceite y aire (ONAN).



PERÚ

Ministerio  
de Economía y Finanzas

Agencia de Promoción  
de la Inversión Privada

Comité PRO CONECTIVIDAD

DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

Formarán parte del suministro:

- Aceite aislante para el primer llenado, con una reserva mínima de 5% para reposición.
- Placas aislantes para apoyo de los equipos.

#### 4.2.7 PARARRAYOS

##### 4.2.7.1 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.

##### 4.2.7.2 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.

##### 4.2.7.3 Características constructivas

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

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, etc, 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.

## 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.





### 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 según la frecuencia que se indica en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1 Frecuencia de Inspección de líneas**

Altitud	Frecuencia
Superior a 1500 msnm	Cada 5 años

Los tramos cercanos a centros donde se realicen actividades mineras serán inspeccionados cada 3 años.

Los tramos cuyos conductores o aisladores han sido objeto de limpieza previa ó han sido sustituidos por causa de contaminación severa, serán inspeccionados cada 2 años.

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.

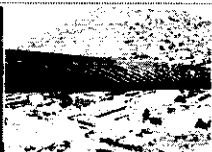
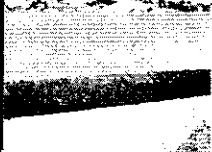
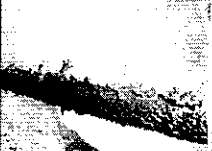
Los niveles de contaminación de los conductores y aisladores serán calificados como Bajo, Medio y Alto, aplicando los criterios indicados en el Cuadro N° 2.

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.



**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:

- a) 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.
- b) Las muestras se toman en porciones de 60 á 100 m de conductor, de una de las tres fases del tramo seleccionado.
- c) Con el equipo de limpieza de conductores se recolecta la contaminación existente en la superficie del conductor.
- d) La contaminación recolectada se pesa en una balanza de precisión expresada en miligramos.
- e) Se determina el nivel de contaminación (NC) en mg/cm², 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.

- f) 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/cm², 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.

La Sociedad Concesionaria elaborará el procedimiento de limpieza del haz de conductores, para la aprobación del OSINERGMIN.

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.

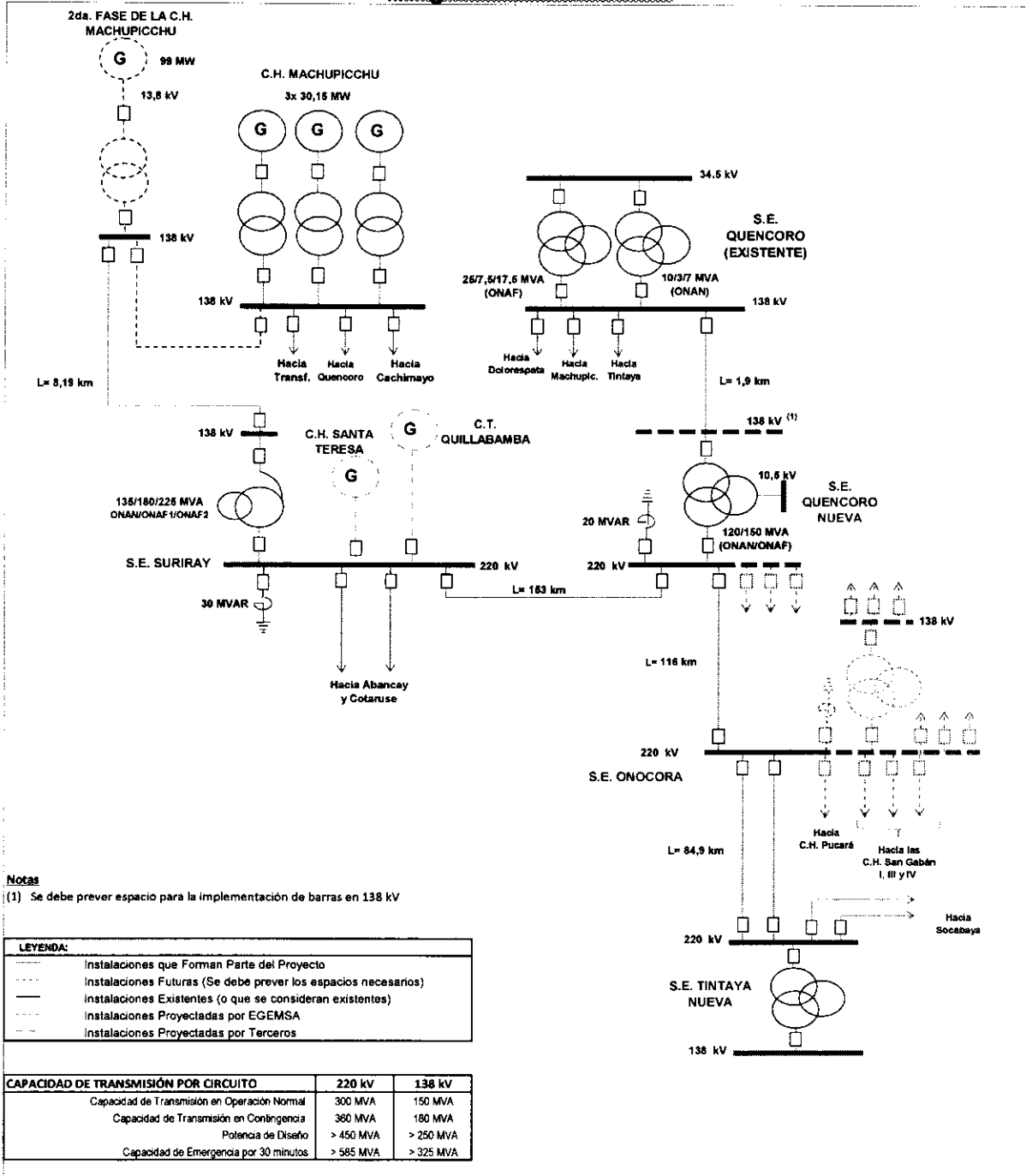
La Sociedad Concesionaria podrá, de considerarlo conveniente, efectuar las labores de limpieza en caliente.

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.



DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ  
AÑO DE LA INTEGRACIÓN NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD

### Diagrama Unifilar N° 1



**Tabla 2.1 – Distancias de Seguridad**

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

Descripción	Nivel de Tensión del Sistema	
	138 kV	220 kV
	Altitud 3000 m.s.n.m.	
Al cruce de vías de ferrocarril al canto superior del riel	10,50	11,00
Al cruce de carreteras y avenidas	8,10	8,50
Al cruce de calles	8,10	8,50
Al cruce de calles y caminos rurales	8,10	8,50
A lo largo de carreteras y avenidas	8,10	8,50
A lo largo de calles	8,10	8,50
A lo largo de calles y caminos rurales	8,10	8,50
A áreas no transitadas por vehículo	6,60	7,00
Sobre el nivel más alto de río no navegable	7,50	8,00
A terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos,	8,10	8,50

**Notas**

1. Los valores en esta Tabla son los de la Tabla 232-1a del CNE Suministro. Para su aplicación véase lo indicado en la Regla 232.B.1.
2. Los valores de esta Tabla son las distancias mínimas que deben emplearse, sin embargo, si al aplicar los demás criterios indicados en la Regla 232 del CNE Suministro para determinar las distancias, se obtuvieran valores distintos a los indicados, deberá utilizarse el valor mayor.
3. Los valores de esta Tabla son válidos hasta los 3 000 m.s.n.m. Para elevaciones mayores se deben aplicar los criterios correspondientes señalados en la Regla 232 del CNE Suministro.

**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.