

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS**

**EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO  
Y MATERIAL RODANTE**

**TRAMO:**

**VILLA EL SALVADOR – AV. GRAU**

**TOMO 3**

**ENERO 2008**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS  
EQUIPAMIENTO ELECTROMECAÁNICO Y MATERIAL RODANTE.  
TRAMO: VILLA EL SALVADOR – AV. GRAU**

**INDICE GENERAL**

**TOMO 1**

- 1 INTRODUCCIÓN**
- 2 OBJETO**
- 3 MEMORIA DESCRIPTIVA GENERAL**

**TOMO 2**

- 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL RODANTE**

**TOMO 3**

- 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FIJAS**
  - 5.1 SUPERESTRUCTURA DE VIA PERMANENTE**
  - 5.2 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGIA**
  - 5.3 ALIMENTACION ELECTRICA Y EQUIPOS PARA LAS ESTACIONES**

**TOMO 4**

- 5.4 SISTEMA DE SEÑALIZACION**
- 5.5 SISTEMA DE MANDO CENTRALIZADO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL**
- 5.6 SISTEMA DE TELECOMUNICACION**
- 6 SERVICIOS DE INGENIERÍA**
- 7. PRESTACIONES DIVERSAS E INSTRUCCIONES GENERALES**
- 8. DOCUMENTACIÓN SOLICITADA**
- 9. TALLERES DE MANTENIMIENTO**
- 10. ANEXOS**

## ÍNDICE DEL TOMO 3

<b>5</b>	<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FIJAS .....</b>	<b>1</b>
5.1	SUPERESTRUCTURA DE VÍA PERMANENTE .....	1
5.1.1	<i>Características Geometricas de la Vía en la Línea</i> .....	2
5.1.2	<i>Rieles</i> .....	3
5.1.3	<i>Soldadura Aluminotermica de los Rieles</i> .....	3
5.1.4	<i>Contrarriel</i> .....	4
5.1.5	<i>Fijaciones del Riel</i> .....	5
5.1.5.1	Anclajes .....	5
5.1.5.2	Placas de Apoyo .....	6
5.1.5.3	Aisladores .....	7
5.1.5.4	Clips (grapas elásticas) .....	8
5.1.6	<i>Juntas Aislantes</i> .....	9
5.1.7	<i>Durmientes de Concreto Bibloque o Monobloque y de madera sin preservacion</i> .....	11
5.1.7.1	Recepción de los Durmientes Bi - Bloque V.D.H. ....	12
5.1.7.2	Varilla Redonda de Fierro Utilizado para la Armadura de los Durmientes V.D.H. ....	13
5.1.7.3	Barras de Conexión de los Durmientes V.D.H. ....	13
5.1.7.4	Durmiente Monobloque .....	14
5.1.7.5	Durmiente de Madera Sin Preservación .....	14
5.1.7.6	Durmientes para las Juntas .....	16
5.1.8	<i>Balasto</i> .....	16
5.1.9	<i>Cambiavías</i> .....	18
5.1.9.1	Montaje .....	20
5.1.9.2	Durmientes de Madera para Cambiavías .....	20
5.1.10	<i>Comunicación Doble Formada de 4 Cambiavías</i> .....	21
5.1.11	<i>Parachoques</i> .....	22
5.1.12	<i>Trabajos de Conservación</i> .....	23
5.1.13	<i>Equipos para labores de Conservación</i> .....	23
5.1.14	<i>Trabajos de Rehabilitación de la Vía Existente</i> .....	24
5.1.15	<i>Pruebas</i> .....	24
5.1.16	<i>Documentacion</i> .....	24
5.2	SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA .....	25
5.2.1	<i>Especificaciones Técnicas</i> .....	25
5.2.1.1	Centro de Control de la Red Eléctrica .....	25
5.2.1.2	Sistema de Supervisión, Mando, Control, Medición y Protección de Subestaciones .....	25
5.2.1.2.1	Objetivo .....	25
5.2.1.2.2	Introducción .....	25
5.2.1.2.3	Alcance del Suministro .....	26
5.2.1.2.4	Funciones y Características de la Tecnología de Automatización .	26
5.2.1.2.5	Descripción General del Sistema .....	27
5.2.1.2.6	Sistema de Protección .....	27
5.2.1.2.7	Centralización Operacional .....	30

5.2.1.2.8	Componentes Principales.....	31
5.2.1.2.9	Telemandos, Telecontroles y Alarmas .....	33
5.2.1.2.10	Sistema de Medición .....	36
5.2.1.2.11	Interfases para automatizar las subestaciones existentes .....	38
5.2.1.3	Catenaria .....	38
5.2.1.3.1	Introducción .....	38
5.2.1.3.2	Condiciones Ambientales .....	38
5.2.1.3.3	Normas .....	38
5.2.1.3.4	Catenaria en Cielo Abierto .....	38
5.2.1.4	Cables de Media Tensión .....	48
5.2.1.4.1	Conductores y Accesorios.....	48
5.2.1.5	Línea de Transmisión Subterránea en 60 Kv .....	51
5.2.1.5.1	Introducción.....	51
5.2.1.5.2	Normas .....	51
5.2.1.5.3	Especificaciones técnicas.....	51
5.2.1.6	Subestación 60/20 KV “Santa Rosa” .....	52
5.2.1.6.1	Introducción .....	52
5.2.1.6.2	Equipamiento GIS .....	53
5.2.1.6.3	Equipamiento Híbrido AIS - GIS.....	54
5.2.1.6.4	Equipamiento Convencional AIS .....	55
5.2.1.7	Subestaciones de Rectificación.....	107
5.2.1.7.1	Tableros de Distribución en Media Tensión (QMS).....	107
5.2.1.7.2	Transformadores de Grupo .....	116
5.2.1.7.3	Grupos Rectificadores .....	120
5.2.1.7.4	Tablero de Distribución 1.500 Vcc.....	123
5.2.1.7.5	Descargadores .....	130
5.2.1.7.6	Tablero de Puesta a Tierra de los Rieles .....	131
5.2.1.7.7	Transformadores de Servicios Auxiliares .....	135
5.2.1.7.8	Tablero de Distribución Eléctrica en Baja Tensión (QBS).....	138
5.2.1.7.9	Cargador de Baterías y Baterías de Acumuladores .....	142
5.2.1.7.10	Canaletas y Tapas en Plancha de Hierro Galvanizado .....	143
5.2.1.7.11	Red de Tierra.....	143
5.2.1.7.12	Conductores y Accesorios.....	144
5.2.1.8	Equipos Auxiliares .....	144
5.2.1.8.1	Sistema de Ventilación de Subestaciones y Sala de Baterías .....	144
5.2.1.8.2	Sistema de Alarma Contra incendios .....	149
5.2.1.8.3	Protección Contra las Corrientes Electrolíticas .....	153
5.2.1.8.4	Equipos Para Mantenimiento .....	153
5.2.1.9	Interferencias Aéreas con Líneas de Alta Tensión .....	154
5.2.1.9.1	Objetivos.....	154
5.2.1.9.2	Alcances .....	154
5.2.1.9.3	Normas .....	154
5.2.1.9.4	Especificaciones Técnicas Generales.....	154
5.2.1.10	Pruebas Preliminares y de Puesta en Marcha.....	155

5.2.1.10.1	Pruebas Preliminares .....	155
5.2.1.10.2	Pruebas de Puesta en Marcha .....	156
5.2.1.11	Documentación .....	160
5.2.1.11.1	Documentación del Estudio .....	160
5.2.1.11.2	Documentación a Entregar con el Estudio Definitivo .....	160
5.2.1.11.3	Documentación de Aceptación .....	161
5.2.1.11.4	Documentación de Operación y Mantenimiento .....	161
5.2.1.11.5	Generalidades sobre la Documentación .....	162
5.3	ALIMENTACIÓN ELECTRICA Y EQUIPOS DE LAS ESTACIONES .....	164
5.3.1	<i>Especificaciones Técnicas</i> .....	164
5.3.1.3	Alimentación Eléctrica de las Estaciones .....	164
5.3.1.3.1	Conductores de Baja Tensión y Accesorios .....	164
5.3.1.3.2	Tablero Distribución en Media Tensión (QMC) .....	166
5.3.1.3.3	Transformadores de Distribución .....	174
5.3.1.3.4	Tableros en Baja Tensión .....	177
5.3.1.3.5	Equipos Auxiliares .....	207
5.3.1.4	Pruebas Preliminares y de Puesta en Marcha .....	224
5.3.1.4.1	Pruebas Preliminares .....	224
5.3.1.4.2	Pruebas de Puesta en Marcha .....	225
5.3.1.5	Documentación .....	226

## 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES FIJAS

### 5.1 SUPERESTRUCTURA DE VÍA PERMANENTE

La presente especificación es para el suministro de una superestructura de vía permanente moderna y la más adecuada para una línea urbana de transporte de alto desempeño y confort. La línea se realizará a doble vía y cada una estará constituida de dos rieles con inclinación de 1/20 y separación relativa (trocha) de 1.435 mm.

La circulación de trenes se realizará por la vía de la izquierda, según el sentido de marcha.

En proximidad de las estaciones San Juan y Angamos se propone realizar terceras vías, para estacionamiento y maniobra de trenes, conectadas a la vía férrea principal por medio de dos cambiavías. Dichas vías serán dotadas con dos tramos de longitud tal que permitan también el estacionamiento de los vehículos de mantenimiento. No obstante, el CONCESIONARIO podrá proponer otras alternativas de solución, además de la propuesta por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE, que cumplan con el propósito de desarrollar estrategias de operación, y Conservación durante el servicio comercial, especialmente durante las horas pico, de modo que los trenes averiados o disponibles para frenar tales demandas, puedan ser ubicados o reubicados en dichas zonas sin impedir el normal desarrollo del servicio.

El CONCESIONARIO planteará en su Estudio Definitivo las alternativas que considere convenientes en lugar de las terceras vías, adjuntando el sustento técnico pertinente para la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE.

En el patio taller se realizarán las siguientes ampliaciones:

a) Primer nivel

- Vías para estacionamiento de los trenes;
- Cambiavías.

b) Segundo nivel

- Vías para estacionamiento de los trenes;
- Vía de pruebas y circulación;
- Vías de acceso a los nuevos talleres e instalaciones, tales como: pintado y lavado de bogies, depósito de ejes montados, depósito de bogies, etc.;
- Cambiavías.

(como referencia ver plano: C0032B, del anexo 1).

El CONCESIONARIO deberá considerar en el proyecto para la segunda etapa que los elementos, características y dimensiones de los materiales de vía a utilizar deben ser compatibles con los de la primera etapa.

Se deja a libre elección del CONCESIONARIO el empleo de balasto u otra tecnología que sirva para soportar los rieles sobre el viaducto. En caso de elegir una tecnología distinta al balasto, el CONCESIONARIO deberá efectuar los cálculos para la infraestructura de la vía férrea, los cálculos de ingeniería para el viaducto y todos los diseños necesarios para dicho fin, los cuales deberán ser aprobados por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE antes de su implementación.

El CONCESIONARIO deberá incluir en su Estudio Definitivo materiales que ya hayan sido instalados en otros sistemas de transporte ferroviario y que demuestren que han estado

funcionando adecuadamente durante un tiempo mínimo de 3 años. Dada la experiencia que se tiene en la primera etapa, por la aparición de corrosión en los elementos de la vía, el CONCESIONARIO deberá tener especial cuidado en la especificación de los materiales y en el control de calidad de los suministros.

En general, el CONCESIONARIO podrá utilizar materiales y tecnologías diferentes a los mencionados en la presente especificación, siempre que para ello reciba la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE . En este caso, el CONCESIONARIO deberá presentar certificados de otros sistemas ferroviarios o metroviarios comprobando la buena calidad de la tecnología propuesta, o también presentando pruebas realizadas en laboratorios idóneos y reconocidos.

### 5.1.1 CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LA VIA EN LA LINEA

Las dimensiones mínimas en tangente y el trazado del perfil de la vía deberán respetar los siguientes parámetros:

- La trocha a considerar será de 1.435 mm.
- La entrevía mínima a considerar será de 3.800 mm.
- El perfil de la línea deberá proyectarse considerando que la pendiente máxima no deberá ser superior al 3,5% en caso excepcional, previa aprobación del Supervisor de Obra y del CONCEDENTE.
- El trazado de la línea debe considerar radios superiores a los 200 m.
- En casos excepcionales, se podrá incluir hasta un radio mínimo de 148 m. (para las curvas 14-I y 14-D, según el proyecto original), previa aprobación del Supervisor de Obra y del CONCEDENTE .
- En el perfil, el radio mínimo a considerar para las curvas verticales será de 3.000 m y, en casos excepcionales, se podrá incluir hasta un radio mínimo de 1.500 m., previa aprobación del Supervisor de Obra y del CONCEDENTE .  
(como referencia ver plano C4209A, del anexo 1).
- Para compensar la fuerza centrífuga que se genera en las curvas al paso de los trenes, se eleva el riel exterior con relación al riel interior de la curva. Esta sobreelevación no debe exceder de 140 mm.
- Con la sobreelevación de los rieles se compensa la fuerza centrífuga, cuyo valor depende de la velocidad de paso de los trenes por las curvas y, para comodidad de los pasajeros, la aceleración no compensada no deberá ser superior a 0,90 m/s<sup>2</sup>.
- El paso de la vía en tangente (recta) sin sobreelevación a la vía en curva con sobreelevación se realizará con una sobreelevación gradual que no deberá exceder de 3 mm/m. Los trenes deberán estar diseñados para aceptar condiciones más desfavorables de variación de la sobreelevación.
- El paso de tramos tangentes a tramos en curva y viceversa se realizará mediante enlaces con clotoides.
- Las estaciones, las vías de maniobra y de terminal quedarán en horizontal o en pendiente no mayor a 0,5%, en cambio las vías de estacionamiento quedarán en pendiente no mayor de 0,15%, para evitar la deriva de un tren cuyos frenos no estén activos.
- En todas las ocasiones donde esta disposición no origine gastos innecesarios en la obra civil, las estaciones se localizarán guardando una distancia del orden de 50 m. entre su extremo y el inicio de la pendiente más cercana.

### 5.1.2 RIELES

Los rieles de la vía principal podrán ser del tipo 50 UNI o equivalentes, en barras de 18,00 m. no taladradas en la extremidad. El suministro deberá seguir las normas UIC 860-0 vigentes, o normas equivalentes comprobadas. (como referencia ver diagrama de perfil del riel 50 UNI en la especificación técnica N° C3352A, del anexo 1).

En la vía principal, los rieles estarán unidos por soldadura aluminotérmica u otra tecnología equivalente y formarán un largo riel con regulación de las tensiones internas.

El procedimiento de fabricación de los rieles deberá ser conforme a lo establecido en la norma UNI 6328-68 (riel 50 UNI) o equivalente para otro tipo de riel.

El Patio Taller estará formado por vías realizadas con rieles del tipo 36 UNI o equivalentes, en barras de 18,00 m. Los rieles se instalarán con los extremos desfasados a no menos de 6,00 m. y serán soldados aluminotérmicamente con el fin de formar barras de 36,00 m. para ser unidos entre ellos por eclisas, realizando juntas apoyadas.

#### *Aceptación:*

Los rieles serán sometidos a las pruebas siguientes:

#### *Pruebas mecánicas:*

- prueba de tracción
- prueba de dureza
- prueba Bauman
- prueba de choque

Análisis químico

Verificación visual y dimensional

Control de peso

El suministrador y/o una autoridad competente deberá entregar un certificado comprobando la composición química y las pruebas mecánicas.

### 5.1.3 SOLDADURA ALUMINOTERMICA DE LOS RIELES

Los rieles deberán ser soldados en los talleres apropiados por medio de soldadura aluminotérmica de llama de gas de tope u otra tecnología equivalente, preparando piezas largas de 36 m. (formadas de 02 barras de 18 m.), las cuales resultan más adecuadas para ser transportadas al campo. La unión de rieles en el campo, para tener una vía férrea continuamente soldada, deberá ser también por soldadura aluminotérmica; dicha unión deberá ser ejecutada con los rieles a temperatura neutra o sea a la temperatura media anual local.

#### *Requisitos Generales:*

Independientemente del material de consumo utilizado, el tiempo de precalentamiento rápido es específico para cada tipo de riel (se consiguen temperaturas de los rieles entre 450° y 500°C)

Según el tipo del riel, el tiempo de precalentamiento se pone entre 3 y 6 minutos.



*Carga Utilizada:*

La carga utilizada en el caso específico de los rieles 50 UNI es el tipo 40PL23N, con peso a seco de 8 kg

*El Acabado :*

La soldadura deberá encontrarse exenta de defectos: sopladoras, grietas, roturas y coladuras de metal; defectos importantes como arena o corindón incluidos en la soldadura; desplazamiento de los rieles; desplazamiento de los moldes.

Si luego de la verificación se encuentran defectos en la soldadura, ésta será remplazada en el menor tiempo posible.

*Verificación de geometría:*

Las soldaduras aceptables deberán tener flechas máximas, en los planos:

- horizontal : - interior de la vía  $\pm 0,5$  mm  
- exterior de la vía  $\leq 1,0$  mm
- vertical : + 0,2 mm (sobre el plano de rodaje)  
- 0,0 mm

Medidas utilizando una regla metálica de 1 m. sobre la soldadura.

*Pruebas en Laboratorio y en campo:*

Las soldaduras deberán ser sometidas a las pruebas en laboratorio según las normas F.S. o equivalentes.

Hasta 200 soldaduras: 2 muestras;  
por cada 500 soldaduras adicionales: 1 muestra.

*Tipo de ensayos:*

Ensayo de dureza

Ensayo de fatiga (aplicación de carga cíclica).

Las pruebas en el campo se realizarán a través de un estudio de defectoscopio o equivalente.

**5.1.4 CONTRARRIEL**

La presente especificación expone los conceptos básicos relativos al contrarriel antidesvío que se adoptará, en correspondencia con los viaductos, en las curvas circulares y en los tramos de empalme de la línea en donde el radio de curvatura es inferior o igual a 200 m.

En la segunda etapa "Atocongo – Av. Grau" las condiciones arriba expuestas se verifican en correspondencia con las siguientes curvas (ubicadas en el viaducto):

Curva N° 14-I de radio de curvatura  $R = 151,90$  m

Curva N° 14-D de radio de curvatura  $R = 148,10$  m

*Contrarriel antidesvío:*

El contrarriel antidesvío estará constituido por un riel 50 UNI o equivalente, solidarizado con el riel de la vía de circulación, en correspondencia con cada uno de los durmientes, mediante una chapa de conexión (brida).

El riel y el contrarriel pueden ser fijados al bloque de durmiente bi-bloque o monobloque mediante anclajes idóneos montados en la fase de prefabricación del mismo, análogamente al utilizado para el durmiente corriente de la vía de circulación.

Debido al estado actual, para el bloque más grande no se encuentran disponibles certificaciones análogas a las producidas para el bloque normal razón por lo que proponemos el uso de contrarrieles apoyados sobre durmientes de madera.

**5.1.5 FIJACIONES DEL RIEL**

Las fijaciones de los rieles en la vía férrea principal deberán ser adecuadas para vía continuamente soldada sobre balasto, siendo recomendables las fijaciones tipo Pandrol. El CONCESIONARIO podrá utilizar otro tipo de fijación previa conformidad del Supervisor de Obra y del CONCEDENTE. En los puntos de cambiavías, se deberá considerar las retenciones de esfuerzos para las fijaciones evitando transmitirlos a los aparejos de cambiavías.

La fijación entre los rieles y los durmientes de madera en el Patio Taller será de tipo directo con el uso de 4 tirafones por apoyo.

**5.1.5.1 ANCLAJES**

Los anclajes deberán ser de diseño Pandrol N° 5900 o equivalente, de ensamble global de los diversos componentes. (como referencia ver diagrama del anclaje Pandrol N° 5900 en la especificación técnica N° C0006C, del anexo 1).

Especificaciones (pliego de condiciones de la S.N.C.B.)*Materia prima:*

Fundición con grafito esferoidal sometida a tratamiento de fierro.

*Características mecánicas:*

Resistencia a tracción	40 daN/mm <sup>2</sup>
Alargamiento de rotura	17%
Límite elástico	25 daN/mm <sup>2</sup>

*Análisis químico:*

Cantidad límite por cada pieza	Sí	2,75%
	Mg	0,04%
	P	0,07%

*Microestructura:*

Grafito esferoidal con máximo 5% de laminar.

Ferrita con máximo 5% de perlita.

### *Aplastamiento*

El diámetro interno del agujero de anclaje ha de ser reducido en 8% sin utilización de tornillos y sin roturas.

### Forma – defectos escondidos:

Las piezas no deben presentar defecto alguno que pueda perjudicar su empleo; serán limpiados esmeradamente de la arena y de todos los óxidos que se separan y de los chorros de colada de las tomas de aire y de los metales.

### *Pruebas a efectuar:*

- Análisis químico
- Tracción
- Micrografía
- Aplastamiento

Las pruebas son efectuadas por el fabricante en su taller con gastos a su cargo.

### **5.1.5.2 PLACAS DE APOYO.**

Las placas de apoyo deberán ser de diseño Pandrol N° 2061 o equivalente. (como referencia ver diagrama de la placa de apoyo pandrol N° 2061 de la especificación técnica N° C0006C, del anexo 1)

### Materia Prima

La materia prima ha de ser etileno-vinil acetolado (EVA) con características físicas y de moldeado conforme a las siguientes especificaciones:

#### *Densidad:*

Según normas ASTM D 1505                      0,915/0,940 g/cm<sup>3</sup>

#### *Indice de flujo de función:*

Según norma ASTM D 1238 – 1973              1,0/4,0 g/10 mínimo

#### *Resistividad:*

Según norma DIN 53482                          mínimo 10<sup>6</sup> ohm/cm

*Contenido de vinil – acetolado*                      6,0/10,0 % de peso

#### *Resistencia de tracción a rotura:*

Según norma ASTM D. 1248 - 1974              mínimo 15 N/mm<sup>2</sup>

#### *Alargamiento de rotura:*

Según norma ASTM D. 1248 – 1974              mínimo 500 %

### Placas Molduradas

#### *Carga de rotura y alargamiento % de rotura:*

Sobre las muestras sacadas de placas molduradas, test efectuado según la norma DIN 53455.

Resistencia a tracción                              mínimo 9 N/mm<sup>2</sup>.

Alargamiento    mínimo 350 %.

*Dureza:*

Según la norma DIN 53505                                  mínimo 30 shore D

*Resistividad:*

Según la norma DIN 53505                                  mínimo  $10^6$  ohm/cm.

*Control visivo:*

Las superficies deben estar limpias y sin huella de henchimientos o quemaduras, coladuras y cualquier rebaba ha de ser eliminada con la limpieza.

*Identificación:*

Además de llevar el número identificado del modelo, cada moldurado tendrá que ser marcado con los dos últimos números del año de producción, con sello que identifique la fábrica, con otro sello identificatorio del material y con el número de la impresión claramente visibles en las posiciones indicadas por el diseño de propiedad de la Pandrol.

Tests

Los tests deben ser efectuados por el fabricante o por un taller independiente aceptado por el Supervisor de Obra y el CONCEDEnte.

Los resultados de los tests y las muestras utilizadas deben ser entregadas a la Pandrol (de ser el caso), junto con el certificado que atestigua la conformidad del material a las especificaciones del fabricante.

Toda la documentación acerca de la confiabilidad tiene que estar a disposición al menos por cinco años.

**5.1.5.3 AISLADORES**

Los aisladores serán de diseño Pandrol N° 5880 o equivalente, se colocarán entre los clips y el riel y servirán tanto al alojamiento de los clips como al aislamiento eléctrico del riel (como referencia ver diagrama del aislador N° 5880 en la especificación técnica N° C0006C, del anexo 1).

Las placas de fijaciones elásticas, deberán garantizar el aislamiento eléctrico del riel a la infraestructura con un valor mínimo de  $5\text{ M}\Omega$  (mega ohm) en condiciones secas y  $5\text{ k}\Omega$  (kilo ohm) en condiciones de lluvia, por cada fijación.

*Materia prima*

La materia prima ha de ser nylon 66 con 30-35 % de fibra de vidrio de refuerzo. Tiene que añadirse un agente que haga estable el material bajo la acción de los rayos ultravioleta. Puede añadirse a la materia prima virgen hasta un máximo de 10% del material procedente de la colada de los aisladores. Las coladuras han de ser eliminadas cuando están aun calientes.

La materia prima debe tener las siguientes propiedades:

Densidad:	$1,3/1,45\text{ g/cm}^3$ Según norma DIN 53479 o ASTM D 792
Punto de fusión:	$250/270^\circ\text{ C}$ Según norma ASTM D 789
Resistividad: (según norma ASTM D257)	
Recién moldurado	mínimo $2 \times 10^{12}$ ohm/cm

Tratada mínimo  $2 \times 10^7$  ohm/cm

#### *Aisladores Moldurados*

Tratamiento de absorción de agua:

Todos los aisladores deben ser tratados en agua a la temperatura mínima de 95 °C hasta que haya absorbido una cantidad de agua tal que su peso supere en 0,8/1,2 % el peso original recién moldurado.

Resistencia a la rotura:

Las muestras tratadas deben ser apretadas con tornillos rígidos. Una carga mínima de 450 kg debe ser aplicada al aislador sin que se verifiquen roturas.

#### Dureza

Los tests de dureza han de ser efectuados sobre las muestras tratadas usando la escala R de dureza Rockwell según la norma ASTM D 785 método A. Debe tomarse la media de las dos lecturas; la dureza de los aisladores tiene que ser de mínimo 95 Rockwell R.

Control visivo:

Los moldurados deben estar limpios y sin huella de henchimientos o quemaduras. Coladuras y cualquier rebaba han de ser eliminadas con la rebarbadora.

Porosidad:

No deberá haber huellas de porosidad visibles a simple vista.

Identificación:

Además de llevar el número identificador del modelo, cada moldurado tendrá que ser marcado con los últimos números del año de producción, con un sello que identifica la fábrica, con otro sello identificador del material y con el número de la impresión, claramente visibles en las posiciones indicadas por el diseño propiedad de Pandrol.

#### Tests

Los tests deben ser efectuados por el fabricante o por un taller independiente aceptado por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE.

Los resultados de los tests y las muestras utilizadas deben ser entregadas a la Pandrol (de ser el caso), junto con el certificado que atestigua la conformidad del material a las especificaciones del fabricante.

La producción puede comenzar solamente tras la aceptación formal de estas muestras por parte de Pandrol (de ser el caso), o de quien corresponda.

Toda la documentación acerca de la confiabilidad debe estar a disposición al menos por cinco años.

#### **5.1.5.4 CLIPS (GRAPAS ELÁSTICAS)**

Los clips serán de diseño Pandrol N° E1817 o equivalente. Los clips formarán parte de un sistema para el anclaje de los rieles y su función específica es de anclar el riel al durmiente, a las planchas de apoyo o a otros soportes de la vía. (como referencia ver diagrama del clip N° e1817 en la especificación técnica N° C0006C, del anexo 1).

*Materia prima:*

La materia prima debe ser un acero aleado para resortes que corresponde a la norma BS 970 parte 2: 198 grado 251A58 o uno equivalente, aprobado por la Pandrol Ltd. (de ser el caso).

El acero debe ser desprovisto de superficies con detrimentos y de defectos interiores.

*Clips moldurados – Precisión dimensional:*

Los clips deben ser conformes con las dimensiones indicadas en los correspondientes diseños pandrol (de ser el caso) y deben responder a las medidas de bloques adecuados, planos paralelos, calibradores para ángulos de pandrol.

*Dureza:*

Los clips deben ser elaborados para obtener una dureza de superficie entre los 44 y 48 Rockwell C.

*Acabado:*

Los clips deben suministrarse desprovistos de escurrimientos que pueden resultar peligrosos al manejo y puedan comprometer su ensambladura.

*Revestimiento de protección:*

Por lo general los clips se suministran con un revestimiento de protección.

*Identificación y embalaje:*

En cada clip no aparece ningún signo de identificación, pero los embalajes serán identificados a través de los siguientes detalles:

- Tipo de clips
- Fecha de fabricación y/o embalaje
- Número de piezas para embalaje
- Peso bruto del embalaje

Tests

Los requisitos y los tests deben ser efectuados por el fabricante o por una autoridad competente independiente y aceptada por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE.

Toda la documentación acerca de la confiabilidad de la calidad tiene que estar a disposición por 5 años.

**5.1.6 JUNTAS AISLANTES**

En los puntos de la vía que necesitan aislamiento entre secciones de rieles, sea para el sistema de señalización o de seguridad, las juntas aislantes deberán ser del tipo pegadas, adecuadas para vías continuamente soldadas, resistentes a los esfuerzos de tracción y compresión a los que serán sometidas.

Materiales para la formación de una junta:

- 02 pedazos de riel 50 UNI
- 02 eclisas de acero

- 02 eclisas de material aislante de fibra de vidrio-resina epóxica.
- 04 bocinas aislantes para pernos
- 01 silueta aislante de nylon o equivalente en perfil de rieles de 5 mm. de espesor, para interposición entre las cabezas de riel a juntarse
- 04 pernos de acero
- 04 arandelas de acero
- 01 dosis de cola (resina epóxica) para el encolado

### INSPECCION

Las juntas aislantes deberán ser sometidas a las pruebas indicadas en las normas y en particular, deberán ser efectuadas las siguientes pruebas:

Pruebas eléctricas

*Resistencia ohmica:* Ejecutada con tensión de  $\pm 250$  Vcc y  $\pm 500$  Vcc a 25° C y humedad relativa regulable.

*Rigidez dieléctrica:* Ejecutada con equipo elevador de tensión (c.a.) y que lleve un detector de descarga.

La prueba será satisfactoria cuando al subir la tensión de 1 kv. hasta 4 kv. por un tiempo de 60 segundos y con aplicación de la tensión interponiendo la junta aislante, no haya descarga

Pruebas mecánicas:

Para cada lote será realizado un muestreo, con siete (07) días de maduración como mínimo y sobre esta muestra se realizarán las pruebas listadas a continuación:

*Prueba de dureza Brinell:* Ejecutada en el plano de rodamiento en los primeros 40 mm. desde la cabeza, en el sentido de la profundidad, en el riel no tratado; la medición de la dureza deberá presentar evolución decreciente desde el plano de rodamiento. El valor de las mediciones deberá mantenerse entre 315 y 415 HB.

*Prueba de tracción:* Ejecutada por medio de equipo Famus o similar, con aplicación de una fuerza de 1.250 kN será satisfactoria cuando no haya aparición de fisuras visibles o signos de colapso de la junta.

### ROTULADO

Las juntas que hayan sido aceptadas, deberán ser rotuladas por el controlador por medio de punzón aplicado en la suela del riel con evidencia de la fecha de la prueba y clave del controlador.

### NORMAS PARTICULARES

Los productos utilizados deberán responder a las indicaciones contenidas en las siguientes normas o equivalentes:

- FS7II-D-04 Normas técnicas FS para el suministro de juntas aislantes pegadas prefabricadas;
- FS/II-M-21 Especificaciones técnicas FS para el suministro de pernos especiales de acero templado para juntas pegadas;
- FS/II-M-13 Especificaciones técnicas FS para el suministro de mordazas para juntas pegadas;

- FS/II-R-8 Normas técnicas FS para el suministro de confección para juntas aislantes pegadas.

### **5.1.7 DURMIENTES DE CONCRETO BIBLOQUE O MONOBLOQUE Y DE MADERA SIN PRESERVACION**

El proyecto contempla el empleo de uno de los dos tipos de durmiente descritos a continuación: bibloque o monobloque, (como referencia ver diagrama del durmiente bibloque en la especificación técnica N° C0006C, del anexo 1).

Los durmientes bi-bloque están compuestos por los siguientes elementos:

- Dos bloques gemelos de cemento armado dotados de un adecuado sistema para el anclaje de los rieles cuya función principal es la de repartir sobre el balasto las cargas que provienen de los rieles;
- Una barra de conexión en acero, cuya función principal es la de unir entre ellos los dos bloques;

(como referencia ver plano C3361A, “durmiente bi-bloque tipo V.D.H.”, del anexo 1)

La barra de conexión en acero deberá protegerse contra la corrosión en la zona que no queda ahogada en el concreto, empleando métodos debidamente comprobados en aplicaciones similares. Para las zonas de vía con contrarriel, los durmientes bibloque, en caso de que se sujeten a ellos los contrarrieles, deberán diseñarse de tal manera que los dos bloques que conforman el durmiente tengan el mismo valor de área en la superficie de apoyo (inferior) con el balasto. No es aceptable para las curvas con contrarrieles mezclar durmientes de madera con durmientes de concreto para la sujeción del contrarriel.

Cabe resaltar que, en caso de utilizar una tecnología de soporte de rieles distinta al balasto, el CONCESIONARIO podrá utilizar otro tipo de durmiente o también fijación directa sobre hormigón, previa conformidad del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE; para lo cual deberá elaborar su propia especificación técnica y sus cálculos de la superestructura de vía. En este caso, el CONCESIONARIO deberá presentar certificados de otros sistemas ferroviarios o metroviarios comprobando la buena calidad de la tecnología propuesta, o también presentando pruebas realizadas en laboratorios idóneos y reconocidos.

#### **GENERALIDADES**

Las especificaciones técnicas adjuntas se refieren al conjunto de las normas a las que se tendrán que hacer referencia para la fabricación, el suministro y la aceptación de los durmientes bi-bloque tipo V.D.H. y de los anclajes tipo Pandrol.

En particular estos se refieren:

Al durmiente tipo V.D.H. en general,

A los elementos que constituyen el durmiente y en particular:

- Al concreto
- A la varilla redonda de fierro para armadura
- A la barra de conexión



### 5.1.7.1 RECEPCIÓN DE LOS DURMIENTES BI - BLOQUE V.D.H.

Los controles y la prueba de recepción comprenden:

- pruebas de aspecto y del acabado
- control de las dimensiones
- pruebas estáticas

*Control de la resistencia del concreto:*

Se fabricarán dos muestras de forma cúbica por día a un intervalo de 4 horas entre una y la otra, que serán conservadas según las especificaciones de las normas NBN B 15-212.

Después de 28 días los bloques tendrán que tener una resistencia mínima de 500 kg/cm<sup>2</sup>.

Cuando la media de los resultados sobre los dos cubos en una determinada jornada no alcanza esta resistencia todos los durmientes fabricados aquel día deben ser rechazados

*Control del aspecto y del acabado:*

Los durmientes serán examinados con atención, con el fin de descubrir eventuales defectos o malformaciones, nidos de abeja, hendiduras y/o hundimiento de los anclajes.

Debe ser controlado el acabado de cada durmiente.

Los planos de apoyo de los rieles deben ser lisos, sin irregularidades y sin huecos.

La apertura de los anclajes ha de ser precisa y regular.

Por cada primer suministro, dos durmientes deben conservarse como muestra de comparación en lo concerniente al aspecto y acabado.

*Control dimensional y pruebas estadísticas:*

Para el control dimensional y para las pruebas estadísticas de los durmientes acabados, el proveedor pondrá a disposición del agente encargado de la recepción seis durmientes por cada línea de producción diaria. Estos durmientes se conservarán en las condiciones normales. El control dimensional tendrá lugar sobre tres durmientes por lote de producción de una jornada. Las pruebas estadísticas sobre los durmientes se realizarán sobre los durmientes por lote de producción semanal. Uno de los durmientes será sometido a la prueba de flexión positiva.

*Control de las dimensiones:*

Características	Tolerancias
1. Distancia entre los anclajes exteriores	1666 +1,0 mm. - 2,0 mm.
2. Oblicuidad de los planos de apoyo (control sobre el encofrado)	1,5 mm. sobre una longitud de 150 mm.
3. Inclinación de los planos de apoyo (control sobre el encofrado)	máximo 1/18 mínimo 1/22
4. Planeamiento de los planos	máximo 1 mm. en todas las direcciones.

5. Instalación de los anclajes	
- distancias entre los anclajes	153 mm. +1,5 mm. - 0,5 mm.
- altura	22 mm. $\pm$ 0,8 mm. 32 mm. $\pm$ 0,8 mm.
6. Espesor del durmiente	
- bajo el eje del riel	210 mm. + 5,0 mm. - 3,0 mm
- en la extremidad de los bloques (interno y externo)	202 mm. + 5,0 mm. 233 mm. - 3,0 mm.

Los calibradores necesarios para la comprobación de las dimensiones serán entregados por el proveedor, que habrá comprobado precedentemente en lo referente a la conformidad con los diseños aprobados.

Los calibradores serán controlados regularmente y renovados en cuanto su desgaste exceda las tolerancias.

En caso contrario el resto de la producción de la semana es aceptado.

#### **5.1.7.2 VARILLA REDONDA DE FIERRO UTILIZADO PARA LA ARMADURA DE LOS DURMIENTES V.D.H.**

La varilla redonda de fierro que se utilizará para la formación de la armadura metálica en el concreto de los dos conjuntos que constituyen el durmiente V.D.H. se cortará y formará con arreglo a los esquemas especificados.

Esta varilla será suministrada en dos diámetros diferentes:

- Diámetro de 8 mm., para la formación de armadura principal, longitudinal al durmiente mismo;
- Diámetro de 6 mm., para la formación de la armadura secundaria, de repartición y de la espiral.

La varilla redonda con diámetro de 8 mm. tendrá una adherencia mejorada formada con material de tipo Fe B 32 K.

Ambos tipos de varilla de fierro deberán ser conforme a lo estipulado por la norma DM 37 – 27/7/85.

#### **5.1.7.3 BARRAS DE CONEXIÓN DE LOS DURMIENTES V.D.H.**

Las barras de conexión que se utilizarán en los durmientes V.D.H. deberán cumplir las siguientes prescripciones técnicas:

Características de las dimensiones:

Longitud de cada barra = 2,00 m;

Sección transversal en "L" con lados iguales de 60 mm. y espesor de 7 mm.

Características de los materiales:

El material que constituye las barras de conexión tendrá que ser conforme a la norma técnica UNI 7070/82 o equivalente. Así mismo, deberá protegerse contra la corrosión en la zona que

no queda ahogada en el concreto, empleando métodos debidamente comprobados en aplicaciones similares.

#### **5.1.7.4 DURMIENTE MONOBLOQUE**

El durmiente monobloque estará formado por una sola pieza de concreto con preesfuerzo de acero.

El suministro deberá estar en conformidad con las normas NF F50-101 o con las recomendaciones de la norma A.R.E.A. o equivalente.

La repartición de los durmientes, para la vía equipada con rieles soldados deberá ser de 1.667 por km. con intereje de 60 cm.

#### **5.1.7.5 DURMIENTE DE MADERA SIN PRESERVACIÓN**

El durmiente de madera para el patio taller, tendrá dimensiones de 260 x 24 x 14 cm. y será fabricado de la especie SHIHUAHUACO, con distancia intereje de 66,6 cm. o bien 1.500 durmientes por km.

Estas especificaciones norman los requisitos generales, requisitos específicos y especies de madera peruana sin preservación.

##### *REQUISITOS GENERALES*

El sustento de estas especificaciones se encuentra en las normas NTP 251.061, NTP 251.065, NTP 251.094 y NTP 251.096, a las que deberán ceñirse los durmientes de madera nacional sin preservación, exceptuando aquello que fuera establecido en particular en estas especificaciones.

Las normas NTP mencionadas, hacen referencia a otras normas NTP de carácter específico, igualmente sustentatoria de estas especificaciones.

Se aceptarán solamente durmientes clasificados con grado de calidad "primera". Aquellos durmientes cuya calidad sea inferior a "primera" no serán despachados.

En los almacenes solamente se aceptarán los durmientes que previamente hayan sido clasificados y aceptados por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE .

Durante la recepción en los almacenes solamente se rechazarán los durmientes que a pesar de haber sido clasificados y aceptados por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE hayan sufrido algún deterioro durante el transporte de los depósitos del proveedor a los almacenes.

##### *REQUISITOS ESPECIFICOS*

Las maderas serán provenientes de árboles sanos y bien conformados.

No se admitirán durmientes que posean defectos determinantes que afecten la resistencia o durabilidad de los durmientes y que puedan causar rajadura al procederse al clavado. Se considera como defectos determinantes: médula grande y atacada, duramen quebradizo, podredumbre, torcedura y perforación de insectos activos.

##### *Dimensiones*

Espesor	:	14 cm.
Ancho	:	24 cm.

Largo : 260 cm.

*Tolerancia en las dimensiones*

Espesor : + 2 cm.  
- 0 cm.

Ancho : + 2 cm.  
- 0 cm.

Largo : + 3 cm.  
- 0 cm.

*Presentación:*

Los durmientes deberán tener secciones rectangulares, con dimensiones indicadas.

*Secado de madera:*

Los durmientes podrán ser expuestos a secado natural, la modalidad de secado así como el procedimiento de control será tal como lo establecido en la norma NTP 251.096. En caso de presencia de hendiduras, los durmientes deben estar provisto de grapas metálicas en ambas partes.

*Contenido de humedad:*

Los durmientes de madera en el momento de su inspección no deben tener un porcentaje de humedad superior del 20%. El contenido de humedad deberá ser determinado con un detector de pinos aislados en la parte central del durmiente y a una profundidad de 50 mm.

*Grado de calidad "primera" :*

**Defectos permitidos y tolerancias**

Para especies con vetas rectas, se acepta sobre el plano de la sección transversal una inclinación igual a 1/8" (12,5%).

Para especie de veta entrecruzada se acepta sobre el plano de la sección transversal una inclinación de 1/16" (6,25%), sobre el plano de la sección tangencial, una inclinación igual a 1/8" (12,5%).

**Nudos**

Se aceptarán nudos sanos y firmes en el tercio central del durmiente de madera, cuando su diámetro o la suma de sus diámetros no exceda a ¼ del ancho (cara) o espesor (canto) del durmiente.

**Albura**

Deberá estar completamente ausente, sin embargo se aceptará albura en los durmientes utilizados en vías de poco movimiento; las tolerancias admitidas en la cara y el canto del durmiente son las siguientes:

- Si está a lo largo de una arista, no debe ser mayor de 3 cm. En el canto, puede ser hasta de 5 cm.
- En la zona central del durmiente, la tolerancia puede ser mayor, es decir, en cara no más de 5 cm. y en el canto no más de 7 cm. , de tal manera que no intervenga albura en la zona de asiento del riel.

Exudaciones y/o bolsa de resina:

Se acepta fuera de la zona de asiento del riel.

Mancha:

Se aceptan solamente las ligeramente azuladas, debidamente identificadas.

Grietas:

Se permiten grietas superficiales y aisladas con longitud menor a 50 mm. y con profundidad menor de 5 mm.

Curvatura en plano vertical:

La flecha no deberá ser mayor de 0,5 cm.

*Inspección:*

Se inspeccionará el 100 % de las piezas.

*Rotulado:*

El rotulado contendrá la siguiente información:

- Clave del proveedor
- Año de fabricación
- Clave de la especie de madera
- Calificación (primera)

#### **5.1.7.6 DURMIENTES PARA LAS JUNTAS**

Los durmientes para las juntas tienen los mismos requisitos específicos que los durmientes de la vía.

*Especie de madera*

Se aceptará la especie que se indica a continuación:

- Nombre científico : Coumarouna odorata
- Nombre común : Shihuahuaco
- Clave : S

#### **NORMAS TECNICAS APLICABLES**

Normas NTP : 251.061  
251.065  
251.094  
251.096

#### **5.1.8 BALASTO**

El balasto se obtendrá por fracturación de piedra dura de calidad uniforme, cuyo peso específico mínimo será de 2.600 kg/m<sup>3</sup>.

La resistencia al desgaste se medirá con el método LOS ÁNGELES y el porcentaje de desgaste deberá ser inferior al 25%

La piedra estará exenta de material blando, materias orgánicas o cualquier otro material impermeable, no pudiendo contener más de uno por ciento (1%) en peso, de polvo de trituración.

Estará conformada por fragmentos de roca limpia, de los siguientes tamaños, en proporción expresada en porcentaje por peso:

Malla de 2".....nada retenido

Malla de 1".....no menos de 80% retenido

Malla de ½".....no pasa nada

El 80% consistirá en una graduación de tamaño entre 2" y 1".

No se admitirá más del cinco por ciento (5%) en peso de fragmentos planos o alargados, definiéndose por tales aquellos en que la longitud es igual o mayor de cinco (5) veces su promedio.

En la vía principal, el espesor de balasto debajo del plano de apoyo del durmiente será de 25 cm., en los tramos sobre viaducto se considera aproximadamente de 1,44 m<sup>3</sup>/m.

El espesor de balasto en Patio – Taller será de 20 cm., se considera aproximadamente de 1,33 m<sup>3</sup>/m.

*Normas técnicas aplicables:*

Las pruebas siguientes, a demanda del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE, serán adoptadas para comprobar la calidad del material:

*Pruebas en sitio (cantera):*

- Análisis granulométricos
- Control de forma

*Pruebas en laboratorio:*

- Examen litológico
- Prueba de abrasión
- Resistencia a la compresión

*Análisis granulométricos:*

- Será llevado a cabo por medio de tamices según normas UNI 2333 (o ASTM correspondiente).
- La prueba se hará sobre una cantidad de piedra de aproximadamente 150 kg
- En el caso que los resultados no sean satisfactorios o estén en el límite de lo especificado, se repetirán las pruebas y se tomará el resultado medio.
- El control de peso se hará por medio de balanzas suministradas por el proveedor y aceptada por el Supervisor de Obra y el CONCEDENTE previa conformidad de calibración.

*Control de forma:*

- Será efectuado por muestra de aproximadamente 50 kg.

- El material no deberá presentar fragmentos planos o alargados en porcentaje mayor al indicado.

Examen litológico:

- Tiene por objetivo averiguar la naturaleza petrográfica y evidenciar la eventual alteración de la piedra y en caso de que se encuentren problemas mecánicos, se realizará un examen de fragmentos en láminas sutiles por medio del microscopio.

Prueba de abrasión:

- La piedra sometida a la prueba de “los ángeles” no deberá dar un desgaste mayor, en porcentaje, de lo indicado.

Resistencia a la compresión:

- No existen límites de aceptación. Esta prueba tiene por finalidad solamente la aclaración indicativa de la clase del material examinado.
- Para efectuar esta prueba se utilizan muestras en cubo de aristas de 5 o 7 cm. dependiendo del tipo de agregado.
- El suministro deberá respetar las normas AREA, capítulo 1, parte 2.

### 5.1.9 CAMBIAVIAS

Los cambiavías son elementos indispensables en la operación de un sistema ferroviario, permitiendo la reunión, la separación y la intersección de los itinerarios.

Los cambiavías de la vía principal serán del tipo tangente de 0,12 con riel 50 UNI, UIC 54 o equivalentes, de agujas elásticas predispuestas para la maniobra eléctrica, con corazón de acero al manganeso y completos con todos los órganos de unión para el apoyo sobre durmientes especiales de madera dura, resistente al ataque de hongos, insectos y microorganismos.

Las dimensiones y el tipo de los componentes de los cambiavías deberán ser conforme a lo indicado en los planos de detalles y de conjunto. La fabricación de los componentes se hará por medio de máquinas herramientas (como referencia ver plano N° C3364A, del anexo 1)

Todos los componentes de los cambiavías, sean ellos especiales o normales como también los materiales pequeños, deberán ser conforme a las normas UNI y a las especificaciones F.S. o sus equivalentes. Las piezas de acero al manganeso deberán cumplir con la norma UIC 840-2-O, categoría 2 (C2), matiz E-230-400-M o equivalente.

No se admitirán ajustes hechos por rebarbadora.

En la ampliación del patio taller se considera la instalación de cambiavías del tipo 36 UNI tangente 0,15 o equivalentes, con cajas de maniobra manual apoyadas sobre durmientes especiales de madera.

*Requisitos específicos:*

Los cojinetes y bloques serán fabricados con remoción del sobremetal y tolerancias conforme con lo establecido por las normas FS. o equivalentes.

Para la segunda etapa se deberá utilizar cambiavías con el núcleo del corazón en acero al manganeso.

Para las piezas de un mismo corazón será utilizado un único riel.

*Aceptación:*

Las diferentes piezas constituyentes del conjunto serán sometidas a las pruebas específicas según lo establecido en las normas UNI aplicables o equivalentes.

Se llevarán a cabo las pruebas siguientes:

- Análisis químico
- Análisis de colada (barras para agujas)
- Prueba de tracción
- Prueba de deformación

La aceptación definitiva será efectuada sobre los cambiavías montados sobre planos de apoyo adecuados. Los cambiavías serán examinados para asegurar el perfecto encaje de las diversas partes y verificar la exactitud de las dimensiones y tolerancias con respecto a los planos y dibujos aprobados.

En detalle se verificará:

- Que las puntas de las agujas encajen perfectamente en el alojamiento de las contra-agujas y resulten protegidas debajo de los planos de las quijadas de cierre por 3 mm.
- Que las agujas deslicen en los planos de los cojinetes sin esfuerzo, apoyen en los planos y se adhieran perfectamente a sus contra-agujas y bloques de apoyo.
- Que las agujas, en posición arrimada a las contra-agujas, se encuentren siempre sin tensión.
- Que la curvatura del trazado o rectitud de la aguja recta en posición cerrada y en curvatura del trazado o rectitud de la contra-aguja recta sean exactas.
- Que los cojinetes rígidamente conectados a la contra-aguja, resulten perfectamente en escuadra.
- Que la tangencia, posición recíproca de los rieles del corazón, posición de la punta real con respecto a la posición matemática y a los puntos de dobladura de los rieles acodados y en curvatura de los diferentes elementos, esté conforme a los planos para construcción.
- Que las solerás de los rieles que forman el corazón se encuentren coplanarios.
- Que los bloques estén cerrados por quijadas en toda la longitud y presenten un espacio libre con el vástago del riel comprendido entre 2 y 4 décimos de mm.

*Requisitos específicos:*

Todas las superficies maquinadas serán tratadas con una capa de pintura anticorrosiva, con exclusión de las superficies de deslizamiento de los cojinetes, protegidas con grasa.

Después de la aceptación final, los cambiavías y los herrajes serán cuidadosamente limpiados y tratados con antioxidante negro.

*Normas particulares:*

Los componentes utilizados deberán responder a las indicaciones contenidas en las siguientes normas o equivalentes:

- FS/II-D-14 Condiciones técnicas para el suministro de cambios del tipo 50 UNI con corazón de rieles o equivalente.



- Especificaciones Técnicas FS para el suministro de bloques para superestructuras de vía, o equivalente.
- Especificaciones Técnicas FS para el suministro de cojinetes y contrarrieles ferroviarios, o equivalente.

### 5.1.9.1 MONTAJE

#### *Requisitos Generales:*

El sustento de estas especificaciones se encuentra en las normas F.S para el montaje de los equipos arriba mencionados y específicamente para los cambios simples tipo 50 UNI/170/0,12 hechos de corazón de rieles.

La colocación de los cambios se efectuará de acuerdo a las normas vigentes y específicamente según las prescripciones establecidas en los dibujos y/o cuadros:

- Plano de colocación de comunicación simple formada de 2 cambios tipo 50 UNI/170/0,12 (como referencia ver plano N° C3362A, del anexo 1).
- Plano de colocación de cambiavías 50 UNI/170/0,12 (como referencia ver plano N° C3363A, del anexo 1).
- Cambiavías simples 50 UNI/170/0,12. proyecto geométrico y esquema de colocación (como referencia ver plano N° C3364A, del anexo 1).

### 5.1.9.2 DURMIENTES DE MADERA PARA CAMBIAVÍAS

Los durmientes de madera estarán incluidos con los cambiavías correspondientes. Los cambiavías serán armados en fábrica para su recepción y sus componentes marcados para su fácil identificación y armado en el lugar de instalación.

#### *Requisitos Generales:*

Los apoyos de los cambiavías de la vía principal y del patio taller deberán ser maderas provenientes de la especie nombrada comúnmente “roble”, tratadas con procedimiento de “impregnación” y tendrán dimensiones correspondientes a las indicadas en los planos de instalación específicos.

El sustento de estas especificaciones se encuentra en las normas UNI 7407: durmientes de madera, maderas para cambiavías y puentes, para ferrocarriles y tranvías, o equivalentes.

La preservación se hará por medio de creosota con el procedimiento “ruping” simple.

#### *Requisitos Específicos:*

##### Forma y dimensiones:

Las formas de las secciones transversales de la pieza de madera para cambiavías son las indicadas en los diseños de montaje.

Las dimensiones A, B, C y S expresadas en centímetros, según definición en el capítulo 6.1.1 de las normas UNI 7407, son requeridos para toda la longitud de la pieza, salvo en la extremidad por una longitud de 25 cm.

Las dimensiones indicadas para la zona de anclaje deben por tanto ser las mismas para cualquier tipo de forma: A = 27 cm., B = 21 cm., C = 8 cm., S = 16 cm.

##### Tolerancia en las dimensiones:

- Espesor (S): + 1 cm.  
- 0,5 cm.
- Ancho (A): + 2 cm.  
- 0,5 cm.



*Aceptación:*

Las diferentes, piezas constituyentes del conjunto serán sometidas a las pruebas específicas según lo establecido en las normas UNI aplicables.

Se llevarán a cabo las pruebas siguientes:

- Análisis químico
- Análisis de colada (barras para agujas)
- Prueba de tracción
- Prueba de deformación

La aceptación definitiva se hará sobre el cambio montado sobre apoyos adecuados.

La comunicación será examinada para asegurar el perfecto encaje de las diversas partes y verificar la exactitud de las dimensiones y tolerancia con respecto a los planos y dibujos aprobados.

En detalle se verificarán las condiciones indicadas para la aceptación de los cambios simples que forman la comunicación doble (como referencia ver especificación técnica C3354B, punto 1.1.3.2) y en particular, para la formación de comunicación doble (“a tijera”) compuesta de 4 cambios simples tipo UNI 50/170/0,12 (como referencia ver planos N° C3376 y N° C3378, del anexo 1).

*Normas particulares*

Los componentes utilizados deberán responder a las indicaciones contenidas en las siguientes normas:

- FS/II – D 14 condiciones técnicas para el suministro de cambios del tipo 50 UNI con corazón de rieles, o equivalente.
- Especificaciones técnicas FS para el suministro de bloques para superestructuras de vía, o equivalente.
- Especificaciones técnicas FS para el suministro de cojinetes y contrarrieles ferroviarios, o equivalente.

**5.1.11 PARACHOQUES**

La presente especificación define las características técnicas relativas a los parachoques de hierro a instalar en el patio taller y en la vía principal.

*Parachoques del Patio Taller:*

Los parachoques a emplear en el patio taller (zona de estacionamiento de material rodante) son de tipo fijo con estructura en hierro para anclar a los rieles mediante adecuados sostenes (como referencia ver plano N°C3372, del anexo 1).

Para las vías ubicadas en el patio taller (edificio N°2) y en la vía de recuperación de material rodante auxiliar (edificio N°20), en el lugar de los parachoques anteriormente descritos, serán empleados como aparatos de fin de recorrido las cuñas para carros, constituidas de zapatas de fierro conectados a los rieles.

*Parachoques de la vía principal:*

Los aparatos de fin de recorrido, para instalar al final de la vía principal y sobre las terceras vías de estacionamiento (en las cercanías de las estaciones San Juan y Angamos) son similares a aquellos que se emplean en el patio, de hecho son los mismos que tienen que colocarse en la zona de la estación Grau (alrededor de 200 m. del fin de los andenes de estación) y por lo tanto, considerando también el sistema de freno automático de emergencia previsto en la instalación de señalización, no necesitan estructuras especiales en concreto.

**5.1.12 TRABAJOS DE CONSERVACIÓN**

El CONCESIONARIO será responsable por la Conservación de las vías férreas existentes y de las vías por construir durante la vigencia del Contrato de Concesión.

La finalidad de estos trabajos es mantener la vía férrea en un nivel adecuado para el servicio de pasajeros considerando criterios de seguridad y confort del mismo.

El CONCESIONARIO realizará trabajos de Conservación (mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo programado y correctivo no programado) si se presenta el caso.

Trabajos de Conservación son los siguientes:

- Estudios del estado actual de las vías férreas y aparatos de la vía, como levantamiento topográfico, estudios de defectoscopia, estudios de corrosión de los componentes metálicos de materiales de la vía.
- Liberación de tensiones en la vía principal y regulación de luz en las juntas apoyadas.
- Cambio de durmientes de concreto y de madera que se encuentren en mal estado.
- Cambio de fijaciones que se encuentren en mal estado en la vía principal y en las vías del Patio Taller.
- Reemplazo de las soldaduras defectuosas.
- Centrado de durmientes de concreto en la vía principal y reforzamiento del balasto.
- Saneamiento del balasto.
- Reencalzado, nivelación, alineamiento, reforzamiento y perfilado del balasto.
- Reubicación de la zona neutra del Patio Taller y cambio de las juntas aisladas.

La Conservación de la vía por construir se realizará en el periodo de Explotación con la frecuencia y métodos acordes con la tecnología empleada por el CONCESIONARIO en la etapa de construcción.

El CONCESIONARIO deberá llevar un historial de todo el mantenimiento realizado durante el periodo de Concesión.

**5.1.13 EQUIPOS PARA LABORES DE CONSERVACIÓN**

Para realizar la Conservación de las vías el CONCESIONARIO utilizará los equipos, herramientas y maquinaria adecuados para este fin.

El CONCESIONARIO deberá suministrar los equipos y maquinarias necesarios para realizar la Conservación de la vía durante la Explotación, de acuerdo a la tecnología que emplee.

#### **5.1.14 TRABAJOS DE REHABILITACIÓN DE LA VÍA EXISTENTE**

La vía férrea principal presenta en algunos sectores corrosión severa y localizada en el patín del riel y en las barras de conexión de durmientes de concreto bi-bloque, por lo que se requiere su rehabilitación.

La corrosión del patín de riel fue considerada como fenómeno de corrosión de resquicios según los estudios realizados.

En los estudios realizados se determinó que la corrosión existente en las barras de conexión de durmientes de concreto bi-bloque es causada por un ataque severo de material contaminante del balasto el cual tiene alta cantidad de sales y sulfatos solubles y que proviene de la plataforma.

El CONCESIONARIO se encargara de reemplazar los rieles (según su grado de desgaste), durmientes de concreto y sujeciones defectuosas, así como sanear el balasto contaminado a fin de devolver a la vía férrea a un estado adecuado para el servicio, tomando en consideración las condiciones específicas de cada sector de la misma.

Factores que favorecen al fenómeno de corrosión son los siguientes:

- Condiciones climatologicas
- Agresividad del medio ambiente: alta salinidad
- Diseño de la vía férrea
- Contaminación del balasto

Considerando los factores arriba indicados, el CONCESIONARIO elaborará una alternativa técnica de solución del problema de corrosion en la vía férrea y realizará los trabajos necesarios para disminuir el desgaste de la vía ocasionado por el fenómeno mencionado, previa aprobacion del CONCEDENTE.

#### **5.1.15 PRUEBAS**

Todos los componentes de la superestructura de vía: rieles, soldadura de los rieles, fijaciones del riel, juntas aislantes, durmientes, balasto y los cambiavías, deberán ser suministrados con declaración escrita de los fabricantes, sobre las pruebas ejecutadas de acuerdo a las normas y especificaciones solicitadas.

#### **5.1.16 DOCUMENTACION**

Todos los componentes de la superestructura de vía deberán ser suministrados acompañados de la documentación de su especificación, instalación y mantenimiento.

La documentación solicitada se ajustará a lo requerido en el punto 8 “documentación”, de la presente especificación técnica.

## **5.2 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA**

### **5.2.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

La finalidad de estas especificaciones es describir las características técnicas mínimas del sistema de suministro de energía, las cuales pueden ser mejoradas con equipos de características similares. En este caso, el CONCESIONARIO deberá presentar certificados de otros sistemas ferroviarios o metroviarios y/o pruebas, que garanticen la buena calidad de la tecnología presentada.

Todo el equipamiento deberá ser suministrado completo, con todos sus accesorios, componentes y materiales especificados, así como los no expresamente especificados, pero necesarios para el perfecto funcionamiento del sistema.

El diseño definitivo del sistema eléctrico será determinado por un estudio de simulación con frecuencia de trenes cada 180 segundos considerando las diversas situaciones críticas y normales, incluire un estudio de flujo de carga, cortocircuito y armónicos de todo el sistema.

#### **5.2.1.1 CENTRO DE CONTROL DE LA RED ELÉCTRICA**

La arquitectura física, características de los equipos e interfases hombre-máquina, así como las funciones de los mandos centralizados de tracción y de energía se encuentran detallados en el tomo 4, punto 5.5.2 (“requerimientos de arquitectura del nuevo sistema de mando central”) de estas especificaciones.

#### **5.2.1.2 SISTEMA DE SUPERVISIÓN, MANDO, CONTROL, MEDICIÓN Y PROTECCIÓN DE SUBESTACIONES**

##### **5.2.1.2.1 OBJETIVO**

La finalidad de la presente especificación es describir las características técnicas mínimas de los sistemas de supervisión, mando, control, medición y protección de las siguientes instalaciones, las cuales pueden ser mejoradas con equipos de características similares:

- Subestación 60/20 KV Villa El Salvador – equipamiento existente.
- Subestación 60/20 KV “Santa Rosa” – equipamiento nuevo.
- Subestaciones de rectificación: Patio taller, El Sol, Villa María, Atocongo – equipamiento existente.
- Subestaciones de rectificación: Los Cabitos, Javier Prado, Mercado Mayorista – equipamiento nuevo.
- Cabinas eléctricas: Patio taller, Villa El Salvador, El Sol, Villa María, San Juan y Atocongo – equipamiento existente.
- Cabinas eléctricas: Pumacahua, Miguel Iglesias, Jorge Chávez, Ayacucho, Los Cabitos, Angamos, San Borja, Javier Prado, Nicolás Arriola, Mercado Mayorista y Grau – equipamiento nuevo.

##### **5.2.1.2.2 INTRODUCCIÓN**

Los niveles de centralización del mando, control, medición y protección del sistema, en orden creciente de centralización, son los siguientes:

- Equipos (puesto local);

- Puesto operacional de la subestación y/o cabina eléctrica (puesto local);
- PCO (puesto remoto);

Las subestaciones y cabinas tendrán operación totalmente automática, y serán telecontroladas, sin requerir custodia permanente de técnicos u operadores, en condiciones normales de operación.

Las subestaciones y cabinas serán supervisadas y telecontroladas desde el “puesto central de operación” (PCO), donde habrá un puesto de control de energía, con la “interfase hombre-máquina” (IHM) necesaria para actuación en los equipamientos del sistema eléctrico.

#### 5.2.1.2.3 ALCANCE DEL SUMINISTRO

Es responsabilidad del CONCESIONARIO el proyecto, fabricación, montaje y conexión de todos los equipos objeto de la presente especificación, así como las instalaciones eléctricas y electromecánicas de los mismos, poniendo a disposición las señales de transmisión al PCO y de recepción del PCO en el mismo protocolo de comunicación del mando centralizado.

#### 5.2.1.2.4 FUNCIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA DE AUTOMATIZACIÓN

Las funciones:

- Control y monitoreo de los procesos primarios.
- Registro de eventos y alarmas secuencialmente en el tiempo.
- Presentación de la operación y estado de todo el sistema, incluyendo los dispositivos de protección y control.
- Regulación de parámetros de los relés.
- Acceso a los archivos de registro de los disturbios de los relés para su manejo externo y análisis del sistema.
- Supervisión de la calidad de energía para la mejora de la distribución de energía.
- Presentación del estado de la subestación en un diagrama unifilar con barras coloreadas.
- Sincronización del tiempo GPS de la IHM de la subestación, centro de control y los IEDs.
- Función de control IHM local integrado en todos los IEDs.
- Conexión directa al centro de control.
- Acceso fácil a teléfonos móviles (WAP, SMS, GPRS)

Las características:

- Adaptable a requerimientos específicos del usuario.
- Sistema abierto basado en hardware y sistemas operativos disponibles comercialmente.
- Abierto a software y base de datos de tercera-generación.
- Sistema expandible fácilmente.
- Fácil Mantenimiento.
- Alta Performance y disponibilidad.
- Soporte de lectura fácil, incluyendo diversos idiomas y letras.

- Permite conexiones simultáneas por su soporte multi usuarios.
- Fácil y amigable proceso de navegación.

#### 5.2.1.2.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

El sistema de supervisión, mando, control y protección tendrá una concepción integrada, empleando la tecnología digital, en una arquitectura con tres niveles jerárquicos:

- El nivel de los equipamientos, que incluye los relés de protección digital
- El nivel de la subestación y/o cabina, que deberá incluir todos los equipos y accesorios necesarios para el desempeño de las funciones de representación gráfica en pantalla, mando de equipamientos y señalización de eventos y alarmas.
- El nivel del puesto central de operación (PCO), con funciones de supervisión, mando, medición y control del sistema eléctrico como un todo.

El sistema de protección de las subestaciones y/o cabinas será del tipo digital.

Las unidades de protección digital estarán ubicadas en compartimentos para los dispositivos de control y protección en los equipamientos y podrán hacer parte de módulos que incorporen también las funciones de mando, control y medición en el nivel local de equipamiento.

Junto al puesto de operación deberá existir, en cada estación un sistema de captura de datos y de envío de mandos con capacidad de procesamiento de todos los puntos a ser supervisados y controlados en la subestación y/o cabina.

La subestación y/o cabina deberá tener disponibilidad de comunicación en serie, para la formación de barras de distribución en serie comunes a las respectivas unidades del sistema.

Deberá existir independencia total y autonomía funcional entre el PCO y los puestos de las subestaciones, de forma tal que en caso de que uno de éstos se encuentre fuera de operación, no interfiera o impida el desempeño de los demás.

En la consola del puesto operacional de la subestación deberá existir un conmutador general (43TL) que habilitará todo el sistema al mando total en modo local (de la propia subestación) o al telemando total.

La interfase en serie con el sistema de telecomunicaciones deberá realizarse a través de un módulo que se instalará en el puesto operacional local, que reúna todos los requisitos para la interfase adecuada con ese sistema.

Las funciones de mando y control, y las señales de alarma que serán previstas en el puesto local, son las que se indican para cada subestación y/o cabina.

#### 5.2.1.2.6 SISTEMA DE PROTECCIÓN

La protección del sistema eléctrico, además de garantizar la seguridad de los equipos, de los usuarios y de los operadores, deberá asegurar una perfecta selectividad en caso de falla, limitando el mismo al circuito, equipo o barras de distribución defectuosas. (tomar en cuenta planos I3120 y I3119, del anexo 2).

Para este fin, el suministro incluirá todo el sistema de protección, los estudios de coordinación, selectividad, la selección de los relés y su calibración. Dichos estudios se extenderán desde los niveles más bajos de tensión, de servicios auxiliares y de tracción, hasta la entrada en 60 kV en la subestación 60/20 KV. Evidentemente, la selectividad de las protecciones deberá contemplar no solamente la operación normal de la red, sino también su operación en degradación.



El sistema de protección también deberá hacer interfase adecuadamente con las protecciones de las subestaciones del tramo existente de la Línea 1, en particular en lo que se refiere a la integración al sistema de protección a hilo piloto existente. Para este fin se deberá prever todos los dispositivos de interfase necesarios para una perfecta operación del sistema como un todo.

La calibración de los relés estará a cargo del CONCESIONARIO de acuerdo con los estudios antes mencionados. Será de entera responsabilidad del CONCESIONARIO el perfecto funcionamiento del sistema con toda la seguridad, confiabilidad, disponibilidad y selectividad, debiéndose implementar cualquier modificación o adición a las presentes, en caso sea necesaria para tal fin.

El sistema de protección deberá estar de acuerdo con las premisas que se describen a continuación:

- Protección de la llegada en 60 kV

La protección de la entrada estará constituida por relés 59, 27 y 81.

- Protección de los transformadores de potencia 60/20 KV

- A la protección del primario de los transformadores de grupo, se deberá anteponer un relé 50/51 con tiempo independiente con dos rangos de intervención utilizados de la siguiente manera:

- Rango (51): interviene por sobrecarga excesiva.

- Rango (50a): interviene por cortocircuito.

- Eventuales fallas a tierra sobre el lado 60 kV del transformador determinan que sobre la fase averiada pase la suma de las corrientes capacitivas distribuidas hacia tierra de las fases de toda la red 60 kV.

La protección para falla a tierra estará asegurada mediante relé (51Na) de máxima corriente homopolar.

- Los transformadores tendrán incorporado un relé diferencial 87.

- Protección de las entradas en 20 kV

La protección de las entradas deberá estar constituida por relés 51/50K y 67 NK conectados a los circuitos de hilo piloto. La conexión al sistema de protección existente deberá hacerse adecuadamente a través de las interfases necesarias.

- Protección de los transformadores de los grupos de rectificación

- A la protección del primario de los transformadores de grupo, deberá anteponerse un relé 50/51 con tiempo independiente con dos rangos de intervención utilizados de la siguiente manera:

- Rango (51): interviene por sobrecarga excesiva.

- Rango (50a) : interviene por cortocircuito.

- Eventuales fallas a tierra sobre el lado 20 kV del transformador de grupo determinan que sobre la fase averiada pase la suma de las corrientes capacitivas distribuidas hacia tierra de las fases de toda la red 20 kV.

La protección para falla a tierra estará asegurada mediante relé (51Na) de máxima corriente homopolar a hilo piloto para obtener la inhibición de intervención de los relés análogos previstos aguas arriba de las salidas de las líneas de conversión.

- Los transformadores de los grupos tendrán incorporado un sistema de protección térmica compuesto por sensores térmicos del enrollamiento, también considerado como protección primaria.
- Protección de los transformadores de servicios auxiliares
  - A la protección del primario de los transformadores deberá anteponerse fusibles de alta capacidad de ruptura. La intervención de los mismos provoca la apertura automática del seccionador de carga de contrabarras que, por lo tanto, determina el completo aislamiento del transformador.  
La elección de fusibles se coordina de modo tal que no intervenga para corrientes generadas por averías que proceden del lado BT del transformador, antes de la intervención del relativo interruptor de BT. La intervención del fusible es coordinada con las protecciones primarias de la red de 20 kV.
  - Eventuales fallas a tierra sobre el lado de 20 kV del transformador determinarán que por la fase averiada pase la suma de las corrientes capacitivas distribuidas hacia tierra por las fases sanas de toda la red a 20 kV.  
La cantidad de esta corriente es tal, que la fusión del fusible sucede en tiempos muy breves (> 0.01 seg.).  
Las protecciones para falla a tierra previstas en la red a 20 kV tendrán en consideración este tiempo para evitar intervenciones no selectivas.
  - Fallas entre las fases en el lado BT de los transformadores en la red de distribución 380 V serán relevadas por elementos de máxima corriente de tipo tiempo inverso, donde se realiza la selectividad con las protecciones secundarias en 380 V.
  - Fallas a tierra en la red de distribución 380 V serán determinadas por un relé de máxima corriente instalado en la conexión a tierra del neutro de los dos transformadores.
  - Este será del tipo temporizado, para garantizar la selectividad con las análogas protecciones de los circuitos derivados.
- Protección B.T.
  - Protección 64 en el alimentador del transformador.
  - Alimentadores sub-barras para servicios no esenciales:  
Las salidas serán dotadas de protecciones magneto-térmicas instantáneas capaces de proteger contra fallas entre las fases.  
  
La alimentación de las sub-barras estará dotada de protección diferencial para proteger la red aguas abajo de fallas a tierra.
  - Usuarios conectados a las barras BT principales  
Todas las salidas del tablero BT hacia usuarios son dotadas de interruptores termomagnéticos de intervención instantánea en grado de proteger al usuario contra fallas entre las fases y contra fallas a tierra.
- Protección del sistema 1.500 Vcc  
Del tablero de celdas positivas se alimenta la línea de contacto mediante el cierre de los interruptores extrarrápidos.  
  
Antes de efectuar el cierre debe entrar en función un dispositivo prueba línea el cual mediante el cierre de un contacto entre las barras y la línea comprueba el estado de aislamiento.

En caso de presencia de falla deben permanecer abiertos los interruptores.

Si viceversa el interruptor se encuentra ya cerrado y se vuelve a abrir por sobrecarga o cortocircuito, el circuito debe efectuar un cierre de prueba, a continuación de este, si la causa de falla ha sido liberada el alimentador permanecerá cerrado, en caso contrario permanecerá bloqueado en apertura. Debe existir un circuito de disparo simultáneo de los interruptores que alimentan un mismo tramo.

El interruptor extrarrápido tendrá incorporado un desenganche de máxima corriente y un desenganche de tensión.

Los desenganches de corriente utilizarán para la apertura la misma corriente que fluye en el circuito principal.

#### Interruptores Extrarrápidos

El interruptor extrarrápido interrumpe el cortocircuito incluso en la fase inicial de aumento de corriente.

La protección de un tramo de vía se efectuará a través de la acción conjunta de la protección intrínseca del disyuntor y de un dispositivo detector de la velocidad de aumento de la corriente (di/dt).

El dispositivo debe detectar cortocircuitos de pequeña intensidad, distantes de la subestación o con mayor impedancia, que producen corrientes inferiores a las corrientes normales de tracción, a través de las respectivas tasas de variación de la corriente en el tiempo (di/dt).

Antes de los alimentadores en cada celda de grupo, se debe instalar un relé de corriente inversa cuya intervención, provoque la apertura del interruptor MT alimentador del grupo.

En las subestaciones de rectificación se instalará un dispositivo de conexión a tierra. Este equipo supervisará la tensión entre los rieles y la conexión a tierra, y hará que hagan cortocircuito cuando se exceda el valor de tensión permitido por las normas VDE-0115, parte 1.

#### 5.2.1.2.7 CENTRALIZACIÓN OPERACIONAL

Teniendo en cuenta los requisitos operacionales de las subestaciones, se establecerán las funciones de los puestos locales de control y los mandos remotos originados en los diferentes puntos, tanto interno de la subestación, como externos (en el PCO) de forma que se torne posible la implementación de la filosofía de funcionamiento adoptada.

La centralización en el ámbito interno de la subestación, deberá tener como finalidad el intercambio de informaciones entre elementos situados en el puesto de control local, de forma que se seleccione el equipo a ser accionado. Deberán sin embargo, recibir señales de mando provenientes de otros puntos de mando y transmitirlos a los equipos involucrados.

La centralización en el ámbito externo de la subestación deberá coordinar el cierre y apertura de los interruptores a través de señales de mando provenientes del PCO, y transmitirlos a los equipos involucrados.

La lógica y la filosofía de funcionamiento están resumidamente descritas a continuación:

- Seleccionar la apertura de los interruptores cuando ocurra la sensibilización de las protecciones, excitando los sistemas lógicos y verificando las condiciones previamente impuestas para la actuación de cada interruptor.
- Condicionar el cierre de los interruptores de la subestación al rearmado de los bloqueos de las respectivas protecciones.
- Recibir las señales de mando remoto y enviarlas a los equipos involucrados.
- Recibir las señales y alarmas provenientes de los equipos y enviarlas a los puntos de mando local y remoto.

#### 5.2.1.2.8 COMPONENTES PRINCIPALES

##### Unidad de Protección Digital (Relé)

Los relés serán del tipo digital y funcionarán como unidades autárquicas, independientemente del sistema digital de mando, medición y supervisión. Deberán poseer:

- Alta resolución de tiempo en las mediciones, para efecto de protección.
- Registro de valores instantáneos de tensión y corriente para condiciones de falla.
- Parametrización simplificada tanto localmente como remota, a través de interfases seriales.
- Conexión al sistema de mando, medición y protección, vía interfase serial;
- Conexión directa a los equipos de la Subestación vía interfase paralela.
- Auto-monitoreo.

En la parte frontal de los relés de protección deberán existir los siguientes elementos de mando, visualización y señalización:

- Display (pantalla) para lectura de los valores medidos;
- Teclado para parametrización local;
- Indicador de activación de la protección;
- Indicador de alarma;
- Indicador de funcionamiento;
- Indicador de estado del módulo del procesador;
- Tecla para reseteo del módulo del procesador;
- Interruptor de encendido/apagado de la fuente de alimentación.

Los relés serán instalados en la parte frontal de los Tableros de Distribución en media tensión (QM). Sus características específicas serán indicadas en la especificación de los tableros correspondientes.

La aplicación, desempeño y pruebas de los dispositivos de protección deberán cumplir con las normas:

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; inmunidad (Pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III
- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III

- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140 / ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2)

- EN 55011, clase A

La confiabilidad contra interferencias electromagnéticas deberá garantizarse a través de los siguientes procedimientos:

- Relé en caja metálica;
- Entrada protegida por transformador,
- Entrada del convertidor analógico/digital a través de acoplamiento óptico;
- Fuente convertidores cc/cc;
- Salidas tipo relé;
- Interfases en serie para fibra óptica;

Los convertidores CC/CC aislarán galvánicamente los circuitos estáticos internos de los externos.

Los cortocircuitos en las baterías no afectarán el rendimiento de los relés.

#### Controlador Local de la Subestación y/o Cabinas

Los controladores locales al nivel de las subestaciones y/o cabinas deberán integrarse en forma sincronizada con el sistema de mando, control y protección, para ejecutar en forma no limitativa, las siguientes funciones:

- Todas las transferencias automáticas requeridas.
- Todos los enclavamientos y bloqueos requeridos. Estos enclavamientos y bloqueos actuarán también en los equipos.
- Todas las alarmas, señalizaciones y mandos previstos a nivel local.
- Todas las alarmas, señalizaciones y mandos remotos de la subestación.
- Registrar y protocolizar eventos cronológicamente.
- Interfases con otros sistemas.

La configuración deberá ser construida a partir de la combinación de varios módulos, teniendo cada uno una función específica, como lo es, la fuente, CPU, entradas, salidas y otros.

Los controladores locales serán ordenadores de última generación, sobre el cual se instale un software de base, sistema operativo windows, debe disponerse además de una impresora.

Además de las ya conocidas funciones de enclavamiento y procesamiento de señales analógicas, los controladores deberán posibilitar comunicaciones de punto a punto o en red.

Los controladores locales serán instalados en módulos metálicos independientes. Las características técnicas de los módulos serán similares a las del Tablero de Alarmas, sinóptico y lógica de control ítem 5.3.1.1.4.3

El lenguaje de programación deberá ser un lenguaje de alto nivel.

La programación podrá ser efectuada en off-line u on-line conectado directamente al CPU o remotamente vía red, debiendo estar disponible para esto, una familia de terminales de programación de base PC.

#### Interfases: Operador x Proceso

Deberá preverse un dispositivo que se instalará en las subestaciones y/o cabinas, en el cual puedan visualizarse las secuencias que estarán siendo procesadas e interferir en ellas, de ser necesario. Éste deberá operar en conjunto con el controlador e indicar los estados de operación, disfunciones y los valores corrientes del proceso.

Las funciones que deberá ofrecer son las siguientes:

- Eventos - indicaciones de los estados de un proceso;
- Alarmas - indicaciones de cualquier disfunción;
- Procedimientos - combinaciones de una serie de datos para determinada aplicación;
- Botones de función - que podrán programarse según las necesidades;
- Tareas del sistema - indicar una pantalla, imprimir una pantalla o ajustar la hora, etc.;
- Funciones de impresión - hacer posible la conexión de una impresora.

#### 5.2.1.2.9 TELEMANDOS, TELECONTROLES Y ALARMAS

- Deberán ser incluidos en el suministro los dispositivos y equipamientos necesarios para la implementación de los siguientes telemandos, telecontroles y alarmas para los equipos de las subestaciones:
- Con referencia a la subestación 60/20 KV “Santa Rosa”, ver el ítem 5.2.1.6 y con referencia a las subestaciones rectificadoras como se indica a continuación

#### Telemandos

- Tablero M.T. (QMS)
  - Interruptor de interconexión 52/L1-L2:..... on/off
  - Interruptor de interconexión 52/GR1-GR2:..... on/off
  - Seccionadores motorizados 89C/TRSA1-TRSA2: ..... on/off
- Tablero celdas positivas (QCP)
  - Interruptor extrarrápido alimentador 154/1,2,3,4: ..... on/off
  - Interruptor extrarrápido reserva 154: ..... on/off
- Varias
  - Contactor tablero cortocircuitador:..... on/off
  - Cortocircuitador línea contacto 189/1,2,3,4: ..... on/off
  - Seccionador motorizado con cuernos 189C/1,2,3,4:..... on/off

- Bloqueo emergencia línea 1,2,3,4: ..... on

#### Telemedidas

- Tensión en barras 20 kV (QMS)
- Corriente (lado 20 kV) para grupos de conversión
- Tensión barras 380 V (QBS)

#### Telecontroles

- Tablero M.T. (QMS)
  - Interruptor de interconexión 52/L1-L2: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador de contrabarras 89C/L1-L2: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador de línea/tierra 89LT/L1-L2: ..... abierto/cerrado
  - Interruptor de alimentación grupos 52/GR1-GR2: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador de contrabarras 89C/GR1-GR2: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador de línea/tierra 89LT/GR1-GR2: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador motorizado 89C/TRSA1-TRSA2: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador de tierra 89T/TRSA1-TRSA2: ..... abierto/cerrado
- Tablero celdas positivas (QCP)
  - Seccionador motorizado 89GP/GR1-GR2: ..... abierto/cerrado
  - Interruptor extrarrápido alimentador 154/1,2,3,4: ..... abierto/cerrado
  - Interruptor extrarrápido reserva 154: ..... abierto/cerrado
- Tablero celdas negativas (QCN)
  - Seccionador 89N/GR1-GR2: ..... abierto/cerrado
- Tablero B.T. (QBS)
  - Interruptor de llegada 52/TRSA1-TRSA2: ..... abierto/cerrado
  - Interruptor B.T. extraíbles: ..... abierto/cerrado
  - Tensión barras B.T. normales: ..... ausencia/presencia
  - Tensión barras 110 Vcc: ..... ausencia/presencia
  - Tensión barras 24 Vcc: ..... ausencia/presencia
  - Conmutador red/emergencia: ..... abierto/cerrado
- Varias
  - Tablero cortocircuitador: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador línea contacto 189/1,2,3,4: ..... abierto/cerrado
  - Seccionador 189C/1-4: ..... abierto/cerrado
  - Selector 43 L / T: ..... local
  - Tensión líneas contacto RV1-2-3-4: ..... presencia
  - Bloqueo seccionadores 89T: ..... abierto/cerrado

### Alarmas

- Alarma de grupo 1
- Bloqueo de grupo 1
- Alarma de grupo 2
- Bloqueo de grupo 2
- “A Futuro” para grupo 3
- “A Futuro” para grupo 3
- Disparo temporal interruptor extrarrápido 1
- Disparo definitivo interruptor extrarrápido 1
- Disparo interruptor de mando extrarrápido 1
- Disparo temporal interruptor extrarrápido 2
- Disparo definitivo interruptor extrarrápido 2
- Disparo interruptor de mando extrarrápido 2
- Disparo temporal interruptor extrarrápido 3
- Disparo definitivo interruptor extrarrápido 3
- Disparo interruptor de mando extrarrápido 3
- Disparo temporal interruptor extrarrápido 4
- Disparo definitivo interruptor extrarrápido 4
- Disparo interruptor de mando extrarrápido 4
- Disparo temporal interruptor extrarrápido reserva
- Disparo definitivo interruptor extrarrápido reserva
- Disparo interruptor de mando extrarrápido reserva
- Emergencia línea 1 - 2
- Desbloqueo emergencia línea 1 - 2
- Emergencia línea 3 - 4
- Desbloqueo emergencia línea 3 - 4
- Disparo interruptor de mando emergencia en línea
- Puesta a tierra negativo carriles
- Disparo interruptor de mando puesta a tierra carriles
- Falta tensión llegada L1
- Intervención protección llegada L1
- Disparo interruptor mando llegada L1
- Falta tensión llegada L2
- Intervención protección llegada L2
- Disparo interruptor mando llegada L2



- 1° nivel del sensor térmico de TRSA - 1
- 2° nivel del sensor térmico (alarma y desconexión) de TRSA - 1
- Disparo interruptor 52-1
- Disparo interruptor alimentación TRSA - 1
- 1° nivel del sensor térmico de TRSA - 2
- 2° nivel del sensor térmico (alarma y desconexión) de TRSA - 2
- Disparo interruptor 52-2
- Disparo interruptor alimentación TRSA-2
- Avería a tierra transformadores servicios auxiliares
- Intervención apertura general
- Disparo interruptor de mando apertura general
- Disparo interruptor de mando circuito de disparo
- Falta tensión barras 20 kV
- Disparo interruptor alimentación TV barras 20 kV
- Avería central alarma contra incendio.
- Disparo interruptor de mando seccionador. bajo carga 189-13 y 189-24
- Disparo interruptores 380 V servicios auxiliar
- Disparo interruptor aliment. rectificador 110 Vcc
- Disparo interruptor aliment. rectificador 24 Vcc
- Disparo interruptor 110 Vcc servicios aux.
- Disparo interruptores 24 Vcc servicios aux.
- Falta tensión barras 110 Vcc
- Falta tensión barras 24 Vcc
- Fuera servicio rectificador 110 Vcc
- Fuera servicio rectificador 24 Vcc.
- Tierra barra 110 Vcc
- Tierra barra 24 Vcc
- Falta de tensión barras normales 380 V

#### 5.2.1.2.10 SISTEMA DE MEDICIÓN

Las mediciones en el sistema eléctrico, tienen el principal objetivo de registrar los parámetros de acuerdo a la Norma Técnica de calidad de servicios Eléctricos Decreto Supremo N° 020-97/EM y de las normas IEC 60335, IEC 60950, IEC 60065, IEC 60745, IEC 60598, IEC 61029, IEC 60601.

Se instalarán registradores de energía en las subestaciones 60/20 y las subestaciones rectificadoras (existentes y nuevas). Complementariamente en las subestaciones rectificadoras

se instalarán registradores de parámetros en corriente continua con el objetivo de registrar tensiones, corrientes, diagramas de carga en los alimentadores 1500 VCC.

Los Equipos registradores de energía eléctrica se instalarán en los módulos de control local del telemando.

Los Equipos registradores de energía deberán cumplir con las siguientes características:

#### Normas

Diseñado y fabricado con el objeto de determinar el cumplimiento de la Norma Técnica de calidad de servicios Eléctricos Decreto Supremo N° 020-97/EM y de distintas normas (IEC 60335, IEC 60950, IEC 60065, IEC 60745, IEC 60598, IEC 61029, IEC 60601).

#### Aplicaciones

Una fase/tres fases  
Estudio de carga, análisis de calidad eléctrica  
Análisis a largo plazo

#### Características

Pantalla Pantalla LCD e indicadores LED  
Canales de tensión 4  
Canales de corriente 4  
Sondas de corriente incluidas diferentes rangos  
Resistencia al polvo/agua IP50  
Categoría de seguridad 600 V CAT III  
Software accesible

#### Funciones de registro

Periodo de registro típico (días) 90  
Memoria 8 MB  
Medición en cuatro cuadrantes: +/-KWh, +/-KVARh en adelanto, +/-KVARh en atraso  
Registro de valores máximo, mínimo y promedio  
Registro de "sags" y "wells" e interrupciones de voltaje  
Flicker (Parpadeo de tensión) •  
Armónicos corriente y voltaje  
Captura de eventos  
Registro definido por el usuario  
Apagado de señales medidas  
Memoria no volátil

#### Funciones de análisis

Análisis estadístico (conforme con EN50160) •  
Generador de informes •  
Análisis del origen de los problemas •

### 5.2.1.2.11 INTERFASES PARA AUTOMATIZAR LAS SUBESTACIONES EXISTENTES

Se deberá implementar todas las interfases y acopladores necesarios para automatizar las subestaciones y cabinas existentes ; los telemandos, telemedidas, telecontroles y alarmas estan disponibles en los tableros de logica de control (AML).

## 5.2.1.3 CATENARIA

### 5.2.1.3.1 INTRODUCCIÓN

La presente especificación técnica define las características principales y consideraciones técnicas mínimas, a tener en cuenta en los materiales necesarios para la fabricación de conductores, postes y accesorios para la catenaria o línea de contacto que se instalará en la segunda etapa de la Línea 1 y en el patio taller, las cuales podrán ser mejoradas con equipamientos de características similares o superiores.

Se podrá presentar soluciones y alternativas tecnológicas de calidad igual o superior a las aquí especificadas, siempre que las mismas cumplan los requisitos y sean compatibles con las características de la catenaria existente.

Se deberá confirmar también las dimensiones de la catenaria, considerando una frecuencia de trenes de 180 segundos.

La línea de contacto de tracción será alimentada en 1.500 voltios corriente continua, suministrada desde las subestaciones de rectificación. La línea será instalada en viaducto elevado (como referencia ver planos I3749A y I0080A, del anexo 2).

La altura de los hilos de contacto con respecto al tope de riel será:

- Mínima: 3,90 m.
- Máxima: 4,70 m.

El tendido de la línea de contacto se llevará a cabo en forma poligonal de línea quebrada, respecto a un eje esta se desplaza  $\pm 20$  cm.

### 5.2.1.3.2 CONDICIONES AMBIENTALES

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: .....  $\leq 1.000$  m.s.n.m
- Ambiente: ..... salino, alta corrosión y contaminación

### 5.2.1.3.3 NORMAS

Las características técnicas de la catenaria deberán estar de acuerdo con las siguientes normas: EN 50119, UIC 600.

### 5.2.1.3.4 CATENARIA EN CIELO ABIERTO

#### 5.2.1.3.4.1 Características Generales

Composición en Vía Principal:

- Los conductores de la catenaria deberán tener una sección total de conducción que garantice la capacidad de suministro de corriente para una frecuencia de 180 segundos entre trenes.
- Su composición dependerá principalmente del tipo de catenaria que proponga el CONCESIONARIO, pudiendo ser como sigue:
  - Dos cables de cobre electrolítico, con una sección cada uno de 120 mm<sup>2</sup>, al conjunto de estos cables se les denomina cuerda portante.
  - Dos conductores denominados hilos de contacto, con una sección cada uno de 100 mm<sup>2</sup>.
  - Conductor de cobre desnudo, diámetro externo de 5 mm, para la fabricación de los sujetadores denominados péndolas. (como referencia ver plano I0156, del anexo 2).
- Variación de la altura de los hilos de contacto respecto al tope de riel, igual 2/1000 (pendiente).
- Conexión a tierra tipo cerco realizada entre partes, mediante dos (2) cables de aluminio de sección adecuada, de acuerdo a las dimensiones del alimentador.
- Los cables portantes y los hilos de contacto tendrán regulaciones automáticas independientes.
- Vano entre contra pesos  $\leq 1400$  m
- El punto fijo ubicado al centro del vano de contrapesos será del tipo anclado - tensado.

En el tendido de los conductores de la línea de contacto, se deben tener los siguientes esfuerzos:

- Los cables portantes, se instalan a través de un amarre regulado con una tensión de 1.000 kg cada uno (8,33 kg/mm<sup>2</sup>), a una temperatura de 15 °C.
- Los hilos de contacto, se instalan a través de un amarre regulado con una tensión de 750 kg cada uno (7,5 kg/mm<sup>2</sup>), a una temperatura de 15 °C, estos conductores deben permanecer siempre horizontales.
- La cuerda portante y los hilos de contacto, están conectados por medio de un conductor de cobre de 85 mm<sup>2</sup>, conociéndose a esta unión como conexión equipotencial, la misma que se realiza en el centro de cada vano.
- El empuje estático ejercido por el pantógrafo sobre la línea de contacto, es de 8 a 10 kg.

Composición en Patio Taller:

- La composición en el patio taller dependerá también del tipo de catenaria propuesto por el CONCESIONARIO, pudiendo ser como sigue:
  - Un cable de cobre electrolítico, con una sección de 120 mm<sup>2</sup>, se le denomina cuerda portante.
  - Un conductor denominado hilo de contacto, con una sección cada uno de 100 mm<sup>2</sup>.
  - Conductor de cobre desnudo, diámetro externo de 5 mm, para la fabricación de los sujetadores denominados péndolas. (como referencia ver plano I0156, del anexo 2).
- Variación de la altura de los hilos de contacto respecto al tope de riel, igual 2/1000 (pendiente).
- Conexión a tierra tipo cerco realizada entre partes, mediante un (1) cable de aluminio de sección adecuada, de acuerdo a las dimensiones del alimentador. En algunos postes será necesario efectuar la conexión de tierra directamente al riel.

- Solo el hilo de contacto tendrá regulación automática.

En el tendido de los conductores de la línea de contacto, se deben tener los siguientes esfuerzos:

- El cable portante, se instalará a través de un amarre regulado con una tensión de 1.000 kg cada uno (8,33 kg/mm<sup>2</sup>), a una temperatura de 15 ° C.
- El hilo de contacto, se instalará a través de un amarre regulado con una tensión de 750 kg (7,5 kg/mm<sup>2</sup>), a una temperatura de 15° C, este conductor debe permanecer siempre horizontal.
- La cuerda portante y el hilo de contacto, están conectados por medio de un conductor de cobre de 85 mm<sup>2</sup>, conociéndose a esta unión como conexión equipotencial, la misma que se realiza al centro de cada vano.
- El empuje estático ejercido por el pantógrafo sobre la línea de contacto, es de 8 a 10 kg.

#### 5.2.1.3.4.2 Condiciones de Instalación

- Velocidad máxima del viento:..... 120 km/h
- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Temperatura media: ..... 15° C
- Tensión del cable portante: ..... 1.000 kg
- Tensión del hilo de contacto:..... 750 kg
- Vano máximo: ..... 60 m

#### 5.2.1.3.4.3 Características de los Materiales y Accesorios de la Catenaria

##### Conductores de Cobre

La línea de contacto o catenaria, estará conformada por dos tipos de conductores de cobre, uno denominado cuerda portante y el otro hilo de contacto; ambos se interconectan a través de otros conductores denominados “péndolas”, así como de los conductores equipotenciales. El cobre a utilizar para todos los casos es del tipo electrolítico de 99,9% de pureza mínima.

Las características de los cables sugeridos están indicadas en el siguiente cuadro:

Características de los conductores	Portador principal (cobre)	Hilo de contacto Cobre endurecido en frío
Sección	120 mm <sup>2</sup>	100 mm <sup>2</sup>
Diámetro	14.25 mm	12,24 mm
Composición	19 hilos	Hilo ranurado
Masa lineal por metro	1,099 kg	0,869 kg
Carga de ruptura	≥ 47.3kN	≥38 kN
Temple	Duro	Duro

Normas	NTP 370.223 NTP 370.042 NTP 370.043	ASTM – B – 47 EN 50149
Coefficiente de dilatación	$17 \times 10^{-6}$	$17 \times 10^{-6}$
Coefficiente de alargamiento	$118 \times 10^{-6}$	$83 \times 10^{-6}$

#### *Hilo Redondo –“ Péndola”*

- Sección nominal: ..... 20,00 mm<sup>2</sup>
- Sección teórica media: ..... 19,64 mm<sup>2</sup>
- Diámetro : ..... 5,00 ± 0,07 mm
- Peso unitario medio: ..... 0,175 kg/m
- Carga unitaria a la rotura: ..... 32,00 ± 1,6 kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento mínimo sobre tramo de 200 mm: ..... 2%
- Número mínimo de torsiones sobre tramo de 200 mm: ..... 13
- Número mínimo de plegaduras: ..... 3
- Resistencia c.c. a 20° C: ..... 0,851 ohm/km
- Temple: ..... blando
- Normas de Fabricación: ..... NTP 370.221  
NTP 370.042  
NTP 370.043

#### *Conductor Equipotencial en Vía Principal*

- Sección nominal: ..... 85,00 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: ..... 11,34 mm
- Peso unitario medio: ..... 0,77 kg/m
- Carga unitaria a la rotura: ..... 45 kg/mm<sup>2</sup>
- Resistencia c.c. a 20° C: ..... 0,219 ohm/km
- Temple: ..... duro
- Número de hilos: ..... 19 hilos
- Norma de Fabricación: ..... NTP 370.221  
NTP 370.042  
NTP 370.043

#### *Conductor de Aluminio*

El conductor de aluminio se utilizará para el sistema de protección a tierra de la línea de contacto, para ello se le instala suspendido a lo largo de la catenaria utilizando como medio de apoyo los postes que conforman este sistema de transmisión de energía.

Este conductor debe reunir las siguientes características generales:

El paso de la espiral del cable no debe superar 20 veces el diámetro de la circunferencia original.

La carga de rotura del cable, durante las pruebas no deberá resultar inferior al 94% de la suma de las cargas de rotura correspondientes a los diámetros teóricos de los hilos componentes del cable de 19 hilos, ni al 90% para el cable de 37 hilos.

Los hilos que conforman al conductor, deberán presentar un coeficiente de temperatura de  $4 \times 10^{-8}$  a temperatura no inferior a 10° C y no superior a 30° C.

El aluminio debe tener una pureza de 99,5% además un peso específico de 2,7 gr/cm<sup>3</sup>.

Los hilos que conforman al conductor, deben ser bien lisos, exentos de rebabas, salpicaduras y grietas, ya que estas anomalías alteran la uniformidad y la compactibilidad del conductor.

De la longitud de cable colocado en una bobina no se permitirá la soldadura en el acero, ni la capa superior de aluminio.

Para las longitudes normales de 1.000 m, en los hilos de aluminio o de aleación de aluminio, se admitirá dos soldaduras por cada hilo con un total máximo de soldaduras correspondiente a una vez y media el número de los hilos que no forman parte de la capa exterior.

En longitudes menores a 1.000 m, el número de soldaduras será proporcionalmente disminuido.

Del suministro total de cable que conforme el suministro se permitirá que un 3% pueda venir embalado en bobinas de menor longitud a la establecida, pero no debe ser inferior a 300 m.

### Aisladores

Los aisladores a utilizar son del tipo alineamiento o de fin de línea a los cuales se les ha asignado la nomenclatura I 621 e I 622 respectivamente.

### *Normas*

Se considerarán las últimas versiones de las siguientes normas:

- IEC 1109-C, para el diseño y fabricación.
- ANSI C29-89, para las pruebas de impulso, flashover, flexión cantilever, tensión.
- ASTM D2303, para la prueba de tracking.
- IEC 815, para la clasificación de niveles de contaminación.
- ASTM A153, para la especificación del galvanizado en caliente de los terminales.

### *Características Generales*

- Los aisladores I 621 e I 622 estarán constituidos por un cilindro de vidrio reforzado con resina epóxica de alta dureza, recubierto con goma de silicón y poseerán en las extremidades dos terminales metálicos galvanizados en caliente con un espesor mínimo de 150 u.
- Los aisladores deberán poseer hidrofobicidad natural, control de la corriente de fuga, resistencia a la severa contaminación ambiental, antivandálico de alta resistencia a los impactos, excelente resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia al ozono y niebla ácida
- El acoplamiento entre la parte aislante y terminales debe efectuarse a presión o mediante soldadura con pegamento adecuado.
- Para excluir la posibilidad de infiltraciones de agua entre partes metálicas y aislantes, es necesario garantizar la hermeticidad mediante impregnación al vacío de resinas adecuadas.

- El aislador I 621 puede utilizarse indistintamente para el soporte del cable portante o de alimentación así como para el brazo de poligonación.

#### AISLADOR I 621

##### Características Mecánicas

- Peso:..... 2,20 kg
- Carga de rotura mecánica por flexión:..... $\geq 270$  kg
- Carga de rotura mecánica por tracción: ..... $\geq 4.000$  kg
- Carga de rotura mecánica por compresión: ..... $\geq 4.000$  kg

##### Características Eléctricas

- Línea de fuga:..... 380 mm.
- Tensión de cebado de arco bajo lluvia a frecuencia industrial: ..... $\geq 55$  kV
- Tensión de prueba de un minuto bajo lluvia a frecuencia industrial: ..... $\geq 50$  kV
- Tensión de prueba de un minuto en seco a frecuencia industrial: ..... $\geq 85$  kV

#### AISLADOR I 622

##### Características Mecánicas

- Carga de rotura mecánica por tracción: ..... $\geq 9.000$  kg
- Resistencia al desenhebramiento de la parte aislante: ..... $\geq 13.500$  kg

##### Características Eléctricas

- Línea de fuga:..... 395 mm.
- Tensión de cebado de arco bajo lluvia a frecuencia industrial: ..... $\geq 60$  kV
- Tensión de prueba de un minuto bajo lluvia a frecuencia industria: ..... $\geq 55$  kV
- Tensión de prueba de un minuto en seco a frecuencia industrial: ..... $\geq 90$  kV

#### Materiales Ferrosos

##### *Características Generales*

- Las dimensiones, la calidad de las materias primas, los grados de acabado y los tipos de protección anticorrosiva de cada elemento y de cada pieza en su conjunto, deberán corresponder a los respectivos diseños y reglas.
- Las piezas deberán estar exentas de sopladuras, rajaduras o interrupciones de cualquier tipo, no se admite la aplicación de pasadores, cuñas o placas de refuerzo.
- Los elementos de acero colado o forjado deberán ser normalizados antes de ser sometidos a las operaciones de acabado en frío.
- Las rebabas, derivadas tanto del proceso de fundición como de la elaboración, deberán ser eliminadas cuidadosamente.
- El plegado de las piezas de material ferroso deberá ejecutarse en caliente.
- La galvanización en caliente deberá corresponder a lo establecido en las normas CEI 7-6 vigentes.
- En lo concerniente a las tuercas y los agujeros roscados, la galvanización deberá efectuarse después de la elaboración mecánica de la rosca. Posteriormente las roscas deben ser engrasadas cuidadosamente.



## POSTES DE VÍA PRINCIPAL

Los postes serán de acero de sección rectangular, haciendo de esta manera una estructura que soportará los conductores de la línea de contacto por medio de adecuados accesorios. (como referencia ver plano I3701A, del anexo 2).

Con relación a la fabricación, siempre que estén en contraste con las especificaciones aquí indicadas, quedan válidas aquellas prescritas en las normas UNI 10011.

La fabricación se efectuará de manera que se evite que el material sufra daños causados por imperfecciones de las herramientas.

Los postes deben ser identificados con el número de poste, la tensión nominal, códigos de subestaciones conexas, señal de peligro de muerte; en fondo blanco – letras negras y señal amarilla, el letrero deberá resistir las inclemencias del medio ambiente.

### Proceso de Soldadura

Todas las soldaduras deben efectuarse empleando electrodos UNI 5132 del tipo E 44, de clase 3, 4, ó 5 ó similares, con revestimiento ácido o básico.

El empleo de otros procedimientos será admitido siempre que se demuestre que los resultados sean por lo menos equivalentes a los obtenidos con los medios antes mencionados.

La soldadura debe ser pareja y continua, sin rebordes, plaquitas, cuñas de refuerzo y no deben presentar hendiduras.

Cada soldadura debe ser continua y cerrada herméticamente de modo que resulte compatible con la galvanización en caliente

### Proceso de Galvanizado

El galvanizado para los postes debe ser en caliente por inmersión, de acuerdo a las normas CEI 7.6 vigentes, mínimo 150 u de espesor.

En lo concerniente a las tuercas, la galvanización se efectuará después de la elaboración mecánica de la rosca, posteriormente esta debe ser engrasada.

## POSTES DE PATIO TALLER

El tipo de poste será el tubular, los procesos de soldadura y galvanizado serán similares al de los postes de la vía principal.

## CONJUNTO DE SUSPENSION

Compuesto por los siguientes elementos:

### Ménsula tubular

Constituida por un tubo de acero sin costura, cerrado en un extremo por un casquillo combado y en la otra por un plano; en el extremo cerrado por un casquillo plano estará soldado un casquillo pasante, las ménsulas deberán ser exentas de ranuras, mermas de material y de cualquier otro defecto que pueda alterar la superficie y la compatibilidad del metal; se galvanizarán en caliente después de la soldadura del tubo y antes de la aplicación de los casquillos que deberán galvanizarse separadamente.

Sus características mecánicas son:

- Tubo de acero: .....FC 52-1-UNI 662-68
- Tubito de acero: .....FC 45-1-UNI 663-68
- Casquillo de chapa galvanizado:..... FC 34-B-UNI 5335-64

Tirante Poste – Ménsula:

Será de acero galvanizado de sección tubular, de un diámetro de 16 mm, con anillo para rotación.

Se proveerá en sus respectivos enganches a las ménsulas y poste, los cuales serán elaborados en materiales estándares, todo galvanizado en caliente.

Enganche Ménsula – Poste:

Obtenido mediante la elaboración de perfiles unidos, en acero de clase no inferior al FE 430 B. Este accesorio debe ser galvanizado en caliente.

Brazo de Poligonación:

Fabricado mediante moldurado de un perfil UPN y soldado a un extremo del collar de enganche para el aislador; todo el conjunto debe ser galvanizado en caliente.

Grapa Sostén Cable Portante:

Se obtiene mediante el soldado de perfil UPN, tubo, barras a sección circular y platinas en acero galvanizado en caliente.

Perno Porta Aislador Sostén Cable Portante:

Se obtiene mediante el torneado de barras a sección circular, en acero y luego se galvaniza en caliente.

Tirante de Poligonación:

Fabricado en tubo perfilado con terminales en acero, fijado al tubo mediante compresión; debe ser galvanizado en caliente.

(como referencia ver plano I0081B, del anexo 2).

#### Conectores de Bronce-Cobre

Los pernos, tuercas, arandelas de estos conectores serán en material de acero inoxidable.

Las partes de bronce estarán conformadas por una aleación de cobre electrolítico, estaño y zinc en la siguiente proporción:

- Cobre:..... 88%, tolerancia:  $\pm 1,00\%$
- Estaño: ..... 10%, tolerancia:  $\pm 0,50\%$
- Zinc:..... 2%, tolerancia:  $\pm 0,50\%$

Las superficies de las piezas fundidas deben resultar lisas y regulares, los agujeros que llevan estos accesorios se harán mediante taladro.

Los materiales de cobre se fabricarán con cobre trefilado crudo con una resistencia mecánica a la tracción no inferior a  $27 \text{ kg/mm}^2$  de sección y una elongación mínima del 12 %.

La carga de rotura, para las barras de bronce del suministro no debe resultar inferior a  $20 \text{ kg/mm}^2$ .

#### Conectores de Bronce al Aluminio

El material a utilizarse para la fabricación de estos conectores es bronce al aluminio G-Cu Al 9 Fe 3 ,UNI 5273.

Los pernos, tuercas, arandelas de estos conectores serán en material de acero inoxidable.

#### NOTA

Para todas las otras dimensiones rigen las normas UNI así como para los materiales elaborados a desbaste. Las características mecánicas se comprobarán sobre barras fundidas de la misma manera en la que se efectúan los moldes de las piezas.

Los valores limite deberán ser aquellos indicados en la tabla UNI 5273 / 1963.

#### *5.2.1.3.4.4 Regulaciones automáticas*

Estarán compuestas de ruedas independientes una para la regulación del cable portante y otra para la regulación de los hilos de contacto. Deberán utilizarse ruedas tensoras de aluminio. La relación de transmisión será propuesta. Las ruedas dispondrán de una lengüeta de bloqueo para evitar que los contrapesos caigan en el gálibo de seguridad del tren, en caso de ruptura del hilo de contacto. (como referencia ver plano I0103B, del anexo 2).

#### *5.2.1.3.4.5 Conexión a Tierra*

Las instalaciones deben construirse de acuerdo a la norma EN 50122-1.

En los extremos de las estaciones de pasajeros nuevas, la red de tierra aérea de la vía debe ser conectada a la malla de tierra profunda, tanto en la vía par como impar mediante un conductor de cobre desnudo de  $120 \text{ mm}^2$  por medio de un terminal, el cual se fijará a la grapa de suspensión del cable aéreo de aluminio que va suspendido en los postes de la catenaria.

Deberá preverse también la conexión adecuada de los conductores de aluminio de la red de tierra aérea a la malla de tierra de las subestaciones y cabinas eléctricas. (ceñirse al plano I5159A, del anexo 2).

#### *5.2.1.3.4.6 Protección contra Sobre Tensión*

Se deberá usar como protección contra sobretensión los descargadores en la red aérea del presente tramo, de la misma forma que se está utilizando en el tramo existente de Villa el Salvador a Atocongo. Las características de los descargadores deberán ser las descritas en el punto 5.2.1.7.5, para cada descargador se instalará un pozo de puesta tierra que comprenda el cable de bajada del poste tipo XLPE, caja de concreto, conector de cobre, cable de cobre para puesta a tierra cuya longitud será determinada de acuerdo a la resistividad del terreno, tierra de cultivo, cemento conductor como medio de contacto entre el cable y la tierra, la resistencia de puesta a tierra no debe superar los 25 óhmios indicados en el CNE.

#### 5.2.1.3.4.7 Secciones Eléctricas y Alimentación de la Red Aérea

El sistema de la red aérea estará subdividido en varios sectores eléctricos. Los sectores eléctricos poseerán un aislamiento intermedio convenientemente localizado y dotado de llaves seccionadoras sin carga, a fin de permitir la detección de averías y también la interrupción de emergencia de las secciones eléctricas.

Las extensiones de las secciones eléctricas serán ajustadas a las localizaciones de las subestaciones. Los puntos de alimentación estarán localizados lo más próximo posible a las subestaciones.

Cada punto de alimentación para una vía consistirá de un "overlap" (traslapo) o "gap" (intervalo) tal como los seccionamientos mecánicos, en donde un impulso de la red aérea de tracción termina y otro se inicia.

En el "overlap", los hilos de contacto deberán permitir el contacto continuo del pantógrafo con la red aérea de tracción, haciendo posible el paso de los mismos sin que sufran discontinuidad en el contacto eléctrico con la red aérea de tracción, ni impactos mecánicos.

De esta forma las subestaciones tendrán 2 alimentadores para cada vía interligados por un seccionador "by-pass", que cumplirá las siguientes funciones:

- En caso de falla de un alimentador (interruptor) permitirá que el otro pueda asumir el suministro de energía de la vía cuyo alimentador presentó defecto.
- En caso de falla de una subestación permitirá que las adyacentes realicen el suministro de energía a la sección en contingencia.  
(ceñirse al plano I0075E, del anexo 2).

#### 5.2.1.3.4.8 Aisladores de Sección

La separación de las secciones eléctricas se realizará a través de aisladores de sección. Estos equipos deberán permitir el paso de los pantógrafos en ambas direcciones a la velocidad máxima de línea, captando la corriente sin interrupciones. Los aisladores de sección serán diseñados para velocidades de hasta 100 Km/h.

En circunstancias especiales, podrá ser generado un arco voltaico al paso del pantógrafo si una sección estuviese desconectada o en tierra. Los deslizadores de los aisladores de sección serán de cobre y estarán provistos de láminas de arqueo de modo que el arco sea generado lejos del aislador y del deslizador, hasta su extinción.

#### 5.2.1.3.4.9 Seccionador de cuernos y conmutadores

Las características técnicas mínimas de los seccionadores de cuernos y conmutadores, las cuales pueden ser mejoradas con equipos de características similares, son las siguientes:

- |                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| • Tensión nominal             | 3.400 Vcc     |
| • Tensión de operación        | 1.500 Vcc     |
| • Intensidad nominal          | 1.800 A       |
| • Tensión auxiliar de control | 110 Vcc       |
| • Tipo de Montaje             | aéreo externo |
| • Capacidad de cortocircuito  | 25 KA         |

Considerando que el sistema de suministro de energía será telecontrolado, los seccionadores o conmutadores que cumplen función de alimentación de la red aérea y de “by-pass” deberán ser motorizados.

Los seccionadores o conmutadores con accionamiento manual estarán provistos de una palanca con varillas, así como de un dispositivo para asegurar el trabado con candado en las posiciones abierta o cerrada. Los seccionadores motorizados dispondrán de accionamiento manual para situaciones de emergencia.

Los seccionadores o conmutadores serán de construcción abierta y serán montados aproximadamente al nivel de la catenaria, poseerán aisladores para una tensión continua de 1.500 Vcc.

La parte conductora de cobre electrolítico deberá ser de una sección mínima 1.200 mm<sup>2</sup>. Los aisladores deberán ser similares a los empleados en la suspensión.

#### 5.2.1.3.4.10 *Circuito de retorno*

Las juntas de los rieles, a excepción de las juntas que deben ser aislantes para la señalización, deben quedar unidas con conexiones eléctricas; igualmente debe hacerse con los elementos de los cambiavías. En el circuito de retorno se utilizarán conexiones de cobre de tipo pesado, soldadas a los rieles, de 3 x 35 mm<sup>2</sup> como mínimo.

#### 5.2.1.3.4.11 *Comportamiento dinámico Catenaria-Pantógrafo*

El CONCESIONARIO deberá garantizar el buen desempeño dinámico de la catenaria cuando está sometida a los esfuerzos normales del pantógrafo. El diseño, por tanto, deberá asegurar la eliminación de factores que puedan reducir la vida útil del conjunto catenaria-pantógrafo. Se deben considerar los requerimientos de la norma EN 50317.

#### 5.2.1.3.4.12 *Aislamiento*

##### Objetivo

La presente especificación técnica define las características constructivas mínimas referidas al Aislamiento de la catenaria.

##### Características

La distancia mínima de separación de seguridad entre las partes en tensión y tierra (distancia entre el hilo de contacto y el galibo de carga) deberán estar de acuerdo con la norma UIC-600, 200 mm para tensiones nominales de 750 – 1500 – 3000 V

### **5.2.1.4 CABLES DE MEDIA TENSIÓN**

#### 5.2.1.4.1 CONDUCTORES Y ACCESORIOS

##### 5.2.1.4.1.1 *Cables de Media Tensión*

##### Objetivo

La presente especificación técnica define las características constructivas mínimas de los cables de media tensión, a utilizarse para la alimentación a las respectivas cabinas eléctricas

de las estaciones de pasajeros nuevas, así como a las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, del tramo existente.

#### Condiciones Ambientales

- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa: ..... 95 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... Salino, alta contaminación

#### Características Técnicas de Los Cables de 20 KV

- El cable es seco, unipolar
- Conductor de cobre electrolítico, recocido
- Pantalla interna (capa semiconductor)
- Aislamiento basado en polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla externa
- Capa semiconductor
- Cinta de cobre
- La cubierta exterior debe ser de policloruro de vinilo (PVC), color rojo.
- Normas de fabricación: NTP 370.050 e IEC 502
- Sección Nominal: 35, 70 y 240 mm<sup>2</sup>.
- Tensión de diseño es igual a  $E_0 / E = 12 / 20$  kV.
- Máxima tensión 24 kV
- La instalación se hará en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas, y canaletas de concreto ubicadas en la parte central del viaducto.
- Los aislamientos de los conductores serán no propagadores de la llama, de baja emisión de humos y no halogenados.

#### Características de Utilización

Los cables de media tensión se utilizarán para realizar la conexión tipo anillo de las cabinas y rectificadoras los mismos que servirán para conectar al interior de las celdas de distribución los equipos como transformadores de tensión y otros.

Las condiciones de instalación de los cables son en algunos casos a través de tubos de PVC, los cuales van enterrados en balasto (piedra chancada) o en canaletas metálicas.

#### Pruebas

Los cables serán probados de acuerdo a la norma indicada.

#### Accesorios de Media Tensión

#### Terminales de Media Tensión

Los terminales de media de tensión serán del tipo monopolar contraible, para uso interior, se utilizarán para cables de sección 35, 70 y 240 mm<sup>2</sup> respectivamente. Deberán reunir las siguientes características:

- Clase de tensión:..... 24 kV
- DEV mínimo para 1 pc o menos:..... 18 kV
- Resistencia al impulso 1,2 x 50 µs: ..... 125 kV
- Resistencia dieléctrica, frecuencia industrial, 60 Hz, 1 min..... 55 kV
- Tensión de servicio: ..... 21,6 kV
- Norma de fabricación: ..... IEC 502 o equivalente

#### *Empalme de Media Tensión*

Los empalmes de media tensión serán del tipo monopolar contraible, para uso exterior (canaletas), se utilizarán para cables de 70 y 240 mm<sup>2</sup>, deberán tener una capacidad de corriente sostenida igual o superior al amperaje del cable.

Deberá cumplir con las normas de fabricación IEC 71, IEEE-404-1983, IEEE-592-1990, ANSI-C119.1-1996, ANSI / IEEE-386-1985, AEIC-C55-1987 y AEIC-C56-1987. Así mismo, deberán reunir las siguientes características:

- Clase de tensión..... 24 kV
- Descargas parciales 1 pc: ..... 18 kV
- Voltaje sostenido A.C., 1 minuto: ..... 55 kV
- Resistencia impulso 1,2 x 50µs..... 125 kV
- Tensión de servicio: ..... 21,6 kV

#### *Características Técnicas de Los Cables de 3 KV*

De características similares al cable de 20 kV exceptuando lo siguiente:

- Sección Nominal: 10 y 500 mm<sup>2</sup>.
- Tensión de diseño es igual a  $E_0 / E = 2,3 / 3$  kV.
- La instalación se hará en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas y canaletas de concreto.

#### *Características de Utilización*

Los cables de 3 kV se utilizaran para realizar la conexión del positivo de 1.500 Vcc: rectificador y barras, interruptores extrarrápidos y seccionadores de cuernos.

#### *Características Técnicas de Los Cables de 750 V*

- El cable es seco, unipolar
- Conductor de cobre electrolítico, recocado
- Pantalla interna (capa semiconductor)
- Aislamiento basado en polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla externa
- Capa semiconductor

- Cinta de cobre
- La cubierta exterior debe ser de policloruro de vinilo (PVC), color amarillo.
- Normas de fabricación: NTP 370.048 e IEC 20-20
- Sección Nominal: 500 mm<sup>2</sup>.
- Tensión de diseño es igual a  $E_0 / E = 450 / 750$  V.
- La instalación se hará en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas, y canaletas de concreto.
- Los aislamientos de los conductores serán no propagadores de la llama, de baja emisión de humos y no halogenados.

#### *Características de Utilización*

Los cables de 750 V se utilizarán para realizar la conexión del negativo 1.500 Vcc: rectificador – barras negativas, barras – riel.

### **5.2.1.5 LINEA DE TRANSMISIÓN SUBTERRÁNEA EN 60 KV**

#### 5.2.1.5.1 INTRODUCCIÓN

La línea de transmisión subterránea tendrá el principal objetivo de conectar el punto de entrega de energía de la empresa suministradora con la subestación 60/20 kV – “Santa Rosa”. (como referencia ver plano PTE-02-01, del anexo 2).

#### 5.2.1.5.2 NORMAS

La línea de transmisión subterránea deberá cumplir con los requerimientos y recomendaciones del Código Nacional de Electricidad - Suministro 2001.

#### 5.2.1.5.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La presente especificación técnica define las principales características técnicas mínimas de la Línea de Transmisión en 60 kV.

La capacidad nominal del cable por fase será dimensionada considerando una transmisión de 20 MVA de potencia.

Las características técnicas serán como mínimo las siguientes:

- El cable es seco, unipolar
- Conductor de cobre electrolítico, recocido
- Pantalla interna (capa semiconductor)
- Aislamiento basado en polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla externa
  - Capa semiconductor
  - Cinta de cobre
- La cubierta exterior debe ser de policloruro de vinilo (PVC), color rojo.
- Norma de fabricación IEC 840



- Tensión de diseño es igual a  $E_0 / E = 64 / 110$  kV,  $U_m = 123$  kV.
- Temperatura de operación permisible 90°C
- Temperatura de cortocircuito permisible 250°C (para duración de cortocircuitos hasta 5 segundos)
- La instalación se hará en ductos de PVC sumergidos en hormigón así como en canaletas metálicas.
- Los aislamientos de los conductores serán no propagadores de la llama, de baja emisión de humos y no halogenados.

#### 5.2.1.5.4 Instalación

La línea subterránea será instalada considerando las distancias mínimas de seguridad indicadas en el código nacional de electricidad del Perú.

Para los cruces de calle se protegerán los cables con concreto armado 210 kg/cm<sup>2</sup>. La zanja para el tendido de los cables será de un ancho aproximado de 1,2 m., la profundidad aproximada de 1,7 m., en la cual se instalará un solado de concreto de 110 kg/cm<sup>2</sup>. El relleno será con tierra cernida y llevará una protección de losas de 0,5 x 1 x 0,05 m. a una profundidad de 0,8 m.

La mínima profundidad de instalación de los cables será de 1,5 m en áreas no vehiculares.

### 5.2.1.6 SUBESTACIÓN 60/20 KV “SANTA ROSA”

#### 5.2.1.6.1 INTRODUCCIÓN

Las subestaciones de rectificación de la segunda etapa serán alimentadas en cascada desde la subestación 60/20 kV denominada “Santa Rosa”.

La cadena de las subestaciones de rectificación podrá ser alimentada desde ambos extremos, pero a anillo abierto; de este modo las dos fuentes de 20 kV no podrán nunca estar colocadas en paralelo.

La apertura del anillo de alimentación puede ser ejecutada en cualquiera de las subestaciones de rectificación; las lógicas de interbloques de esta última están realizadas en modo tal de impedir la alimentación simultánea desde dos llegadas.

Esto se efectúa a través de la verificación de la presencia de tensión en los cables de llegada; en el caso de presencia simultánea de tensión sobre los dos cables, ninguno de los interruptores puede ser cerrado.

La alimentación a la subestación 60/20 kV se ha considerado con una sola llegada en 60 kV, sin embargo estará predispuesta para recibir una segunda línea de 60 kV. (ceñirse al plano del diagrama unifilar I3677A, del anexo 2).

La presente especificación define las características técnicas mínimas de las instalaciones y el equipamiento, las cuales pueden ser mejoradas con equipamientos de características similares.

Características generales de instalación:

- Temperatura media diaria: ..... 30° C

- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa máxima:..... 99 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo) alta contaminación
- Tensión auxiliar control y mandos: ..... 110 Vcc +10%, -15%
- Tensión auxiliar calefacción e iluminación: ..... 220 Vca +10%, -15%

La subestación “Santa Rosa” podrá ser implementada de acuerdo a las características del lugar donde se instale, existen tres posibilidades:

- Area requerida de terreno con dimensiones similares a la existente en Villa El Salvador (52 x 40 m aproximadamente), será implementada con equipos convencionales (AIS – air insulated switchgear) de características técnicas y nominales especificados a continuación.
- Area requerida de terreno 30 x 40 m (aproximadamente), será implementada con equipos compactos híbridos sin barras (combinación AIS – GIS SF6) de características técnicas y nominales especificados a continuación.
- Area requerida bajo el viaducto 18 x 55 m (aproximadamente), será implementada con equipos compactos SF6 (GIS - gas insulated switchgear) de características técnicas y nominales especificados a continuación.

#### 5.2.1.6.2 EQUIPAMIENTO GIS

La subestación será equipada con celdas diseñadas con tecnología GIS – SF6, considerando una llegada subterránea en 60 kV, dos celdas de salida para alimentación de los transformadores de 20 MVA.

Los transformadores de potencia, de servicios auxiliares y las celdas de 20 kV, tendrán las características indicadas más adelante.

#### Códigos y normas:

Las subestaciones GIS y sus componentes deberán cumplir las siguientes normas:

- Condiciones comunes para interruptores y controles de alta tensión: IEC 60694
- Interruptores aislados en gas para tensiones nominales de 72,5 kV a más: IEC 62271-203
- Interruptores de corriente alterna de alta tensión: IEC 62271-100
- Seccionadores de corriente alterna y seccionadores para aterramiento: IEC 62271-102
- Transformadores de corriente: IEC 60044-1/6
- Transformadores de tensión inductiva: IEC 60044-2
- Pararrayos de óxido metálico sin antenas para sistemas de corriente alterna: IEC 60099-4
- Pasatapas para tensiones alternas mayores a 1.000 V: IEC 60137
- Gas SF6: IEC 60376
- Descargas parciales: IEC 60270
- Conexión directa de transformadores de alta tensión: IEC 61639
- Conexión de cable de alta tensión: IEC 60859
- Recipientes presurizados: CENELEC EN 50052 y EN 50064

### Características técnicas:

Las características principales serán las siguientes:

- Instalación: Interior
- Tensión nominal de servicio: 72,5 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial, 1 minuto: 140 kV
- Tensión de prueba al impulso, 1,2/50 us pico: 325 kV - pico
- Frecuencia nominal: 60 Hz
- Corriente nominal: 1.250 A
- Corriente de corta duración, 1 segundo: 31,5 kA
- Corriente pico: 80 kA - pico
- Tensión de prueba a frecuencia industrial (1 minuto) de los circuitos secundarios: 2 kV

Las características eléctricas específicas de los equipos componentes de la subestación serán las mismas de los equipos convencionales AIS.

#### 5.2.1.6.3 EQUIPAMIENTO HÍBRIDO AIS - GIS

La subestación estará equipada con BAHIAS COMPACTAS HIBRIDAS SIN BARRAS 72,5 kV, las cuales son las siguientes:

- Una (01) bahía de llegada subterránea
- Un (01) sistema de barras para barras tipo "H"
- Dos (02) bahías de transformador de potencia

#### *Características Técnicas*

- Instalación : Exterior
- Tensión nominal : 72,5 KV
- Tensión de operación : 60 KV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensión de prueba de impulso
  - Fase a fase y fase a tierra : 325 KV
  - Sobre la distancia de aislamiento : 375 KV
- Tensión de ensayo a frecuencia nominal durante 1 minuto
  - Fase a fase y fase a tierra : 140 KV
  - Sobre la distancia de aislamiento : 160 KV
  - Para arrollamientos secundarios y circuitos auxiliares : 2 KV
- Línea de fuga de los aisladores poliméricos :  $\geq 1,850$  mm
- Corriente nominal : 2.000 A
- Corriente nominal de corta duración
  - Capacidad de ruptura : 31,5 KA

Corriente límite dinámica : 80 KA

Diseño y construcción:

- Todos los equipos serán diseñados y construidos de acuerdo a normas IEC u otras equivalentes que aseguren igual o mejor calidad.
- Para el gas SF6, se deberá considerar: N° IEC/10C (central Office) 7, N° IEC/10C (central Office) 14, IEC 376
- Para la construcción de las carcasas (tubos unipolares) bajo presión, se deberá considerar: CENELEC-EN 50052 TC 17C WG MPE, según IEC 60517.
- En general se deberán considerar las siguientes normas: IEC 651, 859, 99-4, 137, 267, 376, 480, 859, 56, 59, 186, 185, 44-1, 44-4, 439, 427, 129,1128, 1129, 694, 517, 815, 529. DIN 50976, CENELEC 50052, ISO 9001, 14001
- Los equipos incluirán todos los accesorios y dispositivos auxiliares.
- La alimentación de la subestación será mediante cables subterráneos secos unipolares tipo XLPE. La conexión a la bahía de llegada se efectuará mediante un terminal GIS.
- El interruptor tendrá una cámara simple de tipo autosoplado. La energía para la interrupción la suministrará el mando de resorte tripolar. Los transformadores de corriente serán del tipo toroidal. Los bushings serán de material composite a prueba de explosión y menor fragilidad. El sistema de aislamiento en SF6, utilizará una cantidad reducida de SF6. Tendrá un medidor de densidad para la medición y supervisión del gas presente en la envolvente.
- Los componentes serán encapsulados en un tanque llenado con gas SF6 presurizado. Cada polo tendrá su propia carcasa, para incrementar la disponibilidad y seguridad. Las carcasas serán construidas de aluminio fundido y soldado.

Las características técnicas específicas serán similares a las indicadas más adelante.

Los transformadores de potencia, de servicios auxiliares y las celdas de 20 kV, tendrán las características indicadas más adelante.

#### 5.2.1.6.4 EQUIPAMIENTO CONVENCIONAL AIS

El equipamiento de la subestación será de acuerdo a las características técnicas que a continuación se detallan.

##### 5.2.1.6.4.1 Transformador de Potencia de 60/21,6 kV - 20 MVA

La presente especificación técnica tiene como objeto definir las prescripciones técnicas mínimas para el suministro de transformadores trifásicos en aceite con conmutador bajo carga y regulador de tensión, capaces de soportar todos los esfuerzos derivados de la utilización del sistema ferroviario.

#### Características de Funcionamiento

Los transformadores serán del mismo tipo y de la misma potencia, aptos para funcionar en paralelo. Sus devanados en alta tensión serán provistos de un conmutador bajo carga.

### Normas

Los transformadores cumplirán con las últimas versiones de las siguientes normas: NTP 370.002; IEC 60076; ASTM B187; IEC 60137; IEC 60354; IEC 60296; IEC 60156.

### Aislamiento

Los transformadores tendrán un aislamiento en aceite con características según normas IEC 60296 y con enfriamiento natural con aire.

### Esfuerzos Electromagnéticos y Solicitaciones Térmicas

Los arrollamientos de los transformadores serán fijados y dimensionados en modo tal de resistir sin sufrir daños, a la máxima corriente de cortocircuito, limitada solamente a la inducción del transformador por al menos dos segundos.

### Eficiencia

Los transformadores tendrán una eficiencia elevada, las pérdidas en vacío y con carga serán mínimas, las pérdidas serán los factores más importantes para determinar la eficiencia.

### Características Eléctricas

- Instalación : Exterior
- Potencia Nominal : 20 MVA
- Tensión Primaria : 60 KV
- Tensión Secundaria : 21,6 KV
- Frecuencia : 60 Hz
- Grupo de Conexión : Yd11
- Tensión de Cortocircuito : 10 %
- Conmutador : +/- 10 x 1,5%
- Sobre temperatura : 65/60 °C

### Características Constructivas

- *Instalación*

Los transformadores serán instalados al exterior, en una atmósfera normal con temperatura ambiente entre + 5 y + 40 °C.

- *Núcleo*

El núcleo se fabricará con láminas de acero al silicio de grano orientado en frío de alto grado de magnetización, bajas pérdidas por histéresis y alta permeabilidad.

- *Cuba*

Será de plancha de acero soldada y reforzada, cierre hermético del aceite y apta para el tratamiento en vacío del transformador.

Las empaquetaduras serán de goma sintética resistente al calor.

Las superficies internas serán pintadas con pintura anticorrosiva resistente al aceite caliente.

- Soporte y Ruedas

El transformador será sólidamente apoyado sobre una plataforma provista de ruedas de acero para el transporte sobre rieles, la cual a su vez debe permitir el izaje del transformador. Las ruedas deben deslizarse y bloquearse sobre los rieles.

- Condiciones Sísmicas

El transformador será estructurado de modo tal que pueda resistir las siguientes condiciones sísmicas.

- Zona sísmica : 4
- Aceleración menor o igual : 0,5 g
- Velocidad menor o igual : 400 cm/seg
- Desplazamiento menor o igual : 30 cm.
- Aceleración vertical máxima : 0,2 cm/seg<sup>2</sup>

- Accesorios

El transformador estará dotado de los siguientes accesorios, los mismos que deberán ser especificados en el Estudio Definitivo:

Tanque de aceite, compuesto de:

- Respirador
- Dispositivo de purga
- Indicador de nivel de tipo magnético con disparo de alarma de máximo y mínimo nivel
- Argollas para el izaje
- Escotillas de inspección
- Secador de aire de con gel de sílice, colocado en serie sobre el circuito de respiración del conservador
- Relé a gas (buchholz) con dos flotadores y a doble contacto, dotado con válvula para retiro de muestras de gas
- Tapa con rosca para el tanque conservador
- Tomas para filtro prensa
- Dispositivo para el retiro de muestras de aceite.
- Cubeta para termómetro
- Termómetro a cuadrante bimetalico, con contactos de alarma y de desconexión.
- Ruedas de deslizamiento
- Plancha para la aplicación de las gatas para desplazamiento vertical.
- Argollas para el izaje de la parte extraíble
- Argollas para el izaje del transformador
- Ganchos para el remolque horizontal
- Enganches para puesta a tierra de la cuba
- Caja para cables y cableado

- Placa con descripción de características.
- Armario protegido para los mandos eléctricos locales.

- Conmutador bajo carga

El conmutador de tensión bajo carga será de preferencia de la marca “maschinenfabrik rheinbausen”.

Los elementos del conmutador estarán contenidos en una cámara separada y con aceite independiente del aceite del transformador.

El interruptor y los respectivos mecanismos serán fácilmente inspeccionables y sustituibles sin que sea necesario abrir la cuba del transformador.

La maniobra del interruptor de conmutación será motorizada con un sistema de acumulación mecánica de energía con dispositivo de disparo inmediato.

La carga del dispositivo de acumulación de energía será efectuada tanto mediante motor a corriente alterna como, en caso de emergencia, manualmente a través de una manivela.

La maniobra a motor será posible tanto a distancia como localmente, deberá haber un dispositivo que permita los dos tipos de maniobra.

La maniobra manual bloqueará la maniobra eléctrica.

El sistema de mando debe asegurar que:

- Independientemente de la duración del mando, una maniobra iniciada sea completada.
- En caso de mando continuo no será efectuada más de una maniobra por vez.
- Mediante un dispositivo de bloqueo eléctrico se impedirá el accionamiento de una maniobra en aumento cuando se esté efectuando una maniobra de disminución y viceversa.
- Sean impedidas, mediante dispositivos de bloqueo mecánico y eléctrico, maniobras que vayan más allá de las posiciones extremas.

Además, dispondrá de un contacto de cierre para la señalización y/o protección del transformador por maniobra incompleta (el transformador debe quedar de inmediato fuera de servicio).

El sistema de mando, los bornes de llegada de cables y cableados, los interruptores de protección del motor y otros, serán alojados dentro de cajas herméticas ubicadas a la altura media de una persona, sobre una cara del transformador.

- *Pintura*

La estructura metálica deberá ser pintada bajo el siguiente procedimiento:

*Preparación de la superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del óxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado al blanco.

*Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrones por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico de color gris, con espesor de 40 micrones cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

- *Refrigeración y Ventilación*

Los transformadores tendrán circulación de aire natural, mediante tubos de enfriamiento soldados directamente sobre la caja del transformador o con grupo de radiadores, que serán intercambiables mediante válvulas a mariposa y por lo tanto, extraíbles y transportables. Sobre los radiadores debe existir una válvula de drenaje.

### Pruebas

Los transformadores serán probados de acuerdo a las normas indicadas.

#### 5.2.1.6.4.2 Seccionador Tripolar Motorizado con Cuchillas de Puesta a Tierra - 60 KV

##### Objetivo

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas para un seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra, el cual se instalará a la intemperie en el patio de llaves de la subestación "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

##### Normas

El seccionador deberá ser fabricado conforme a las normas IEC 62271-102

##### *Características Técnicas*

- Instalación : Exterior
- Tensión nominal : 72,5 KV
- Tensión de ejercicio : 60 KV
- Tensión de prueba de impulso atmosférico
  - Hacia masa : 325 KV
  - Sobre sección : 375 KV
- Tensión de resistencia a frecuencia nominal durante 1 min.
  - Hacia masa : 140 KV
  - Sobre sección : 160 KV
- Corriente nominal : 1.250 A
- Corriente nominal de corta duración
  - Valor eficaz : 20 KA
  - Valor de cresta : 50 KA
  - Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensión nominal del mando eléctrico auxiliar : 110 ± 10% Vcc
- Motor : 110 ± 10% Vcc
- Resistencia anticondensación : 220 ± 10% Vca



- Nivel de aislamiento : Completo
- Distancia entre ejes de los polos : 1.500 mm.

### Características Constructivas

El seccionador debe realizar una operación de doble interrupción con movimiento rotativo de la cuchilla de contacto.

Cada polo debe ser provisto de tres columnas, de las cuales la central es giratoria.

Cada polo deberá estar equipado con cuchilla de tierra interbloqueada con la cuchilla principal, las cuchillas principales estarán dotadas de mando a motor, mientras que las de tierra estarán equipadas con mando manual reenviado.

La distancia en aire hacia masa, no deberá ser inferior a la requerida por la norma CEI 28-3 vigente.

Los aisladores serán en porcelana marrón de tambor lleno en una sola pieza.

Las conexiones se harán a través de vástagos de cobre, cilíndricos de 30 mm de diámetro y longitud libre no inferior a 80 mm.

Cada polo y el equipo de maniobra del seccionador deben tener dos bornes de conexión a tierra.

El seccionador debe venir equipado con elementos de fijación para instalarse en un soporte de fierro, el que a su vez se instalará sobre una base de concreto armado.

Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.

### *Características de la Maniobra del Seccionador*

La maniobra del seccionador principal como el seccionador de tierra ligado, será del tipo simultáneo reenviado. El mando manual de las cuchillas principales será bloqueado mecánicamente en las posiciones de abierto y cerrado, por medio de una bobina de bloqueo que trabaja a 110 Vcc, cuando la misma esté desexcitada; un pulsador adecuado, además de los controles de interbloqueo, posibilitará la excitación de la bobina misma. El seccionador de tierra se hallará dotado de mando manual.

Dicho seccionador se hallará dotado de interbloqueo mecánico con el seccionador principal y de ulterior bloqueo eléctrico realizado mediante una bobina de 110 Vcc, cuando la misma se halla desexcitada; un pulsador adecuado, además de los controles de interbloqueo, posibilitará la excitación de la bobina misma.

La maniobra del seccionador de tierra, por lo tanto, será permitida solo si el seccionador principal se halla abierto (interbloqueo mecánico).

La maniobra de cierre del seccionador principal, será permitida solo si el seccionador de tierra se halla abierto (interbloqueo mecánico).

El motor del equipo de maniobra será protegido mediante un interruptor termomagnético bipolar con dos contactos auxiliares (01 NC y 01 NA sin bornes en común), luego de dicho interruptor se debe contemplar un relé de mínima tensión que pueda inhibir toda maniobra del motor con tensión inferior a la mínima necesaria para su correcto funcionamiento.

El circuito eléctrico de maniobra se hallará inhibido por:

- Desexcitación del relé de mínima tensión.
- Habilitación de la maniobra manual.

- Apertura de la caja de maniobra (solo para maniobra a " distancia ")

El seccionador completa automáticamente la maniobra de apertura o cierre independiente de la permanencia del mando relativo.

El circuito de calefacción deberá ser protegido por un adecuado interruptor termomagnético bipolar dotado de dos contactos auxiliares (01 NC + 01 NA, sin bornes en común)

#### *Contactos Auxiliares de Señalización*

El dispositivo de señalización CERRADO - ABIERTO del seccionador principal incluirá 12 contactos auxiliares (seis NA y seis NC), además de los contactos relativos a los circuitos auxiliares de maniobra.

Además se hallarán predispuestos sobre el tablero de bornes, los contactos eléctricos para las siguientes señalizaciones:

- Señalización de habilitación a las maniobras manuales con un contacto eléctrico cerrado.
- Señalización de apertura de la caja de maniobra con un contacto eléctrico cerrado.
- Señalización de desexcitación del relé de mínima tensión con un contacto eléctrico cerrado.
- Señalización de maniobras eléctricas en mando local o a distancia, con un contacto en conmutación.

#### *Accesorios*

El seccionador aparte de los componentes normales con que viene equipado, debe contar con:

- Una resistencia anti condensación para trabajar a 220 Vca, incluir termostato.
- Un pulsador de mando local y conmutador para mando local - distancia
- Contactos auxiliares en la siguiente cantidad:
  - Para las cuchillas principales : 6 NA + 6 NC
  - Para las cuchillas de tierra : 4 NA + 4 NC
  - Interbloqueo eléctrico y mecánico entre las cuchillas principales y las de tierra.
  - Bloqueo eléctrico sobre las hojas de tierra.
  - Interruptor de protección del motor.
  - Interruptor de protección de la resistencia anti condensación.
  - Bloqueo de la caja de maniobra.
  - Placa de características.

#### *Pruebas*

El seccionador será probado de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.3 Seccionador Tripolar Motorizado – 60 KV*

#### *Objetivo*

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas para un seccionador tripolar, el cual se instalará a la intemperie en el patio de llaves de la subestación "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

## Normas

El seccionador deberá ser fabricado conforme a las normas IEC 62271-102.

### *Características Técnicas*

- Instalación : Exterior
- Tensión nominal : 72,5 kV
- Tensión de ejercicio : 60 kV
- Tensión de prueba de impulso atmosférico
  - Hacia masa : 325 KV
  - Sobre sección : 375 KV
- Tensión de resistencia a frecuencia nominal durante 1 min.
  - Hacia masa : 140 KV
  - Sobre sección : 160 KV
  - Corriente nominal : 1.250 A
- Corriente nominal de corta duración
  - Valor eficaz : 20 kA
  - Valor de cresta : 50 kA
  - Frecuencia nominal : 60 Hz
- Tensión nominal del Mando eléctrico auxiliar :  $110 \pm 10\%$  Vcc
- Motor :  $110 \pm 10\%$  Vcc
- Resistencia anticondensación :  $220 \pm 10\%$  Vca
- Nivel de aislamiento : Completo
- Distancia entre ejes de los polos : 1.500 mm.

### Características Constructivas

El seccionador debe realizar una operación de doble interrupción con movimiento rotativo de la cuchilla de contacto.

Cada polo debe ser provisto de tres columnas, de las cuales la central es giratoria.

Las cuchillas se hallarán dotadas de mando a motor.

Las distancias en aire hacia masa, no deben ser inferiores a las requeridas por la norma CEI 28-3 vigente.

Los aisladores serán en porcelana marrón de tambor lleno en una sola pieza.

Las conexiones se harán a través de vástagos de cobre, cilíndricos de 30 mm. de diámetro y longitud libre no inferior a 80 mm.

Cada polo y el equipo de maniobra del seccionador deben tener dos bornes de conexión a tierra.

El seccionador debe venir equipado con elementos de fijación para instalarse en un soporte de fierro, el que a su vez se instalará sobre una base de concreto armado.

Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.

#### *Características de la Maniobra del Seccionador*

La maniobra del seccionador será del tipo simultáneo reenviado. El mando manual de las cuchillas principales será bloqueado mecánicamente en las posiciones de abierto y cerrado, por medio de una bobina de bloqueo que trabaja a 110 Vcc, cuando la misma este desexcitada; un pulsador adecuado, además de los controles de interbloqueo, posibilitará la excitación de la bobina misma. El seccionador de tierra se hallará dotado de mando manual.

El motor del equipo de maniobra será protegido mediante un interruptor termomagnético bipolar con dos contactos auxiliares (01 NC y 01 NA sin bornes en común), luego de dicho interruptor se debe contemplar un relé de mínima tensión que pueda inhibir toda maniobra del motor con tensión inferior a la mínima necesaria para su correcto funcionamiento.

El circuito eléctrico de maniobra se hallará inhibido por:

- Desexcitación del relé de mínima tensión.
- Habilitación de la maniobra manual.
- Apertura de la caja de maniobra (solo para maniobra a " distancia ")

El seccionador completa automáticamente la maniobra de apertura o cierre independiente de la permanencia del mando relativo.

El circuito de calefacción deberá ser protegido por un adecuado interruptor termomagnético bipolar dotado de dos contactos auxiliares (01 NC + 01 NA, sin bornes en común).

#### *Contactos Auxiliares de Señalización*

El dispositivo de señalización CERRADO - ABIERTO del seccionador principal incluirá 12 contactos auxiliares (06 NA + 06 NC), además de los contactos relativos a los circuitos auxiliares de maniobra.

Además se hallarán predispuestos sobre el tablero de bornes, los contactos eléctricos para las siguientes señalizaciones:

- Señalización de habilitación a las maniobras manuales con un contacto eléctrico cerrado.
- Señalización de apertura de la caja de maniobra con un contacto eléctrico cerrado.
- Señalización de desexcitación del relé de mínima tensión con un contacto eléctrico cerrado.
- Señalización de maniobras eléctricas en mando local o a distancia, con un contacto en conmutación.

#### *Accesorios*

El seccionador aparte de los componentes normales con que viene equipado, debe contar con:

- Una resistencia anti condensación para trabajar a 220 Vca, incluir termostato.
- Un pulsador de mando local y conmutador para mando local - distancia
- Contactos auxiliares 6 NA + 6 NC
- Interbloqueo eléctrico y mecánico entre las cuchillas principales y las de tierra.
- Bloqueo eléctrico sobre las hojas de tierra.
- Interruptor de protección del motor.

- Interruptor de protección de la resistencia anti condensación.
- Bloqueo de la caja de maniobra.
- Placa de características.

#### *Pruebas*

El seccionador será probado de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.4 Interruptor Tripolar en SF6 – 60 KV*

#### Objetivo

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas para un interruptor tripolar con extinción de arco por medio hexafluoruro de azufre – SF6, para una tensión de 60 kV, con mando eléctrico; el cual se instalará a la intemperie en el patio de llaves de la subestación “Santa Rosa”, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### Normas

El interruptor deberá ser fabricado conforme a las normas IEC 62271-100.

#### Características Técnicas

- |  |   |                             |
|--|---|-----------------------------|
| • Instalación                                  | : | exterior                    |
| • Tensión nominal de la red                    | : | 60 kV                       |
| • Tensión máxima                               | : | 72,5 kV                     |
| • Corriente nominal                            | : | 1.250 A                     |
| • Poder de corte simétrico                     | : | 20 kA                       |
| • Corriente de corta duración por un segundo   | : | 20 kA                       |
| • Corriente límite dinámica                    | : | 50 kA                       |
| • Tensión de prueba a impulso 1,2 / 50 $\mu$ s | : | 325 kV                      |
| • Tensión de prueba por 1 minuto a 60 Hz.      | : | 140 kV                      |
| • Aislamiento                                  | : | completo                    |
| • Tiempo máximo de interrupción                | : | 50 ms                       |
| • Tiempo máximo de cierre                      | : | 140 ms                      |
| • Frecuencia nominal                           | : | 60 Hz.                      |
| • Ciclo de operación                           | : | O -0,3 s - CO -<br>3 min CO |
| • Mando eléctrico auxiliar                     | : | 110 $\pm$ 10% Vcc           |
| • Motor  | : | 110 $\pm$ 10% Vcc           |
| • Resistencia anticondensación                 | : | 220 $\pm$ 10% Vca           |
| • Nivel de aislamiento                         | : | completo                    |
| • Distancia entre ejes de los polos            | : | 1.500 mm                    |

### Características Constructivas

La distancia entre ejes de los polos será de 1.500 mm.

La altura de los vástagos con relación al plano de apoyo no será inferior a 3.660 mm.

Las conexiones se harán a través de vástagos de cobre, cilíndricos de 30 mm de diámetro y longitud libre no inferior a 80 mm.

El interruptor debe venir equipado con elementos de fijación para instalarse en un soporte de fierro, el que a su vez se instalará sobre una base de concreto armado.

Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.

### *Características del Equipo de Maniobra*

La maniobra del interruptor tripolar, será a través de servomotor electroneumático o con resorte.

El equipo de maniobra estará dotado de un dispositivo de antireconexión, así como uno de bloqueo de mínima presión del circuito de maniobra mismo.

La tensión de alimentación del servomotor será 110 Vcc.

Debe considerarse dentro del equipamiento del interruptor un dispositivo de discordancia de polos.

El interruptor debe contar con circuitos de maniobra aptos para impedir una maniobra de cierre cuando la bobina de apertura de desexcitación esté inactiva, pero no quedar imposibilitada mecánicamente.

### *Características de los Desenganchadores de Apertura*

*Serán del tipo derivación, con doble bobina, una trabaja excitada y la otra no (mínima tensión) esta última apta para funcionar singularmente e independiente. Los desenganchadores ya sean a excitación como a desexcitación, serán dimensionados y contruidos de manera que puedan ofrecer la máxima seguridad de funcionamiento.*

*La tensión de alimentación para la bobina de excitación es de 110 Vcc (-30 % + 10 %).*

*La bobina a desexcitación (mínima tensión) no deberá funcionar hasta cuando la tensión permanezca superior a 65 % del valor nominal de 110 Vcc, y debe siempre funcionar cuando la tensión misma baja a menos de 25 %.*

### *Contactos Auxiliares*

El interruptor tendrá 12 contactos auxiliares (06 NC + 06 NA) disponibles, además aquellos necesarios para las maniobras y los dispositivos de alarma (resorte de carga o mínima presión).

### *Gas*

El interruptor debe ser suministrado con gas SF<sub>6</sub> la primera vez, además un equipo de llenado con un cilindro que permita el abastecimiento completo del interruptor por dos veces y un detector de fuga de gas.

### *Pruebas*

El interruptor será probado de acuerdo a la norma indicada.

#### 5.2.1.6.4.5 Transformador de Tensión 60 kV

##### Objetivo

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas para un transformador de tensión monofásico inductivo, para las mediciones y protección en lado de 60 kV, el cual se instalará a la intemperie en el patio de llaves de la subestación "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

##### Normas

El transformador deberá ser fabricado conforme a las normas CEI 38 – 2 vigentes.

##### Características Técnicas

- Instalación : exterior
- Tensión máxima de referencia para el aislamiento : 72,5 kV
- Tensión de servicio : 60 kV
- Tensión de prueba a la frecuencia nominal (valor eficaz) : 140 kV
- Tensión de prueba por impulsos (valor de cresta) : 325 kV
- Tensión nominal primaria : 60 /  $\sqrt{3}$  kV
- Tensiones nominales secundarias : 100: $\sqrt{3}$  / 100: $\sqrt{3}$  V
- Frecuencia nominal : 60 HZ
- Factor de tensión nominal : 1,9 / 8 H
- Potencia térmica nominal : 1.000 VA
- Rendimiento nominal : 60 VA / CI 0,2
- Precisión relativa : 60 VA / CI 3 P

##### Características Constructivas

En la fabricación del transformador se debe tener en cuenta lo siguiente:

- El transformador se instalará entre fase y tierra
- Su aislamiento será aceite
- Fabricación del tipo hermética sellada, con indicador de nivel de aceite.
- La distancia entre aire y masa no debe ser menor a la prescrita en la CE 28-3 vigente.
- Las conexiones se harán a través de vástagos de cobre, cilíndricos de 30 mm. de diámetro y longitud libre no inferior a 80 mm.
- En el lado de baja tensión se deberá considerar protección magnetotérmica.
- Aislador de porcelana color marrón.
- Núcleo de tipo magnético con un devanado primario, de construcción antirresonante con bobinas de capas larga y dos devanados secundarios.
- Una brida de base con borne para conexión a tierra, elementos de fijación para soportes tubulares fabricados en plancha de 15 mm.

- Caja de derivación hermética, con enchufe para salida de cable y tablero de bornes, con 4 bornes debidamente marcados, 2 de ellos secundarios, 1 terminal del devanado primario y 1 de masa; los dos últimos ya conectados con placa de continuidad.
- Los marcadores y datos de placa deben ceñirse a lo establecido en la norma CEI – 38-2.
- Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.

### *Pruebas*

Los transformadores de tensión serán probados de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.6 Transformador de Corriente 60 kV*

### Objetivo

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas para un transformador de corriente monofásico para las mediciones en lado de 60 kV, el cual se instalará a la intemperie en el patio de llaves de la subestación “Santa Rosa”, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### Normas

El transformador deberá ser fabricado conforme a las normas CEI 38 – 1 vigentes.

### Características Técnicas

#### TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE GRUPO

- Instalación : exterior
- Tensión máxima de referencia para el aislamiento : 72,5 kV
- Tensión nominal de la red : 60 kV
- Corrientes nominales primarias : 200 – 300 - 400 A
- Corrientes nominales secundarias : 5 A
- Enlaces para cambio de relación al primario
  - Primer secundario para medidas : 60 VA, CI 0,2
  - Segundo secundario para protecciones : 60 VA, CI 5 P
- Factor de seguridad :  $\leq 5$
- Coeficiente límite de precisión : 15
- Corriente máxima permanente de la calefacción de la Corriente primaria : 120 %
- Máxima corriente térmica de corto circuito : 20 kA x 1 s
- Máxima corriente dinámica de cresta : 50 kA
- Tensión de prueba por 1 minuto a 60 Hz : 140 kV
- Tensión de prueba al impulso 1,2 / 50  $\mu$ s : 325 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz



Los valores de rendimiento y corrientes térmicas de corto circuito arriba mencionados se hallan garantizados sobre todas las relaciones de transformación nominales requeridas.

### Características Técnicas

#### TRANSFORMADOR DE CORRIENTE DE LINEA

- Instalación : exterior
- Tensión máxima de referencia para el aislamiento : 72,5 kV
- Tensión nominal de la red : 60 kV
- Corrientes nominales primarias : 200 - 300 - 400 A
- Corriente nominal secundaria : 5 A
- Enlaces para cambio de relación al primario
- rendimiento núcleo de medidas : 60 VA
- Clase de precisión : 0,2
- Factor de seguridad :  $\leq 5$
- Corriente máxima permanente de la calefacción de la corriente primaria : 120 %
- Corriente límite térmica de corto circuito : 20 kA x 1 s
- Corriente límite dinámica de cresta : 50 kA
- Tensión de prueba POR 1 m a 60 Hz : 140 kV
- Tensión de prueba al impulso 1,2 / 50  $\mu$ s : 325 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz

Los valores de rendimiento y corrientes térmicas de corto circuito arriba mencionados se hallan garantizados sobre todas las relaciones de transformación nominales requeridas.

### Características Constructivas

En la fabricación del transformador se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Su aislamiento será aceite.
- Fabricación del tipo hermética sellada, con indicador de nivel de aceite.
- La distancia entre aire y masa no debe ser menor a la prescrita en la CE 28-3 vigente.
- Las conexiones se harán a través de vástagos de cobre, cilíndricos de 30 mm. de diámetro y longitud libre no inferior a 80 mm.
- Aislador de porcelana color marrón.
- Una brida de base con borne para conexión a tierra, elementos de fijación para soportes tubulares fabricados en plancha de 15 mm.
- Caja de derivación hermética, con enchufe para salida de cable y tablero de bornes, con conectores debidamente identificados y también el de masa.
- Los marcadores y datos de placa deben ceñirse a lo establecido en la norma CEI – 38-2.
- Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.

El transformador de corriente debe también incluir:

- Tapón para relleno del aceite
- Una membrana elástica para compensar las variaciones del volumen de aceite.
- Indicador de aceite, tipo ventanilla.
- Conexiones para varillas espinterométricas.

### *Pruebas*

Los transformadores de corriente serán probados de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.7 Descargador – 60 kV*

### Objetivo

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas de los descargadores de resistencia variable, los mismos que se instalarán a la intemperie en el patio de llaves de la subestación “Santa Rosa”, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### Normas

El transformador deberá ser fabricado conforme a las normas CEI 37 – 1 fascículo N° 282, vigente .

### Características Técnicas

- |   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
| • Instalación   | : | exterior                 |
| • Tensión máxima de la red  | : | 72,5 kV                  |
| • Tensión nominal de la red   | : | 60 kV                    |
| • Tensión de prueba al impulso 1,2 / 50 $\mu$ s   | : | 270 kV                   |
| • Tensión residual (a la corriente nominal)   | : | 270 kV                   |
| • Tensión máxima de prueba al frente del impulso<br>(Empinadura del frente 625 kV / $\mu$ s)      | : | 310 kV                   |
| • Mínima tensión de encendido a la frecuencia nominal   | : | 100 kV                   |
| • Máxima tensión de encendido por impulso de maniobra   | : | 270 kV                   |
| • Corriente nominal de descarga   | : | 10 kA                    |
| • Frecuencia nominal  | : | 60 Hz                    |
| • Valor de cresta de la corriente para la prueba de<br>resistencia al impulso de fuerte corriente | : | 100 KA                   |
| • Prueba por impulsos de larga duración   | : | tipo pesado y<br>clase 1 |
| • Clase de la prueba de seguridad contra las explosiones  | : | A                        |
| • Salinidad de resistencia a la tensión de 72,5 kV  | : | 40 / 80 g / l            |

### Características Constructivas

En la fabricación del descargador se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Su instalación será en posición vertical
- Debe considerarse un terminal de línea y otro para tierra, así como una placa de base y soporte aislantes para permitir el funcionamiento del contador de descargas.
- Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.
- Los descargadores serán sellados herméticamente por medio de placas de acero inoxidable con junta de cierre de goma, mantenidas constantemente prensadas por medio de un resorte. La placa de cierre debe mantener la presión sobre la junta de cierre, aunque esta última por el desgaste se haya aplastado.
- Todas las partes en tensión, excluyendo los contactos y conexiones, deben ser pintadas con pintura de color rojo (RAL 3000) después de la de aplicación de dos capas de pintura anticorrosiva.

El descargador debe también incluir:

- Soportes
- Contador de descargas, el cual funciona sin ninguna tensión auxiliar, equipado con sus accesorios de montaje y funcionamiento.

### *Pruebas*

Los descargadores serán probados de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.8 Seccionador Tripolar para 20 kV*

### Objetivo

La presente especificación tiene por objeto definir las características técnicas mínimas para un seccionador tripolar para 20 kV, de polos juntos, del tipo rotativo con tres columnas por polo y con maniobra manual, el cual se instalará a la intemperie en el patio de llaves de la subestación "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### Normas

El seccionador deberá ser fabricado conforme a las normas CEI 17.4 vigentes.

### *Características Técnicas*

- Instalación : exterior
- Tensión nominal : 24 kV
- Tensión de servicio : 20 kV
- Tensión de prueba de impulso atmosférico
  - Hacia masa : 125 kV
  - Sobre sección : 145 kV
- Tensión de resistencia a frecuencia nominal durante 1 min.
  - Hacia masa : 50 kV

Sobre sección	:	60	kV
Corriente nominal	:	1250	A
• Corriente nominal de corta duración			
Valor eficaz	:	30	kA
Valor de cresta	:	75	kA
Frecuencia nominal	:	60	Hz
Tensión nominal de circuitos auxiliares	:	110 ± 10%	Vcc
Distancia entre ejes de los polos	:	560	mm.

### Características Constructivas

El seccionador debe realizar una operación de doble interrupción con movimiento rotativo de la cuchilla de contacto.

Por cada polo debe ser provisto de tres columnas, de las cuales la central es giratoria.

Las cuchillas se hallarán dotadas de mando a motor.

Las distancias en aire hacia masa, no deben ser inferiores a las requeridas por la norma CEI 28-3 vigente.

Los aisladores serán en porcelana marrón de tambor lleno en una sola pieza.

Las conexiones se harán a través de vástagos de cobre, cilíndricos de 30 mm. de diámetro y longitud libre no inferior a 80 mm.

Cada polo y el equipo de maniobra del seccionador deben tener dos bornes de conexión a tierra.

El seccionador debe venir equipado con elementos de fijación para instalarse en un soporte de fierro, el que a su vez se instalará sobre una base de concreto armado.

Todas las partes metálicas expuestas así como los elementos para la fijación (pernos, tuercas y arandelas), deben ser galvanizadas en caliente.

### *Características de la Maniobra del Seccionador*

La maniobra del seccionador será del tipo simultáneo reenviado. El mando manual de las cuchillas principales será bloqueado mecánicamente en las posiciones de abierto y cerrado, por medio de una bobina de bloqueo que trabaja a 110 Vcc, cuando la misma este desexcitada; un pulsador adecuado, además de los controles de interbloqueo, posibilitará la excitación de la bobina misma.

El circuito de calefacción deberá ser protegido por un adecuado interruptor termomagnético bipolar dotado de dos contactos auxiliares (01 NC + 01 NA, sin bornes en común)

El equipo de maniobra contará con un bloque mecánico, de tal manera que:

- Para el cierre sea necesaria la conexión de UNA PRIMERA LLAVE que debe quedarse bloqueada cuando el seccionador se halla cerrado.
- Para la apertura sea necesaria la conexión de UNA SEGUNDA LLAVE, la cual debe quedarse bloqueada cuando el seccionador se halla abierto.
- Cuando el seccionador esté cerrado debe liberar la SEGUNDA LLAVE
- Cuando el seccionador esté abierto debe liberar la PRIMERA LLAVE

Desexcitación del relé de mínima tensión.

Habilitación de la maniobra manual.

Apertura de la caja de maniobra (solo para maniobra a " distancia ")

#### *Contactos Auxiliares de Señalización*

El dispositivo de señalización CERRADO - ABIERTO del seccionador principal incluirá 12 contactos auxiliares (06 NA + 06 NC), además de los contactos relativos a los circuitos auxiliares de maniobra.

Además se hallarán predispuestos sobre el tablero de bornes, los contactos eléctricos para la señalización de habilitación de las maniobras manuales con un contacto electrizado cerrado.

#### *Accesorios*

El seccionador aparte de los componentes normales con que viene equipado, debe contar con:

- Una resistencia anticondensación para trabajar a 220 Vca, incluir termostato.
- Contactos auxiliares 6 NA + 6 NC
- Interruptor de protección de la resistencia anticondensación.
- Bloqueo de la caja de maniobra.

#### *Pruebas*

Los seccionadores serán probados de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.9 Tablero de Distribución en media tensión (QM)*

#### Objetivo

La presente especificación tiene por objetivo describir las características técnicas mínimas del tablero de media tensión ubicado en la cabina de 20 kV de la subestación "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### Normas

La fabricación, pruebas y operación de las celdas, deben estar de acuerdo con las normas siguientes: IEC 60694, 60298, 60056, 60129, 60265-1, 60420, 60243-5, 60529 y 60071.

#### Características Técnicas

- Instalación: ..... interior
- Grado de protección mecánica:..... IP 54
- Tensión de aislamiento: ..... 24 kV
- Tensión nominal: ..... 21,6 kV
- Tensión de servicio: ..... 20 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Intensidad de cortocircuito simétrica: ..... 25 kA
- Intensidad térmica de barras, durante 1 segundo: ..... 25 kA

- Alimentación auxiliar Motor de carga de muelles para cierre / apertura: ..... 110 Vcc
- Control..... 110 Vcc
- Telemando: ..... 24 Vcc
- Auxiliares:.....380/220 Vca 60 Hz

### Características Constructivas

Los tableros 20 kV son del tipo protegido con celdas prefabricadas con láminas de hierro y perfilados y tendrán las siguientes características:

- Libre de mantenimiento.
- Independiente del clima.
- Recinto primario trifásico, celda-metálica (metalclad), revestimiento - metálico.
- Aislamiento en gas SF6 o en vacío.
- A prueba de gas, estructura del tablero soldada o acero inoxidable con bushings para conexión eléctrica y componentes mecánicos.
- La celda construida sobre la base de perfiles de 2 mm. y planchas de hierro de 1,5 mm. como mínimo, la misma será completamente cerrada y subdividida en compartimientos, en los cuales se distribuirán: barras, seccionadores, interruptor, transformadores de corriente y tensión, borneras, etc.
- La estructura de la celda debe permitir su fijación al piso a través de pernos de expansión.
- En el interior de la celda se debe instalar una barra de cobre para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la malla de tierra externa.
- Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.
- Las puertas deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo.
- Debe ser dotada de placas que permitan con facilidad la identificación de los diversos componentes de las celdas tanto al exterior como al interior, así como el procedimiento para la operación o maniobra de la celda.
- Los cables así como los bornes deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.
- La celda debe tener un sistema de calefacción con control automático, para evitar la humedad en su interior.
- El ingreso de cables de mediana tensión debe ser por la parte inferior desde las canaletas del sótano.
- El ingreso de cables de baja tensión debe ser por la parte superior desde la red de canaletas aéreas.
- Todos los dispositivos de protección, medición, control y señalización, serán instalados en la parte frontal de la celda.
- El diseño de la celda debe ser tal que permita poder ejecutar trabajos de mantenimiento en sus equipos con las celdas contiguas en servicio.
- El compartimiento del interruptor y seccionadores tendrá una ventana de material aislante, la función de ella es permitir la verificación de la operatividad de los equipos, la misma debe

estar protegida internamente con una estructura metálica para evitar cualquier intento de acceso.

- El tablero debe tener previsto argollas para su izamiento, el suministrador debe entregar los ganchos para llevar a cabo la maniobra antes mencionada, así como los perfiles de apoyo para el tablero y los elementos de fijación respectivos; asimismo accesorios para el montaje y el normal mantenimiento.
- Placas de identificación de cada uno de los elementos en la parte frontal del tablero.
- El tablero debe incluir todas las claves de maniobra necesarios, una pertiga de salvamento, un portaguantes con guantes, un detector de tensión con pértiga, placas de aluminio con indicaciones de seguridad y una banqueta aislante; para ser instalados junto al tablero en un soporte adecuado.

### Composición del Tablero

El tablero de Media Tensión esta conformado por las siguientes celdas:

- Celda de llegada de Subestación 60/20 kV. : 02
- Celda de interconexión : 02
- Celda de alimentación transformador serv. aux. : 02
- Celda de enlace : 01
- Celda subida de barras : 01

### Equipamiento Eléctrico de la Celda de 20 kV.

El tablero de media tensión es del tipo protegido, con celdas prefabricadas en lamina de hierro y perfiles según standard de los fabricantes y las normas CEI / IEC aplicables.

Cada celda contiene los siguientes componentes eléctricos:

- a) Un sistema de barras de cobre desnudo.
- b) Un seccionador doble rotativo tripolar, que en posición de abierto hace inaccesible el compartimiento de barras mencionado en a). El mencionado seccionador, no suministrado en la celda de alimentación del transformador de servicios auxiliares.
- c) Un seccionador de puesta a tierra de la línea con cable en la salida o en la entrada de la celda.
- d) Un interruptor de línea que puede ser extraído una vez que se haya abierto el seccionador indicado en el acápite b) y cerrado el seccionador mencionado en c). Este interruptor puede ser telemandado y dotado de relés de protección indirectos montados sobre la parte frontal del tablero.
- e) Una barra de cobre desnudo para la conexión a tierra.

En las celdas de alimentación a los transformadores de servicios auxiliares, lo antes especificado es reemplazado por fusibles de protección de alta tensión del tipo extraíbles.

Contará con equipos de medida, mando y alimentación auxiliar.

El tablero resulta completamente cerrado y esta dotado con todos los bloqueos electromecánicos aptos para evitar maniobras equivocadas y permitir el mantenimiento en los equipos de una celda con las otras celdas en servicio.

En las celdas se instalarán los circuitos de los relés de protección "hilo piloto", predispuestos para la conexión con los circuitos similares de las celdas de las subestaciones contiguas.

Características técnicas de los componentes eléctricos.*SECCIONADOR DOBLE ROTATIVO TRIPOLAR*

- Tensión nominal : 24 kV
- Nivel de aislamiento nominal : 24 kV
- Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto : 50 kV
- Tensión de prueba al impulso : 125 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Corriente nominal : 1.250 A
- Corriente de corta duración : 12,4 kA x 1 seg.

*INTERRUPTOR*

- Aislamiento : SF6 o vacío
- Tensión nominal : 24 kV
- Nivel de aislamiento nominal : 24 kV
- Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto : 50 kV
- Tensión de prueba al impulso : 125 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Corriente térmica nominal : 1.250 A
- Poder de interrupción nominal : 12,5 kA a 20 kV
- Corriente de corta duración : 12,5 kA x 1 seg.
- Poder de cierre : 37 kA
- Duración de interrupción corriente total : 80 - 85 ms
- Duración máxima de cierre : 100 ms

*SECCIONADOR BAJO CARGA*

- Tensión nominal : 24 kV
- Nivel de aislamiento nominal : 24 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial : 50 kV
- Tensión de prueba al impulso : 125 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Corriente térmica nominal : 400 A
- Corriente de corta duración : 12,5 kA x 1 seg.

*TRANSFORMADORES DE TENSIÓN*

- Aislamiento : en resina
- Tensión máxima de referencia : 24 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial : 50 kV



- Tensión de prueba al impulso onda llana  
1,2 / 50  $\mu$ s : 125 KV
- Tensión nominal primaria de línea : 20 /  $\sqrt{3}$  kV
- Tensión de barra : 20 /  $\sqrt{3}$  kV
- Arrollamientos secundarios : 02
- Conexiones por cada grupo de medida
  - Primario : estrella
  - Secundario 1 : estrella
  - Secundario 2 : triángulo abierto con  
resistencia de carga por ferresonancia.
- Factor de tensión : 1,9 por 8 h
- Tensión secundaria
  - Secundario 1 : 100 /  $\sqrt{3}$ v  $\geq$  20 VA / CI 0,5
  - Secundario 2 : 100 / 3v  $\geq$  20 VA / 3P

#### TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

- Aislamiento : en resina
- Tensión máxima de referencia : 24 KV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial : 50 KV
- Tensión de prueba al impulso onda llana  
1,2 / 50  $\mu$ s : 125 KV
- Frecuencia : 60 Hz
- Corriente mínima nominal térmica de  
corto circuito : 12,5 kA x 1 seg
- Prestaciones mínimas : 30 VA / CI 0,5
- Clase para medida y protección : 15 VA / CI 5P15
- Relaciones de Transformación
  - Celda de llegada Subestación 60/20 kV : 600 / 5 / 5A
  - Celda de salida interconexión : 1.200 / 5 / 5A

Tres arrollamientos secundarios, 02 para protección y 01 de medida, sobre dos circuitos magnéticos para paneles de llegada de subestación 60/20 kV y 02 arrollamientos secundarios sobre un único circuito magnético para celdas de interconexión

#### RELÉS

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; Inmunidad (pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III

- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140/ ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2):

- EN 55011, clase A

Los relés deberán tener las siguientes características generales:

- Tipo digital, programable, compatible con software en Windows.
- Señalización de alarma (visual y acústica) local y remota.
- Display para indicar parámetros eléctricos.
- Capacidad para mostrar gráficos, reportes y actualizaciones
- Capacidad de autosupervisión.
- Ingreso a software con código de seguridad.
- Entradas y salidas para controles externos programables.
- Dimensiones estándares.
- Operación a 60 Hz.
- Capacidad para sincronización de tiempo con sistema satelital GPS con formato Estándar IRIGB, AFNOR, etc.
- Accesorios completos para mediciones (tensión y corriente, etc.) en AC y CC.
- Multifuncionales, debiendo tener como mínimo: detección de fallas contra sobrecorriente y cortocircuito (50/51), fallas a tierra (67), diferencial (87), mínima tensión (27), sobrecorriente de falla a tierra (64), con entrada y salida para hilo piloto.

#### *Relé de Falla a Tierra 67*

- Tipo ..... De falla a tierra, direccional a tiempo definido
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Circuito de corriente alimentado a través de transformador toroidal: ..... 1 A
- Sobrecarga en régimen permanente/1 seg: ..... 5 / 150 A
- Consumo a 5 A: ..... ≤ 5 A
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Relé de Sobrecorriente 51/50K*

- Tipo .....Sobrecorriente de fase a tiempo definido
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Relé de Falla a Tierra 51Na*

- Tipo ..... Sobrecorriente a tiempo definido
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Transformador Toroidal*

- Tipo ..... abierto
- Relación de transformación:..... 100 / 1 A

**PINTURA:**

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

*Preparación de la Superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del óxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado al blanco.

*Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrones por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

Como acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrones cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

*Pruebas*

Los tableros y sus componentes serán probados de acuerdo a la normas indicadas.

*5.2.1.6.4.10 Transformador de Servicios Auxiliares**Objetivo:*

La presente especificación define las características técnicas mínimas del transformador de potencia trifásico, el cual se utilizará para cubrir la demanda de los servicios auxiliares de la

subestación de 60/20 kV, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### Normas

Los transformadores cumplirán con las últimas versiones de las siguientes normas: NTP 370.002; IEC 60076; ASTM B187; IEC 60137; IEC 60354; IEC 60296; IEC 60156.

### Esfuerzos Electromagnéticos y Solicitaciones Térmicas

Los arrollamientos de los transformadores serán fijados y dimensionados en modo tal de resistir sin sufrir daños, a la máxima corriente de cortocircuito, limitada solamente a la inducción del transformador por al menos dos segundos.

### Eficiencia

Los transformadores tendrán una eficiencia elevada, las pérdidas en vacío y con carga serán mínimas, las pérdidas serán los factores más importantes para determinar la eficiencia.

Características del transformador:

### Características Técnicas Generales

Tipo: sumergido en aceite;

Medio aislante: Aceite.

Los bobinados de alta tensión deberán estar sumergidos en aceite dieléctrico.

El enfriamiento de los transformadores deberá ser efectuado en forma natural, por el propio medio ambiente ONAN.

La instalación será protegida.

Cuando la temperatura máxima permitida en el aislamiento fuera alcanzada, cualquier sobrecarga deberá ser interrumpida.

El transformador deberá tener una construcción robusta, tomando en consideración las exigencias de instalación y puesta en servicio.

El transformador deberá ser capaz de soportar una inclinación de 15 grados con relación a su base y respecto al plano horizontal.

### Características Eléctricas

El transformador será alimentado desde las barras MT 20 kV de sus celdas.

El transformador estará provisto de 5 tomas primarias correspondientes a las tensiones de alimentación conexas de 21, 20,5, 20, 19,5 y 19 kV.

La conmutación de las tomas primarias deberá ser efectuada sin carga.

El transformador deberá suministrar la potencia nominal en cualquier de sus derivaciones.

La tensión en el secundario a plena carga nominal con un  $\cos \phi = 0,8$  con cualquiera de las tomas primarias conectadas debe ser 380 / 220 V. en estrella, además en vacío la tensión secundaria no debe superar los 400 V.

La potencia del transformador será de 100 kVA, referida a la toma de 20 kV.

Esa potencia deberá ser confirmada por el CONCESIONARIO a partir del levantamiento de las cargas auxiliares previstas para la subestación.

El transformador deberá tener dos dispositivos de puesta a tierra, localizados diagonalmente opuestos en los herrajes del núcleo.

Datos técnicos:

- Tipo de transformador: .....trifásico de dos arrollamientos
- Grupo de conexión: ..... D yn 11
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión de cortocircuito: .....según normas aplicables
- Refrigeración: .....tipo AN
- Potencia de cortocircuito de alimentación / duración: .....500 MVA / 2 seg
- Clase térmica:
  - A.T.: ..... B
  - B.T.: ..... F
- Tensión de aislamiento primaria:..... 24 kV, uniforme
- Tensión prueba de impulso: ..... 125 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial AT / BT: ..... 50 / 2,5 kV
- Conexión del neutro primario / secundario:.....aislado / a tierra
- Numero de terminales primario / secundario:..... 3 / 4
- Conmutador primario:.....en vacío
- Nivel de ruido global:..... $\leq 64$  dB
- Rendimiento a  $\text{Cos } \phi = 0,8$ : ..... 97,5 % a 75° C en los arrollamientos

### Accesorios

Sistema de protección térmica del bobinado compuesto por sensores térmicos con contactos independientes para control y protección.

Medio de locomoción, como base propia para la tracción o ruedas orientables con dispositivo de bloqueo

Caja de borneras auxiliares

Argollas de izaje

Placa de características y normas

Conmutador de tomas en vacío de 5 posiciones  $\pm 2,5$  %, con comando que pueda ser observado por una persona de altura media.

Dos platinas de puesta a tierra.

Indicador de temperatura para uso en el arrollamiento secundario.

Accesorios especiales para un eventual montaje y/o mantenimiento.

### Constructivas

El núcleo magnético será fabricado con planchas de acero al silicio de grano orientado, laminadas en frío, de bajas pérdidas y aisladas sobre las dos caras.

Las chapas deberán ser perfectamente planas y exentas de impurezas y escorias en todo su corte.

Deberán estar previstos de canales de ventilación entre el núcleo y el arrollamiento de baja tensión y también entre los arrollamientos de alta y baja tensión.

Los arrollamientos deberán estar contruidos con material conductor (cobre o aluminio) de elevada pureza y materiales aislantes de calidad coincidente con los requerimientos térmicos, eléctricos y mecánicos previstos.

La distribución de los conductores y de los materiales aislantes deberá ser colocada de modo tal que evite puntos débiles en el aislamiento.

Deberá utilizarse el proceso de encapsulamiento con resina epóxica al vacío y a temperatura controlada en el bobinado de alta tensión.

Los terminales de arrollamiento y las derivaciones deberán ser fundidos en el propio cuerpo de la bobina, de modo tal que se evite cualquier daño ocasionado por vibraciones, y deberán también ser adecuados para conexión con los cables.

### Pintura

Los herrajes del núcleo y los envoltorios de protección, si los hay, para efecto del tratamiento y pintado, deberán obedecer las siguientes disposiciones:

### Preparación de la Superficie

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del óxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado al blanco.

### Pintado

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrones por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

Como acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrones cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

### Consideraciones de Instalación:

El neutro del transformador debe ser conectado a la red de tierra superficial, luego de haber sido instalado el transformador toroidal en el tablero eléctrico de distribución en baja tensión.

La estructura del transformador debe ser conectada a la red de tierra superficial, para lo cual debe utilizarse la platina de puesta a tierra que se encuentra cerca a éste.

El alimentador del lado de 20 kV estará conformado por conductores unipolares del tipo N2XSY de 70 mm<sup>2</sup>.

El cableado de los conductores se efectuará a través de las canaletas de cables que se encuentran en la subestación o cabina.

### *Pruebas*

Los transformadores serán probados de acuerdo a las normas indicadas.

#### 5.2.1.6.4.11 Tablero de Distribución eléctrica en baja tensión (QB)

##### Objetivo

La presente especificación tiene por objetivo describir las características técnicas mínimas del tablero que albergará los interruptores necesarios para la alimentación de las lógicas, mando, iluminación y fuerza motriz de la subestación "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

##### Normas de Referencia

La fabricación, pruebas y operación de las celdas, deben estar de acuerdo con las siguientes normas:

IEC 364, IEC 439-1, EN 60439-1, DIN VDE 0660 Parte 500, DIN VDE 0106 Parte 100.

##### Características Eléctricas

- Instalación : interior
- Tipo constructivo : caja estructural mecánica
- Tipo de barras : cobre desnudas
- Tensión de ejercicio : 380 Vca  
220 Vca  
110 Vcc  
24 Vcc
- Tensión de aislamiento : 600 Vca
- Sistema de conexión : trifásico con neutro a tierra
- Tensión de prueba a frecuencia industrial por 1 minuto : 3,5 kV, circuitos de potencia  
2,5 kV, circuitos control.
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Corriente nominal barras en normal : 300 A
- Corriente nominal barras de emergencia : 300 A
- Corriente nominal barras en corriente continua : 200 A
- Corriente nominal derivaciones : según la  $I_n$  de los interruptores
- Barras - conexiones de alimentación normal
  - Corriente de corta duración por 1 segundo : 10 kA
  - Corriente limite dinámica : 25 kA
- Barras de emergencia
  - Corriente de corta duración por 1 segundo : 10 kA
  - Corriente limite dinámica : 25 kA
- Barras de tierra del tablero
  - Corriente de corta duración por 1 segundo : 10 kA

Corriente limite dinámica	:	25 kA
• Poder mínimo de interrupción de los interruptores de distribución	:	10 kA a 380 v
• Poder mínimo de interrupción de los interruptores de las lógicas	:	10 kA a 380 v
• Tensiones de circuitos auxiliares		
Motores de carga de resortes, desenganchadores, de apertura, relé diferencial, relé, solenoide de mando	:	380-220 Vca / 110 - 24 Vcc
Señalizaciones y centrales de alarma	:	380-220 Vca / 110 - 24 Vcc

Será previsto un transformador toroidal con relación de transformación 100/1 A, en la conexión del neutro de los transformadores de distribución a tierra, para alimentación de relé digital de sobrecorriente de falla a tierra a tiempo definido (64).

Cada tablero será estructurado de la siguiente manera:

#### BARRA NORMAL

A dicha barra se unirán las dos llegadas de los transformadores de servicios auxiliares de la subestación, mediante interruptores extraíbles motorizados con posibilidad de telemando. Será además previsto un transformador de corriente para la telemedición y un voltímetro 0-500 Vca con conmutador voltimétrico RS-ST-RT-0, para la medición de tensión en la barra.

#### BARRA DE EMERGENCIA

Dicha barra será alimentada en condiciones normales desde la barra normal a través de un contactor (N.C.) 42N. Para la medición de tensión en la barra será previsto un voltímetro 0-500 Vca con conmutador voltimétrico RS-ST-RT-0.

A dicha barra se unirá la llegada del tablero B.T. (barra de emergencia) desde la cabina de la estación más cercana, a través de interruptor automático extraíble (N.C.) y contactor (N.A.). 42E.

En caso de falta de red un circuito de conmutación automática procederá a la separación de la barra normal mediante apertura del 42N en el momento del cierre del contactor 42E.

El restablecimiento de las condiciones operativas normales al regreso de la tensión de red, será hecho manualmente.

La barra de emergencia proveerá a las siguientes alimentaciones:

- Sub-barras alumbrado subestación de rectificación a través de interruptores automáticos extraíbles con protección diferencial.
- Sub-barras F.M. subestación de rectificación a través de interruptor automático extraíble con protección diferencial.
- Rectificador carga baterías 110 V. por medio de interruptor extraíble con protección magnetotérmica.
- Barra 110 Vcc.



Dicha sección del tablero recibirá la alimentación del respectivo cargador de batería o de las baterías en caso de daño y proveerá la alimentación de todos los usuarios en corriente continua 110 V.

- Rectificador carga baterías 24 V. por medio de interruptor eExtraíble con protección magnetotérmica.
- Barra 24 Vcc.

Es válido lo indicado arriba, para la barra 110 Vcc.

#### *Grado de protección de los compartimentos*

- Compartimiento en su totalidad : IP 34
- Paneles verticales : IP 54
- Techo : IP 65
- Puertas : IP 54
- Diafragmas internos : IP 20
- Rejas de ventilación : IP 44

#### *Características Constructivas*

La forma y las dimensiones deberán ser las más limitadas posibles, basadas en los componentes mostrados en el diagrama unifilar. Los tableros serán del tipo protegido con celdas prefabricadas con láminas de hierro y perfilados y compuestos como se indica a continuación:

La celda construida sobre la base de perfiles de 3 mm. y planchas de fierro de 2 mm. como mínimo, la misma será completamente cerrada y subdividida en 3 compartimentos, en los cuales se distribuirán: equipos, barras y cables.

La estructura de la celda debe permitir su fijación al piso a través de pernos de expansión.

En el interior de la celda se debe instalar una barra de cobre para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la malla de tierra externa.

Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.

Las puertas deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo.

Debe ser dotada de placas que permitan con facilidad la identificación de los diversos componentes de las celdas tanto al exterior como al interior, así como el procedimiento para la operación o maniobra de la celda.

Las barras principales serán planas fabricadas en cobre, sus dimensiones deberán permitir soportar la corriente de falla por 1 segundo (10 kA) y la corriente de falla dinámica (25 kA).

La identificación de las barras principales así como las derivadas (R, S, T y N), debe realizarse mediante rótulos adhesivos y ubicados en un lugar visible.

Las barras de derivación para la alimentación de los circuitos, deben ser dimensionadas tomando en cuenta la suma de las corrientes nominales de los circuitos (no de los interruptores) más el 25 % de la corriente del circuito de la mayor corriente nominal.

Los interruptores termomagnéticos, serán del tipo diferencial para detectar fallas a tierra, provistos de una señal de disparo la cual se activa a través de un contacto, sensibilidad 30 mA.

Los interruptores de maniobra y los seccionadores bajo carga serán de los tipos en aire, dimensionados para la apertura con carga y el cierre en cortocircuito, maniobrables desde el frente del tablero en el cual se indique la apertura o cierre, así mismo provistos de contactos auxiliares de disparo.

Los instrumentos de medida deben tener una clase de precisión igual a 1,5 ó menor, su instalación es en la parte frontal y ajuste posterior. Deben tener un grado de protección IP 5X.

Las características y las prestaciones de los transformadores de corriente y tensión, serán definidas considerando el correcto funcionamiento del dispositivo de protección, control y medida a ellos conectados, dentro de las tolerancias especificadas por el constructor de las mismas.

Todos los dispositivos de protección, medición, control y señalización, serán instalados en la parte frontal de la celda.

Todos los aparatos eléctricos deben ser tropicalizados y tratados contra la formación de hongos.

Los cables deben ser protegidos por canaletas o tubos aislantes no propagadores de fuego.

Los cables del conexionado interno serán del tipo unipolar y no propagadores de fuego, según normas CEI 20-22, provistos de terminales a compresión aislados.

Los cables así como las bornes deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.

Las conexiones auxiliares entre compartimentos serán efectuadas por medio de canaletas, para facilitar la inserción o remoción en condiciones de seguridad de cada uno de los conductores. Las conexiones no protegidas deben agruparse mediante amarracables y apoyarse en el lugar más adecuado.

La celda debe tener un sistema de calefacción con control automático, para evitar la humedad en su interior.

El ingreso de cables de baja tensión debe ser por la parte superior desde la red de canaletas aéreas.

Los paneles de distribución adyacentes al tablero, que funcionarán a tensiones de operación diferentes (por ejemplo 380 Vca - 100 Vcc), deberán ser separados mecánica y eléctricamente entre ellos.

En la construcción del tablero, debe considerarse las rejillas necesarias tanto para el ingreso de aire natural frío para la ventilación de los interruptores, así como para disipar el aire caliente y los gases causados por la apertura de estos dispositivos de protección.

El tablero debe tener previsto argollas para su izamiento, el suministrador debe entregar los ganchos para llevar a cabo la maniobra antes mencionada, así como los perfiles de apoyo para el tablero y los elementos de fijación respectivos; asimismo accesorios para el montaje y el normal mantenimiento.

Placas de identificación de cada uno de los elementos en la parte frontal del tablero.

### Consideraciones de Instalación

El tablero será instalado sobre el piso, fijado a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt-II de Hilti.

La barra de tierra del tablero debe ser conectada a la red de tierra superficial.

Los cableados se realizarán utilizando las canaletas metálicas aéreas a instalarse en la cabina.

Pintura:

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### Preparación de la Superficie

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del óxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado al blanco.

#### Pintado

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrones por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

Como acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrones cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

#### Pruebas

El Tablero será probado de acuerdo a la norma indicada.

#### *5.2.1.6.4.12 Tablero de relés de la Subestación 60/20 kV*

#### Objetivo

La presente especificación tiene por objetivo describir las características técnicas mínimas, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### Tablero Relés

En él se instalarán el conmutador a dos posiciones 143 MT y todas las lógicas auxiliares para el mando y control de todos los equipos instalados en el patio de llaves, también alojará el tablero de bornes de INTERFASE para las teleoperaciones

#### Normas de Referencia

La fabricación, pruebas y operación de las celdas, deben estar de acuerdo con las normas vigentes:

CEI 17-13 / XI, 70 - 1 / III, correspondientes a IEC 439, 439-2 ,364 y 529

En el caso de discrepancias entre las normas mencionadas, se aplicará la más restrictiva.

#### Condiciones Ambientales

- Los tableros se instalarán en interior.

#### Características Eléctricas de los Circuitos Auxiliares

- Tensión para las lógicas de mando : 110 Vcc
- Señalización luminosa y central de alarma : 24 Vcc
- Tensión para iluminación interior : 220 Vca
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Corriente de falla a tierra por 1 segundo : 4,5 KA

Grado de protección de los compartimentos

- Compartimiento en su totalidad : IP 34
- Paneles verticales : IP 54
- Techo : IP 65
- Puertas : IP 54
- Diafragmas internos : IP 20

Características Constructivas

Los tableros deben ser construidos con estructuras y materiales adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos solicitados por las condiciones de operación.

Los tableros deben estar conformados por paneles prefabricados y unidos entre ellos de manera de constituir un frente único y apto para el montaje en el piso, además se debe prever en los mismos el ingreso de los cables ya sea por la parte superior o inferior.

Los tableros deben estar conformados por columnas unidas estructuralmente. El servicio será por el lado frontal, cada columna estará compuesta por tres compartimentos para: equipos, barras y cables.

Deben poseer módulos fijos.

Las planchas a utilizar para la fabricación deben tener como mínimo 3 mm. de espesor, y las internas que no forman parte de la estructura principal, así como las de las puertas, utilizarán plancha con no menos de 2 mm de espesor.

Las conexiones auxiliares entre compartimentos serán efectuadas por medio de canaletas, para facilitar la inserción o remoción en condiciones de seguridad de cada uno de los conductores. Las conexiones no protegidas deben agruparse mediante amarracables y apoyarse en el lugar más adecuado.

En el interior del tablero y a todo su largo, se debe instalar una barra de cobre con una sección de 30 x 5 mm. como mínimo, para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la red de tierra superficial.

Los conductores para realizar los cableados serán del tipo flexible no propagante de fuego y tendrán una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>, para la conexión de aparatos de medida una sección de 4 mm<sup>2</sup>, y para conexiones a tierra y equipotenciales una sección de 16 mm<sup>2</sup>.

Los cables así como los bornes deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.

Los instrumentos de medida deben tener una clase de precisión igual a 1,5 ó menor, su instalación es en la parte frontal y ajuste posterior. Deben tener un grado de protección IP 5X.

Todos los aparatos eléctricos deben ser tropicalizados y tratados contra la formación de hongos.

Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.

Las puertas serán construidas con planchas de 2 mm. de espesor como mínimo, y deben abrirse a 110 °, además deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo. Así mismo la puerta debe contar con un mecanismo de apertura por medio de una llave triangular tipo Allen.

- En la fabricación debe considerarse los siguientes grados de protección:
  - Tablero en su totalidad: ..... IP 34

- Paneles verticales: ..... IP 54
- Techo:..... IP 65
- Puertas: ..... IP 54
- Diafragmas internos: ..... IP 30

El tablero debe tener previsto argollas para su izaje, el suministrador debe entregar los ganchos para llevar a cabo la maniobra antes mencionada, así como los perfiles de apoyo para el tablero y los elementos de fijación respectivos; asimismo accesorios para el montaje y el normal mantenimiento.

<b>LISTA DE TELEMANDOS Y CONTROLES SUBESTACION 60/20 KV - SANTA ROSA</b>			
<b>Tablero o equipo de procedencia</b>	<b>Función</b>	<b>Estado Contacto</b>	<b>Tipo de Señal TA o TV</b>
Central de Alarma 1 - Tablero de Lógicas	Mínima tensión llegada línea 1 (A)	Abierto	
	Mínima tensión llegada línea 1 (A)	"	
	Máxima frecuencia llegada línea 1 (A)	"	
	Máxima frecuencia llegada línea 1 (A)	"	
	Seccionador 189 / SB no maniobrable	"	
	Seccionador 189 / L1 no maniobrable	"	
	Seccionador 189 / T1 no maniobrable (B)	"	
	Interruptor 152 / T1 no maniobrable (C)	"	
	Interruptor 152 / T1 alarma SF6 - vacío (B)	"	
	Interruptor 152 / T1 bloqueo SF6 – vacío (C)	"	
	Interruptor 152 / T1 resorte descargado (B)	"	
	Alarma anticondensación sección L1-T1-SB	"	
	Alarma buchoholz transformador T1 (B)	"	
	Alarma temperatura transformador T1 (B)	"	
	Mínimo nivel de aceite transformador T1 (B)	"	
	Mínimo nivel de aceite transformador T1 (B)	"	
	Disparo buchoholz transformador T1 (C)	"	
	Disparo temperatura transformador T1 (B)	"	
	Disparo relé presostático conmutador T1 (C)	"	
	Detención conmutador bajo carga T1 (C)	"	
	Sobrecarga grupo T1 (B)	"	
	Cortocircuito grupo T1 (C)	"	
	Bloqueo interruptor 152 / T1 (C)	"	
	Intervención protección diferencial traf. T1 (C)	"	

	Interruptor 52 / T1 alarma SF6 – vacío (D)	"	
	Interruptor 52 / T1 resorte descargado	"	
	Bloqueo interruptor 52 / T1 (D)	"	
	Intervención protección 51NA / T1 (C)	"	
	Intervención direccional protección 67 / T1 (C)	"	
	Intervención cortocircuito protección 67 / T1 (C)	"	
	Máximo nivel tanque transformador T1 (B)	"	
	Sobrecarga interruptor 52 / P1 (E)	"	
	Bloqueo interruptor 52 / P1 (F)	"	
	Interruptor 52 / P1 resorte descargado (E)	"	
	Interruptor 52 / P1 alarma SF6 – vacío (F)	"	
	Central de alarmas no alimentada	Cerrado	
	Teleadquisición	"	
Central de Alarma 2 - Tablero de Lógicas	Mínima tensión llegada línea 2 (G)	Abierto	
	Mínima tensión llegada línea 2 (G)	"	
	Máxima frecuencia llegada línea 2 (G)	"	
	Máxima frecuencia llegada línea 2 (G)	Abierto	
	Seccionador 189 / L2 no maniobrable	"	
	Seccionador 189 / T2 no maniobrable (H)	"	
	Interruptor 152 / T2 no maniobrable (I)	"	
	Interruptor 152 / T2 alarma SF6 – vacío (H)	"	
	Interruptor 152 / T1 bloqueo SF6 – vacío (I)	"	
	Interruptor 152 / T2 resorte descargado (H)	"	
	Alarma anticondensación sección L2-T2	"	
	Alarma buchholz transformador T2 (H)	"	
	Alarma temperatura transformador T2 (H)	"	
	Mínimo nivel de aceite transformador T2 (H)	"	
	Mínimo nivel de aceite transformador T2 (H)	"	
	Disparo buchholz transformador T2 (I)	"	
	Disparo temperatura transformador T2 (I)	"	
	Disparo relé presostático conmutador T2 (I)	"	
	Detención conmutador bajo carga T2 (I)	"	
	Sobrecarga grupo T2 (H)	"	

	Cortocircuito grupo T2 (I)	"	
	Bloqueo interruptor 152 / T2 (I)	"	
	Intervención protección diferencial traf. T2 (I)	"	
	Interruptor 52 / T2 alarma SF6 – vacío (L)	"	
	Interruptor 52 / T2 resorte descargado	"	
	Bloqueo interruptor 52 / T2 (L)	"	
	Intervención protección 51NA / T2 (I)	"	
	Intervención direccional protección 67 / T2 (I)	"	
	Intervención cortocircuito protección 67 / T2 (I)	"	
	Máximo nivel tanque transformador T2 (H)	"	
	Sobrecarga interruptor 52 / P2 (M)	"	
	Bloqueo interruptor 52 / P2 (N)	"	
	Interruptor 52 / P2 resorte descargado (M)	"	
	Interruptor 52 / P2 alarma SF6 – vacío (F)	"	
	Central de alarmas no alimentada	Cerrado	
	Teleadquisición central 2	"	
Central de Alarma 3 - Tablero de Lógicas	Alarmas temperatura aceite transf. SA1 (O)	Abierto	
	Bloqueo temperatura aceite transf. SA1 (O)	"	
	Alarmas temperatura aceite transf. SA2 (P)	"	
	Bloqueo temperatura aceite transf. SA2 (P)	"	
	Intervención protección 51N / PC	"	
	Intervención apertura general 1 (Q)	"	
	Intervención apertura general 2 (Q)	"	
	Intervención alarmas incendio	"	
	Intervención protección 64U / C (R)	"	
	Intervención protección 64U / R (R)	"	
	Fuera de sincronía transformadores T1 - T2	"	
	Disparo interruptor general 380 Vca ISA1	"	
	Disparo interruptor general 380 Vca ISA2	"	
	Ausencia tensión alimentación normal	"	
	Disparo interruptor tratamiento aceite TAT (S)	"	
	Abierto interruptor general F.M. normal	"	
	Disparo interruptor barra F.M. normal (S)	"	

	Abierto interruptor general luz	"	
	Disparo interruptor barra luz (S)	"	
	Ausencia interruptor alimentación emergencia	"	
	Abierto interruptor general F.M. emergencia	"	
	Disparo interruptor barra F.M. emergencia (S)	"	
	Abierto interruptor alimentación rectific. 110 Vcc	"	
	Disparo interruptor barra 110 Vcc	"	
	Abierto interruptor alimentación emergencia	"	
	Abierto interruptor alimentación rectific. 24 Vcc	"	
	Disparo interruptor barra 24 Vcc	"	
	Falta tensión protección 64U / R / C (T)	"	
	Ausencia tensión barras 110 Vcc	"	
	Polaridad a tierra barras 110 Vcc	"	
	Ausencia tensión barras 24 Vcc	"	
	Polaridad a tierra barras 24 Vcc	"	
	Falta tensión lógica 89 / SA1 (T)	"	
	Falta tensión lógica 89 / SA2 (T)	"	
	Ausencia tensión lógicas aux. P.C. (T)	"	
	Bloqueo interruptor 52 / C	"	
	Interruptor 52 / C resorte descargado	"	
	Seccionador 89 / SA1 resorte descargado	"	
	Seccionador 89 / SA2 resorte descargado	"	
	Central 3 no alimentada	Cerrado	
	Teleadquisición central 3	"	

NOTA:

Los puntos centrales de alarma que tienen una letra entre paréntesis al lado, pertenecen a un sistema de sumatoria de alarma de telemandos.

Tablero o equipo de procedencia	Función	Estado Contacto	Tipo de Señal TA o TV
189 / L1	Mando cierre 189 / L1	Abierto	
	Mando apertura 189 / L1	Abierto	
189 / L2	Mando cierre 189 / L2	Abierto	
	Mando apertura 189 / L2	Abierto	



189 / SB	Mando cierre 189 / SB	Abierto	
	Mando apertura 189 / SB	Abierto	
189 / T1	Mando cierre 189 / T1	Abierto	
	Mando apertura 189 / T1	Abierto	
189 / T2	Mando cierre 189 / T2	Abierto	
	Mando apertura 189 / T2	Abierto	
152 / T1	Mando cierre 152 / T1	Abierto	
	Mando apertura 152 / T1	Abierto	
152 / T2	Mando cierre 152 / T2	Abierto	
	Mando apertura 152 / T2	Abierto	
52 / T1	Mando cierre 52 / T1	Abierto	
	Mando apertura 52 / T1	Abierto	
52 / T2	Mando cierre 52 / T2	Abierto	
	Mando apertura 52 / T2	Abierto	
52 / P1	Mando cierre 52 / P1	Abierto	
	Mando apertura 52 / P1	Abierto	
52 / P2	Mando cierre 52 / P2	Abierto	
	Mando apertura 52 / P2	Abierto	
52 / C	Mando cierre 52 / C	Abierto	
	Mando apertura 52 / C	Abierto	
892 / SA1	Mando cierre 89 / SA1	Abierto	
	Mando apertura 89 / SA1	Abierto	
892 / SA2	Mando cierre 89 / SA2	Abierto	
	Mando apertura 89 / SA2	Abierto	
TV / L2	Media tensión fase R		60.000 : 3 / 100 : 3V
	Media tensión fase S		
	Media tensión fase T		
	Media tensión fase N		
TV / C	Media tensión fase R		20.000 : 3 / 100 : 3V
	Media tensión fase S		
	Media tensión fase T		
	Media tensión fase N		
TV / R	Media tensión fase R		20.000 : 3 / 100 : 3V
	Media tensión fase S		

	Media tensión fase T		
	Media tensión fase N		
TV / L1	Media tensión fase R		60.000 : 3 / 100 : 3V
	Media tensión fase S		
	Media tensión fase T		
	Media tensión fase N		
	Media tensión fase S		
TA / L1	Media tensión fase S		400 / 5A
	Media tensión fase S		
TA / L2	Media tensión fase S		400 / 5A
	Media tensión fase S		
TA / P1	Media tensión fase T		1.200 / 5A
	Media tensión fase T		
TA / P2	Media tensión fase T		1.200 / 5A
	Media tensión fase T		
P.C.	Ausencia tensión barras 24 Vcc	Cerrado	
27 / L1	Presencia tensión 60 kV / L1	Abierto	
	Ausencia tensión 60 kV / L1	Cerrado	
27 / L2	Presencia tensión 60 kV / L2	Abierto	
	Ausencia tensión 60 kV / L2	Cerrado	
189 / L1	Señal abierto 189 / L1	Cerrado	
	Señal cerrado 189 / L1	Abierto	
189T / L1	Señal abierto 189T / L1	Abierto	
	Señal cerrado 189T / L1	Cerrado	
189 / L2	Señal abierto 189 / L2	Cerrado	
	Señal cerrado 189 / L2	Abierto	
189T / L2	Señal abierto 189T / L2	Abierto	
	Señal cerrado 189T / L2	Cerrado	
189 / T1	Señal abierto 189 / T1	Cerrado	
	Señal cerrado 189 / T1	Abierto	
189T / T2	Señal abierto 189T / T2	Cerrado	
	Señal cerrado 189T / T2	Abierto	
189T / SB	Señal abierto 189 / SB	Cerrado	
	Señal cerrado 189 / SB	Abierto	
152 / T1	Señal abierto 152 / T1	Cerrado	
	Señal cerrado 152 / T1	Abierto	

152 / T2	Señal abierto 152 / T2	Cerrado	
	Señal cerrado 152 / T2	Abierto	
89 / T1	Señal abierto 89 / T1	Cerrado	
	Señal cerrado 89 / T1	Abierto	
89T / T2	Señal abierto 89T / T2	Cerrado	
	Señal cerrado 89T / T2	Abierto	
Compartimiento M.T. Llegada Transf. T1	Señal de abierto 52 / T1	Cerrado	
	Señal de cerrado 52 / T1	Abierto	
	Señal de cerrado 89C - L / T1	Abierto	
	Señal de abierto 89C - L / T1	Cerrado	
	Señal de cerrado 89T / T1	Abierto	
	Señal de abierto 89T / T1	Cerrado	
Compartimiento M.T. Llegada Transf. T2	Señal de abierto 52 / T2	Cerrado	
	Señal de cerrado 52 / T2	Abierto	
	Señal de cerrado 89C - L / T2	Abierto	
	Señal de abierto 89C - L / T2	Cerrado	
	Señal de cerrado 89T / T2	Abierto	
	Señal de abierto 89T / T2	Cerrado	
Compartimiento M.T. SA1	Señal de abierto 89 / SA1	Cerrado	
	Señal de cerrado 89 / SA1	Abierto	
	Señal de cerrado 89T / SA1	Abierto	
	Señal de abierto 89T / SA1	Cerrado	
Compartimiento M.T. SA2	Señal de abierto 89 / SA2	Cerrado	
	Señal de cerrado 89 / SA2	Abierto	
	Señal de cerrado 89T / SA2	Abierto	
	Señal de abierto 89T / SA2	Cerrado	
Compartimiento M.T. Salida Línea 1	Señal de abierto 52 / P1	Cerrado	
	Señal de cerrado 52 / P1	Abierto	
	Señal de cerrado 89C - L / P1	Abierto	
	Señal de abierto 89C - L / P1	Cerrado	
	Señal de cerrado 89T / P1	Abierto	

	Señal de abierto 89T / P1	Cerrado	
Compartimiento M.T. Salida Línea 2	Señal de abierto 52 / P2	Cerrado	
	Señal de cerrado 52 / P2	Abierto	
	Señal de cerrado 89C - L / P2	Abierto	
	Señal de abierto 89C - L / P2	Cerrado	
	Señal de cerrado 89T / P2	Abierto	
	Señal de abierto 89T / P2	Cerrado	
Compartimiento M.T. de Enlace	Señal de abierto 52 / C	Cerrado	
	Señal de cerrado 52 / C	Abierto	
	Señal de cerrado 89C - L / C	Abierto	
	Señal de abierto 89C - L / C	Cerrado	
P.C	Alimentación 24 Vcc teleoperaciones		

### Relés

### Normas

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; Inmunidad (pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III
- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140/ ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2)

- EN 55011, clase A

Se suministrarán dos juegos de relés:

Para la protección de la llegada de la línea: 50/51, 81, 27, 59.

Para protección del transformador de potencia: 87.

*Relé de Sobrecorriente 50/51*

- Tipo .....Digital, Sobrecorriente de fase a tiempo definido
- Intensidad nominal (In) ..... 5 A
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Potencia nominal por fase ..... < 0,3 A
- Capacidad térmica continua: ..... 3 In
- Capacidad térmica de corto tiempo, 1 seg.: ..... 100 In
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255-3

*Relé de frecuencia 81*

- Tipo .....Digital, de frecuencia
- Intensidad nominal (In) ..... 5 A
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Relé de frecuencia 27*

- Tipo .....Digital, de mínima tensión
- Intensidad nominal (In) ..... 5 A
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Relé de máxima tensión 59*

- Tipo ..... Digital, de máxima tensión
- Intensidad nominal (In) ..... 5 A
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Relé diferencial 87*

- Tipo ..... Digital, diferencial para transformador de dos devanados
- Intensidad nominal (In) ..... 5 A
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

*Pruebas*

El tablero y sus componentes serán probados de acuerdo a la normas indicadas.

*5.2.1.6.4.13 Cargador de Baterías y Baterías de Acumuladores**5.2.1.6.4.13.1 Objetivo*

La presente especificación técnica define las características mínimas de los rectificadores 110 y 24 Vcc para el cargador de baterías para servicios estacionarios y relativas baterías de acumuladores de plomo para la subestación de transformación 60/20 kV “Santa Rosa”, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

*5.2.1.6.4.13.2 Normas de Referencia*

Para los tableros objeto del suministro se tienen que considerar aplicables las siguientes normas:

- CEI 21-2
- CEI 21-6 FAS - 361
- CEI 17-13
- CPR 547 1955 y siguientes variantes.

*5.2.1.6.4.13.3 Condiciones Ambientales*

- Temperatura min/max: ..... - 5 / + 30 ° C
- Humedad relativa: ..... 95%
- Altitud: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... normal según IEC
- Ubicación:..... interior

*5.2.1.6.4.13.4 Cargadores de Baterías 110 y 24 Vcc**Características Funcionales**Condiciones Normales de Funcionamiento*

El ramal servicios (RS) tiene que alimentar normalmente los servicios auxiliares de una sub estación eléctrica.

El ramal batería (RB) suministra la carga de fondo y aquella de mantenimiento de una batería de acumuladores como está definida en los datos característicos. El ramal RS suministra las prestaciones específicas en ausencia de conexión con la toma de corriente intermedia de la batería.

#### *Condiciones de Emergencia*

La falta de alimentación alterna con los transformadores provoca la conmutación, sin interrupción de la batería completa en la instalación

#### *Recarga Rápida*

Cesada la condición de emergencia, la vuelta a las condiciones normales será automática y el ramal "RB" tiene que realizar la recarga veloz de las baterías.

El sistema de recarga puede ser definido con el objetivo de recargar la batería en el tiempo razonable más breve.

Será posible regular los valores de las corrientes y de las tensiones de recarga. Será previsto el mando manual de inicio carga veloz.

#### *Falla del Ramal RS*

En caso de variación de la tensión continua en salida del transformador "RS" por valores más de  $\pm 10\%$  regulables, se tiene que producir automáticamente la conmutación en el ramal "RB", en tampón con la batería, de la línea al usuario.

#### *Falla del Ramal RB*

En caso de falla del ramal o variación más allá de los límites prefijados de los valores de recarga veloz, tiene que producirse automáticamente la conmutación de la batería en el ramal "RS"

#### *Automatismo*

Las modalidades del ejercicio arriba descritas serán coordinadas y controladas oportunamente para garantizar deficiencias y bruscas variaciones de tensión al usuario.

#### *Alarmas*

El rectificador será dotado de señales luminosas puestas al frente, aptas de identificar las causas de irregularidad.

Será previsto un circuito prueba lámparas y una salida, suma de las condiciones de alarmas previstas por la teleseñal.

Serán listadas cada una de las alarmas predispuestas en la vigilancia de la unidad.

#### *Coordinación de la Protecciones*

Será asegurada la correcta coordinación de las protecciones para garantizar que las condiciones de desperfecto sectorial no pongan fuera servicio la unidad, es decir también en función de las protecciones de línea en las ramificaciones externas a la unidad.

#### *Características Técnicas*

El rectificador tendrá las siguientes características técnicas mínimas:

- Capacidad del rectificador RB y RS 100% de la carga nominal más carga de tapón de la batería.
- Variación de la tensión c.c. al usuario  $\pm 1\%$  con carga 0 - 100% y tensión alternada en entrada equivalente a  $V_N + 10\% - 15\%$  y  $f = f + 2\% - 5\%$ .
- Componente alterna en la kc:  $\leq 1\%$ .
- Intensidad nominal de salida para el rectificador 110 Vcc, 50 A
- Intensidad nominal de salida para el rectificador 24 Vcc, 50 A
- Apto para carga de baterías del tipo como está especificado más adelante.

### Armario Recipiente

La unidad será montada en un armario en lámina de fierro tratada contra la oxidación y pintada según el standard del constructor. Será apta para montaje en el piso con cables en salida desde abajo.

Puede ser elegida la solución que prevé la realización en cajoncitos para montar en rack 19". En este caso el suministro incluye el bastidor 19".

En el caso de 2 unidades para la misma cabina ellas encontrarán lugar en el mismo rack a través de una adecuada separación metálica entre las dos unidades.

El grado de protección global no será inferior a IP 40.

Todos los equipos de control y regulación serán accesibles desde el frente del tablero.

### Características Constructivas

- Las conexiones internas serán ejecutadas con conductores flexibles en cobre de sección mínima equivalente a  $1 \text{ mm}^2$  aislados en PVC no propagadores de llama y bajísima producción de gas tóxico.
- Similar PVC será usado para las canaletas portahilos del cableado interno.
- Los conectores terminales serán fácilmente accesibles y aptos a la conexión de cables provenientes desde abajo.  
Serán del tipo armables por inserción. Los bornes de alimentación c.c. serán físicamente separados de aquellos de alimentación c.a. y de aquellos conductores de alarmas.
- El exterior del armario será provisto de un perno para la puesta a tierra, en posición oportuna, apto para la cuerda de  $70 \text{ mm}^2$ . De este modo serán conectadas todas las estructuras metálicas de las componentes eléctricas internas.
- Los transformadores de adaptación internos serán conectados según el esquema DYN 11 para limitar la circulación de la tercera armónica.
- Todos los equipos eléctricos serán tropicalizados.
- Todos los equipos internos serán dotados de tarjetas que contienen las contraseñas de los esquemas de referencia.  
En el frente del tablero, habrá tarjetas que deberán especificar la función de cada componente de vigilancia y maniobra.
- Cada unidad de rectificación será dotada de una placa de datos con todos los datos característicos de la unidad en conformidad a las normas aplicables.

### Pruebas

Los cargadores serán probados de acuerdo a la norma indicada.



### 5.2.1.6.4.13.5 Baterías de Acumuladores

#### Normas y reglamentos

Normas y Especificaciones : CNE – Suministro 2001, IEC 896-1/896-11 / 1429 / 707, VDE – 0510, IEEE – 450/484/485, DIN 40736 / 40737 / 43530, EN 50272-2.

Reglamentos de seguridad : Código nacional de electricidad – Suministro 2001, , VDE - 0510, DIN – 43539, CEI - 21,

#### Características generales

Tipo : plomo – ácido (de celdas independientes - unicelda)

Forma de trabajo : estacionario

Vaso y tapa : transparente, termo-sellado, con retardante de llama, elevada resistencia mecánica y térmica, con indicadores de nivel electrolito máximo / mínimo.

Placa positiva : plana o tubular.

Placa negativa : plana.

Tapones de seguridad : permite la ventilación - adición de agua - mediciones de densidad y temperatura, deben ser antinflama.

Electrolito : ácido sulfúrico diluido y microfiltrado.

Tipo de electrolito : absorbido.

Densidad del electrolito : 1,24 gr/dm<sup>3</sup> a 20°C (de acuerdo a norma DIN 43530).

Rellenado del electrolito : con agua desmineralizada, desionizada o destilada.

Conectores externos : cables de cobre forrados y flexibles.

Cubiertas cobre-conectores : de material aislante, protege contra contactos directos.

Tornillería : de acero inoxidable.

Ajustes de bornes : Indicado por el fabricante.

Estante : Estructural de montaje vertical, metálico con cubierta aislante, armable en módulos.

Mantenimiento : Reducido, indicar contenido de antimonio (menor al 3% - EN 50272-2) y reserva de electrolito.

Gasificación : Reducida, indicar contenido de antimonio (menor al 3% - EN 50272-2).

Equipos de medición : Hidrómetro, termómetro, jeringas y embudos

Repuestos : Tapones, conectores y tornillería.

Placas de identificación : Para identificación de características nominales del banco y para identificación correlativa de celdas.

Certificados de calidad : Indicados por el fabricante.

#### Características nominales por celda

Tensión nominal de celda : 2 voltios

Tensión de flote	: 2,20 – 2,25 voltios por celda (25°C)
Tensión de igualación	: 2,30 – 2,40 voltios por celda (25°C)
Tensión de corte	: 1,75 voltios por celda
Autodescarga	: menor al 1,0% por semana a 25°C
Capacidad nominal	: 90% primer ciclo (100% décimo ciclo).
Rendimiento en carga	: Indicado por el fabricante (mayor a 85% en amp.).
Vida útil mínima años/ciclos	: Diez (12) años o 1200 ciclos indicado por fabricante (mayor al 80% capacidad nominal).
Temp. ambiente de funcionamiento	: +40 °C (máximo), -5°C (mínimo)
Resistencia interna	: Indicado por el fabricante (IEC 60896-11).
Intensidad de cortocircuito	: Indicado por el fabricante (IEC 60896-11)..
<b>Características de seguridad</b>	
Inflamabilidad	: los componentes plásticos deben ser de “llama retardada”. IEC-707
Cortocircuito	: no debe explotar hasta tensión cero, el fabricante indicara la corriente de cortocircuito.
Grado de estanqueidad	: sin pérdidas.
Conexiones	: Totalmente aisladas.

#### Características de los Bancos de Baterías

- Tensión de banco .....110 Vcc ..... 24 Vcc
- Capacidad de descarga 1 h ..... 150 Ah ..... 150 Ah
- Peso específico electrolito..... 1,24 Lt/kg ..... 1,24 Lt/kg
- Corriente carga a fondo..... 20 A ..... 20 A
- Número elementos .....55 ..... 12

#### Extensión del Suministro

Las baterías serán provistas de:

- Medios de interconexión.
- Bornes terminales para conexión de cables en salida.
- Placa con instrucciones de carga de ejercicio para colgar en el interior y en el exterior de la sala baterías, como está previsto por las normas.
- Instrucciones de montaje, ejercicio y mantenimiento.

#### Aplicaciones

Almacenamiento de energía confiable para sistemas UPS.

#### Pruebas

Las baterías serán probadas de acuerdo a las normas indicadas. Principalmente se realizará lo siguiente:

- Carga inicial y primera descarga en fábrica.
- Nivelación de la carga inicial con el UPS.
- Pruebas de autonomía del banco instalado hasta el tercer ciclo.

#### 5.2.1.6.4.14 *Canaletas y Tapas en Plancha de Fierro Galvanizado*

##### 5.2.1.6.4.14.1 *Objetivo*

Las canaletas metálicas se utilizarán para alojar cables de energía eléctrica, telecomunicaciones, señalización, automatización y otros, que se instalarán en los ambientes tecnológicos de la subestación de transformación 60/20 kV "Santa Rosa".

##### 5.2.1.6.4.14.2 *Canaletas*

##### Características Constructivas

###### a) Material :

Acero al carbono de Fe 360 (UNI)

###### b) Norma:

IEC - 264

###### c) Dimensiones

- Canaleta tipo 1: ..... 300 x 100 mm. con espesor de 2,00 mm.
- Canaleta tipo 2: ..... 150 x 100 mm. con espesor de 2,00 mm.
- Tapas tipo 1: ..... 300 x 10 mm. con espesor de 1,50 mm.
- Tapas tipo 2: ..... 150 x 10 mm. con espesor de 1,50 mm.

d) El espesor de la plancha para la canaleta, no puede ser menor al indicado, ya que en la fase de elaboración para la realización de la protección a través de una inmersión en zinc fundido la plancha puede sufrir deformaciones.

e) Las canaletas portacables tendrán que ser del tipo en plancha de acero con perfil en forma de "U " y lados ribeteados contruidos con elementos :

- Rectilíneos de 3 m. de largo, con agujeros de unión en los extremos.
- Las curvas rectangulares y transiciones, diedros o planos, en 45° y 90°, con dobladura posiblemente con radio de curvatura continuo alrededor de 300 a 800 mm.
- Las curvas rectangulares y transiciones podrán tener amplitudes varias, ya sea de 90°, 120° y 150°, en sentido vertical u horizontal.
- Con elementos a "T "o en cruz (solo en el caso de elementos planos) con características análogas a las previstas para los elementos en curva.
- Todos los citados elementos tendrán que estar dotados de planchas de unión con pernos zincados en caliente, los que tendrán también función de conexión a tierra.
- Las planchas de unión de las canaletas portacables serán de 200 x 94 mm., con cuatro agujeros de  $\phi$  12 mm., en los que se colocarán pernos de 10 MA x 20 mm. provistos de tuerca y arandelas de presión (Grover), todos estos elementos serán zincados en caliente.

En este caso se va a garantizar:

- Una superficie de contacto de por lo menos de 200 mm<sup>2</sup> por lado.
  - Una sección equivalente de cobre de 25 mm<sup>2</sup>.
- f) Por lo que se refiere a la carga, ellas tendrán que ser proporcionadas según las siguientes indicaciones:
- Considerando los apoyos distantes en 2 m. y las deformaciones dentro de los límites de elasticidad del material (flecha máxima inferior a 1/300 de la longitud total), en la canaleta de 300 x 100 mm., la carga debe distribuirse 30 kg/m más una carga concentrada en el medio de 80 kg.
- g) Las canaletas portables, tienen que ser del tipo plancha de acero llena y una tapa superpuesta con accesorios de fijación.
- h) El espesor de las tapas debe ser menor o igual al de la canaleta, pero nunca inferior a 1,50 mm., tendrá que ser fijada en los bordes de la canaleta con tornillos zincados o autorroscantes cadmiados.

#### Modalidades de Instalación

Generalmente las canaletas se van a apoyar en repisas, fabricadas estas en perfil de acero y con un tratamiento de zinc fundido a altas temperaturas las mismas se instalarán de acuerdo a la distancia indicada en el punto e).

Las canaletas se fijarán a las repisas, por medio de pernos con cabeza redonda, tuercas y arandelas de 6 MA, estos elementos de fijación se insertarán en un agujero tanto de la canaleta como de la repisa.

#### *5.2.1.6.4.14.3 Repisas de Soporte - Carpintería Metálica*

##### Características Constructivas.

Las repisas, los travesaños y los estribos serán fabricados en perfiles standard de acero al carbono Fe 37 (UNI), y recibirán un tratamiento de galvanizado en caliente de acuerdo a lo indicado en el punto, y en presentaciones de 6 m. de longitud.

La fabricación se hará en taller, respetando todas las indicaciones que se encuentran en los correspondientes diseños.

##### Instalación

La fijación de las repisas y travesaños en la estructuras metálicas (donde existan), se realizará con estribos y contra estribos con pernos, excluyendo la utilización de pistolas disparas - clavos, o de uniones efectuadas por medio de soldadura.

En el caso de estructuras de concreto armado (tradicional o prefabricado), la fijación previa aprobación del Supervisor de Obra, se podrá efectuar utilizando uñas metálicas a expansión (tipo T-fix o similar al perno hilti kwik bolt) en cantidades suficientes de acuerdo a las cargas previstas.

#### 5.2.1.6.4.14.4 Soldadura

##### Especificación

Soldadura eléctrica con electrodo de la mejor calidad para perfiles de acero al carbono FE-37 (UNI), conforme a las normas NTP.

La soldadura debe ser libre de poros e impurezas, la superficie se encontrará totalmente limpia antes de proceder con el acabado, según las normas CEI 7-6 Julio'68.

#### 5.2.1.6.4.14.5 Revestimientos Protectores para las Canaletas, Tapas, Repisas y Carpintería Metálica Diversa

Es preciso basarse únicamente en los siguientes sistemas de protección:

##### Proceso de Inmersión en Zinc a Altas Temperaturas

Este proceso garantizará una mejor duración y seguridad de las canaletas y tapas así como de otros elementos metálicos.

Consiste en la inmersión de los elementos en una tina conteniendo zinc fundido, según la norma CEI 7 -6 de Julio' 68 se debe adherir en las superficies 610 gr/m<sup>2</sup>.

##### Aplicación del Zinc a Bajas Temperaturas

Para utilizar este proceso, es necesario que las superficies se encuentren limpias luego se somete un proceso de arenado, para posteriormente aplicar por lo menos dos capas de un anticorrosivo epóxico a base de zinc metálico o si no pintura zincada con silicón.

Cabe señalar que este proceso será admitido por el Supervisor de Obra, solo para el resane de la protección zincada de las piezas que han sufrido pequeños raspaduras.

#### 5.2.1.6.4.15 Red de Tierra

##### 5.2.1.6.4.15.1 Objetivo

La presente especificación técnica, define las características mínimas de los elementos necesarios para la instalación de la red de tierra en la subestación de transformación 60/20 kV "Santa Rosa", las cuales pueden ser mejoradas por otros de características similares.

##### 5.2.1.6.4.15.2 Generalidades

Teniendo en consideración la magnitud de las instalaciones eléctricas y por seguridad del personal que opera el sistema así como el de mantenimiento, es necesario que en cada una de las subestaciones mencionadas se cuente con una protección de puesta a tierra del tipo red o malla, la misma que estará dividida en una malla profunda que se ejecutará como parte de la obra civil y la red de tierra superficial, que a continuación se describe.

##### 5.2.1.6.4.15.3 Normas

Las instalaciones de puesta tierra deberán cumplir con los requerimientos del CNE – Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001.

##### 5.2.1.6.4.15.4 Características de la Red de Tierra Superficial - Red Colectora

- La red de tierra superficial, es aquella a la cual se conectarán todas las partes metálicas no vivas de los equipos: tableros, celdas de distribución, estructuras metálicas, etc.

- La conexión de la malla profunda con la superficial, se hará a partir de las barras de cobre, ubicadas en los sótanos, las cuales deberán ser instaladas por el CONCESIONARIO.
- Se instalará un cable de cobre desnudo temple blando de 70 mm<sup>2</sup> (como mínimo) en las canaletas del sótano que servirá de red colectora de la cual se harán derivaciones a los equipos, tableros y estructuras metálicas, estará conectada a la red de tierra profunda mediante las barras instaladas en el sótano, también estará conectada al sistema de canaletas.
- Las derivaciones efectuadas de la red colectora a los tableros se realizarán con conductor de cobre tipo TW color amarillo verde, sección 70 mm<sup>2</sup> como mínimo.
- Las derivaciones efectuadas de la red colectora a las estructuras metálicas se realizarán con conductor de cobre tipo TW color amarillo verde, sección 16 mm<sup>2</sup> como mínimo. Se definen como estructuras metálicas a todos los soportes, puertas, pasamanos, etc.
- Las conexiones a las barras y a los equipos, tableros y estructuras metálicas se efectuarán mediante pernos – arandelas – tuercas de acero inoxidable.
- Los cables de puesta a tierra serán protegidos mediante tubos de PVC-SAP en los lugares que se considere estén expuestos a deterioros por impactos.
- No se admitirá más de una derivación de una misma conexión a tierra, para garantizar la continuidad de las conexiones a tierra.
- Las conexiones del neutro de los transformadores de potencia tendrán una conexión directa a la malla de tierra profunda, que estarán disponibles en dimensiones necesarias, considerando que fueron instaladas por el CONCESIONARIO.

#### 5.2.1.6.4.16 Conductores y Accesorios

##### 5.2.1.6.4.16.1 Cables de Baja Tensión y Accesorios

#### Objetivo

La presente especificación define las características técnicas mínimas de los cables de baja tensión, a utilizarse para los circuitos de control, protección, mando, señalización, alumbrado y fuerza que se distribuirán en las salas de la subestación de transformación 60/20 kV “Santa Rosa”.

#### Condiciones Ambientales

- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa: ..... 95 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m
- Ambiente: ..... salino, alta contaminación

#### Consideraciones Técnicas

- En los circuitos alimentadores, la sección del neutro es igual a la de fase, hasta los 25 mm<sup>2</sup>, mayores a esta es la mitad de la fase.
- En el dimensionamiento de los cables de energía se ha tenido en cuenta, las siguientes condiciones:
  - Mantener los valores de caída de tensión dentro de los valores prefijados, sea en condiciones de operación normal o en situaciones transitorias como la puesta en marcha de motores (dimensionamiento eléctrico).

- Mantener la temperatura dentro de los límites admitidos del tipo de cable, sea a la corriente de operación normal o mediante la adecuada coordinación con la protección eléctrica a las intensidades de sobrecarga o de cortocircuito en las reales condiciones de instalación (dimensionamiento térmico).

#### Utilización de Conductores

##### Conductor de Protección

Se utilizará para la conexión de las estructuras metálicas y equipos eléctricos, a la malla de tierra de la subestación; deberá ser de cobre rígido, con asilamiento de PVC, color amarillo, no propagante de flama y de las siguientes características:

- Tipo: ..... TW
- Tensión de diseño Eo/E: ..... 450 / 750 V
- Temperatura de operación: ..... 40 ° C
- Secciones a utilizarse: ..... 16, 50, 70, 120 y 185 mm<sup>2</sup>
- Normas de fabricación: ..... NTP 370.048,  
..... CEI 20-210 IEC 332 – 3, UL-83  
..... ASTM B3-B8 y VDE-0250

##### Cables de Potencia

- Tipo: ..... NYY
- Tensión de diseño Eo/E: ..... 0,6 / 1,0 kV
- Temperatura de operación: ..... 80 ° C
- Secciones a utilizarse: ..... mínima 4 mm<sup>2</sup> máxima 110 mm<sup>2</sup>
- Configuración: ..... bipolares, tripolares y tetrapolares
- Normas de fabricación: ..... NTP 370.048, CEI 20-210, IEC 332 - 3.  
..... ASTM B3-B8 y CEI 20-14

##### Cables de Mando, Control y Señalización

Para el mando, control y señalización, se utilizarán cables multipolares, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup>, con formación de 7, 12, 16 y 19 conductores. Estos conductores serán de cobre con aislamiento de PVC, no propagadores de flama, tipo CCT-B.

##### Cables de Medida y Telemidas

Para las medidas y telemidas, se utilizarán cables multipolares, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup>. Estos conductores serán de cobre con aislamiento de PVC, no propagador de flama, tipo CCT-B

#### Empalmes para Cables Multipolares

##### Características:

- Tipo: ..... encapsulado en resina
- Dimensión: ..... cable multipolar de 2 x 2,5 y 10 x 2,5 mm<sup>2</sup>
- Instalación: ..... en canaleta de concreto o metálica
- Propiedad: ..... resistente a la filtración de agua

## Terminales para Cables de Baja Tensión

### Características

- Deben garantizar la conductividad de la corriente eléctrica y resistencia mecánica.
- Su fabricación debe ser en cobre electrolítico estañado.
- Deben contar con un bisel, que facilite la inserción del conductor y una barrera de tope que garantice que el conductor quede centrado.
- Todos los terminales deben ser aislados de fábrica en algunos casos y en otros con recubrimiento termocontraíble.

### Consideraciones de Instalación

- Los cables de baja tensión serán diferenciados entre cables de fuerza y control para lo cual se deberán instalar en canaletas separadas en dos niveles.
- En todo momento se tendrá el mayor cuidado para que los cables no se dañen durante su almacenamiento, transporte y en su instalación.
- Los cables deberán instalarse, de tal manera que se obtenga un acabado perfecto y satisfactorio, para ello se usarán los materiales idóneos a este fin, tal como grapas, anillos de identificación, amarracables, cintas aislantes de primera calidad, etc.

## 5.2.1.7 SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN

### 5.2.1.7.1 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN (QMS)

#### 5.2.1.7.1.1 *Objetivo*

La finalidad de la presente especificación es describir las características técnicas mínimas de los tableros de distribución que se instalarán en las siguientes subestaciones de rectificación (SER), las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares:

- Los Cabitos (SER 11)
- Javier Prado (SER 14)
- Mercado Mayorista (SER 16)

(ceñirse al plano I3480A, del anexo 2).

### Normas

La fabricación, pruebas y operación de las celdas, deben estar de acuerdo con las normas siguientes: IEC 60694, 60298, 60056, 60129, 60265-1, 60420, 60243-5, 60529 y 60071.

### Condiciones Ambientales

Se instalarán al interior, bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa máxima: ..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.



- Ambiente: ..... Salino (corrosivo), alta contaminación

### Características Técnicas

- Grado de protección mecánica:..... IP 54
- Tensión de aislamiento: ..... 24 kV
- Tensión nominal: ..... 21,6 kV
- Tensión de servicio: ..... 20 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Intensidad de cortocircuito simétrica: ..... 25 kA
- Intensidad térmica de barras, durante 1 segundo: ..... 25 kA
- Alimentación auxiliar motor de carga de muelles para cierre / apertura: ..... 110 Vcc
- Control..... 110 Vcc
- Telemando: ..... 24 Vcc
- Auxiliares:.....380/220 Vca 60 Hz

### Características Constructivas

Los tableros 20 kV son del tipo protegido con celdas prefabricadas con láminas de hierro y perfilados, cuya composición se describe a continuación:

<b>Celdas</b>	<b>SER 8</b>	<b>SER 11</b>	<b>SER 14</b>	<b>SER 16</b>
1 – Celdas TV barras		1	1	1
2 – Entrada / Salida alimentación	1	2	2	4
3 – Alimentación transformadores grupo conversión		2	2	2
4 – Alimentación transformadores servicios auxiliares		2	2	2

Nota: SER 8 es la subestación de rectificación de Atocongo (existente)

El tablero debe incluir todas las claves de maniobra necesarias, una pertiga de salvamento, un portaguantes con guantes, un detector de tensión con pértiga, placas de aluminio con indicaciones de seguridad y una banqueta aislante; para ser instalados junto al tablero en un soporte adecuado.

Las celdas tendrán las siguientes características:

- Libre de mantenimiento.
- Independiente del clima.
- Recinto primario trifásico, celda-metálica (metalclad), revestimiento - metálico.
- Aislamiento en gas SF6 o vacío.

- A prueba de gas, estructura del tablero soldada o acero inoxidable con bushings para conexión eléctrica y componentes mecánicos.
- La celda será construida sobre la base de perfiles de 2 mm. y planchas de fierro de 1,5 mm. como mínimo, la misma será completamente cerrada y subdividida en cuatro (04) compartimientos, en los cuales se distribuirán los seccionadores, interruptores, transformadores de corriente, tensión, borneras, etc.
- La estructura de la celda debe permitir su fijación al piso a través de pernos de expansión.
- En el interior de la celda se debe instalar una barra de cobre para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la malla de tierra externa.
- Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.
- Las puertas deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo.
- Debe ser dotada de placas que permitan con facilidad la identificación de los diversos componentes de las celdas tanto al exterior como al interior, así como el procedimiento para la operación o maniobra de la celda.
- Los cables así como las bornes deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.
- La celda debe tener un sistema de calefacción con control automático, para evitar la humedad en su interior.
- El ingreso de cables de alta tensión debe ser por la parte inferior desde las canaletas del sótano.
- El ingreso de cables de baja tensión debe ser por la parte superior desde la red de canaletas aéreas.
- Todos los dispositivos de protección, medición, control y señalización, serán instalados en la parte frontal de la celda.
- El diseño de la celda debe ser tal que permita poder ejecutar trabajos de mantenimiento en sus equipos con las celdas contiguas en servicio.
- El compartimiento del interruptor y seccionadores tendrá una ventana de material aislante, la función de ella es permitir la verificación de la operatividad de los equipos, la misma debe estar protegida internamente con una estructura metálica para evitar cualquier intento de acceso.

#### Equipamiento de la Celda de Media Tensión 20 kV

En sentido general cada celda contiene los siguientes componentes eléctricos.

- a) Un sistema de barras de cobre unido superiormente.
- b) Un seccionador rotativo de contrabarra que en posición de abierto hace inaccesible el compartimiento de barras indicado en a) (en las celdas de alimentación del transformador de servicios auxiliares e interruptor de carga telemandable).
- c) Un interruptor de línea que resulta extraíble una vez abierto el seccionador rotativo descrito en b) y abierto el seccionador de línea descrito en e); el cual debe ser telemandado.
- d) En las celdas de alimentación de transformadores de servicios auxiliares todo lo anteriormente mencionado es sustituido por fusibles de protección de alta tensión extraíble.

- e) Un seccionador de línea que une la salida del interruptor descrito en c) con el cable de potencia en la salida o en la entrada de la celda.
- f) Un seccionador de puesta a tierra de la línea de potencia en la salida o entrada de la celda.
- g) Relés de sobrecarga - cortocircuito (50/51 K), falla a tierra (67NK), insertados al sistema de protección del hilo piloto, asimismo un relé de bloqueo.
- h) Relés de sobrecorriente de fase (51/50a) y relé de falla a tierra 51 (Na).
- i) Transformadores de tensión y corriente, además voltímetro y amperímetro.
- j) Elementos de medida, mando y alimentación auxiliares.
- k) Señales de presencia de tensión, calefacción e iluminación interna.

#### Consideraciones de Seguridad para la Maniobra

- La celda debe contar con los bloqueos electromecánicos necesarios para evitar maniobras manuales erróneas; es decir el interruptor no debe cerrarse estando los seccionadores abiertos, asimismo los seccionadores no pueden abrirse estando el interruptor cerrado.
- No debe ponerse a tierra, sin antes haber abierto el interruptor y seccionadores.
- El acceso al compartimiento de potencia debe ser solo realizado cuando esta puesto el sistema a tierra.
- Todos estos enclavamientos deben ser respaldados por la liberación o bloqueo de llaves de seguridad codificadas.
- El compartimiento de las barras principales debe ser inaccesible desde los compartimientos de potencia una vez ejecutada la maniobra de los seccionadores rotativos. El acceso o conexionado a estas será mediante la apertura de cubiertas metálicas laterales de montaje especial.
- La maniobra de los seccionadores será simultánea con enclavamiento mecánico, se abrirán y cerrarán juntos.

#### Características de los Equipos de las Celdas de Media Tensión - 20 kV

##### *Seccionadores*

- Tipo: ..... rotativo contrabarra
- Tensión nominal: ..... 24 kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Intensidad nominal
  - Llegadas y salidas ..... 800 A
  - Salidas rectificadores. .... 630 A
  - Salidas transformadores servicios auxiliares. .... 400 A
- Corriente de breve duración: ..... 16 kA

- Potencia nominal de cierre: ..... 40 kA
- Telemando eléctrico: ..... Solo en celdas para Interruptor de carga (transformadores servicios)

#### *Interruptor de Línea*

- Tipo: .....extraíble
- Aislamiento: ..... en SF6 o vacío
- Tensión nominal: ..... 24 kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Intensidad nominal: ..... 630/800 A
- Potencia de interruptor nominal - 20 kV: ..... 16 kA
- Intensidad de corta duración 3 segundos:..... 16 kA
- Tiempo de interrupción a intensidad total:..... 80 - 85 ms
- Tiempo de cierre: .....100 ms
- Equipado con contactos de señales de:.....mínima tensión, estado de muelles y condición del SF6 o vacío.
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Equipado con: .....contador de maniobras

#### *Transformador de Tensión*

- Aislamiento: ..... en resina
- Tensión máxima de referencia: ..... 24 kV
- Tensión nominal primaria: .....  $20 / \sqrt{3}$  kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Potencia mínima nominal / clase:..... 150 VA / 3
- Conexiones
  - Primario: .....estrella
  - 1er. Secundario: .....estrella
  - 2do. Secundario: .....triángulo abierto con resistencia de carga por ferresonancia
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Factor de tensión:..... 1,2 continuo
- Tensión secundaria
  - 1er. Secundario: .....  $100 / \sqrt{3} \geq 30$  VA / CI 0,5
  - 2do. Secundario: .....  $100 / 3 \geq 30$  VA / 3P

- Dispositivo auxiliar:.....fusibles de protección
- Norma:..... IEC 60044-2

#### *Transformador de Corriente*

- Aislamiento:..... en resina
- Tensión máxima de referencia: ..... 24 kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Intensidad nominal térmica de cortocircuito, mínima 1 Seg:..... 12,5 kA
- Potencia mínima nominal / clase
  - 1er. Secundario: ..... 30 VA / CI - 0,5
  - 2do. Secundario: .....30 VA / CI - 5P10
- Relación de transformación en las celdas de entrada y salida: ..... 150 / 5 / 5 A
- Norma:..... IEC 60044-1

#### *Relés*

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; Inmunidad (Pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III
- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140/ ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2)

- EN 55011, clase A

Deberán tener las siguientes características generales:

- Tipo digital, programable, compatible con software en Windows.
- Señalización de alarma (visual y acústica) local y remota.
- Display para indicar parámetros eléctricos.

- Capacidad para mostrar gráficos, reportes y actualizaciones
- Capacidad de autosupervisión.
- Ingreso a software con código de seguridad.
- Entradas y salidas para controles externos programables.
- Dimensiones estándares.
- Operación a 60 Hz.
- Capacidad para sincronización de tiempo con sistema satelital GPS con formato Estándar IRIGB, AFNOR, etc.
- Accesorios completos para mediciones (tensión y corriente, etc.) en AC y CC.
- Multifuncionales, debiendo tener como mínimo: detección de fallas contra sobrecorriente y cortocircuito (50/51), fallas a tierra (67), diferencial (87), mínima tensión (27), sobrecorriente de falla a tierra (64), con entrada y salida para hilo piloto.

#### *Relé de Sobrecorriente 51/50K*

- Tipo ..... sobrecorriente de fase a tiempo definido
- Intensidad nominal (In) ..... 5 A
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Potencia nominal por fase ..... < 0,3 A
- Capacidad térmica continua: ..... 3 In
- Capacidad térmica de corto tiempo, 1 seg.: ..... 100 In
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255-3

#### *Relé de Falla a Tierra 67N*

- Tipo ..... de falla a tierra, direccional a tiempo definido
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Circuito de corriente alimentado a través de transformador toroidal: ..... 1 A
- Sobrecarga en regimen permanente/1 seg: ..... 5 / 150 A
- Consumo a 5 A: ..... ≤ 5 A
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

#### *Relé de Sobrecorriente 51/50a*

- Tipo ..... sobrecorriente de fase a tiempo definido
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Sobrecarga ..... I >

- Cortocircuito ..... I >>
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

#### *Relé de Falla a Tierra 51Na*

- Tipo .....sobrecorriente a tiempo definido
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 2 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 5 kV (pico)
- Normas de fabricación ..... IEC 255

#### *Transformador Toroidal*

- Tipo .....abierto
- Relación de transformación:..... 100 / 1 A

#### *Aparatos de Medición*

- Voltímetro
  - Escala:..... 0 - 25 kV
  - Operación con transformador de:..... 20 / 0,1 kV
  - Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
  - Clase de precisión: ..... 1,5
  - Dimensiones:.....96 x 96 mm.
  - Instalación: .....vertical - empotrado
  - Tipo: .....hierro móvil
  - Normas de fabricación: .....IEC 51 y 414
- Amperímetro
  - Escala:.....0 - 150 A
  - Operación con transformador de:..... 150 / 5 A
  - Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
  - Clase de precisión: ..... 1,5
  - Dimensiones:.....96 x 96 mm.
  - Instalación: .....vertical - empotrado
  - Tipo: .....hierro móvil
  - Normas de fabricación: .....IEC 51 y 414

#### *Borneras*

- De Señales y Control
  - Conductor a utilizar: ..... 1,5 mm<sup>2</sup>

- De servicios - 220 Vca
  - Conductor a utilizar: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>

#### *Señal de Presencia de Tensión*

- Tipo de circuito alimentador: .....divisor capacitivo de línea - tierra

#### Protección

El CONCESIONARIO deberá compatibilizar los relés de protección digital del presente suministro con el sistema de protección existente.

#### Pintura

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Preparación de la Superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del óxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco.

#### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

#### Consideraciones de Instalación

- Las celdas serán instaladas sobre el piso, fijadas a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt-II de hilti.
- Las celdas serán tratadas con especial cuidado para evitar su deformación, se nivelarán asegurándose que las caras verticales estén perfectamente alineadas, de tal manera que permitan el libre funcionamiento de las puertas, paneles y bastidores deslizantes.
- Se efectuaran los cableados necesarios que por razones de transporte, no se hayan efectuado en fabrica.
- Temporalmente se podrá desconectar el cableado interno para efectos de instalación, debiendo reconectarse una vez instalado las celdas.
- Cuando por razones de transporte se hayan embalado algunos componentes por separado, se procederá a su instalación una vez montada la celda.
- Las celdas deben ser conectadas a la red de tierra superficial.

Los cableados se realizarán utilizando las canaletas metálicas aéreas y las ubicadas en el sótano de la subestación.

#### Pruebas

El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.



## 5.2.1.7.2 TRANSFORMADORES DE GRUPO

### 5.2.1.7.2.1 *Objetivo*

La presente especificación técnica define las características mínimas de los transformadores para grupos de conversión con rectificadores al silicio y relación dodecafásica, que se instalarán en las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### 5.2.1.7.2.2 *Normas de Referencia.*

El transformador deberá proyectarse, construirse y probarse de acuerdo con estas especificaciones y con las normas IEC 76, DIN 42-504, IEC 551 vigentes.

### 5.2.1.7.2.3 *Condiciones Ambientales*

Los transformadores serán previstos para instalación al interior con las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura media diaria: ..... 30 °C
- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa máxima:..... 95%
- Altitud: ..... ≤ 1000 m.s.n.m
- Atmósfera en ambiente normal

### 5.2.1.7.2.4 *Características del Transformador*

Los transformadores deben cumplir las siguientes características:

#### *Esfuerzos Electromagnéticos y Solicitaciones Térmicas*

Los arrollamientos de los transformadores serán fijados y dimensionados en modo tal de resistir sin sufrir daños, a la máxima corriente de cortocircuito, limitada solamente a la inducción del transformador por al menos dos segundos.

#### *Eficiencia*

Los transformadores tendrán una eficiencia elevada, las pérdidas en vacío y con carga serán mínimas, las pérdidas serán los factores más importantes para determinar la eficiencia.

#### *Características Técnicas Generales*

- Tipo: ..... trifásico de tres devanados
- Aislamiento:.....aceite
- Los bobinados de alta tensión deberán estar sumergidos en aceite dieléctrico.
- El enfriamiento de los transformadores deberá ser en forma natural, por el propio medio ambiente ONAN.
- Cuando la temperatura máxima permitida en el aislamiento fuera alcanzada, la sobrecarga deberá ser interrumpida.
- Los transformadores deberán tener una construcción robusta, tomando en consideración las exigencias de instalación y puesta en servicio.



- Tensión de aislamiento primaria:..... 24 kV, uniforme
- Tensión prueba de impulso (onda llena): ..... 125 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial:
  - Enrollamiento primario: ..... 50 kV
  - Enrollamiento secundario:..... 8 kV
- Tensión de prueba para circuitos auxiliares a frecuencia industrial: ..... 2,0 kV
- Conmutador primario:..... En vacío
- Potencias acústicas (normas CEI) .....  $\leq 82$  dB
- Corriente a vacío a tensión y frecuencia nominal, en porcentaje de la corriente nominal: ..... 1,4 %
- Capa neutra de la red primaria:.....aislado a tierra

#### *Accesorios*

- Conmutador de tomas en vacío de 5 posiciones  $\pm 2,5$  %, con comando señalado a la altura de una persona.
- Sistema de protección térmica del bobinado compuesto por sensores térmicos con contactos independientes para control y protección.
- Una o dos platinas de puesta a tierra.
- Indicador de temperatura para uso en el enrollamiento secundario.
- Ruedas orientables en las dos direcciones, con dispositivo de bloqueo.
- Caja de borneras auxiliares, resistencia anti condensación y termostato. Todos los hilos del cableado serán no propagadores de incendio.
- Argollas de izaje
- Placa de características y normas
- Accesorios especiales para un eventual montaje y/o mantenimiento.

#### *Características Constructivas*

- El núcleo magnético será fabricado con plancha de acero al silicio de grano orientado, laminada en frío, de bajas pérdidas y aisladas sobre las dos caras.

Las chapas deberán ser perfectamente planas y exentas de impurezas y escorias en todo su corte.

Deberán estar provistos de canales de ventilación entre el núcleo y el enrollamiento de baja tensión y también entre los enrollamientos de alta y baja tensión.

- Los enrollamientos deberán estar construidos con material conductor (cobre) de elevada pureza y materiales aislantes de calidad coincidente con los requerimientos térmicos, eléctricos y mecánicos previstos.

Los terminales de enrollamiento y las derivaciones deberán ser soldados en el propio cuerpo de la bobina, de modo tal que se evite cualquier daño ocasionado por vibraciones, y deberán también ser adecuados para conexión con los cables del primario y las barras del secundario.

El aislamiento tendrá una elevada consistencia disruptiva y será resistente a la temperatura.

- Líquido de aislamiento y refrigeración: aceite mineral de acuerdo a VDE 0370 / IEC 296

### *Conexiones*

- Alta tensión:

Mediante aisladores en aire, adaptadores para conductores provenientes desde arriba. Montaje sobre el lado largo del transformador.

- Baja tensión:

I y II secundarios en barras desnudas en la parte superior, lado largo opuesto a lado A.T.

- Auxiliares:

Abajo, en el lado corto.

### *Pintura*

Los herrajes del núcleo y el envoltorio de protección, si lo hay, para efecto del tratamiento y pintado, deberán obedecer lo siguiente:

#### *Preparación de la Superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco

#### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

### *Consideraciones de Instalación*

- La estructura del transformador debe ser conectada a la red de tierra superficial, para lo cual debe utilizarse la platina de puesta a tierra que se encuentra cerca a este.
- El alimentador del lado de 20 kV estará conformado por conductores unipolares del tipo N2XSJ de 70 mm<sup>2</sup>.
- El cableado de los conductores se hará a través de las canaletas de cables que se encuentran en la cabina.

### *Pruebas*

Los transformadores serán probados de acuerdo a las normas indicadas.

### 5.2.1.7.3 GRUPOS RECTIFICADORES

#### 5.2.1.7.3.1 *Objetivo*

La presente especificación técnica define las características mínimas de los grupos rectificadores a diodos de silicio que se instalarán en las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### 5.2.1.7.3.2 *Normas de Referencia*

Todos los grupos rectificadores deberán proyectarse, construirse y probarse de acuerdo con estas especificaciones y con la norma IEC-146 vigente.

#### 5.2.1.7.3.3 *Condiciones Ambientales*

Los grupos rectificadores serán previstos para instalación al interior con las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura media diaria: ..... 30 ° C
- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 ° C
- Humedad relativa máxima:..... 95%
- Altitud: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m
- Atmósfera en ambiente normal

#### 5.2.1.7.3.4 *Características Generales*

Los grupos rectificadores de silicio se instalarán al interior de los armarios metálicos y se destinarán a la conversión de corriente alterna en continua, para el servicio de tracción.

El grupo rectificador tendrá una potencia nominal de 3.500 kW, y deberá soportar una sobrecarga de 150% por 2 horas y de 300 % por 1 minuto, correspondientes a clase VI de la norma IEC 146. Ese ciclo de carga, que podrá ocurrir en las horas pico de tráfico de trenes (dos veces al día), deberá soportarse sin daños ni perjuicios para la vida útil de los diodos, asimismo con un diodo fuera de funcionamiento en cada ramo.

El esquema de conversión de cada grupo de rectificación es del tipo doble puente trifásico. Cada uno de ellos es alimentado por su transformador anódico de doble arrollamiento secundario: Dy11-Ddo. Un puente es alimentado por un secundario en estrella y el otro por el segundo en triángulo de modo tal que los dos puentes estén defasados en 30° eléctricos. Por lo tanto el sistema de rectificación en su conjunto es del tipo dodecafásico.

La regulación de tensión nominal, intrínseca, conforme a la norma IEC-146, desde el conjunto de conductores primario del transformador hasta los terminales en corriente continua del rectificador, deberá situarse dentro de los límites siguientes:

- no menos de 4%;
- no más de 6,5%.

El número de celdas conductoras, por tramo, a ser conectadas en paralelo, será determinado para satisfacer las prescripciones de la norma IEC-146 y para que el rectificador pueda soportar sin daños las corrientes de cortocircuito. En particular deberán ser capaces de soportar una corriente de 100% de corto circuito para un corto aplicado en los terminales del lado de corriente continua, por un tiempo no inferior a 250 mseg.

### 5.2.1.7.3.5 Características Técnicas

#### Características Constructivas.

- Compartimiento de potencia que contiene dos grupos rectificadores a diodos de silicio conectados en puentes trifásicos y previstos para 2.334 A - 750 V. Los dos puentes son conectados en serie de modo de poder dar a la salida una alimentación en 1.500 V. y 2.334 A.
- Compartimiento de comando y control que contiene los equipos auxiliares de señalización y comando, y los circuitos de alarma y enclavamiento.

#### Datos Técnicos

- Tensión nominal: ..... 1.500 V
- Corriente nominal: ..... 2.334 A
- Potencia nominal: ..... 3.500 kW
- N° pulsaciones: ..... 12
- Esquema de conversión: ..... doble puente trifásico serie
- Rendimiento a plena carga (rectificador)..... no menos de 99%
- Componente de desfase del factor de potencia (grupo transformador/rectificador): $\geq 0,96$

Las tensiones disponibles para alimentación de los servicios auxiliares son las siguientes:

- tensión monofásica: .....220 V, 60 Hz
- tensión continua: ..... 24 – 110 V cc

#### Sistema de Refrigeración de los Rectificadores

La refrigeración de los diodos y fusibles es obtenida por circulación natural de aire en ciclo abierto.

Los diodos son montados en disipadores de aluminio, los cuales son refrigerados por aire que posteriormente se descarga en el ambiente. Por lo tanto el ambiente debe ser adecuadamente dimensionado a los efectos de poder evacuar el calor disipado.

#### Protecciones

##### *Sobretensiones*

La protección del diodo contra las sobrecorrientes de origen interno, como aquellas de conmutación y maniobra, es realizada mediante grupos R-C (resistencia y capacitancia) instalados en el tablero de rectificación.

##### *Cortocircuitos*

Las protecciones de los diodos contra cortocircuitos internos son realizadas mediante fusibles especiales a baja tensión de arco. En serie con cada diodo es conectado un fusible, de modo tal que interrumpa la corriente de cortocircuito del mismo.

### Señalizaciones

Todas las protecciones están conectadas a una central de alarmas que contiene dispositivos de señalización óptica y acústica para la individualización de las fallas y, en caso de ser necesario, desconexión del grupo.

#### 5.2.1.7.3.6 Descripción de los Equipos

Cada uno de los tableros rectificadores es de 2.334 A –1.500 V, para instalación interior sobre piso y refrigerado por circulación natural de aire (AN)

Cada tablero rectificador tiene dos compartimientos de las siguientes características:

- 1 compartimiento rectificador refrigerado al aire y compuesto por:
  - 1 complejo de diodos al silicio, tipo a disco, refrigerado sobre dos lados, conectado a doble puente trifásico, montado sobre disipadores aletados en aluminio.
  - 1 Conjunto de fusibles especiales (uno para cada diodo) para la protección de los cortocircuitos internos.
  - Cada fusible está provisto de un indicador para la individualización rápida de la falla y de un microinterruptor para la eventual desconexión del grupo.
  - 1 Conjunto de circuitos R-C para la protección de los diodos contra las sobre tensiones.
  - 1 Impedancia de descarga condensadores (R-RC) lado c.c.
- 1 compartimiento de control:
  - 1 Conmutador de 3 vías " manual - 0 - automático"
  - 1 Cuadro para la señalización óptica de las intervenciones de alarmas.
  - 2 Lámparas (grupo en/fuera de servicio).
  - 2 Pulsadores para la apertura y cierre del interruptor de 20 kV, con la correspondiente lámpara de señalización de estado.
  - 2 Pulsadores para la apertura y cierre del seccionador lado cc, con la correspondiente lámpara de señalización de estado.
  - 2 Pulsadores para reconocimiento, reset y prueba de alarmas.
  - 1 Equipos auxiliares como: relés auxiliares, relés repetidores, alimentadores para sistemas de alarma, etc.

#### Datos Exigidos

El fabricante deberá proporcionar las siguientes informaciones:

- Curvas características directa e inversa de los diodos propuestos;
- Características eléctricas de los diodos y de sus accesorios (resistencia y condensadores); y
- Características de sobrecarga de los diodos (curva de corriente de cresta máxima admisible, en función del tiempo, para sobrecargas repetitivas y para sobrecargas accidentales);
- Memoria de cálculo justificativo del número de diodos instalados en paralelo y serie en cada brazo del puente.

- Curva de regulación tensión x corriente, incluyendo el efecto del transformador.

Pintura

#### Tratamiento

Descascaramiento químico, fosfatización y neutralización.

#### Pintura

En polvo, a base de resina epóxica y poliéster por proceso electrostático (curado a 210 °C) espesor 60 a 70 micrones, para mayor resistencia contra la corrosión y abrasión accidental.

#### Pruebas

Los rectificadores serán probados de acuerdo a las normas indicadas.

### 5.2.1.7.4 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 1.500 VCC

#### 5.2.1.7.4.1 *Objetivo*

La presente especificación técnica define las características mínimas de los tableros de distribución 1.500 Vcc (celdas positivas y negativas) que se instalarán en las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### 5.2.1.7.4.2 *Normas de Referencia*

Para el proyecto, construcción y ensayo son consideradas aplicables las normas IEC, VDE 0115 y 0660.

#### 5.2.1.7.4.3 *Condiciones Ambientales*

- Temperatura min/max: ..... 5 / 30 °C
- Humedad relativa: ..... 95%
- Altitud: ..... 1.000 m.s.n.m
- Ambiente: ..... normal según IEC
- Ubicación: ..... interno en adecuado local
- Protección mínima: ..... IP 2X
- Tropicalización pedida para componentes electrónicos.

#### 5.2.1.7.4.4 *Características de las Celdas*

#### Celdas Positivas

##### *Generalidades*

Cada tablero de cada una de las subestaciones, que comprende un determinado grupo de celdas positivas, será constituido por una estructura metálica en perfiles y plancha, apta para ser fijado en el piso por medio de pernos de expansión.



Cada celda de tipo prefabricado será cerrada totalmente.

El acceso será posible frontalmente a través de una puerta con red dotada de una electrocerradura con cierre a llave.

Lateralmente a dicha puerta una sección en plancha llena formará un panel de mando que tendrá en el frente todos los equipos auxiliares de mando y control.

Cuando, debido al transporte se prevea el desmontaje del panel en varios componentes, la conexión entre el panel de mando y los otros equipos puestos en el interior de la celda, se hará con conectores múltiples para facilitar el montaje en el lugar.

Las conexiones hacia el exterior serán previstas con bornes ubicados en el panel de mando.

El cableado de los circuitos auxiliares será realizado con conductores de cobre flexibles de sección:

- 2,5 m<sup>2</sup> para los circuitos de mando.
- 1,5 m<sup>2</sup> para las señales.

Con aislamiento y cubierta externa que no propaga incendio.

Todos los conductores serán alojados en canaletas aislantes con tapa o tubos PVC autoextinguibles.

Todos los cables serán identificados en los extremos con anillos.

Cada celda será dotada de todos los bloqueos electromecánicos necesarios para impedir maniobras equivocadas como por ejemplo:

- Entrada en la celda con seccionadores cerrados
- Cierre de seccionadores con puerta abierta.
- Apertura de seccionador con interruptor cerrado.
- Separación de eventuales componentes que, con celda aislada, queden bajo tensión.

Todos los tableros serán previstos para ampliación futura en ambos lados.

Todas las celdas de un tablero serán montadas una al lado de la otra con barras ómnibus (sea la principal o aquella de reserva) previstas para la longitud total y posesionadas en la parte superior del conjunto.

Las celdas de los alimentadores (1 – 2 – 3 – 4) tendrán instalados los circuitos de disparo simultáneo, conectados con los circuitos similares de las celdas de los alimentadores de la subestación contigua correspondiente, con el objetivo de obtener selectividad ante fallas de cortocircuito y sobrecarga en el tramo alimentado.

Las celdas de los alimentadores (1 – 2 – 3 – 4) tendrán instalados los circuitos de emergencia en línea, conectados con los circuitos similares de las celdas de los alimentadores de la subestación contigua correspondiente, con el objetivo de poder desalimentar la línea aérea de 1.500 Vcc en casos de emergencia.

El tablero debe incluir todas las llaves de maniobra necesarias, una pertiga de salvamento, un portaguantes con guantes, un detector de tensión con pértiga, placas de aluminio con indicaciones de seguridad y una banqueta aislante; para ser instalados junto al tablero en un soporte adecuado.

### Características Eléctricas

El conjunto de celdas positivas tendrá las siguientes características principales.

- Tensión nominal ..... 1.500 Vcc
- Tensión de ejercicio ..... 1.500 Vcc
- Tensión máxima de ejercicio ..... 1.800 Vcc
- Corriente nominal barras ómnibus ..... 4 kA
- Corriente nominal barra de reserva ..... 4 kA
- Corriente de cortocircuito x 200 (ms) ..... 35 kA
- Valor de cresta ..... 60 kA
- Tensión de prueba en frecuencia Industrial por 1 minuto.
  - circuitos principales ..... 10 kV
  - circuitos auxiliares ..... 2 kV
- Tensión alimentación circuitos auxiliares.
  - lógicos mandos y medidas ..... 110 Vcc
  - elementos de maniobra ..... 110 Vcc
  - señales ..... 24 Vcc
  - telemando ..... 24 Vcc
- Barra de tierra ..... 1 x (40 x 5) mm.

Todos los instrumentos de medida empleados tendrán clase de precisión 0,5.

Los reductores para corriente continua deberán tener las siguientes características:

- Corriente primaria compatible con aquella de grupo
- Tensión de prueba de aislamiento por 60 seg. :
  - Entre barra primaria y arrollamientos secundarios ..... 6 kV
  - Entre arrollamientos secundarios y masa ..... 2 kV

### Composición

El conjunto de las celdas positivas para cada subestación será compuesto esencialmente por los siguientes tipos de celdas:

- celda de grupo en cantidad ..... 2
- celda de alimentación en cantidad ..... 4
- Celda alimentación de reserva en cantidad ..... 1

Los equipos principales son los siguientes:

- Celda de Grupo
  - 1 Seccionador unipolar que tiene las siguientes características:
    - Mando ..... a motor
    - Mando de emergencia ..... con pértiga
    - Tensión nominal ..... 1.500 Vcc

- |                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| Tensión de operación .....          | 1.500 Vcc  |
| Corriente nominal .....             | 4.000 A    |
| Corriente máxima por 1 minuto ..... | 7.000 A    |
| Corriente de cortocircuito.....     | 25 kA eff. |
- 1 Relé directo para corriente inversa que tiene las siguientes características:

Tensión nominal .....	1.500 Vcc
Tensión máxima .....	1.800 Vcc
Intensidad de intervención regulable .....	170 A
Variación.....	+/- 10%
  - 1 Transductor para medida de corriente continua que tiene las siguientes características:

Tensión nominal .....	1.500 Vcc
Tensión de entrada.....	100 mV
Corriente de salida.....	20 mAcc
  - 1 Derivador (shunt) para la alimentación del transductor de corriente que tiene las siguientes características:

Corriente nominal .....	4.000 A
Tensión en salida.....	100 mV
  - 1 Convertidor para medida de tensión continua que tiene las siguientes características:

Tensión nominal .....	2.000 Vcc
Tensión de entrada.....	1.500 Vcc
Corriente de salida.....	20 mAcc
  - Celda para Alimentador
    - 1 Interruptor extrarrápido con carro extraíble

Tendrá contador del número de maniobras eléctricas, contador del número de maniobras de interrupción, contador del número de maniobras mecánicas, indicador mecánico de posición.,

Tensión nominal .....	1.500 V
Corriente nominal .....	3.500 A
Corriente máxima por 2 horas .....	3.500 A
Corriente máxima por 1 minuto .....	7.000 A
Capacidad mecánica .....	250.000 ciclos

Nivel de aislamiento:

Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto entre los contactos principales: ..... 10 kV

Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto entre el circuito principal y los circuitos auxiliares y masa: ..... 15 kV

Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto entre los circuitos auxiliares versus masa: ..... 2,5 kV

- Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto versus masa dispositivo de comando: ..... 1,5 kV
- Tensión de prueba a impulso atmosférico 1,2/50 us entre los contactos principales: ..... 30 kV
- Tensión de prueba a impulso atmosférico 1,2/50 us entre el circuito principal y los circuitos auxiliares y masa: ..... 40 kV
- Tensión de prueba a impulso atmosférico 1,2/50 us entre los circuitos auxiliares versus masa: ..... 5,0 kV
- 1 Dispositivo detector de la velocidad de crecimiento de la corriente (di/dt)
  - 1 Panel en material aislante equipado con el equipo necesario para la prueba línea.
  - 1 Panel para señalar presencia tensión, en material aislante.
  - 1 Transductor para medidas de corriente continua que tiene las siguientes características:
    - Tensión nominal ..... 1.500 Vcc
    - Tensión de entrada ..... 100 mV
    - Corriente de salida ..... 20 mAcc
  - 1 Derivador (shunt) para alimentación del transductor de corriente que tiene las siguientes características:
    - Corriente nominal ..... 4.000 A
    - Tensión en salida ..... 100 mV
  - Celda para Alimentador de Reserva
  - 1 Interruptor extrarápido con carro extraíble
 

Tendrá contador del número de maniobras eléctricas, contador del número de maniobras de interrupción, contador del número de maniobras mecánicas, indicador mecánico de posición.

    - Tensión nominal ..... 1.500 V
    - Corriente nominal ..... 3.500 A
    - Corriente máxima por 2 horas ..... 3.500 A
    - Corriente máxima por 1 minuto ..... 7.000 A
    - Capacidad mecánica ..... 250.000 ciclos

Nivel de aislamiento:

    - Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto entre los contactos principales: ..... 10 kV
    - Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto entre el circuito principal y los circuitos auxiliares y masa: ..... 15 kV
    - Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto entre los circuitos auxiliares versus masa: ..... 2,5 kV
    - Tensión de prueba a 60 Hz por 1 minuto versus masa dispositivo de comando: ..... 1,5 kV
    - Tensión de prueba a impulso atmosférico 1,2/50 us entre los contactos principales: ..... 30 kV

- Tensión de prueba a impulso atmosférico 1,2/50 us entre el circuito principal y los circuitos auxiliares y masa: ..... 40 kV
- Tensión de prueba a impulso atmosférico 1,2/50 us entre los circuitos auxiliares versus masa: ..... 5,0 kV
- 1 Dispositivo detector de la velocidad de crecimiento de la corriente (di/dt)
  - 1 Panel de material aislante equipado con el equipo necesario para la prueba línea.
  - 1 Transductor para medida de tensión continua que tiene las siguientes características:
    - Tensión nominal ..... 1.500 Vcc
    - Tensión de entrada ..... 100 mVcc
    - Corriente de salida ..... 20 mAcc
  - 1 Panel con divisores de tensión cada uno de los cuales alimentará un relé de tensión, que tiene las siguientes características:
    - Tensión nominal ..... 250 V
    - Contacto auxiliares ..... 2 na + 2 nc
  - Celda Seccionamiento Barra Omnibus
    - 1 seccionador bipolar.
      - Mando .....reenviado
      - Tensión nominal ..... 1.500 Vcc
      - Tensión de ejercicio ..... 1.500 Vcc
      - Corriente nominal ..... 4.000 A
      - Corriente máxima por 1 minuto ..... 7.000 A
      - Corriente de cortocircuito ..... 25 kA eff.

### Celdas Negativas

#### *Generalidad*

Cada celda será compuesta de una armadura robusta, estructura metálica de perfiles y planchas.

Será cerrada totalmente.

Será apta para el montaje en el piso con pernos de expansión.

El acceso en el complejo será posible previo desempernado de la red metálica y un conjunto de bornes para interconexiones con el exterior, será prevista indiferentemente en uno de los cuatro vértices en el frente.

El cableado de circuitos auxiliares será realizado con conductores en cobre flexibles que tienen una sección de 2,5 mm<sup>2</sup> para los mandos y 1,5 mm<sup>2</sup> para las señales, con aislante y cubierta que no propaga incendio.

Todos los conductores serán alojados en canaletas aislantes o tubos PVC autoextinguibles.

Todos los cables serán identificados en los extremos.

### Características Eléctricas

El complejo de celdas negativas tendrá las siguientes características principales:

- Tensión nominal ..... 1.500 Vcc
- Tensión de ejercicio ..... 1.500 Vcc
- Tensión max. de ejercicio..... 1.800 Vcc
- Corriente nominal barrotes ómnibus ..... 4.000 A
- Corriente de cortocircuito ..... 35 kA eff
- Valor de cresta ..... 60 kA
- Tensión de prueba con frecuencia industrial por 1 minuto:
  - Circuitos principales ..... 10 kV
  - Circuitos auxiliares ..... 2 kV
- Tensión de alimentación circuitos auxiliares:
  - lógicas mando ..... 110 Vcc
  - elementos de maniobra ..... 110 Vcc
  - señales ..... 24 Vcc
  - telemando..... 24 Vcc
- Barra de tierra ..... 1 x (40 x 5) mm

### Composición

El conjunto de las celdas negativas para cada subestación será compuesto esencialmente por los siguientes tipos de celdas:

- Celdas seccionamiento grupo, en cantidad 2
- Celdas alimentadores, en cantidad 1

Los equipos principales para los dos tipos son los siguientes:

- Celdas seccionamiento grupo
  - 1 Seccionador unipolar
    - Mando.....reenviado
    - Tensión nominal ..... 1.500 Vcc
    - Tensión de ejercicio..... 1.500 Vcc
    - Corriente nominal ..... 4.000 A
    - Corriente máxima por 1 minuto ..... 7.000 A
    - Corriente de cortocircuito ..... 25 kA eff.
- Celda para Alimentadores
  - 1 Seccionador unipolar
    - Mando.....reenviado
    - Tensión nominal ..... 1.500 Vcc

- Tensión de ejercicio..... 1.500 Vcc
- Corriente nominal ..... 8.000 A
- Corriente máxima por 1 minuto ..... 14.000 A
- Corriente de cortocircuito ..... 50 kA eff.

### Pruebas

El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.

#### 5.2.1.7.5 DESCARGADORES

##### 5.2.1.7.5.1 Objeto

La presente especificación define las características técnicas mínimas de los descargadores para las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos similares. Tales descargadores situados en el interior de la sala de cables de cada SER tendrán la función de proteger principalmente los equipos de maniobra (interruptores extrarrápidos) de las sobretensiones que pueden generarse a lo largo de la línea de contacto.

##### 5.2.1.7.5.2 Condiciones Ambientales

- Temperatura min/max. .... +5 / +40 °C
- Humedad relativa ..... 95%
- Altitud m.s.n.m..... < 100 m
- Ambiente ..... normal según sec

##### 5.2.1.7.5.3 Normas de Referencia

Los equipos deberán ser construidos según la norma: CEI

El proyecto de los descargadores será de específica competencia y responsabilidad del CONCESIONARIO, que tendrá como referencia la siguiente especificación, el respeto de las exigencias funcionales y de seguridad y las normas de referencia.

##### 5.2.1.7.5.4 Características

Los descargadores, objeto de la presente especificación técnica serán del tipo a condensador, particularmente aptos a la protección de líneas de corriente continua y estaciones de rectificación, contra las sobretensiones de maniobra y de origen atmosférico.

### Características Eléctricas

- Tensión nominal: ..... 2 kV
- Tensión residual (valor de pico): ..... 6,0
- Corriente de descarga: ..... 20 kA

### Pruebas

Los descargadores serán probados de acuerdo a las normas indicadas.

### 5.2.1.7.6 TABLERO DE PUESTA A TIERRA DE LOS RIELES

#### 5.2.1.7.6.1 *Objetivo*

La presente especificación define las características técnicas constructivas y de funcionamiento mínimas del tablero de puesta a tierra de los rieles, a instalarse en las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### 5.2.1.7.6.2 *Normas de Referencia*

- CEI 17 - 6 / I
- CEI 70 - 6 / III
- CEI 20 – 22

#### 5.2.1.7.6.3 *Condiciones Ambientales*

Los tableros se instalarán al interior, bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa: ..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... Salino (corrosivo), alta contaminación

#### 5.2.1.7.6.4 *Características*

Funcionales :

- El tablero de puesta a tierra, tiene por finalidad conectar a tierra en forma automática el circuito negativo, que esta conformado por los rieles.
- La puesta a tierra en forma automática, se efectuará en el interior del tablero a través de un idóneo contactor, cuando entre los rieles y la tierra externa se presenta una diferencia de potencial superior a 50 Vca ó 75 Vcc.
- Un relé de máxima corriente conectado con el circuito eléctrico de la puesta a tierra impedirá reabrirse al contactor si después de 10 segundos detecta una corriente mayor a 300 A.

Constructivas :

- El tablero será conformado por una estructura portante, fabricada con ángulos de un espesor de 3 mm. y planchas de 2 mm. de espesor.
- La estructura debe estar provista de argollas para que pueda izarse el tablero, asimismo de un terminal para una adecuada conexión a tierra.
- Las puertas serán de plancha pre doblada, de un espesor como mínimo de 2 mm.
- El tablero estará físicamente constituido por tres compartimientos:
  - El primero contendrá los equipos y dispositivos para el control y señalización.
  - El segundo tendrá los equipos de potencia, asimismo tendrá una ventanilla de inspección, y contará con rejillas para la ventilación y el desfogue de los gases producidos por la maniobra del contactor.
  - El tercero estará previsto de pases para el ingreso y salida de cables de control, señalización y servicios auxiliares.



- En su fabricación deberá considerarse los siguientes grados de protección:
  - Tablero en su totalidad: ..... IP 34
- Las ventanas de inspección serán fabricadas con materiales aislantes y dotadas de rejillas internas equipotenciales.
- La barra de tierra debe mantener el mismo potencial con todas las partes metálicas.
- Los cables deben ser protegidos por canaletas o tubos aislantes no propagadores de fuego.
- Los cables del conexionado interno serán del tipo unipolar y no propagadores de fuego, según normas CEI 20-22, provistos de terminales a compresión aislados.
- En el tablero se deberán colocar todas las identificaciones (placas) necesarias para facilitar la operación del tablero.
- En el tablero deberá instalarse un sistema de calefacción para mantenerlo en óptimas condiciones de operación.
- En la celda de potencia se debe instalar un sistema de iluminación, el mismo que se controlará desde el exterior mediante un pulsador o sino cuando la puerta se abra.
- Los cables y borneras deben ser identificados fácilmente mediante el uso de etiquetas adecuadas.
- En la celda de potencia se debe instalar una platina de cobre de 30 x 5 mm. como mínimo, la cual servirá para la conexión con la red de tierra superficial.

#### Eléctricas :

- Tensión nominal: ..... 1.500 Vcc
- Tensión máxima: ..... 1.800 Vcc
- Corriente:..... 120 kA x 10 ms. 70 kA x 200 ms.
- Tensión auxiliar de control y señalización:..... 110 Vcc
- Tensión auxiliar de elementos de maniobra:..... 110 Vcc
- Tensión auxiliar de alumbrado y calefacción:..... 220 Vca

#### 5.2.1.7.6.5 Equipamiento del Compartimiento de Potencia

La celda de potencia estará equipada con:

- a) Un contactor de puesta a tierra idóneo para maniobra ante una corriente de cortocircuito de primer pico de 100 kA y de pico de régimen de 60 kA. La tensión de aislamiento de los contactos principales será como mínimo de 2.000 Vcc, asimismo deberá tener contactos auxiliares 5NA + 5NC.
- b) Un relé electromecánico Vcc para protección y control de máxima corriente, con disparo de tiempo corto-inverso de las siguientes características:
  - Rango de calibración: ..... 240 / 875 A
  - Tensión de aislamiento:..... 2.000 Vcc
  - Reseteo: ..... tipo automático
  - Contactos disponibles: ..... 1NC + 1NA
  - Montaje:..... Vertical

- Similar a:.....CIN-15 microelectronica cientifica
  - Resistente a la corriente de cortocircuito mencionada en punto a).
- c) Una luminaria para el alumbrado interior, para 220 Vca
- d) Un sistema de calefacción regulable automáticamente, para 220 Vca y una potencia de 150 w.
- e) Una barra de cobre para puesta a tierra.

#### 5.2.1.7.6.6 Equipamiento del Compartimiento de Control y Señalización

Estará equipada con lo siguiente:

##### *Relés de Protección*

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; inmunidad (pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III
- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140/ ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2)

- EN 55011, clase A

Deberán tener las siguientes características generales:

- Tipo digital, programable, compatible con software en Windows.
- Señalización de alarma (visual y acústica) local y remota.
- Display para indicar parámetros eléctricos.
- Capacidad para mostrar gráficos, reportes y actualizaciones
- Capacidad de autosupervisión.
- Ingreso a software con código de seguridad.
- Entradas y salidas para controles externos programables.
- Dimensiones estándares.
- Operación a 60 Hz.

- Capacidad para sincronización de tiempo con sistema satelital GPS con formato Estándar IRIGB, AFNOR, etc.
- Accesorios completos para mediciones (tensión y corriente, etc.) en AC y CC.

Características específicas:

- a) Un relé digital de máxima tensión - 59, el cual deberá revelar una tensión alterna de 40 a 70 Vca, para operar a 110 Vcc. Debe contar con un led de color verde para indicar presencia de tensión auxiliar, otro de color rojo para señalar disparo y por ultimo uno color amarillo para la memoria del disparo, asimismo con un botón de prueba. Su montaje es en posición vertical. Protegido y aislado de transitorios y alta tensión continua, la tensión de aislamiento del equipo empleado será como mínimo de 2.000 Vcc.
- b) Un relé digital de máxima tensión - 45, para revelar una tensión continua de 50 a 500 Vcc, para operar a 110 Vcc. Con señalización similar al descrito en el punto a), asimismo con botón de prueba y su instalación igual al anterior. Protegido y aislado de transitorios y alta tensión continua, la tensión de aislamiento del equipo empleado será como mínimo de 2.000 Vcc.

Equipamiento complementario

- a) Un circuito de diodos para prueba de (03) lamparas de señalización.
- b) Tres lamparas de señalización con led integrado, de color:
  - Rojo: ..... puesta a tierra
  - Verde: .....en operación
  - Naranja: ..... aislado
- c) Tres pulsadores para realizar:
  - Pulsador 1:..... de cierre
  - Pulsador 2:..... de apertura
  - Pulsador 3:..... prueba de lamparas
- d) Un contador de maniobras.
- e) Un contactor on - delay.
- f) Un contactor off- delay.
- g) Tres contactores auxiliares.

#### 5.2.1.7.6.7 Equipamiento de Compartimiento de Borneras

- Un interruptor termomagnético para alimentación 110 Vcc.
- Un interruptor termomagnético para alimentación 220 Vca.
- Un juego de borneras, mínimo de 15 unidades.

Pintura

El pintado se hará de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### Preparación de Superficies

Todas las superficies metálicas serán completa y cuidadosamente limpiadas de la suciedad y grasa, además del oxido por medio de un tratamiento de arenado blanco.

Pintado

Consistirá en lo siguiente:

- Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o proceso de fosfatizado.
- De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

5.2.1.7.6.8 *Consideraciones de Instalación*

- El tablero se fijará directamente al piso, mediante pernos de anclaje similares a los kwik bolt de Hilti. Asimismo se nivelará asegurándose que las caras verticales estén perfectamente alineadas, de tal manera que permitan el libre funcionamiento de las puertas, paneles y bastidores deslizantes.
- La barra de tierra del tablero, será conectada a la red de tierra superficial.
- El conexionado a la tierra ferroviaria (rieles), se efectuará mediante conductores TW de 185 mm<sup>2</sup>, el color del aislamiento debe ser amarillo. Estos conductores se instalarán en el sótano de cables sobre canaletas metálicas y llegarán hasta los rieles para su conexión a través de ductos de PVC, la conexión al riel se efectuará mediante un terminal - perno especial.
- La conexión a la red de tierra profunda, se efectuará mediante conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>.
- La calibración de los relés 59 y 45 debe ser 50 Vca y 75 Vcc respectivamente.

Pruebas

*El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.*

## 5.2.1.7.7 TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES

5.2.1.7.7.1 *Objetivo*

La presente especificación define las características mínimas del transformador de potencia trifásico, tipo sumergido en aceite, el cual se utilizará para cubrir la demanda de los servicios auxiliares de las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

5.2.1.7.7.2 *Normas de Referencia*

El transformador deberá proyectarse, construirse y probarse de acuerdo con estas especificaciones y con la normas NTP 370.002; IEC 60076; ASTM B187; IEC 60137; IEC 60354; IEC 60296; IEC 60156..

5.2.1.7.7.3 *Condiciones Ambientales*

El transformador se instalará al interior, bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura media diaria: ..... + 30 ° C
- Temperatura mínima / máxima: ..... +5 / +40 ° C

- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... Salino (corrosivo) alta contaminación

#### 5.2.1.7.7.4 Características del Transformador

Los transformadores deben cumplir las siguientes características:

##### Esfuerzos Electromagnéticos y Solicitaciones Térmicas

Los arrollamientos de los transformadores serán fijados y dimensionados en modo tal de resistir sin sufrir daños, a la máxima corriente de cortocircuito, limitada solamente a la inducción del transformador por al menos dos segundos.

##### Eficiencia

Los transformadores tendrán una eficiencia elevada, las pérdidas en vacío y con carga serán mínimas, las pérdidas serán los factores más importantes para determinar la eficiencia.

##### Características Técnicas Generales

- Tipo: sumergido en aceite
- Medio Aislante: aceite.
- Los bobinados de alta tensión deberán estar sumergidos en aceite dieléctrico.
- El enfriamiento de los transformadores deberá ser hecho en forma natural, por el propio medio ambiente ONAN.
- Cuando la temperatura máxima permitida en el aislamiento fuera alcanzada, la sobrecarga deberá ser interrumpida.
- Los transformadores deberán tener una construcción robusta, tomando en consideración las exigencias de instalación y puesta en servicio.
- Los transformadores deberán ser capaces de soportar una inclinación de 15 grados de base, en relación al plano horizontal.

##### Eléctricas

- El transformador será alimentado desde las barras M.T. 20 kV de las celdas.
- El transformador estará provisto de 5 tomas primarias correspondientes a las tensiones de alimentación conexas de 21.000, 20.500, 20.000, 19.500 y 19.000 V.

La conmutación de las tomas primarias deberá ser efectuada sin carga.

El transformador deberá suministrar la potencia nominal en cualquier de sus derivaciones.

- La tensión en el secundario a plena carga nominal con un  $\cos \phi = 0,8$  con cualquiera de las tomas primarias conectadas debe ser 380 / 220 v en estrella, además en vacío la tensión secundaria no debe superar los 400 v.
- La potencia del transformador será de 100 kVA, referida a la toma de 20.000 V. Esa potencia deberá ser confirmada por el CONCESIONARIO a partir del levantamiento de las cargas auxiliares previstas para la subestación.
- Cada transformador deberá tener dos dispositivos de puesta a tierra, localizados diagonalmente opuestos en los herrajes del núcleo.

- Datos técnicos
- Tipo de transformador: ..... 3  $\phi$ , de dos arrollamientos
- Grupo de conexión: ..... D yn 11
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión de cortocircuito: ..... según normas aplicables
- Refrigeración: ..... Tipo ONAN
- Potencia de cortocircuito de alimentación / duración: ..... 500 MVA / 2 seg
- Tensión de aislamiento primaria: ..... 24 kV, uniforme
- Tensión prueba de impulso: ..... 125 kV
- Tensión de prueba a frecuencia industrial AT / BT: ..... 50 / 2,5 kV
- Conexión del neutro primario / secundario: ..... aislado / a tierra
- Número de terminales primario / secundario: ..... 3 / 4
- Conmutador primario: ..... en vacío
- Nivel de ruido global: .....  $\leq 64$  dB
- Rendimiento a  $\text{Cos } \phi = 0,8$ : ..... 97,5 % a 75° C en los arrollamientos

#### Accesorios

- Sistema de protección térmica del bobinado compuesto por sensores térmicos con contactos independientes para control y protección.
- Medio de locomoción, como base propia para la tracción o ruedas orientables con dispositivo de bloqueo
- Caja de borneras auxiliares
- Argollas de izaje
- Placa de características y normas
- Conmutador de tomas en vacío de 5 posiciones  $\pm 2,5$  %, con comando señalado a altura persona
- Dos platinas de puesta a tierra
- Indicador de temperatura para uso en el enrollamiento secundario.
- Accesorios especiales para un eventual montaje y / o mantenimiento.

#### Constructivas

- El núcleo magnético será fabricado con plancha de acero silicio de grano orientado, laminada en frío, de bajas pérdidas y aisladas sobre las dos caras.  
Las chapas deberán ser perfectamente planas y exentas de impurezas e escorias en todo su corte.  
Deberán estar previstos de canales de ventilación entre el núcleo y el enrollamiento de baja tensión y también entre los enrollamientos de alta y baja tensión.
- Los enrollamientos deberán estar contruidos con material conductor (cobre) de elevada pureza y materiales aislantes de calidad coincidente con los requerimientos térmicos, eléctricos y mecánicos previstos.

La distribución de los conductores y de los materiales aislantes deberá ser tal que evite puntos débiles en el aislamiento.

Los terminales de enrollamiento y las derivaciones deberán ser soldados en el propio cuerpo de la bobina, de modo tal que se evite cualquier daño ocasionado por vibraciones, y deberán también ser adecuados para conexión con los cables.

El aislamiento tendrá una elevada consistencia disruptiva y será resistente a la temperatura.

- Diseñado para soportar cortocircuitos de por lo menos 2 segundos (IEC).
- Líquido de aislamiento y refrigeración: aceite mineral de acuerdo a VDE 0370 / IEC 296

#### Pintura

Los herrajes del núcleo y lo envoltorio de protección, si lo hay, para efecto del tratamiento y pintado, deberán obedecer lo siguiente:

##### Preparación de la Superficie

Toda la superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco

##### Pintado

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

##### 5.2.1.7.7.5 *Consideraciones de Instalación*

- El neutro del transformador debe ser conectado a la red de tierra superficial, luego de haber sido instalado el transformador toroidal en el tablero eléctrico de distribución en baja tensión.
- La estructura del transformador debe ser conectada a la red de tierra superficial, para lo cual debe utilizarse la platina de puesta a tierra que se encuentra cerca a este.
- El alimentador del lado de 20 kV estará conformado por conductores unipolares del tipo N2XSY de 70 mm<sup>2</sup>.
- El cableado de los conductores se hará a través de las canaletas de cables que se encuentran en la subestación.

##### Pruebas

*Los transformadores serán probados de acuerdo a las normas indicadas.*

##### 5.2.1.7.8 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN (QBS)

###### 5.2.1.7.8.1 *Objetivo*

La presente especificación técnica define las características mínimas del tablero distribución eléctrica en baja tensión, que se instalará en las subestaciones de rectificación de Los Cabitos,

Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### 5.2.1.7.8.2 Normas de Referencia

Los tableros serán construidos y probados según las siguientes normas vigentes :

IEC 364, IEC 439-1, EN 60439-1, DIN VDE 0660 Parte 500, DIN VDE 0106 Parte 100.

#### 5.2.1.7.8.3 Condiciones Ambientales

Los tableros se instalarán al interior bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente : ..... Salino (corrosivo), alta contaminación

#### 5.2.1.7.8.4 Características Constructivas

- Los tableros deben ser construidos con estructuras y materiales adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos solicitados por las condiciones de operación.
- Los tableros deben estar conformados por paneles prefabricados y unidos entre ellos de manera de constituir unos frentes únicos y aptos para el montaje en el piso, además se debe prever en los mismos el ingreso de los cables desde abajo.
- Los tableros deben estar conformados por columnas unidas estructuralmente. El servicio será por el lado frontal, cada columna estará compuesta por tres compartimientos para: equipos, barras y cables.
- Deben poseer módulos fijos.
- Las planchas a utilizar para la fabricación deben tener como mínimo un espesor de 3 mm, y las internas que no forman parte de la estructura principal así como de las puertas se utilizará plancha de no menos de 2 mm.
- Las barras de derivación para la alimentación de los circuitos, debe ser dimensionada tomando en cuenta la suma de las corrientes nominales de los circuitos (no de los interruptores) más el 25 % de la corriente del circuito de mayor corriente nominal.
- Las conexiones auxiliares entre compartimientos serán realizadas por medio de canaletas, para facilitar la inserción o remoción en condiciones de seguridad de cada uno de los conductores. Las conexiones no protegidas deben agruparse mediante amarracables y apoyarse en el lugar más adecuado.
- En el interior del tablero y a todo su largo, se debe instalar una barra de cobre con una sección de 30 x 5 mm. como mínimo, para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la red de tierra superficial.
- Es permisible la intercambiabilidad de partes extraíbles.
- El equipamiento auxiliar debe tener una tensión de aislamiento igual al sistema eléctrico, donde se van a conectar; y en el caso que su conexión sea desde el circuito de potencia, tendrá una tensión nominal de aislamiento igual a la del tablero.
- Los conductores de los servicios auxiliares serán del tipo flexible, aquellos que conectan los equipos montados sobre las puertas serán del tipo extraflexible, en ambos casos no serán propagadores de fuego. Las conexiones deben hacerse utilizando adecuados terminales aislados, fijados a compresión.



- Las características y las prestaciones de los transformadores de corriente y tensión, serán definidas considerando el correcto funcionamiento del dispositivo de protección, control y medida a ellos conectados, dentro de las tolerancias especificadas por el constructor de las mismas.
- Los bornes de conexión a los equipos auxiliares, como interruptores, aparato de medición, etc., deberán estar protegidos con placas aislantes transparentes de fácil remoción para casuales o directos.
- Los interruptores de maniobra y los seccionadores bajo carga serán de los tipos en aire, dimensionados para la apertura con carga y el cierre en cortocircuito, maniobrables desde el frente del tablero en el cual se indique la apertura o cierre, así mismo provistos de contactos auxiliares de disparo.
- Los interruptores termomagnéticos serán del tipo diferencial para detectar fallas a tierra, con contacto de señal de disparo y señal de disparo, sensibilidad 30 mA.
- Los instrumentos de medida deben tener una clase de precisión igual a 1,5 ó mayor, su instalación es en la parte frontal y ajuste posterior. Deben tener un grado de protección IP 5X.
- Los paneles de distribución adyacentes al tablero, que funcionarán a tensiones de operación diferentes (por ejemplo 380 Vca - 100 Vcc), deberán ser separados mecánica y eléctricamente entre ellos.
- Todos los aparatos eléctricos deben ser tropicalizados y tratados contra la formación de hongos.
- Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.
- Los cables así como las bornes deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.
- Las puertas serán construidas con planchas de 2 mm. de espesor como mínimo, y deben abrirse a 110°, además deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo. Así mismo la puerta debe contar con un mecanismo de apertura por medio de una llave triangular tipo Allen.
- En la fabricación debe considerarse los siguientes grados de protección:
  - Tablero en su totalidad: ..... IP 34
  - Paneles verticales: ..... IP 54
  - Techo:..... IP 65
  - Puertas : ..... IP 54
  - Diafragmas internos: ..... IP 30
- El tablero debe tener previsto argollas para su izamiento, el suministrador debe entregar los ganchos para llevar a cabo la maniobra antes mencionada, así como los perfiles de apoyo para el tablero y los elementos de fijación respectivos; asimismo accesorios para el montaje y el normal mantenimiento.
- Placas de identificación de cada uno de los elementos en la parte frontal del tablero.
- Las lámparas de señalización serán del tipo LED intregado.

#### 5.2.1.7.8.5 Características Eléctricas

- Instalación: ..... interior
- Tipo constructivo: .....caja estructural mecánica

- Tensión de aislamiento: ..... 600 Vca
- Tensión de operación: ..... 380 Vca
- Tensión de prueba a frecuencia industrial
  - Circuitos de potencia: ..... 2,5 kV
  - Circuitos de control: ..... 2,0 kV
- Intensidad de cortocircuito: ..... 10 kA
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tipo de barras : .....de cobre, desnudas

Será previsto un transformador toroidal con relación de transformación 100 / 1 A, en la conexión del neutro de los transformadores de distribución a tierra, para alimentación de relé de sobrecorriente de falla a tierra a tiempo definido (64).

Cada tablero será así estructurado:

- BARRA NORMAL

A dicha barra se unirán las dos llegadas de los transformadores de servicios auxiliares de la subestación, mediante interruptores extraíbles motorizados con posibilidad de telemando. Será además previsto un transformador de corriente para la telemedición y un voltímetro 0-500 Vca con conmutador voltimétrico RS-ST-RT-0, para la medición de tensión en la barra.

- BARRA DE EMERGENCIA

Dicha barra será alimentada en condiciones normales desde la barra normal a través de un contactor (N.C.). 42N. Para la medición de tensión en la barra será previsto un voltímetro 0-400 Vca con conmutador voltimétrico RS-ST-RT-0.

A dicha barra se unirá la llegada del tablero B.T. (barra de emergencia) desde la cabina de la estación mas cerca, a través de interruptor automático extraíble (N.C.) y contactor (N.A). 42E.

En caso de falta de red un circuito de conmutación automática proveerá a la separación de la barra normal mediante abertura del 42N en el momento del cierre del contactor 42E.

El restablecimiento de las condiciones operativas normales al regreso de la tensión de red, será hecho en manual.

La barra de emergencia proveerá a las siguientes alimentaciones:

- Sub-barras alumbrado SER a través de interruptores automáticos extraíbles con protección diferencial.
- Sub-barras F.M. SER a través de interruptor automático extraíble con protección diferencial.
- Rectificador carga baterías 110 V. por medio de extraíble con protección magnetotérmica.
- Barra 110 Vc.c.

Dicha sección del tablero recibirá la alimentación del respectivo cargador de batería o de las baterías en caso de daño y proveerá la alimentación de todos los usuarios en corriente continua 110 V.

- Rectificador carga baterías 24 V. por medio de extraíble con protección magnetotérmica.
- Barra 24 Vc.c.

Es válido lo indicado arriba, para la barra 110 Vc.c.

#### Pintura

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

##### Preparación de la Superficie

Toda la superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco

##### Pintado

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, seca; las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante puede presentar un tratamiento equivalente.

##### 5.2.1.7.8.6 *Consideraciones de Instalación*

- El tablero será instalado sobre el piso, fijado a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt-II de hilti.
- La barra de tierra del tablero debe ser conectada a la red de tierra superficial.

##### Pruebas

*El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.*

##### 5.2.1.7.9 CARGADOR DE BATERÍAS Y BATERÍAS DE ACUMULADORES

###### 5.2.1.7.9.1 *Objetivo*

La presente especificación técnica define las características mínimas de los rectificadores 110 y 24 Vcc para el cargador de baterías para servicios estacionarios y relativas baterías de acumuladores de plomo para las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

###### 5.2.1.7.9.2 *Normas de Referencia*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.13.2

###### 5.2.1.7.9.3 *Condiciones Ambientales*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.13.3

###### 5.2.1.7.9.4 *Cargadores de Baterías 110 y 24 Vcc*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.13.4

###### 5.2.1.7.9.5 *Baterías de Acumuladores*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.13.5, solo con excepción de las características descritas a continuación:

#### Características de los Bancos de Baterías

- Tensión de banco .....110 Vcc ..... 24 Vcc
- Capacidad de descarga 10 h ..... 100 Ah ..... 100 Ah
- Peso específico electrolito..... 1,24 Lt/kg ..... 1,24 Lt/kg
- Corriente carga a fondo..... 20 A ..... 20 A
- Número elementos .....55 ..... 12

#### 5.2.1.7.10 CANALETAS Y TAPAS EN PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO

##### 5.2.1.7.10.1 *Objetivo*

Las canaletas metálicas se utilizarán para alojar cables de energía eléctrica, telecomunicaciones, señalización, automatización y otros, que se instalarán en los ambientes tecnológicos de la subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista.

##### 5.2.1.7.10.2 *Canaletas*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.14.2

##### 5.2.1.7.10.3 *Repisas de Soporte - Carpintería Metálica*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.14.3

##### 5.2.1.7.10.4 *Soldadura*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.14.4

##### 5.2.1.7.10.5 *Revestimientos Protectores para las Canaletas, Tapas, Repisas y Carpintería Metálica Diversa*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.14.5

#### 5.2.1.7.11 RED DE TIERRA

##### 5.2.1.7.11.1 *Objetivo*

La presente especificación técnica, define las características mínimas de los elementos necesarios para la instalación de la red de tierra en las subestaciones de rectificación de Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por otros de características similares.

##### 5.2.1.7.11.2 *Generalidades*

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.15.2

### 5.2.1.7.11.3 Normas

Las instalaciones de puesta tierra deberán cumplir con los requerimientos del CNE – Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001.

### 5.2.1.7.11.4 Características de la Red de Tierra Superficial - Red Colectora

Ver descripción del punto 5.2.1.6.4.15.4

### 5.2.1.7.12 CONDUCTORES Y ACCESORIOS

#### 5.2.1.7.12.1 Cables de Baja Tensión y Accesorios

##### Objetivo

La presente especificación define las características técnicas mínimas de los cables de baja tensión, a utilizarse para los circuitos de control, protección, mando, señalización, alumbrado y fuerza que se distribuirán en las salas de las subestaciones de rectificación Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, y en la correspondiente interconexión (circuitos de disparo simultáneo, emergencia en línea e hilo piloto).

Para los demás datos de esta especificación ver el punto 5.2.1.6.4.16.1

### 5.2.1.8 EQUIPOS AUXILIARES

#### 5.2.1.8.1 SISTEMA DE VENTILACIÓN DE SUBESTACIONES Y SALA DE BATERÍAS

##### 5.2.1.8.1.1 Objetivo

La presente especificación técnica describe las características mínimas del sistema de ventilación a instalarse en la subestación 60/20 KV y las subestaciones de rectificación Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista.

##### 5.2.1.8.1.2 Generalidades

En el dimensionamiento del sistema de ventilación se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones mínimas:

- Se utilizarán ventiladores helicoidales de extracción, aptos para el montaje en pared, de acuerdo a las necesidades de los ambientes.
- La ventilación natural debe ser equivalente a aproximadamente 2 volúmenes ambiente / hora.
- Debe ser garantizada una reserva del 100 % de los ventiladores instalados.
- La cantidad de aire necesaria para el mantenimiento de un determinado  $\Delta T$  en el interior de los locales debe ser calculada mediante la relación:

$$Q = (Kcal / h) / Cs \times \Delta T$$

Donde: Cs = Calor específico del aire = 0,29 valor convencional

$$\Delta T = 10^{\circ} C$$

La sala debe ser adecuadamente ventilada, para asegurar un recambio de aire suficiente a diluir bajo el límite inferior de inflamabilidad del gas producido por los acumuladores (hidrógeno).

Gran cantidad de este gas se produce durante la ebullición, debido a la carga a fondo y en medida mucho menor durante la descarga, además siendo el hidrógeno más liviano que el oxígeno tiende a subir y diluirse.

El recambio de aire durante la carga a fondo, será por lo menos el calculado con la fórmula que procede de las normas CEI 21 / 6, la cual es:

$$P = (I \times n \times s) / 5000$$

Donde: P = capacidad de aire en m<sup>3</sup> / min.

I = Corriente máxima de carga a fondo en amperios

n = Número de elementos sometidos a carga

s = Coeficiente de seguridad adecuado a la instalación.

El sistema de ventilación estará compuesto por:

- Un tablero de control
- Un termostato de ambiente para control automático
- Un conjunto de extractores y ventiladores.
- Rejillas de ventilación regulables en las puertas del ambiente.

#### 5.2.1.8.1.3 Condiciones Ambientales

El sistema de ventilación se instalará al interior, y se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... +5 / +40 °C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación y abrasión.

#### 5.2.1.8.1.4 Tablero de Control para el Sistema de Ventilación

El tablero de control, deberá ser construido teniendo como referencia las normas IEC 439, IEC 364, CEI 70 / 1 / III -1980 y CEI 17 - 13 / XI o similares.

#### Características Constructivas

- El tablero será conformado por una estructura portante, fabricado con ángulos de un espesor de 3 mm. y planchas de 2 mm. de espesor.
- Se debe prever soportes para su montaje adosado a la pared, resistente a la vibración.
- En la parte inferior se preverá agujeros apropiados para la llegada de los cables a través de tuberías.

- Se le debe instalar una platina de cobre de 30 x 5 mm. como mínimo, la cual servirá para la conexión con la malla de tierra externa.
- La barra de tierra debe mantener el mismo potencial con todas las partes metálicas.
- La puerta será de plancha predoblada, de un espesor como mínimo de 2 mm., deberá abrirse un ángulo de 110°.
- La puerta tendrá acceso mediante una llave triangular tipo Allen, y un enclavamiento mecánico con el interruptor principal.
- En el tablero se deberán colocar todas las identificaciones (placas) necesarias para facilitar la operación del tablero.
- En la construcción del tablero no se admitirá por ningún motivo el empleo de tornillos autoroscantes.
- El tablero tendrán protección mecánica IP54.
- Los cables deben ser protegidos por canaletas o tubos aislantes no propagadores de fuego.
- Los cables del conexionado interno serán de los tipos unipolares y no propagadores de fuego, según normas CEI 20-22, provistos de terminales a compresión aislados.
- Los cables y borneras deben ser identificados fácilmente mediante el uso de etiquetas adecuadas.
- Los circuitos de control, protección y señalización serán estructurados con el equipamiento especificado.
- El encendido de los ventiladores de la sala de tableros será automático, mediante un termostato.
- En el caso del ventilador de la sala de baterías, se encenderá en forma manual.
- Los ventiladores y extractores deben contar con un indicador visual luminoso de su correcta operación.

### Pintura

El pintado se hará de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Preparación de superficies*

Todas las superficies metálicas serán completas y cuidadosamente limpiadas de la suciedad y grasa, además del óxido por medio de un tratamiento de arenado blanco.

#### *Pintado*

Consistirá en lo siguiente:

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

### Características Eléctricas

- Tensión de servicio: ..... 380 / 220 Vca

- Sistema: ..... trifásico
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz.

### Equipamientos

Las características principales de los equipamientos del tablero son las siguientes:

- Control general
  - Interruptor general, tipo rotativo de montaje interior, control exterior, de 04 polos, con enclavamiento (mecánico al cerrar la puerta del tablero).
  - Seccionadores fusible, de 1 polo + neutro, con base portafusible y fusibles. Se utilizarán para la protección de una señal de presencia de tensión y la alimentación auxiliar.
  - Lámpara de señalización con led integrado, color verde, 220 Vca.
  - Contactor auxiliar, bobina para 220 Vca.
  - Relé de tiempo, 220 Vca.
- Control de ventiladores, sala de tableros
  - Seccionador fusible, de 3 polos, con base portafusibles y fusibles.
  - Contactor trifásico, con bobina para 220 Vca, 380 Vca, categoría AC3.
  - Relé térmico.
  - Lámpara de señalización con led integrado, color rojo, 220 Vca.
  - Selector de tres posiciones, manual - 0 - automático, con contactos auxiliares 2NA + 2NC.
  - Selector de tres posiciones, local - 0 - distancia, con contactos auxiliares 1NA + 1NC.
- Control de extractor, sala de baterías
  - Seccionador fusible, de 3 polos, con base portafusibles y fusibles.
  - Contactor trifásico, con bobina para 220 Vca, 380 Vca, categoría AC3.
  - Relé térmico.
  - Lámpara de señalización con led integrado, color rojo, 220 Vca.
  - Selector de tres posiciones, arranque - 0 - parada, con contactos auxiliares 1NA + 1NC.

Las cantidades y las características complementarias del equipo antes mencionado serán determinadas por el CONCESIONARIO, teniendo como base el proyecto definitivo del sistema de ventilación, específico para cada subestación.

#### 5.2.1.8.1.5 *Termostato de Ambiente*

Se instalará directo a la pared, deberá contar con una señal visual de operación (LED) y un disco de graduación, y tendrá las siguientes características:

- Rango nominal: ..... 0 - 60 ° C
- Tensión nominal: ..... 220 Vca.
- Protección mecánica: ..... IP 54.



### 5.2.1.8.1.6 Ventilador

Tipo helicoidal, compacto y silencioso, de alto rendimiento, para ser instalado en uno de los muros previamente preparado (hueco) de la cabina eléctrica, deberá reunir las siguientes características:

- Tensión:.....380 Vca, trifásico.
- Frecuencia:..... 60 Hz.
- Número de polos: ..... 04
- Temperatura:..... + 80 ° C máximo
- Aislamiento:.....clase F
- Protección mecánica: ..... IP 55

### 5.2.1.8.1.7 Extractor de la Sala de Baterías

El extractor debe ser construido a prueba de explosión así como para instalarse en la pared en la sala de baterías, equipado con una aspiradora centrífuga, debe reunir las siguientes características:

- Tensión:.....380 Vca, trifásico.
- Temperatura:..... + 40 ° C
- Frecuencia:..... 60 Hz.
- Nivel de ruido: ..... 50 - 60 dB

### Conexión de los Equipos

- Conductores
  - Para la alimentación del tablero desde la barra EMERGENCIA que sale del tablero distribución eléctrica en baja tensión, se utilizará conductores de las siguientes características:
    - Tipo:..... NYY
    - Tensión de diseño: .....0,6 / 1 KV
    - Temperatura de operación: ..... 80 ° C
    - Norma de fabricación:..... NTP 370.050
  - Para la alimentación a los ventiladores y extractor desde el tablero de control del sistema de ventilación, se utilizarán conductores iguales a los arriba descritos, variando solo en el número y sección.

- Electroductos

Se utilizarán tuberías de PVC del tipo pesado (SAP), diámetro mínimo ¾ “, así mismo los codos, uniones y conectores serán del mismo standard que el de la tubería.

Las tuberías irán adosadas a la pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado similares al modelo ENT de hilti, estas últimas se fijarán a la pared mediante tacos de la marca antes mencionada o similar.

Para el caso de conectar una tubería a una canaleta metálica o a los ventiladores y extractores, se deberá utilizar para esta unión tubería flexible con sus respectivos acoples.

Estas instalaciones deben cumplir con las exigencias del código nacional de electricidad del Perú, Tomo V.

## 5.2.1.8.2 SISTEMA DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

### 5.2.1.8.2.1 *Objetivo*

En la presente especificación técnica se describen las principales características de los equipos que conforman el sistema de alarma contra incendios para la subestación 60/20 KV y las subestaciones de rectificación Los Cabitos, Javier Prado y Mercado Mayorista, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### 5.2.1.8.2.2 *Introducción*

En esta especificación están indicados en forma muy general y referencial los ambientes donde se ha previsto la instalación de reveladores de humo, reveladores térmicos y pulsantes manuales de alarma de incendio

El CONCESIONARIO deberá desarrollar el anteproyecto del sistema de alarma contra incendios tomando como base el equipamiento existente y las características de las subestaciones, determinando la posición y cantidad específicamente para cada caso.

### 5.2.1.8.2.3 *Características Técnicas de los Equipos*

#### *Central de Alarma:*

- Generalidades
  - La central de detección de incendio será del tipo modular a 20 zonas, inteligente, autoalimentada, con tampón (stand by) para garantizar su eficiencia aún en caso de falta de alimentación 220 v.
  - La central de detección de incendio, será íntegramente comandada por un microprocesador, con funciones programables a través de teclado.
  - Señalización mediante display alfanumérico, de cristal líquido, retroiluminado, de dos líneas de 40 caracteres cada una.
  - Debe ser concebida para el control de las señales que provienen de las líneas de detectores automáticos y pulsadores manuales de alarma, en detección colectiva.
  - El sistema será constituido por tarjetas electrónicas de tipo extraíbles.
  - Cada tarjeta debe estar proyectada para concentrar dos zonas de revelación de incendio.
  - Las señales de alarma y anomalías deben evidenciarse mediante LEDS de los siguientes colores:
    - Rojo: ..... alarma de incendio
    - Amarillo: ..... daño, cortocircuito
    - Verde: ..... exclusión zona.
  - Cada señal de alarma provocará un envío de señales ópticas, acústicas locales y señales remotas a una central operativa.
- Características Eléctricas
  - Alimentación de la red: ..... 220 Vca, + 10 %, - 15 %
  - Alimentación de: ..... 24 Vcc
  - Salida de línea controlada: ..... 27,6 Vcc - 3 A máx.

- Alimentación de salida externa:..... 27,6 Vcc - 3 A máx.
- Número de líneas detección: ..... 20
- Detectores por línea: ..... máximo 25
- Temperatura de trabajo: ..... de 0° a + 50 ° C.
- Ubicación
  - La central será instalada en la sala de control de la subestación.

*Revelador de Humo inteligente:*

- Generalidades
  - El revelador de humo inteligente, tipo óptico, permitirá una revelación instantánea reconociendo las primeras partículas visibles de humo, que se forman al inicio de un incendio.
- Principio de Funcionamiento
  - Difusión de la luz.
  - Un diodo emisor de luz (led) y un elemento fotosensible, no alineados son introducidos en el interior de una cámara a laberinto.
  - En condiciones de reposo el elemento fotosensible no recibe ninguna radiación luminosa, por efecto de la presencia del humo, parte de la radiación luminosa emitida por el diodo, es desviada por difusión hacia la fotocélula.
  - Un circuito electrónico evalúa la variación de tensión que se manifiesta, y más allá de un cierto valor, envía una señal de alarma a la unidad de control.
- Características Constructivas
  - Fabricado en material plástico blanco, resistente a los golpes.
  - Montaje en un zócalo con indicador de acción, tipo luminoso (led).
  - La conexión al zócalo debe ser por rotación, que resista a las vibraciones.
  - Los contactos eléctricos zócalo - detector, deben ser robustos y resistentes a la corrosión.
  - Posibilidad de enclavamiento mecánico, que impida extraer el detector del zócalo.
  - Cubierta paravientos desmontable, para efectuar una limpieza impecable, asimismo debe ser protectora que facilite la entrada de humos y proteja contra las corrientes de aire y el polvo.
  - Debe ser completamente electrónico, sin piezas móviles ni sometidas a desgaste.
  - Nivel de sensibilidad controlable eléctricamente.
  - Cámara de medición protegida contra la entrada de insectos.
  - Cámara de medición con sistema óptico simétrico respecto al eje.
  - Rendimiento excelente incluso con humos oscuros
- Ubicación
  - Se instalarán los reveladores ópticos en:
    - Sala de tableros de MT
    - Sala de control

- Sótanos

#### *Reveladores Térmicos inteligentes:*

- Principio de Funcionamiento
  - Se basa en la deformación de un elemento bimetálico, provocado por un aumento de la temperatura y un diafragma activado por la expansión de aire, detectando instantáneamente un aumento de la temperatura (tasa de aumento) y las temperaturas ambientales con una alarma cuando estas alcanzan niveles establecidos (temperatura fija).
  - La función “temperatura fija”, consiste en un disco bimetálico y un perno que eleva el diafragma de forma de obtener un contacto por un valor establecido de temperatura.
  - La función “tasa de aumento”, consiste en un diafragma, dos cámaras y un pequeño tubo de ventilación.
  - Cuando la temperatura ambiente aumenta con ritmo lento el aire propagado en la primera cámara sale atravesando el tubo de ventilación y alcanza la segunda cámara de aire, si la tasa de aumento de la temperatura sobrepasa el valor establecido, el diafragma se alza de la rápida expansión de aire de modo de crear un contacto, debido a que el tubo es demasiado pequeño para equilibrar la presión.
- Características Constructivas
  - Son de gran sensibilidad
  - De gran estabilidad y larga duración
  - De sellado electrónico hermético, que garantiza una alta resistencia a la humedad.
  - De alta compatibilidad electromagnética.
  - Diseñado para vigilar zonas e instalaciones donde se puede producir un brusco incremento de la temperatura, como en el caso de un incendio, o también donde no se pueden instalar otros detectores de incendio por razones prácticas, por la presencia de humos, vapores, etc.
  - De gran reacción, ante la velocidad de aumento de temperatura y además cuando se alcanza una máxima temperatura.
- Características Técnicas
  - Tensión de alimentación:..... 16 - 26 Vcc
  - Corriente de funcionamiento: ..... < 150  $\mu$ A
  - Temperatura de reacción nominal:..... + 58 ° C
  - Temperatura ambiente: ..... +5° / +40 ° C
  - Humedad relativa: ..... < 95 %
  - Protección según CEI 529 (zócalo): ..... IP 43/53
- Ubicación
 

Se instalarán los reveladores térmicos en:

  - ... Sala de tableros de MT – transformadores de SS.AA.

#### *Pulsantes Manuales de Alarma de Incendio:*

- Características Constructivas
  - Esta conformado por una caja de material termoplástico de color rojo y en la misma se tiene un vidrio de ruptura plastificado y serigrafado, en ella se aloja un microinterruptor interno con contacto de intercambio, accionado por una tecla provista de autoretenición.
  - El fondo es de material luminiscente, que permite su localización en la oscuridad más absoluta.
- Principio de funcionamiento
  - Hay que presionar o romper el vidrio y el pulsador que esta detrás del vidrio, queda activado.
  - El pulsador activado y bloqueado en dicha posición. El retiro de la tapa de la caja, produce también la alarma. En ambos casos un diodo tipo LED color rojo, señala el funcionamiento de la alarma.
  - Cuando se vuelve a colocar la tapa, después de haber repuesto el vidrio, el pulsador se desbloquea.
  - El funcionamiento del pulsador puede controlarse desde el exterior sin necesidad de abrir la caja, por medio de una herramienta apropiada.
- Características Técnicas
  - Bornes de conexión para secciones de cables .....: 0,2 – 1,5 mm<sup>2</sup>. AWG 15....24.
  - Temperatura ambiente: ..... +5° / +40° C
  - Humedad, clase de aplicación según DIN: ..... E (< 95 %)
  - Grado de protección: ..... IP 30
  - Color de la caja: rojo ..... RAL 3000
  - Tensión de trabajo: ..... 16...26 Vcc.
  - Corriente máxima: ..... 40 mA.
- Ubicación
 

Se instalarán los pulsadores manuales de alarma de incendio en:

  - Al interior junto a la puerta de salida principal.
  - Al interior junto a la puerta de salida auxiliar.

#### *Sirena:*

La sirena deberá tener una potencia de 110 dB a 3 m. de la fuente, construida en material ABS, sumamente rígida y compacta, y particularmente apta donde se necesita una buena potencia sonora. Asimismo para evitar el daño por agentes atmosféricos debe contar con un grado de protección IP54.

#### *5.2.1.8.2.4 Accesorios*

El suministro deberá comprender las herramientas necesarias para el cambio de los reveladores (humos y fuego) en zonas altas.

#### Consideraciones de Instalación

- Los cables eléctricos con aislamiento PVC, según normas CEI 20-22, estarán alojados en tubería metálicas, tipo conduit de ½ "  $\phi$  ; con sus respectivos accesorios, adosadas a la

pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado, las que a su vez se fijan con tarugos similares a los de hilti.

- El sistema se alimentará desde el tablero de baja tensión ubicado en la sala de control de la subestación, mediante un cable tipo NYY de 2 x 4 mm<sup>2</sup>, instalado en canaleta metálica desde el sótano.
- Los sensores y pulsadores manuales irán fijados sobre una caja de fierro galvanizado de 150 x 150 x 50 mm., las cuales servirán como caja de pase para el ingreso de las tuberías de fierro galvanizado.
- Estas instalaciones deben cumplir las exigencias del código nacional de electricidad del Perú, Tomo V.

#### 5.2.1.8.3 PROTECCIÓN CONTRA LAS CORRIENTES ELECTROLÍTICAS

##### 5.2.1.8.3.1 *Objetivo*

En la presente especificación técnica se describen las características mínimas de los equipos que conforman el sistema de protección contra las corrientes electrolíticas para las estaciones y subestaciones en general, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

##### 5.2.1.8.3.2 *Introducción*

Existen tres sistemas para evitar la corrosión : protección catódica, drenaje electrolítico y trasiego eléctrico; cualquiera de estos sistemas podrá ser implementado, previa evaluación técnica y características de las instalaciones existentes.

El sistema de protección catódica comprende la inyección de una corriente continua a tierra, a través de un lecho de ánodos, para cerrar el circuito a través de la propia estructura a proteger.

##### 5.2.1.8.3.3 *Normas*

Deberá cumplirse con lo indicado en las normas EN 50122-2, UIC 605-1 y UIC 605-2

##### 5.2.1.8.3.4 *Especificaciones técnicas*

Se evaluará emplear el sistema de protección catódica por corriente impresa, el cual comprende los siguientes elementos :

- Unidad central de potencia
- Lecho de ánodos dispersor de corriente
- Sondos de referencia y/o semipilas de referencia
- Elementos a proteger. Serán todos aquellos elementos enterrados que deseamos proteger.

#### 5.2.1.8.4 EQUIPOS PARA MANTENIMIENTO

Con el objetivo de mantener las instalaciones en optimas condiciones, el CONCESIONARIO deberá contar con los siguientes equipos:

- Equipo para pruebas de reles.
- Equipo para pruebas de interruptores de potencia.
- Equipo para mediciones de puesta a tierra.

- Equipo para mediciones de tensiones de paso y contacto.
- Equipo para mediciones y pruebas de transformadores de potencia.
- Megómetro de 10.000 Vcc
- Equipo registrador y accesorios para mediciones en corriente alterna.
- Equipo registrador y accesorios para mediciones en corriente continua.
- Equipo para mediciones de baterías.
- Equipo de puesta tierra y cortocircuito para catenaria.
- Vagoneta diesel con plataforma equipada con brazo hidraulico, pantografo de prueba.
- Plataforma remolque.
- Tricos de cadena larga y corta de 1.000 y 1.500 kg
- Dinamómetro para líneas aéreas 10 Tn.
- 02 Portabobinas con freno incorporado.
- Juego de poleas.

### **5.2.1.9 INTERFERENCIAS AÉREAS CON LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN**

#### **5.2.1.9.1 OBJETIVOS**

En la presente especificación técnica se describen las soluciones a las interferencias aéreas con líneas de alta tensión, las cuales pueden ser mejoradas con soluciones de características similares.

#### **5.2.1.9.2 ALCANCES**

Los alcances de la presente especificación técnica son las siguientes interferencias:

- Ovalo Derechos Humanos (Línea aérea 60 KV, L-651)
- Cruce Av. Aviación con Av. Angamos (Líneas aéreas de 60 KV, L-631/632)
- Cruce Av. Aviación con Av. Villarán (Líneas aéreas de 60 KV, L-637/638)
- Puente Atocongo (Líneas aéreas de 220 KV, L-2012/2013)

#### **5.2.1.9.3 NORMAS**

Las Normas que deben cumplir las presentes especificaciones técnicas serán las siguientes:

- CNE – Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001

#### **5.2.1.9.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

Las especificaciones técnicas generales serán las siguientes:

- Distancia vertical entre cables de protección y líneas de alta tensión:  
Para líneas de 60 KV - 3 metros;

Para líneas de 220 KV – 4 metros.

- Todos los cruces aéreos de la línea aérea ferroviaria y líneas de alta tensión deberán protegerse con una malla de protección.
- El diseño de la puesta a tierra de la malla de protección deberá considerar la protección de tensiones de toque y tensiones de paso, según lo establecido en el Código Nacional de Electricidad y las corrientes de cortocircuito proyectadas de las líneas de alta tensión.
- Los soportes de la malla de protección y las líneas aéreas de alta tensión deben ser protegidos contra impactos y señalizados con señales de identificación de la línea, peligro, puesta a tierra.

#### 5.2.1.9.4.1 *Interferencia Ovalo Derechos Humanos (Línea aérea 60 KV, L-651)*

La solución a la interferencia es una instalación con líneas subterráneas en 60 KV.

#### 5.2.1.9.4.2 *Cruce Av. Aviación con Av. Angamos (Líneas aéreas de 60 KV, L-631/632)*

La solución a la interferencia es una instalación con líneas aéreas de 60 KV.

#### 5.2.1.9.4.3 *Cruce Av. Aviación con Av. Villarán (Líneas aéreas de 60 KV, L-637/638)*

La solución a la interferencia es una instalación con líneas aéreas de 60 KV.

#### 5.2.1.9.4.4 *Puente Atocongo (Líneas aéreas de 220 KV, L-2012/2013)*

La solución a la interferencia es una instalación con líneas aéreas de 220 KV.

### 5.2.1.10 **PRUEBAS PRELIMINARES Y DE PUESTA EN MARCHA**

#### 5.2.1.10.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Estas pruebas serán de tres tipos:

##### 5.2.1.10.1.1 *Pruebas de Prototipo*

Se realizarán al primer equipo y/o estructura no experimentado, antes de lanzar su producción en serie.

Estas pruebas tienen el objeto de constatar que las estructuras en prueba soportan sin fallar los esfuerzos a que podrán estar sometidas durante su operación.

##### 5.2.1.10.1.2 *Pruebas Tipo*

Son las que se efectúan a la primera unidad, llamada cabeza de serie, de un diseño ya experimentado.

Se realizarán al primer elemento fabricado de los principales equipos y/o sistemas, tales como: transformadores, motores, alternadores, etc, y comprenderán:

- Determinación de ajustes y tolerancias.
- Determinación de temperaturas.



- Verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño, de operación y de mantenimiento establecidos.

#### 5.2.1.10.1.3 Pruebas de Serie

Estas pruebas se realizarán a todas las unidades del lote.

Serán efectuadas a los principales elementos, equipos y sistemas antes de la puesta en servicio y comprenderán:

- Verificación breve de las características de operación.
- Verificación del buen funcionamiento general.
- Verificación de los rendimientos operativos.
- Repetición de algunas pruebas de tipo que se considere conveniente realizar.

El CONCESIONARIO está obligado a dar facilidades al Supervisor de Obra y al CONCEDENTE y/o a sus delegados técnicos para supervisar las pruebas de los equipos y sistemas.

#### 5.2.1.10.2 PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la línea, una vez que ya han sido instalados los equipos y/o sistemas.

Las pruebas en cuestión comprenden, por lo menos y no necesariamente en este orden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

##### 5.2.1.10.2.1 Pruebas de Funcionamiento

- Pruebas en vacío, sin carga, de todos y cada uno de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas con carga de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos, excepto la circulación de los trenes.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos incluyendo la circulación de los trenes.

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizará todos los ajustes que resulten necesarios.

A título enunciativo pero no limitativo, a continuación se describen las pruebas típicas y los equipos susceptibles de pruebas en las instalaciones:

#### EN LA SUBESTACION 60/20 KV SANTA ROSA

- Simulación operativa de todas las maniobras de la instalación e interbloqueos de lógicas de seguridad.
- Verificación operativa de los sistemas de seguridad: bloqueos mecánicos, eléctricos y con llave.
- Verificaciones de las conexiones de puesta a tierra, conformidad de acuerdo al proyecto.
- Pruebas de aislamiento de las secciones de AT y MT y verificación de los certificados de prueba de la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

- Pruebas con alimentación primaria y verificación de los valores de tensión en las secciones AT – BT - MT
- Pruebas de interruptores de potencia.
- Pruebas de transformadores de potencia.
- Pruebas de transformadores de medida.
- Pruebas de seccionadores.
- Pruebas de equipos de medición.
- Pruebas de equipos de protección y señalización.
- Pruebas de equipos auxiliares.
- Pruebas de regulador de tensión bajo carga.
- Pruebas de cables.

#### EN LAS SUBESTACIONES RECTIFICADORAS 20 / 1.5 KV

- Simulación operativa de todas las maniobras de la instalación e interbloques de lógicas de seguridad.
- Verificación operativa de los sistemas de seguridad: bloqueos mecánicos, eléctricos y con llave.
- Verificaciones de las conexiones de puesta a tierra, conformidad de acuerdo al proyecto.
- Pruebas de aislamiento de las secciones de AT y MT y verificación de los certificados de prueba de la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.
- Pruebas con alimentación primaria y verificación de los valores de tensión en las secciones MT conversión CA/CC – BT.
- Verificación del funcionamiento de las lógicas de intervención de las protecciones.
- Pruebas de alimentación de la línea de contacto, verificación funcional de los dispositivos “Prueba de la línea”.
- Pruebas de cortocircuito “remoto” lado C.C. – 1500 V en tramo de muestra.
- Pruebas funcionales de la instalación en condiciones de explotación, verificación de las tensiones en vacío y bajo carga.
- Pruebas funcionales de la instalación en condiciones de explotación, y degradación operativa de partes de la instalación.
- Pruebas de interruptores de potencia.
- Pruebas de transformadores de potencia.
- Pruebas de transformadores de medida.
- Pruebas de seccionadores.
- Pruebas de pararrayos.
- Pruebas de equipos de medición.
- Pruebas de equipos de protección y señalización.
- Pruebas de equipos auxiliares.
- Pruebas de regulador de tensión bajo carga.

- Pruebas de cables.

#### LINEA DE CONTACTO 1.5 KV

- Verificación de la altura y la poligonación en los puntos significativos del trazado (curvas, desvíos, cambios de pendiente, etc.).
- Verificación de los tramos de seccionamiento.
- Verificación general del eje de los aisladores de sección.
- Prueba de equivalencia dinámica entre pantógrafo y la línea de contacto, control visual de la poligonación.
- Prueba de tensión aplicada ( $2E + 1000$  V) en cada tramo de la línea de contacto a velocidad comercial y línea alimentada.
- Verificación de la resistencia y comportamiento de la línea de contacto en condiciones de cortocircuito transitorio; “integradas con las pruebas de cortocircuitos de las subestaciones rectificadoras”.
- Verificación de la calidad del circuito de retorno.
- Verificación de las regulaciones automáticas.
- Medición de la puesta a tierra de los descargadores.
- Pruebas de pararrayos.
- Conductores.
- Accesorios.
- Postes.

#### REDES DE TIERRA

- Medición de las tensiones de paso y de contacto. Verificación y análisis de los certificados de prueba de las mediciones de las tensiones de paso y contacto.
- Medición de la resistencia de la puesta a tierra de la malla de tierra profunda, para ello ningún equipo o estructura metálica debe estar conectado. Los resultados de las mediciones se verificarán con los datos de diseño
- Verificación de la integridad y de la continuidad de los conductores de tierra y sus conexiones: tierra de viaducto y malla de tierra profunda. También a los relacionados con los descargadores.
- Verificación de la coordinación del tiempo de intervención de las protecciones instaladas con el valor de la tensión de tierra de la instalación, o con aquella de la máxima tensión de paso o de contacto.
- Medición de la resistencia de aislamiento del circuito de retorno.

#### CORTOCIRCUITADORES A TIERRA

- Verificación de las conexiones a la tierra ferroviaria y a la tierra viaducto.
- Pruebas funcionales mediante simulaciones de las tensiones de umbral de intervención C.A. y C.C.
- Mediciones de tensión en los bornes del cortocircuitador con trenes en la vía.

#### CONTROL DE CORRIENTES VAGABUNDAS

- Registro de las tensiones provocadas en las armaduras por las corrientes vagabundas.

#### MEDICIONES Y PRUEBAS ESPECIALES REFERIDOS A LA ENERGÍA ELECTRICA

- Medición de altas tensiones y corrientes fuertes en régimen permanente y en régimen transitorio (cortocircuito).
- Medición de las sobretensiones aleatorias.
- Caracterización armónica de las fuentes de energía.
- Balance de potencia.
- Determinación del factor de potencia.
- Mediciones y registros de elevación del hilo de contacto durante el paso de las circulaciones.

#### PRUEBAS Y MEDICIONES ESPECIALES RELATIVOS AL ENTORNO FERROVIARIO

- Influencia electrostática de las líneas de alta tensión.
- Aislamiento de plataforma.
- Caracterización electromagnética de un emplazamiento EN 50121-5.
- Identificación y evaluación de las perturbaciones electromagnéticas:
  - Mediciones tomadas en el vecindario.
  - Compatibilidad entre instalaciones adyacentes.
- Medición de los ambientes electromagnéticos con respecto a la exposición humana:
  - Caracterización del puesto de trabajo.
- Pruebas de inmunidad a los campos electromagnéticos EN 50121-X, EN 61000-4-X.

##### 5.2.1.10.2.2 *Pruebas Operativas*

Éstas se realizarán para verificar y ajustar el sistema completo a los parámetros operativos establecidos e incluyen, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Intervalo mínimo posible.
- Velocidad máxima.
- Marcha tipo.
- Mando y control de los equipos centralizados de energía.

##### 5.2.1.10.2.3 *Pruebas de Marcha en Vacío*

La marcha en vacío involucra la operación, sin pasajeros, de toda la línea para:

- Probar los equipos en condiciones muy cercanas a las reales para efectuar los últimos ajustes y poner en evidencia las fallas de «juventud» que se producen normalmente en todo sistema nuevo.

- Completar el entrenamiento del personal en el manejo de los nuevos equipos.

Los procedimientos y/o los protocolos de las pruebas aquí mencionadas y otras que resulten necesarias serán formulados por el CONCESIONARIO de acuerdo a prácticas y normas comunes para pruebas de equipos y sistemas ferroviarios o de Metro y sometidos a la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE.

Los costos resultantes de la realización de todas las pruebas serán a cargo del CONCESIONARIO, que someterá a la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE, con dos meses de anticipación, la realización de cada prueba, el programa y protocolos de pruebas de todos y cada uno de los equipos y/o sistemas.

#### **5.2.1.11 DOCUMENTACIÓN**

Se deberá entregar toda la documentación del proyecto, la cual comprende cuatro partes: documentación del estudio de ejecución, documentación a entregar con el Estudio Definitivo, documentación de aceptación y documentación de operación y mantenimiento.

##### **5.2.1.11.1 DOCUMENTACIÓN DEL ESTUDIO**

Se entrega según la progresión de los estudios de ejecución del CONCESIONARIO. Comprende también los elementos del proyecto preliminar.

A título indicativo y no limitativo esta documentación debe incluir:

- Descripción técnica y un listado de todos los componentes del equipo (hardware y software), en la cual se pueda identificar cualquier repuesto y/o programa que sea necesario en el futuro. Los listados de los componentes deberán constar las especificaciones, el código del fabricante y el código del componente en el mercado.
- Esquemas de principios de ejecución.
- Documentos de los parámetros utilizados, etcétera.
- Planos de cableado.
- Esquemas y detalles de montaje
- Planos de circuitos impresos.
- Memorias de cálculo.

##### **5.2.1.11.2 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR CON EL ESTUDIO DEFINITIVO**

Se realiza para obtener la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE y también permite verificar las interfases con las demás instalaciones.

Se entregará al Supervisor de Obra y el CONCEDENTE, en dos ejemplares, más un tercero para devolver al CONCESIONARIO con las observaciones o aprobación de ésta.

La documentación a entregar con el Estudio Definitivo deberá incluir los siguientes puntos:

- Plano de montaje con indicación de dimensiones y peso, además de los requerimientos de espacios, ventilación, energía eléctrica, etc., necesarios para el correcto funcionamiento de los equipos ofrecidos.
- Con respecto al consumo de energía, deberá proporcionarse el requerimiento preciso de éste en la peor condición.

- Descripción detallada de la configuración propuesta, con identificación y ubicación física de los componentes del sistema.
- Descripción técnica del funcionamiento de los elementos componentes del sistema.
- Especificaciones técnicas completas referidas a la configuración propuesta.
- Esbozo de los sitios, con indicación y justificación del espacio necesario.
- Descripción técnica del sistema ofrecido.
- Programa de operación.
- Referencias.
- Toda la información que el CONCESIONARIO considere necesaria para cumplir con lo aquí especificado y/o aclarar los términos técnicos y comerciales de su Estudio Definitivo.

Una vez aprobados los documentos, el CONCESIONARIO deberá entregar la colección completa de las copias maestras u originales en papel y en soporte magnético u óptico.

#### 5.2.1.11.3 DOCUMENTACIÓN DE ACEPTACIÓN

Presentada a más tardar en el momento de la Aceptación de las Obras, la documentación de aceptación comprenderá:

- Inventarios de los equipos y partes principales de los sistemas y subsistemas a entregar.
- Certificados de los ensayos y mediciones efectuadas antes de la instalación en las empresas o laboratorios de los diferentes constructores y fabricantes del material.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados durante la instalación.
- Resultados de los ensayos y controles efectuados después de la instalación: ensayos generales de funcionamiento.
- Juego de planos correspondientes, incluyendo montaje y distribución, en su última versión, planos «tal como instalado» (as built).
- Los procedimientos de pruebas en fábrica, pruebas aisladas en campo, pruebas integradas y de puesta en marcha.

A esta documentación de aceptación se anexará un expediente que recopile los resultados de los ensayos de aceptación. La documentación de aceptación será entregada en tres ejemplares en papel, y en soporte magnético u óptico.

#### 5.2.1.11.4 DOCUMENTACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta documentación será presentada en soporte resistente y de fácil utilización, a más tardar 30 días calendario antes del inicio de la Puesta en Operación Comercial. De una forma general y hasta el final del período de garantía, el CONCESIONARIO deberá cumplir con la actualización de toda la documentación contractual suministrada.

Esta documentación será sometida a aprobación y comprende:

- El conjunto de documentos del estudio de ejecución, perfectamente actualizado (entregada al efectuarse la aceptación provisional en tres ejemplares).
- Manuales de operación.
- Manuales que incluyan instructivos de funcionamiento y de montaje de equipos y sistemas y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.

- Un manual que defina toda la planificación del mantenimiento preventivo, incluyendo un listado de trabajos necesarios para la correcta conservación del equipo, para cada uno de los cuales se deberá especificar los siguientes datos:
  - Periodicidad con la cual deberán realizarse estos trabajos, ya sea en kilómetros recorridos, en horas de servicio, en número de movimientos o, de preferencia, en tiempo calendario.
  - Descripción detallada del método manual que deberá seguirse para la correcta ejecución de los trabajos, de ser posible con una estimación del tiempo necesario.
  - Especificación técnica de los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos, haciendo una especial mención de las herramientas y/o equipos de fabricación especial.
- Manuales que definan los procedimientos de diagnóstico, detección y corrección de fallas y averías, además de las reparaciones (descripción de las fallas más probables, de sus efectos, de su detección, maniobras a efectuar, reparación propiamente dicha, en tres ejemplares).
- Manuales que incluyan instrucciones de principios de funcionamiento, de operación y de montaje de equipos y sistemas, y planos de distribución de equipos y demás instrucciones pertinentes.
- Catálogos de conjuntos, subconjuntos y partes hasta nivel de componente del total de los suministros, con los datos necesarios y suficientes para la adquisición de cada pieza en el mercado nacional o internacional. Estos catálogos contendrán los números de referencia e información de los fabricantes originales y dibujos «explosionados» de los conjuntos y subconjuntos.
- Juego de planos detallados de circuitos eléctricos y electrónicos de módulos, equipos, subsistemas y sistemas, indicando la interconexión de todos los elementos. Se indicará asimismo los valores de corriente y tensión, formas de onda y denominación de componentes eléctricos y electrónicos.
- Programas fuente de todo el software de aplicación y de diagnóstico, pruebas y mantenimiento, con todos los datos de parámetros.
- Un conjunto de copias maestras y documentos originales de muy buena calidad, de la siguiente información:
  - Manual de programación
  - Manual de comunicación de datos
  - Guía para la corrección de problemas
  - Descripción de circuitos
  - Descripción del sistema
  - Descripción del *software*
  - Manual de utilización del *software*
  - Cartilla de prueba de operación del sistema (Este documento podrá incorporar comentarios del CONCEDENTE que deberán ser considerados durante la aceptación definitiva del sistema)

Toda esta información deberá ser suministrada, también, en soporte magnético.

#### 5.2.1.11.5 GENERALIDADES SOBRE LA DOCUMENTACIÓN

El CONCESIONARIO deberá entregar toda la documentación y los planos en idioma castellano. Los planos serán entregados en tamaños normalizados según normas DIN. También se entregarán en medio magnéticos u óptico, en la última versión de AUTOCAD.

El texto y los cuadros se editarán en las últimas versiones de los programas Word y/o Excel de Microsoft.

Las unidades serán expresadas en el sistema métrico decimal.

Toda la documentación entregada por el CONCESIONARIO, hasta la puesta en servicio del sistema, será considerada como propiedad del CONCEDENTE, por lo que ésta podrá elaborar las copias que considere necesarias para su uso interno.



## 5.3 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y EQUIPOS DE LAS ESTACIONES

### 5.3.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

La finalidad de estas especificaciones es describir las características técnicas mínimas del sistema de alimentación eléctrica y equipos de las estaciones, las cuales pueden ser mejoradas con equipos de características similares. En este caso, el CONCESIONARIO deberá presentar certificados de otros sistemas ferroviarios o metroviarios y/o pruebas, que garanticen la buena calidad de la tecnología presentada.

Todo el equipamiento deberá ser suministrado completo, con todos sus accesorios, componentes y materiales especificados, así como los no expresamente especificados, pero necesarios para el perfecto funcionamiento del sistema.

#### 5.3.1.3 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DE LAS ESTACIONES

##### 5.3.1.3.1 CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN Y ACCESORIOS

###### Objetivo

La presente especificación técnica define las características técnicas mínimas de los cables de baja tensión, a utilizarse en la interconexión de cabinas, en la interconexión con las subestaciones de rectificación, en la interconexión con la subestación 60/20 KV y para los circuitos de alumbrado y fuerza que se distribuirán desde las respectivas cabinas eléctricas de las estaciones de pasajeros nuevas y de las estaciones Pumachaua y Miguel Iglesias.

###### Condiciones Ambientales

- Temperatura mínima / máxima: ..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa: ..... 95 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino, alta contaminación

###### Consideraciones Técnicas

- En los circuitos alimentadores la sección del neutro es igual a la de fase, hasta los 25 mm<sup>2</sup>, mayores a ésta sección es la mitad de la fase.
- En el dimensionamiento de los cables de energía se ha tenido en cuenta, las siguientes condiciones:
  - Mantener los valores de caída de tensión dentro de los valores prefijados, sea en condiciones de operación normal o en situaciones transitorias como la puesta en marcha de motores (dimensionamiento eléctrico).
  - Mantener la temperatura dentro de los límites admitidos del tipo de cable, sea a la corriente de operación normal o mediante la adecuada coordinación con la protección eléctrica a las intensidades de sobrecarga o de cortocircuito en las reales condiciones de instalación (dimensionamiento térmico).

###### Utilización de Conductores

###### *Conductor de Protección*

Se utilizará para la conexión de las estructuras metálicas y equipos eléctricos, a la malla de tierra de la cabina; deberá ser de cobre rígido, con aislamiento de PVC, color amarillo, no propagante de flama y de las siguientes características:

- Tipo: .....TW ó trenzado
- Tensión de diseño Eo/E: ..... 450 / 750 V
- Temperatura de operación: ..... 40 °C
- Secciones a utilizarse:..... 16, 50, 70, 120 y 185 mm<sup>2</sup>

#### *Cables de Potencia*

- Tipo: .....NYY ó similar
- Tensión de diseño Eo/E: .....0,6 / 1,0 KV
- Temperatura de operación: ..... 80 °C
- Secciones a utilizarse:
  - mínima:..... 4 mm<sup>2</sup>
  - máxima: ..... 110 mm<sup>2</sup>
- Configuración: ..... bipolares, tripolares y tetrapolares
- Normas de fabricación: ..... NTP 370.048,  
CEI 20-210, IEC 332 - 3

#### *Cables de Mando, Control, Señalización, Medida y Telemedidas*

Para el mando, control y señalización, se utilizarán cables multipolares, de sección mínima 2,5 mm<sup>2</sup>, con formación de 7, 12, 16 y 19 conductores. Estos conductores serán de cobre con aislamiento de PVC, no propagador de flama:

- Tipo: ..... CCT-B
- Tensión de diseño: .....0,6 KV
- Temperatura de operación: ..... 60 °C
- Normas de fabricación: .....ASTM B3

#### *Empalmes para Cables Multipolares*

- Tipo: ..... encapsulado en resina
- Dimensión: .....cable multipolar de 2 x 2,5 y 10 x 2,5 mm<sup>2</sup>
- Instalación: .....en canaleta de concreto o metálica
- Propiedad: .....resistente a la filtración de agua

#### *Terminales para Cables de Baja Tensión*

- Deben garantizar la conductividad de la corriente eléctrica y resistencia mecánica.
- Su fabricación debe ser en cobre electrolítico estañado.
- Deben contar con un bisel, que facilite la inserción del conductor y una barrera de tope que garantice que el conductor quede centrado.

- Todos los terminales deben ser aislados de fábrica en algunos casos y en otros con recubrimiento termocontraíble.

#### Consideraciones de Instalación

- Los cables de baja tensión serán diferenciados entre cables de fuerza y control para lo cual se deberán instalar en canaletas separadas en dos niveles.
- En todo momento se tendrá el mayor cuidado para que los cables no se dañen durante su almacenamiento, transporte y en su instalación.
- Los cables deberán instalarse, de tal manera que se obtenga un acabado perfecto y satisfactorio, para ello se usarán los materiales idóneos a este fin, tal como grapas, anillos de identificación, amarracables, cintas aislantes de primera calidad, etc.

#### 5.3.1.3.2 TABLERO DISTRIBUCIÓN EN MEDIA TENSIÓN (QMC)

##### Objetivo

La finalidad de la presente especificación es aquella de describir las características técnicas mínimas de las celdas de distribución en media tensión (QMC) a instalarse en las cabinas eléctricas de las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares. (ceñirse al plano I3489, del anexo 2).

##### Normas de Referencia

La fabricación, pruebas y operación de las celdas, deben estar de acuerdo con las normas siguientes: IEC 60694, 60298, 60056, 60129, 60265-1, 60420, 60243-5, 60529 y 60071.

##### Condiciones Ambientales

Se instalarán al interior, bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

##### Características Técnicas

- Grado de protección mecánica:..... IP 54
- Tensión de aislamiento: ..... 24 kV
- Tensión nominal: ..... 24 kV
- Tensión de servicio: ..... 20 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tensión de prueba frecuencia industrial:..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Intensidad de cortocircuito simétrica: ..... 12,5 kA
- Intensidad térmica de barras, durante 1 segundo.:..... 12,5 kA

- Alimentación auxiliar motor de carga de muelles para cierre / apertura: ..... 110 Vcc
- Control: ..... 110 Vcc
- Telemando: ..... 24 Vcc
- Alumbrado y calefacción: ..... 220 Vca

### Características Constructivas

Los tableros 20 kV son del tipo protegido con celdas prefabricadas con láminas de hierro y perfilados, su composición se indica a continuación:

CELDAS	CANTIDAD
1 – Entrada/salida alimentación	2
2 – Alimentación transformadores servicios auxiliares	2

NOTA: En las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias solo se instalará una celda de alimentación a transformador de servicios auxiliares.

El tablero debe incluir todas las llaves de maniobra necesarias, una pértiga de salvamento, un portaguantes con guantes, un detector de tensión con pértiga, placas de aluminio con indicaciones de seguridad y una banqueta aislante; para ser instalados junto al tablero en un soporte adecuado.

Las celdas tendrán las siguientes características:

- Libre de mantenimiento.
- Independiente del clima.
- Recinto primario trifásico, celda metálica (metalclad), revestimiento metálico.
- Aislamiento en gas SF6 o vacío.
- A prueba de gas, estructura del tablero soldada o acero inoxidable con bushings para conexión eléctrica y componentes mecánicos.
- La celda construida sobre la base de perfiles de 3 mm. y planchas de hierro de 2 mm. como mínimo, la misma será completamente cerrada y subdividida en cuatro (04) compartimentos, en los cuales se distribuirán los seccionadores, interruptores, transformadores de corriente y tensión, borneras, etc.
- La estructura de la celda debe permitir su fijación al piso a través de pernos de expansión.
- En el interior de la celda se debe instalar una barra de cobre para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la malla de tierra externa.
- Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.
- Las puertas deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo.
- Debe ser dotada de placas que permitan con facilidad la identificación de los diversos componentes de las celdas tanto al exterior como al interior, así como el procedimiento para la operación o maniobra de la celda.
- Los cables así como las borneras deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.

- La celda debe tener un sistema de calefacción con control automático, para evitar la humedad en su interior.
- El compartimiento de los seccionadores e interruptor debe estar equipado con sistema de iluminación interna, controlado desde afuera mediante un pulsador o con la apertura de la puerta.
- El ingreso de cables de alta tensión debe ser por la parte inferior desde las canaletas del sótano.
- El ingreso de cables de baja tensión debe ser por la parte superior desde la red de canaletas aéreas.
- Todos los dispositivos de protección, medición, control y señalización, serán instalados en la parte frontal de la celda.
- El diseño de la celda debe ser tal que permita poder ejecutar trabajos de mantenimiento en sus equipos con las celdas contiguas en servicio.
- El compartimiento del interruptor y seccionadores tendrá una ventana de material aislante, la función de ella es permitir la verificación de la operatividad de los equipos, la misma debe estar protegida internamente con una estructura metálica para evitar cualquier intento de acceso.

#### Equipamiento de la Celda de Media Tensión 20 KV

En sentido general cada celda contiene los siguientes componentes eléctricos

- a) Un sistema de barras de cobre unido superiormente.
- b) Un seccionador rotativo de contrabarra, que en posición de abierto hace inaccesible el compartimiento de barras descrito en a) (en las celdas de alimentación del transformador de servicios auxiliares e interruptor de carga telemandable).
- c) El interruptor de línea, que resulta extraíble una vez abierto el seccionador rotativo descrito en b) y abierto el seccionador de línea descrito en e); el mismo debe ser telecomandado.
- d) En las celdas de alimentación de transformadores servicios auxiliares todo lo anteriormente mencionado es sustituido por fusibles extraíbles, de protección de alta tensión.
- e) El seccionador de línea, que une la salida del interruptor descrito en c) con el cable de potencia en la salida o en la entrada de la celda
- f) El seccionador de puesta a tierra de la línea de potencia en la salida o entrada de la celda.
- g) Relés multifuncionales (de sobrecarga-cortocircuito (50/51 K) y falla a tierra (67 NK)), insertados al sistema de protección del hilo piloto, asimismo un relé de bloqueo.
- h) Transformadores de tensión y corriente, además voltímetro y amperímetro.
- i) Elementos de medida mando y alimentación auxiliares.
- j) Señales de presencia de tensión, calefacción e iluminación interna.

#### Consideraciones de Seguridad para la Maniobra

- La celda debe contar con los bloqueos electromecánicos necesarios para evitar maniobras manuales erróneas; es decir el interruptor no debe cerrarse estando los seccionadores abiertos, asimismo los seccionadores no pueden abrirse estando el interruptor cerrado.
- No debe ponerse a tierra, sin antes haber abierto el interruptor y seccionadores.
- El acceso al compartimiento de potencia debe ser solo realizado cuando esta puesto el sistema a tierra.

- Todos estos enclavamientos deben ser respaldados por la liberación o bloqueo de llaves de seguridad codificadas.
- El compartimiento de las barras principales debe ser inaccesible desde los compartimentos de potencia una vez ejecutada la maniobra de los seccionadores rotativos. El acceso o conexión a estas será mediante la apertura de cubiertas metálicas laterales de montaje especial.
- La maniobra de los seccionadores será simultánea con enclavamiento mecánico, se abrirán y cerrarán juntos.
- Los relés tendrán contactos auxiliares para la implementación de telemando.

### Características de los Equipos de las Celdas de Media Tensión - 20 KV

#### *Seccionadores*

- Tipo: ..... rotativo contrabarra
- Tensión nominal: ..... 24 kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Intensidad nominal
  - llegadas y salidas: ..... 630 A
  - alimentación y salidas: ..... 400 A
- Corriente de breve duración: ..... 16 kA
- Potencia nominal de cierre: ..... 40 kA

#### *Interruptor de Línea*

- Tipo: .....extraíble
- Aislamiento: ..... en SF6 ó vacío
- Tensión nominal: ..... 24 kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Intensidad nominal: ..... 630 A
- Potencia de interruptor nominal - 20 KV: ..... 12,5 kA
- Intensidad de corta duración 3 segundos: ..... 12,5 kA
- Capacidad de interrupción nominal: ..... 500 MVA
- Tiempo de interrupción a intensidad total: ..... 80 - 85 ms
- Tiempo de cierre: ..... 100 ms
- Equipado con contactos de señales de: ..... mínima tensión, estado de muelles y condiciones del SF6 o vacío.
- Tensión auxiliar: ..... 110 Vcc

#### *Transformador de Tensión*

- Aislamiento: ..... en resina
- Tensión máxima de referencia: ..... 24 kV
- Tensión nominal primaria: .....  $20 / \sqrt{3}$  kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Potencia mínima nominal / clase: ..... 150 VA / 3
- Conexiónados
  - Primario: ..... estrella
  - 1<sup>er</sup> Secundario: ..... estrella
  - 2<sup>do</sup> Secundario: ..... triángulo abierto con resistencia de carga por ferresonancia.
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Factor de tensión: ..... 1,2 continuo
- Tensión secundaria
  - 1<sup>er</sup> Secundario: .....  $100 / \sqrt{3} \geq 30$  VA / CI 0,5
  - 2<sup>do</sup> Secundario: .....  $100 / 3\sqrt{3} \geq 30$  VA / 3P
- Dispositivo auxiliar: ..... fusibles de protección
- Norma: ..... IEC 60044-2

#### *Transformador de Corriente*

- Aislamiento: ..... en resina
- Tensión máxima de referencia: ..... 24 kV
- Tensión de prueba frecuencia industrial: ..... 50 kV
- Tensión de prueba a impulso: ..... 125 kV
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Intensidad nominal térmica de cortocircuito, mínima 1 seg.: ..... 12,5 kA
- Potencia mínima nominal / clase
  - 1<sup>er</sup> Secundario: ..... 30 VA / CI - 0,5
  - 2<sup>do</sup> Secundario: ..... 30 VA / CI - 5P10
- Relación de transformación en las celdas de entrada y salida: ..... 150 / 5 / 5 A
- Norma: ..... IEC 60044-1

#### *Relés de Protección*

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; Inmunidad (Pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III

- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140/ ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2)

- EN 55011, clase A

Deberán tener las siguientes características generales:

- Tipo digital, programable, compatible con software en Windows.
- Señalización de alarma (visual y acústica) local y remota.
- Display para indicar parámetros eléctricos.
- Capacidad para mostrar gráficos, reportes y actualizaciones
- Capacidad de autosupervisión.
- Ingreso a software con código de seguridad.
- Entradas y salidas para controles externos programables.
- Dimensiones estándares.
- Operación a 60 Hz.
- Capacidad para sincronización de tiempo con sistema satelital GPS con formato Estándar IRIGB, AFNOR, etc.
- Accesorios completos para mediciones (tensión y corriente, etc.) en AC y CC.
- Multifuncionales, debiendo tener como mínimo: detección de fallas contra sobrecorriente y cortocircuito (50/51), fallas a tierra (67), diferencial (87), mínima tensión (27), sobrecorriente de falla a tierra (64), con entrada y salida para hilo piloto.

#### *Transformador Toroidal*

- Relación de transformación:..... 100 / 1 A

#### *Aparatos de Medición*

- Voltímetro
  - Escala:..... 0 - 25 KV
  - Operación con transformador de:.....20 / 0,1 KV
  - Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
  - Clase de precisión: ..... 1,5
  - Dimensiones:..... estándar



- Instalación: .....vertical - empotrado
- Tipo: ..... digital
- Normas de fabricación: .....IEC 51 y 414
- Amperímetro
  - Escala:.....0 - 150 A
  - Operación con transformador de:..... 150 / 5 A
  - Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
  - Clase de precisión: ..... 1,5
  - Dimensiones:..... estándar
  - Instalación: .....vertical - empotrado
  - Tipo: ..... digital
  - Normas de fabricación: .....IEC 51 y 414

#### *Relé de Bloqueo 86*

- Número de contactos: .....5NC + 2NA
- Tensión de bobina: ..... 110 Vcc
- Montaje:..... enfrente de tablero

#### *Borneras*

- De señales y Control
  - Conductor a utilizar: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>
- De servicios - 220 Vca
  - Conductor a utilizar: ..... 2,5 mm<sup>2</sup>

#### *Señal de Presencia de Tensión*

- Tipo de circuito alimentador: .....divisor capacitivo de línea - tierra

#### *Telemandos y Telecontroles*

Deberán estar previstos las siguientes telemandos y telecontroles para los equipos del tablero:

#### *Telemandos:*

- Interruptor de interconexión 52/L1/L2: ..... on/off
- Seccionador motorizado 89C/TRSA1-TRSA2:..... on/off

#### *Telecontroles:*

- Interruptor de interconexión 52/L1-L2: ..... abierto/cerrado
- Seccionador de contrabarras 89C/L1-L2:..... abierto/cerrado
- Seccionador de línea/tierra 89LT/L1-L2: ..... abierto/cerrado

- Seccionador motorizado 89C/TRSA1-TRSA2:..... abierto/cerrado
- Seccionador de tierra 89T/TRSA1-TRSA2:..... abierto/cerrado
- Tensión en barras MT: ..... presencia/ausencia
- Relé de protección L1-L2: ..... intervención

### Pintura

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Preparación de la superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco.

#### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

### Interconexión al Sistema de Protección

Los relés serán conectados a los circuitos del hilo piloto.

El sistema de protección emplea un conductor de  $10 \times 2,5 \text{ mm}^2$ , instalado en la canaleta central de la vía principal. Por lo se requerirá efectuar en el conductor un seccionamiento del conductor y a su vez una conexión, que nos permita conectar tanto la entrada y salida. Para la conexión, se utilizará un empalme especial para cable multipolar.

La calibración de los relés corresponderá al nivel "E", en la escala de protección del sistema, la cual debe poseer las siguientes calibraciones:

- Relé 51 / 50K
  - $I > 0,8 I_n$ : .....  $t_1 = 1 \text{ seg}$
  - $I \gg 6,5 I_n$ : .....  $t_2 = 0,35 \text{ seg.}, t_3 = 0,1 \text{ seg}$
- Relé 67 NK
  - $I_0 > 20 \text{ mA}$ : .....  $t_0 = 0,4 \text{ seg.}, V_0 = 10 \text{ voltios; neutro aislado}$
  - $t_1 = 0,15 \text{ seg}$

### Consideraciones de Instalación

- Las celdas serán instaladas sobre el piso, fijadas a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt-II de hilti.
- Las celdas serán tratadas con especial cuidado para evitar su deformación, se nivelarán asegurándose que las caras verticales estén perfectamente alineadas, de tal manera que permitan el libre funcionamiento de las puertas, paneles y bastidores deslizantes.

- Se efectuarán los cableados necesarios que por razones de transporte, no se hayan efectuado en fábrica.
- Temporalmente se podrá desconectar el cableado interno para efectos de instalación, debiendo reconectarse una vez instalado las celdas.
- Cuando por razones de transporte se hayan embalado algunos componentes por separado, se procederá a su instalación una vez montada la celda.
- Las celdas deben ser conectadas a la red de tierra superficial.
- Los cableados se realizarán utilizando las canaletas metálicas aéreas y las ubicadas en el sótano de la cabina.

### 5.3.1.3.3 TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

#### 5.3.1.3.3.1 Transformadores de Distribución en Aceite Mineral

##### Objetivo

La presente especificación define las características mínimas del transformador con aislamiento en aceite mineral, el cual se utilizará para cubrir la demanda de los servicios auxiliares de las estaciones de pasajeros nuevas.

En las Estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, se instalarán solo un (01) transformador de servicios auxiliares.

##### Normas de Referencia

El transformador deberá ser construido según las normas vigentes y en particular:

- IEC - 76

##### Condiciones Ambientales

El transformador se instalará al interior, bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura media diaria: ..... + 30 °C
- Temperatura mínima / máxima: ..... + 5 / + 40 °C
- Humedad relativa máxima: ..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo) alta contaminación

##### Características del Transformador

###### *Eléctricas*

Los transformadores deben cumplir las siguientes características:

- El transformador será alimentado desde las barras MT 20 kV de las celdas.
- El transformador estará provisto de 5 tomas primarias correspondientes a las tensiones de alimentación conexas de 21.000, 20.500, 20.000, 19.500 y 19.000 V.
- La conmutación de la toma primaria deberá ser efectuada sin carga.
- La tensión en el secundario a plena carga nominal con un  $\text{Cos } \phi = 0,8$  con cualquiera de las tomas primarias conectadas debe ser 380 / 220 V. en estrella, además en vacío la tensión secundaria no debe superar los 400 V.

- La potencia del transformador será de 160 kVA, referida a la toma de 20.000 V. Esa potencia deberá ser confirmada por el CONCESIONARIO a partir del levantamiento de las cargas auxiliares previstas para la estación.
- Datos técnicos
  - Tipo de transformador: .....de distribución
  - Tipo de transformador: ..... pedestal (solo en Pumacahua y M. Iglesias)
  - Tipo de transformador: .....3  $\phi$  de dos arrollamientos
  - Grupo de conexión: .....D yn 11
  - Frecuencia nominal: .....60 Hz
  - Tensión de cortocircuito: ..... según normas aplicables
  - Aislamiento: .....aceite mineral
  - Refrigeración: .....tipo ONAN
  - Potencia de cortocircuito de alimentación / duración: ..... 500 MVA / 2 seg
  - Material de arrollamiento / clase de aislamiento: .....cobre / A
  - Tensión de aislamiento primaria: .....24 kV, uniforme
  - Tensión prueba de impulso: .....125 kV
  - Tensión de prueba a frecuencia industrial AT / BT: .....50 / 2,5 kV
  - Conexión del neutro primario / secundario : aislado / a tierra
  - Numero de terminales primario / secundario:..... 3 / 4
  - Conmutador primario:..... en vacío
  - Nivel de ruido global: ..... $\leq$  85 dB
  - Rendimiento a  $\text{Cos } \phi = 0,8$ : .....97,5 % a 75° C en los arrollamientos

#### Accesorios

- 03 seccionadores EFD para ejecución radial en alta tensión (solo estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias).
- Conmutador de tomas en vacío de 5 posiciones  $\pm 2,5$  %
- Válvula de seguridad.
- Platina de puesta a tierra del tanque
- Indicador de nivel de aceite y contactos
- Dispositivo para salida de aceite y extracción de muestras
- Termómetro con contactos
- Caja de borneras auxiliares
- Argollas de izaje
- Placa de características y normas
- Accesorios especiales para un eventual montaje y/o mantenimiento.

### *Constructivas*

- El núcleo magnético estará compuesto de columnas de sección escalonada en un solo plano, tanto las columnas como los yugos serán fabricados con plancha de grano orientado (laminada en frío y ensambladas a 45°).
- El tanque será de plancha de hierro soldada, la disposición de las pérdidas se realizará a través del tanque y de las aletas de refrigeración.
- El diseño del transformador deberá prever que la alimentación en media tensión se efectúe desde las barras de la celda de salida instalada al lado del transformador.
- El transformador tipo pedestal estará conformado por dos compartimientos, una donde está comprendido el tanque del aceite aislante y la otra que viene a ser la cabina donde se encuentra la AT y BT, donde se encuentran los seccionadores, interruptores, etc., ambos compartimientos están provistos de puertas con bisagras que se mantendrán firmemente cerradas con una llave tipo allen y además estarán provistas de arandelas soldadas para el uso de candados.

### *Pintura*

La estructura metálica deberá ser pintada bajo el siguiente procedimiento:

#### *Preparación de la superficie*

Toda la superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco.

#### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

### *Consideraciones de Instalación*

- El transformador será instalado, sobre una loza de concreto armado y fijado a la misma mediante pernos de anclaje tipo hilti.
- El neutro del transformador debe ser conectado a la red de tierra profunda (cable de conexión previsto en la etapa de construcción de la parte civil), luego de haber sido instalado el transformador toroidal en el tablero eléctrico de distribución en baja tensión.
- La estructura del transformador debe ser conectada a la red de tierra superficial, para lo cual debe utilizarse la platina de puesta a tierra que se encuentra cerca a este.
- El alimentador del lado de 20 kV. está conformado por conductores unipolares del tipo N2XSY de 70 mm<sup>2</sup>.
- El cableado de los conductores se hará a través de las canaletas de cables que se encuentran en la cabina.

#### 5.3.1.3.4 TABLEROS EN BAJA TENSIÓN

##### 5.3.1.3.4.1 *Tablero de Puesta a Tierra de los Rieles*

###### Objetivo

La presente especificación define las principales características técnicas y de funcionamiento del tablero de puesta a tierra de los rieles a instalarse en las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumachaua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

###### Normas de Referencia

- CEI 17 - 6 / I 1976
- CEI 70 - 6 / III 1980
- CEI 20 - 22

###### Condiciones Ambientales

Los tableros se instalarán al interior, bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura mínima / máxima: ..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa: ..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

###### Características Funcionales

- El tablero de puesta a tierra, tiene por finalidad poner a tierra en forma automática el circuito negativo, que esta conformado por los rieles.
- La puesta a tierra en forma automática, se efectúa en el interior del tablero a través de un idóneo contactor, cuando entre los rieles y la tierra externa se presenta una diferencia de potencial superior a 50 Vca ó 75 Vcc.
- Un relé de máxima corriente conectado con el circuito eléctrico de la puesta a tierra impide al contactor de reabrirse si después de 10 segundos detecta una corriente mayor a 300 A.

###### Características Constructivas

- El tablero será conformado por una estructura portante, fabricado con ángulos de un espesor de 3 mm. y planchas de 2 mm. de espesor.
- La estructura en la parte superior debe estar provista de argollas para que pueda izarse el tablero, asimismo de un terminal para una adecuada conexión a tierra.
- Las puertas serán de plancha predoblada, de un espesor como mínimo de 2 mm.
- El tablero estará físicamente constituido por tres compartimentos:
  - El primero contendrá los equipos y dispositivos para el control y señalización.
  - El segundo tendrá los equipos de potencia, asimismo tendrá una ventanilla de inspección, y contará con rejillas para la ventilación y el desfogue de los gases producidos por la maniobra del contactor.

- El tercero estará previsto de pases para el ingreso y salida de cables de control, señalización y servicios auxiliares.
- En su fabricación deberá considerarse los siguientes grados de protección:
  - Tablero en su totalidad: ..... IP 34
  - Paneles verticales: ..... IP 54
  - Techo:..... IP 65
  - Puertas: ..... IP 54
  - Diafragmas internos: ..... IP 20
  - Rejillas de ventilación: ..... IP 44
- Las ventanas de inspección serán fabricadas con materiales aislantes y dotados de rejillas internas equipotenciales.
- La barra de tierra debe mantener el mismo potencial con todas las partes metálicas.
- Los cables deben ser protegidos por canaletas o tubos aislantes no propagadores de fuego.
- Los cables del conexionado interno serán del tipo unipolar y no propagador de fuego, según normas CEI 20-22, provistos de terminales a compresión aislados.
- En el tablero se deberán colocar todas las identificaciones (placas) necesarias para facilitar la operación del tablero.
- En el tablero deberá instalarse un sistema de calefacción para mantenerlo en óptimas condiciones de operación.
- En la celda de potencia se debe instalar un sistema de iluminación, el mismo que se controlará desde el exterior mediante un pulsador o sino cuando la puerta se abra.
- Los cables y borneras deben ser identificados fácilmente mediante el uso de etiquetas adecuadas.
- En la celda de potencia se debe instalar una platina de cobre de 30 x 5 mm. como mínimo, la cual servirá para la conexión con la red de tierra superficial.
- En el compartimiento de control deberá colocarse un rectificador de potencia.

#### Características Eléctricas

- Tensión nominal: ..... 1.500 Vcc
- Tensión máxima: ..... 1.800 Vcc
- Corriente:..... 120 kA x 10 ms, 70 kA x 200 ms
- Tensión auxiliar de control y señalización:..... 110 Vcc
- Tensión auxiliar de elementos de maniobra:..... 110 Vcc
- Tensión auxiliar de alumbrado y calefacción:..... 220 Vca

#### Equipamiento del compartimiento de Potencia

La celda de potencia estará equipada con:

- c) Un contactor de puesta a tierra idóneo para maniobra ante una corriente de cortocircuito de primer pico de 100 kA y de pico de régimen de 60 kA.

La tensión de aislamiento de los contactos principales será de 2.000 Vcc, asimismo deberá tener contactos auxiliares 5NA + 5NC.

- d) Un relé electromecánico Vcc para protección y control de máxima corriente, con disparo de tiempo corto-inverso de las siguientes características:
- Rango de calibración:.....240 / 875 A
    - Tensión de aislamiento: ..... 2.000 Vcc
    - Reseteo: ..... tipo automático
    - Contactos disponibles: ..... 1NC + 1NA
    - Montaje:..... vertical
    - Similar a: .....CIN-15 microelectronica científica
  - Resistente a la corriente de cortocircuito mencionada en el punto a).
- e) Una luminaria para el alumbrado interior, a 220 Vca.
- f) Un sistema de calefacción regulable automáticamente, con una potencia de 150 w., a 220 Vca.
- g) Una barra de cobre para puesta a tierra.

#### Equipamiento del compartimiento de Control y Señalización

Estará equipada por lo siguiente:

##### *Relés de Protección*

Consistencia mecánica: IEC 255-21, IEC 68-2, IEC 255-21-1, IEC 68-2-6

Pruebas de aislamiento: IEC 255-5

Pruebas EMC; Inmunidad (pruebas tipo) (IEC 255-22, EN 50082-2):

- Frecuencia alta IEC 255-22-1 clase III
- Descarga electrostática IEC 255-22-1 clase III y EN 61000-4-2 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, no modulada IEC 255-22-1 (reporte) clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50140 clase III
- Campo electromagnético de radiofrecuencia, pulso modulado ENV 50140/ ENV 50204 clase III
- Transitorios rápidos IEC 255-22-4 y EN 61000-4-4, clase III.
- Conducción de disturbios inducidos por campos de HF de radiofrecuencia, amplitud modulada ENV 50141, clase III
- Campos magnéticos de frecuencia industrial EN 61000-4-8, clase IV

Pruebas EMC, emisión (pruebas tipo) (EN 50081-2)

- EN 55011, clase A

Deberán tener las siguientes características generales:



- Tipo digital, programable, compatible con software en Windows.
- Señalización de alarma (visual y acústica) local y remota.
- Display para indicar parámetros eléctricos.
- Capacidad para mostrar gráficos, reportes y actualizaciones
- Capacidad de autosupervisión.
- Ingreso a software con código de seguridad.
- Entradas y salidas para controles externos programables.
- Dimensiones estándares.
- Operación a 60 Hz.
- Capacidad para sincronización de tiempo con sistema satelital GPS con formato Estándar IRIGB, AFNOR, etc.
- Accesorios completos para mediciones (tensión y corriente, etc.) en AC y CC.

#### Características específicas:

- Un relé digital de máxima tensión - 59, el cual deberá revelar una tensión alterna de 40 a 70 Vca, para operar a 110 Vcc, debe contar con un led de color verde para indicar presencia de tensión auxiliar, otro de color rojo para señalar disparo y por ultimo uno color amarillo para la memoria del disparo, asimismo con un botón de prueba. Su montaje es en posición vertical. Protegido contra transitorios y alta tensión continua.
- Un relé digital de máxima tensión - 45, para revelar una tensión continua de 50 a 500 Vcc, para operar a 110 Vcc, con señalización similar al descrito en el punto anterior, asimismo con botón de prueba y su instalación igual al anterior.

#### El equipamiento complementario:

- Un circuito de diodos para prueba de (03) lámparas de señalización.
- Tres lamparas de señalización con led integrado, de color:
  - rojo ..... = puesta a tierra
  - verde..... = en operación
  - naranja ..... = aislado
- Tres pulsadores para realizar:
  - Pulsador 1 ..... = de cierre
  - Pulsador 2 ..... = de apertura
  - Pulsador 3 ..... = prueba de lamparas
- Un contador de maniobras.
- Un contactor on - delay.
- Un contactor off- delay.
- Tres contactores auxiliares.

#### Equipamiento de Compartimento de Borneras

- Un interruptor termomagnético para alimentación 110 Vcc.
- Un interruptor termomagnético para alimentación 220 Vca.

- Un juego de borneras, mínimo de 15 unidades.

### Pintura

El pintado se hará de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Preparación de Superficies*

Todas las superficies metálicas serán completa y cuidadosamente limpiadas de la suciedad y grasa, además del óxido por medio de un tratamiento de arenado blanco.

#### *Pintado*

Consistirá en lo siguiente:

- Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o proceso de fosfatizado.
- De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

### Consideraciones de Instalación

- El tablero se fijará directamente al piso, mediante pernos de anclaje similares a los kwik bolt de hilti. Asimismo se nivelará asegurándose que las caras verticales estén perfectamente alineadas, de tal manera que permitan el libre funcionamiento de las puertas, paneles y bastidores deslizantes.
- La barra de tierra del tablero, será conectada a la red de tierra superficial.
- El conexionado a la tierra ferroviaria (rieles), se efectuará mediante conductores TW de 185 mm<sup>2</sup>, el color del aislamiento debe ser amarillo. Estos conductores se instalarán en el sótano de cables sobre canaletas metálicas y llegarán hasta los rieles para su conexión a través de ductos de PVC, la conexión al riel se efectuará mediante un terminal - perno especial.
- La conexión a la red de tierra profunda, se efectuará mediante conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>.
- La calibración debe los relés 59 y 45 de ser 50 Vca y 75 Vcc respectivamente.

### Pruebas

*El tablero y sus componentes serán probados de acuerdo a las normas indicadas.*

#### *5.3.1.3.4.2 Tablero de Distribución Eléctrica en Baja Tensión (QBC)*

### Objetivo

La presente especificación técnica define las características mínimas del tablero de distribución eléctrica en baja tensión, que se instalará en las cabinas eléctricas de las siguientes estaciones de pasajeros:

- Pumacahua, Miguel Iglesias y Jorge Chávez (tablero Tipo I)
- Ayacucho y San Borja (tablero Tipo II)

- Los Cabitos Angamos, Javier Prado, Nicolás Arriola, Mercado Mayorista y Grau (tablero Tipo III).

### Normas de Referencia

Los tableros serán construidos y probados según las normas vigentes a la fecha del pedido y de acuerdo a las siguientes normas:

IEC 364, IEC 439-1, EN 60439-1, DIN VDE 0660 Parte 500, DIN VDE 0106 Parte 100.

### Condiciones Ambientales

Los tableros se instalarán al interior bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

### Características Constructivas

- Los tableros deben ser construidos con estructuras y materiales adecuados para soportar los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos solicitados por las condiciones de operación.
- Los tableros deben estar conformados por paneles prefabricados y unidos entre ellos de manera de constituir un frente único y apto para el montaje en el piso, además se debe prever en los mismos el ingreso de los cables ya sea por la parte superior o inferior.
- Los tableros deben estar conformados por columnas unidas estructuralmente. El servicio será por el lado frontal, cada columna estará compuesta por tres compartimentos para: equipos, barras y cables.
- Deben poseer módulos fijos.
- Las planchas a utilizar para la fabricación deben ser como mínimo de 3 mm., y para las internas que no forman parte de la estructura principal así como para las puertas se utilizará plancha de no menos de 2 mm.
- Las barras de derivación para la alimentación de los circuitos, deben ser dimensionadas tomando en cuenta la suma de las corrientes nominales de los circuitos (no de los interruptores) más el 25 % de la corriente del circuito de mayor corriente nominal.
- Los interruptores termomagnéticos, serán del tipo diferencial para detectar fallas a tierra, provistos de una señal de disparo la cual se activa a través de un contacto, sensibilidad 30 mA.
- Las conexiones auxiliares entre compartimentos serán realizadas por medio de canaletas, para facilitar la inserción o remoción en condiciones de seguridad de cada uno de los conductores. Las conexiones no protegidas deben agruparse mediante amarracables y apoyarse en el lugar más adecuado.
- En el interior del tablero y a todo su largo, se debe instalar una barra de cobre con una sección de 30 x 5 mm. como mínimo, para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la red de tierra superficial.
- Es permisible la intercambiabilidad de partes extraíbles.
- El equipamiento auxiliar debe tener una tensión de aislamiento igual al sistema eléctrico donde se van a conectar; y en el caso que su conexión sea desde el circuito de potencia, tendrá una tensión nominal de aislamiento igual a la del tablero.

- Los conductores de los servicios auxiliares serán del tipo flexible, aquellos que conectan los equipos montados sobre las puertas serán del tipo extraflexible, en ambos casos no serán propagadores de fuego. Las conexiones deben hacerse utilizando adecuados terminales aislados, fijados a compresión.
- Las características y las prestaciones de los transformadores de corriente y tensión, serán definidas considerando el correcto funcionamiento del dispositivo de protección, control y medida a ellos conectados, dentro de las tolerancias especificadas por el constructor de las mismas.
- Los bornes de conexión a los equipos auxiliares, como interruptores, aparato de medición, etc., deberán estar protegidos con placas aislantes transparentes de fácil remoción.
- Los interruptores de maniobra y los seccionadores bajo carga serán de los tipos en aire, dimensionados para la apertura con carga y el cierre en cortocircuito, maniobrables desde el frente del tablero en el cual se indique la apertura o cierre, así mismo provistos de contactos auxiliares de disparo.
- Los instrumentos de medida deben tener una clase de precisión igual a 1,5 ó mayor, su instalación es en la parte frontal y ajuste posterior. Deben tener un grado de protección IP 5X.
- Los paneles de distribución adyacentes al tablero, que funcionarán a tensiones de operación diferentes (por ejemplo 380 Vca - 100 Vcc), deberán ser separados mecánica y eléctricamente entre ellos.
- Todos los aparatos eléctricos deben ser tropicalizados y tratados contra la formación de hongos.
- Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.
- Los cables así como las borneras deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.
- Las puertas serán construidas con planchas de 2 mm. de espesor como mínimo, y deben abrirse a 110°, además deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo. Así mismo la puerta debe contar con un mecanismo de apertura por medio de una llave triangular tipo Allen.
- En la fabricación debe considerarse los siguientes grados de protección:
  - Tablero en su totalidad: ..... IP 34
  - Paneles verticales: ..... IP 54
  - Techo: ..... IP 65
  - Puertas: ..... IP 54
  - Diafragmas internos: ..... IP 30
- El tablero debe tener previsto argollas para su izamiento, el suministrador debe entregar los ganchos para llevar a cabo la maniobra antes mencionada, así como los perfiles de apoyo para el tablero y los elementos de fijación respectivos; asimismo accesorios para el montaje y el normal mantenimiento.
- Placas de identificación de cada uno de los elementos en la parte frontal del tablero.

### Características Eléctricas

- Instalación: ..... interior

- Tipo constructivo: .....caja estructural mecánica
- Tensión de aislamiento: ..... 600 Vca
- Tensión de operación: ..... 380 Vca
- Tensión de prueba a frecuencia industrial
  - Circuitos de potencia: .....2,5 KV
  - Circuitos de control: .....2,0 KV
- Intensidad de cortocircuito
  - Tablero tipo I .....10 KA
  - Tableros Tipo II y III: .....15 KA
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
- Tipo de barras: ..... De cobre, desnudas

### Equipamiento Eléctrico

El tablero debe tener las siguientes barras:

#### *Barra del Sistema Normal 380/220 V*

A esta barra se conectará el suministro eléctrico de los transformadores de distribución de la cabina mediante dos interruptores tetrapolares, extraíbles, motorizados e interbloqueados entre sí. Alimentará a todos los sistemas de la estación. Además se conectará con el panel conmutador del grupo electrógeno

#### *Barra del Sistema de Emergencia 380/220 V*

A esta barra se conectará el suministro eléctrico del grupo electrógeno de la estación a través del panel de conmutación. Alimentará los sistemas prioritarios y/o de seguridad que demanda cada una de las áreas de la subestación y de la estación y el grupo de continuidad (UPS).

#### *Barra del Sistema de Continuidad 380/220 V*

A esta barra se conectará el suministro eléctrico del UPS de la subestación. Alimentará en la emergencia absoluta las rutas de evacuación, el sistema de detección de incendios y otros que requieren alimentación sin interrupciones. Además alimentará las barras 110 Vcc y 24 Vcc cada una a través de 2 rectificadores de la misma potencia.

#### *Barras de 110 Vcc y 24 Vcc*

Alimentarán los servicios de cabina (protección y telemando)

Las características de los componentes principales de los compartimentos de los tableros se indican a continuación:

- Interruptores de entrada
  - Intensidad nominal
    - Tablero Tipo I: .....250 A
    - Tablero Tipo II: .....1.200 A

- Tablero Tipo III: .....1.600 A
- Número de polos ..... 04
- Tensión de operación: ..... 380 Vca
- Mando de motor: ..... 110 Vcc
- Bobinas de apertura y cierre: ..... 110 Vcc
- Contactos auxiliares: ..... 2 NC + 2 NA
- Voltímetro C.A.
  - Clase: ..... 1,5
  - Dimensiones.....estándar
  - Escala:..... 0 - 400 Vca
- Amperímetros de escala adecuada
- Conmutador voltimétrico RS - ST - RT – 0
- Conmutador amperimétrico R - S - T – 0
- Relés de protección: serán multifuncionales del tipo digital debiendo tener como mínimo las siguientes funciones:
  - Protección a sobrecorriente de fase a tiempo definido 50 / 51
  - Deberán ser conectados a transformadores de corriente de relación adecuada, para la protección de los circuitos de entrada de la barra normal del tablero, con actuación en los interruptores respectivos.
  - Protección de sobrecorriente de falla a tierra a tiempo definido 64
  - Se conectará al transformador toroidal para protección contra fallas a tierra en los transformadores de distribución de la cabina
- Transformador toroidal
  - Relación de transformación:..... 100 / 1 A
- interruptores termomagnéticos:
  - El CONCESIONARIO, en el Estudio Definitivo, proporcionará el estudio para determinar las características e intensidades nominales de los interruptores de acuerdo con las cargas previstas para los circuitos alimentadores específicos de cada estación
- Rectificadores 24 Vcc.
  - Potencia Nominal: ..... 0,75 kW
  - Tipo: ..... trifásico
  - Tensión de entrada nominal - Vni: ..... 380 Vca
  - Variación de la tensión de entrada: .....  $\pm 10\%$  Vni
  - Tensión de salida nominal - Vns: ..... 24 Vcc
  - Estabilidad de tensión de salida: .....  $\pm 1\%$  Vns
  - Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
  - Factor de potencia:..... 0,85
  - Supresión de disturbios - VDE-0875: .....grado N
  - Distorsión armónica total:.....  $\leq 3\%$

- Rectificadores 110 V c.c.
  - Potencia Nominal:.....3,00 kW
  - Tipo: ..... trifásico
  - Tensión de entrada nominal - Vni: ..... 380 Vca
  - Variación de la tensión de entrada: .....  $\pm 10\%$  Vni
  - Tensión de salida nominal - Vns: ..... 110 Vcc
  - Estabilidad de tensión de salida: .....  $\pm 1\%$  Vns
  - Frecuencia nominal: ..... 60 Hz
  - Factor de potencia:..... 0,85
  - Supresión de disturbios - VDE-0875: .....grado N
  - Distorsión armónica total:.....  $\leq 3\%$
- Voltímetro C.
  - Clase: ..... 1,5
  - Dimensiones:..... estándar
  - Escala:..... 0 - 150 Vcc o 0 - 40 Vcc

### Telecontroles

Deberán preverse los siguientes telecontroles para los equipos del tablero:

- Interruptor de llegada 52/1-2: ..... abierto/cerrado
- Interruptor BT extraíbles:..... abierto/cerrado
- Tensión en barras BT normales: ..... presencia/ausencia
- Tensión en barras BT emergencia: ..... presencia/ausencia
- Tensión en barra BT continuidad: ..... presencia/ausencia
- Tensión en barras 110 Vcc: ..... presencia/ausencia
- Tensión en barras 24 Vcc: ..... presencia/ausencia

### Pintura

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Preparación de la superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco

#### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa; las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante puede presentar un tratamiento equivalente.

### Consideraciones de Instalación

- El tablero será instalado sobre el piso, fijadas a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt-II de hilti.
- El tablero deberá ser tratado con especial cuidado para evitar su deformación, se nivelarán asegurándose que las caras verticales estén perfectamente alineadas, de tal manera que permitan el libre funcionamiento de las puertas, paneles y bastidores deslizantes.
- La barra de tierra del tablero debe ser conectada a la red de tierra superficial.
- Los cableados se realizarán utilizando las canaletas metálicas aéreas a instalarse en la cabina.

### Pruebas

*El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.*

#### 5.3.1.3.4.3 Tablero de Alarmas, sinóptico y lógica de control

### Objetivo

La presente especificación técnica describe las características mínimas del tablero de alarmas, sinóptico y lógica de control a instalarse en las cabinas eléctricas de las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### Normas de Referencia

CEI 17-13 / XI: "Equipos construidos en fabrica hasta 1 KV en C.A. y en 1,2 KV en C.C." (correspondiente a las normas IEC 439, 439-2 y 364).

CEI 70 / 1 / III 1980: "Clasificación de los grados de protección de los paneles" (correspondiente a la norma IEC 529).

### Condiciones Ambientales

Se instalarán al interior, bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... + 5 / + 40° C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

### Características Constructivas

En la construcción de la celda se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- La estructura portante se fabricará con ángulos de 3 mm. de espesor como mínimo.
- Se instalarán 04 argollas para el izaje del tablero.
- En la base de la estructura se deben dejar agujeros adecuados, para su fijación en el piso por medio de pernos expansores.
- En el interior de la celda se debe instalar una barra de cobre, con una sección de 30 x 5 mm. como mínimo, para la puesta a tierra interna y predispuesta para su conexión con la red de tierra superficial.



- Debe estar garantizada la equipotencialidad de todas las partes metálicas con la barra de puesta a tierra.
- Las puertas y paredes serán construidas con planchas de 2 mm. de espesor como mínimo, y deben abrirse a 110°, además deben permitir la hermeticidad de la celda, para evitar el ingreso de polvo. Así mismo la puerta debe contar con un mecanismo de apertura por medio de una llave triangular tipo Allen.
- El tablero estará compuesto por dos compartimentos, uno superior y otro inferior.
  - El compartimento superior esta destinado al sistema de alarmas, tendrá acceso por el frente así como por la parte posterior.
  - El compartimento inferior alojará a las borneras de interfase y las lógicas de cada montante, su acceso es por el frente, además debe tener un espacio en uno de sus lados para el acceso de los cables múltiples.
- En la fabricación del tablero se debe tener en cuenta que no se permitirá por ningún motivo el empleo de tornillos autoroscantes.
- En la fabricación del tablero debe considerarse los siguientes grados de protección:
  - Tablero en su totalidad: ..... IP 34
  - Paneles verticales:..... IP 54
  - Techo:..... IP 65
  - Puertas: ..... IP 54
  - Diafragmas internos:..... IP 30
- Debe ser dotada de placas que permitan con facilidad la identificación de los diversos componentes de las celdas tanto al exterior como al interior, así como el procedimiento para la operación o maniobra de la celda.
- Los cables así como las borneras deben estar equipados con indicadores de fácil lectura y seguros.
- La celda debe tener un sistema de calefacción con control automático, para evitar la humedad en su interior.
- El compartimento de borneras de interfase y lógicas debe contar en su interior con una luminaria para realizar trabajos, la misma que se encenderá al abrirse la puerta.
- El ingreso de cables a la celda se hará por la parte superior, desde la red de canaletas metálicas aéreas.
- Los cables a utilizar para el conexionado de los diferentes componentes del tablero en su interior, deben ser del tipo unipolar con un aislamiento no propagante de flama, los mismos se alojarán en canaletas, las cuales serán fabricadas con la misma característica del aislamiento de los cables, y deberán instalarse con terminales aislados, fijados a compresión.

#### Equipamiento del Compartimento de Alarmas

En el compartimento de la celda destinado a las alarmas, se instalará una central de alarmas de la siguiente característica:

- Caja de aluminio anodizado de 320 mm. de profundidad
- Alimentación auxiliar para 24 y 110 Vcc.
- La tensión de aislamiento contra masa aplicada durante un minuto, debe ser 2,5 KV a 60 Hz.
- Tarjetas electrónica para 5 señales de alarma, del tipo deslizable y conexión por pines.

- En la parte posterior de la caja debe instalarse borneras, para la recepción de las señales de alarma.
- Cada señal de alarma debe poseer un difusor de 28 x 30 mm. , las lámparas serán extraíbles por la parte frontal.
- Los difusores serán de dos colores, naranja para las señales de solo alarma y rojo para la señal que involucra alarma y disparo.
- El contacto de la teleseñal puede ser conmutable NO o NC.
- La señal de alarma debe activar las lámparas y la sirena.
- La sirena debe tener una operación controlada, regulable de 0 - 5 minutos.
- La sirena de la central debe operar a 110 Vcc y se ubicará en la puerta de la celda.
- Contar con un módulo de control, que permitirá la prueba de lámparas, reseteo de alarmas e indicar la presencia de alimentación auxiliar.
- Una salida de alarma debe contar con dos lámparas incandescentes para 24 Vcc, 1,5 W.
- Existirán 40 señales de alarma identificadas y 8 de reserva.  
(ver cuadro nº 2 – “relación de señales”).

#### Equipamiento del Compartimento de Borneras de la sección Sinóptica (mando y medición)

- Representación del esquema de potencia de la cabina.
- Selectores de mando y señalización.
- Instrumentos de medición.

#### Equipamiento del Compartimento de Borneras de Interfase y Lógicas de Funcionamiento

Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El equipamiento se dispondrá por montantes.
- Todos los dispositivos y accesorios que corresponden a una montante son agrupados para formar un solo conjunto.
- Cada montante se instala en un carril común.
- No existirán separadores de montantes.
- Cada montante debe llevar una placa de identificación en un lugar visible.
- Los interruptores termomagnéticos deberán tener un contacto auxiliar OFF

#### Pintura

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

##### *Preparación de la superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco

##### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa; las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicarán dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante puede presentar un tratamiento equivalente.

#### Consideraciones de Instalación

- El tablero será instalado sobre el piso, fijadas a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt - II de hilti.
- El tablero deberá ser tratado con especial cuidado para evitar su deformación, se nivelarán asegurándose que las caras verticales estén perfectamente alineadas, de tal manera que permitan el libre funcionamiento de las puertas, paneles y bastidores deslizantes.
- La barra de tierra del tablero debe ser conectada a la red de tierra superficial.
- Los cableados se realizarán utilizando la red aérea de canaletas metálicas de la cabina.

#### Cuadro n° 2

##### *Relación de Señales*

Las señales que identifican cada una de las posibles fallas del sistema, se encuentran ubicadas en la parte superior izquierda del tablero, y son las siguientes:

- Estaciones Ayacucho, Los Cabitos, Angamos, San Borja, Javier Prado, Nicolás Arriola, Mercado Mayorista y Grau.

<b>Nº orden</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>DIFUSOR</b>
1	Falta tensión llegada L1	A
2	Intervención protección llegada L1	B
3	Disparo interruptor mando llegada L1	A
4	Alarma gas SF6 o vacío – 52 – L1	B
5	Falta tensión llegada L2	A
6	Intervención protección llegada L2	B
7	Disparo interruptor mando llegada L2	A
8	Alarma gas SF6 o vacío – 52 – L2	B
9	1° nivel de sensor térmico TRSA-1	A
10	2° nivel de sensor térmico (alarma y desconexión) TRSA-1	B
11	Disparo interruptor 52 – 1	B
12	Disparo interruptor mando TRSA – 1	A
13	Avería a tierra transformadores de servicios auxiliares	B
14	1° nivel de sensor térmico TRSA-2	A
15	2° nivel de sensor térmico (alarma y desconexión) TRSA-2	B
16	Disparo interruptor 52 – 2	B
17	Disparo interruptor mando TRSA – 2	A
18	Alarma grupo electrógeno	A
19	Bloqueo grupo electrógeno	
20	Puesta a tierra negativo de rieles	A

Nº orden	SEÑAL	DIFUSOR
21	Disparo interruptor mando puesta a tierra rieles	A
22	Avería central alarma incendio	A
23	Alarma U.P.S.	A
24	U.P.S. erogador de batería	A
25	Sobrecarga U.P.S.	A
26	Disparo interruptor 380 V, barra normal	A
27	Disparo interruptor principal alimentador rectificador 110 Vcc	A
28	Disparo interruptor principal alimentador rectificador 24 Vcc	A
29	Disparo interruptor 380 V, barra continuidad	A
30	Falta tensión barras de continuidad, 380 V	A
31	Falta tensión barra de 110 Vcc	A
32	Falta tensión barra de 24 Vcc	A
33	Falta tensión barras normal 380 V	A
34	Falta tensión barras emergencia 380 V	A
35	Tierra barra 110 Vcc	A
36	Tierra barra 24 Vcc	A
37	Intervención apertura general –PAG	A
38	Disparo interruptor mando apertura general – PAG	A
39	Intervención apertura – AP	A
40	Disparo interruptor mando apertura – AP	A

El código A significa difusor color naranja

El código B significa difusor color rojo

- Estaciones Pumacahua, Miguel Iglesias y Jorge Chávez.

Nº orden	SEÑAL	DIFUSOR
1	Falta tensión llegada L1	A
2	Intervención protección llegada L1	B
3	Disparo interruptor mando llegada L1	A
4	Alarma gas SF6 o vacío – 52 – L1	B
5	Falta tensión llegada L2	A
6	Intervención protección llegada L2	B
7	Disparo interruptor mando llegada L2	A
8	Alarma gas SF6 o vacío – 52 – L2	B
9	Alta temperatura aceite TRSA – 1	A

<b>Nº orden</b>	<b>SEÑAL</b>	<b>DIFUSOR</b>
10	Bajo nivel de aceite TRSA – 1	A
11	Disparo interruptor 52 – 1	B
12	Disparo interruptor mando TRSA – 1	A
13	Avería a tierra transformadores de servicios auxiliares	B
14	Alta temperatura aceite TRSA – 2	A
15	Bajo nivel de aceite TRSA – 2	A
16	Disparo interruptor 52 – 2	B
17	Disparo interruptor mando TRSA – 2	A
18	Alarma grupo electrógeno	A
19	Bloqueo grupo electrógeno	
20	Puesta a tierra negativo de rieles	A
21	Disparo interruptor mando puesta a tierra rieles	A
22	Avería central alarma incendio	A
23	Alarma U.P.S.	A
24	U.P.S. erogador de batería	A
25	Sobrecarga U.P.S.	A
26	Disparo interruptor 380 V, barra normal	A
27	Disparo interruptor principal alimentador rectificador 110 Vcc	A
28	Disparo interruptor principal alimentador rectificador 24 Vcc	A
29	Disparo interruptor 380 v, barra continuidad	A
30	Falta tensión barras de continuidad, 380 V	A
31	Falta tensión barra de 110 Vcc	A
32	Falta tensión barra de 24 Vcc	A
33	Falta tensión barras normal 380 V	A
34	Falta tensión barras emergencia 380 V	A
35	Tierra barra 110 Vcc	A
36	Tierra barra 24 Vcc	A
37	Intervención apertura general –PAG	A
38	Disparo interruptor mando apertura general – PAG	A
39	Intervención apertura – AP	A
40	Disparo interruptor mando apertura – AP	A

El código A significa difusor color naranja

El código B significa difusor color rojo

Pruebas

El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.

5.3.1.3.4.4 *Consola de Control del Agente de Estación*Objetivo

La presente especificación técnica define las características constructivas y de funcionamiento mínimas de la consola de control que estará ubicada en el ambiente destinado para el agente de estación en las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

Normas

Los tableros serán construidos y probados según las siguientes normas vigentes:

IEC 364, IEC 439-1, EN 60439-1, DIN VDE 0660 parte 500, DIN VDE 0106 parte 100.

Condiciones Ambientales

Se instalarán al interior, bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... + 5 / +40 ° C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

Características Generales

La consola deberá incluir todos los equipos y accesorios necesarios para el desempeño de las funciones de señalización de eventos y alarmas del sistema de alimentación eléctrica y de los equipos auxiliares de la estación.

La consola deberá ser equipada con un pulsador de emergencia en línea (PE) y con un pulsador de apertura parcial (PA) descritos en los puntos 5.3.1.1.4.6.1 y 5.3.1.1.4.6.3 respectivamente.

Además deberá también considerar los siguientes dispositivos:

- Terminales video del sistema de supervisión y control de la estación (CCTV).
- Sonorización, relojes y teléfono.
- Controles de señalización de trenes, relativo a cada estación.

En la consola deberá existir un sistema de captura de datos con capacidad de procesamiento de todos los puntos a ser supervisados del sistema de alimentación eléctrica y de los equipos auxiliares de la estación.

La interfase en serie con el sistema de telecomunicaciones deberá realizarse a través de un módulo que se instalará en la consola, y que reúna todos los requisitos para la interfase adecuada con ese sistema.

El dispositivo que se instalará en la consola para la interfase hombre - máquina deberá permitir la visualización de las secuencias que estarán siendo procesadas para indicar los estados de operación y disfunciones del proceso.

Las funciones que deberá ofrecer son las siguientes:

- Eventos – indicadores de los estados de un proceso
- Alarmas – indicaciones de cualquier disfunción
- Botones de función – que podrán programarse según las necesidades
- Tareas del sistema – indicar una pantalla, imprimir una pantalla o ajustar la hora, etc.
- Funciones de impresión – hacer posible la conexión de una impresora.

En el suministro deberán ser incluidos todos los dispositivos necesarios para los siguientes telecontroles y alarmas, de acuerdo con las características particulares de cada estación:

- Estado de las bombas de la estación (en marcha o parada)
- Nivel de agua en cisternas y tanques.
- Nivel de combustible del tanque principal del grupo electrógeno
- Eventos y alarmas de las cabinas eléctricas comprendiendo:
  - intervención de relés térmicos
  - falta de tensión auxiliar
  - presencia o falta de tensión de 20 KV
  - presencia o falta de tensión en barras del tablero de distribución en baja tensión.
    - barra normal de 380 V
    - barra de emergencia de 380 V
    - barra de continuidad de 380 V
    - barra 110 Vcc
    - barra 24 Vcc
  - a tierra barra 110 Vcc
  - a tierra barra 24 Vcc
  - UPS eroga batería
  - Alarma de UPS
  - tierra negativa de rieles
  - apertura
  - alarma cabina eléctrica
- Eventos y alarmas de las subestaciones de rectificación comprendiendo:
  - intervención de relés térmicos
  - falta de tensión auxiliar
  - presencia o falta de tensión de 20 KV
  - presencia o falta de tensión en barras del tablero de distribución en baja tensión.
    - barra normal de 380 V
    - barra de emergencia de 380 V
    - barra de continuidad de 380 V
    - barra 110 Vcc

- barra 24 Vcc
- a tierra barra 110 Vcc
- a tierra barra 24 Vcc
- UPS 110 V eroga batería
- UPS 24 V eroga batería
- Alarma de UPS 110 V
- Alarma de UPS 24 V
- tierra negativa de rieles
- apertura
- alarma subestación rectificadora

### Pintura

El pintado será efectuado a todas las partes metálicas de acuerdo al siguiente procedimiento:

#### *Preparación de la superficie*

Todas las superficies serán limpiadas completa y cuidadosamente del oxido, grasa o suciedad, seguido de un proceso de arenado blanco

#### *Pintado*

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa; las mismas serán aplicadas mediante soplete o un proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico de color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante puede presentar un tratamiento equivalente.

### Consideraciones de Instalación

- La consola será instalada sobre el piso, fijadas a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt - II de hilti.
- La barra de tierra del tablero debe ser conectada a la red de tierra superficial.
- El conexionado de los cables de fuerza y control debe efectuarse a través de las canaletas metálicas correspondientes.
- Los cableados se realizarán utilizando las canaletas metálicas a instalarse en la Estación.

### Pruebas

*El tablero será probado de acuerdo a las normas indicadas.*

#### 5.3.1.3.4.5 Grupo de Continuidad Estático (UPS – Uninterrupted Power Supply)

### Objetivo

La presente especificación técnica define los requisitos mínimos para la construcción de los grupos estáticos de continuidad, que deben ser instalados en las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.



### Normas de Referencia

En cuanto sean aplicables se hará referencia a la última edición en vigencia de las normas IEC, incluidas todas las publicaciones sobre el particular.

### Condiciones Ambientales

- Temperatura ambiente mínima / máxima: ..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa máxima: ..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

Los componentes electrónicos deben ser tropicalizados.

### Características Eléctricas

- Potencia de rendimiento nominal: ..... 60 kVA
- Factor de potencia carga: ..... 0,8
- Tensión de alimentación: ..... 380 Vca, 3 φ , 60 Hz
- Tensión de salida: ..... 380 Vca, 3 φ , 60 Hz
- Estado del neutro de entrada: ..... a tierra
- Autonomía: ..... 15 minutos
- Grado de protección: ..... IP54

### Características del Sistema

Digital programable, con display en español mostrando parámetros eléctricos en tiempo real.

- El ruido producido por los equipos debe ser inferior a 60 dB, en conformidad a la normas ISO 37-46.
- Conforme a la normas VDE 0875, grado N, está comprendido en lo concerniente a emisión de molestias producidas por las ondas de radio de frecuencia inducidas.
- El enfriamiento del equipo, debe ser a través de ventilación forzada con doble instalación, instalado al interior del grupo de continuidad.
- Se debe instalar como medida de protección, dispositivos contra sobretensión de la red, cortocircuitos, sobretemperatura, vibraciones, etc.
- El grupo de continuidad debe contar con todos los mandos necesarios para maniobras de mando local y remoto.
- Salidas de alarmas interna y externa.
- Debe contar con un panel que como mínimo tenga las siguientes funciones:
  - Alarmas que indiquen:
    - Falta de tensión en la red.
    - Funcionamiento de baterías
    - Descarga y sobrecarga de baterías
    - Alta temperatura interna

- Baja tensión de salida del inversor
- Sobrecarga del grupo
- Falta de alimentación de carga (atraso de 100 ms)
- Señales que indiquen:
  - Marcha sincronizada red / inversor
  - Inversor alimenta carga
- Medidas para:
  - Tensión entrada de grupo
  - Frecuencia en entrada de grupo
  - Corriente absorbida por la red
  - Frecuencia inversor
  - Corriente / tensión salida inversor por fases
  - Tensión y corriente del rectificador
- El grupo de continuidad debe ser suministrado en un armario metálico, completamente cerrado, con puertas de acceso dotadas de manijas con llave, el grado de protección mínimo para el equipo debe ser IP54. En cuanto a su acabado el mismo debe recibir una base anticorrosiva de pintura epóxica y la pintura final de la misma calidad. El espesor final de la pintura seca será como mínimo de 120 micrones.

### Características Constructivas

#### *Generalidades*

El grupo de continuidad estático estará configurado bajo el principio de un solo inversor, en operación permanente con apoyo de la red.

#### *Condiciones de Funcionamiento*

- En condiciones normales de funcionamiento la carga será alimentada por el inversor, y el rectificador suministrará la potencia continua necesaria al inversor para mantener al mismo tiempo, las baterías en estado de reserva.
- Cuando sea el caso que falte la tensión de la red o salga fuera de servicio el rectificador, las baterías suministrarán una potencia suficiente al inversor a tensión prevista, para que de esta manera se pueda entregar la máxima potencia en el tiempo especificado.
- Se entiende como falta de tensión en la red, a cualquier disminución del tipo transitoria, capaz de influir negativamente en las prestaciones del inversor.
- Al retorno de la tensión a la red, el rectificador recargará las baterías a la tensión pedida dentro de los límites de tiempo especificado y simultáneamente entregará la potencia necesaria al inversor.
- En caso se verifique una de las siguientes condiciones:
  - Fuera de servicio del inversor por desperfecto interno,
  - Falta de alimentación al mismo, o
  - Tensión de salida del inversor que tenga un valor menor entre el 85 % al 90 % del valor nominal.

Un interruptor estático transferirá toda la carga automáticamente desde el inversor a la red.

En cualquier condición que desarrolle tal conmutación del inversor a la red, la sinusoide de tensión no resultará interrumpida por un tiempo mayor de 5 milisegundos.

Para alimentar nuevamente a la carga con el inversor, el restablecimiento será manual.

- La frecuencia de tensión de salida desde el inversor será sincronizada con la de la red, de tal manera que esta última pueda variar menos del  $\pm 1,5$  % con respecto a su valor nominal. Fuera de estos límites el inversor deberá funcionar en su propia frecuencia.
- La maniobra de aislamiento del inversor y/o del conmutador estático, para operaciones de mantenimiento tiene que poder efectuarse sin interrupciones en el uso y en completa seguridad.

### Características de los Componentes del Grupo Estático - U P S

#### *Rectificador Cargador de Baterías*

En el lado de entrada de la corriente alterna debe tener las siguientes características:

- Variación admitida en la tensión nominal igual a  $\pm 10$  %.
- Variación admitida en la frecuencia nominal igual a  $\pm 5$  %.
- La potencia máxima debe ser equivalente a la carga nominal del inversor más la de la batería en carga rápida.
- La estabilidad en régimen estático de las tensiones de corriente continua, según lo arriba mencionado, con variaciones simultáneas de la tensión de red en los límites máximos y de la carga de 0 a 100 %, estará dentro de un rango del  $\pm 1$  %.
- Residuo alternado en tensión (valor eficaz a la tensión de rizado) igual a  $\pm 1$  %.
- El sistema de carga rápida es automático.

#### *Inversor Trifásico*

- Lado de entrada en corriente continua:  
En concordancia con las características del rectificador y de las baterías.
- Lado de salida en corriente alterna, Sobre carga admitida:  
En potencia por 10 minutos: 125 %  
En potencia por 10 segundos: 150 %
- La regulación de la tensión estará en un rango del  $\pm 3$  %
- La estabilidad en régimen estático de la tensión de salida por variaciones de la tensión dentro de los límites admitidos de la carga hasta el 100 %, debe estar dentro de un rango del  $\pm 0,5$  %.
- La estabilidad en régimen dinámico de la tensión de salida por variaciones instantáneas de la carga de 0 a 100 %, debe ser inferior a un rango del  $\pm 7$  %.
- El tiempo de restablecimiento para el rango de  $\pm 7$  % debe ser igual a 30 milisegundos.
- La estabilidad de la frecuencia en régimen autónomo será de  $\pm 0,0001$ .
- La estabilidad de la frecuencia sincronizada en la red regulable será de  $\pm 0,5$  %,  $\pm 1,00$  %,  $\pm 1,5$  % y  $\pm 2,0$  %.
- El valor de distorsión total sobre la forma de onda en la carga lineal será inferior al 3 %.

### *Banco de Baterías*

El banco estará conformado por baterías tipo estacionario, de plomo, en contenedores no sellados y cerrados.

Las baterías serán instaladas en adecuados estantes, los mismos que deben tener una alta resistencia a la corrosión ácida.

#### Normas y reglamentos

Normas y Especificaciones	: CNE-Suministro 2001, IEC 896-1/896-11/1429/707, VDE – 0510, IEEE – 450/484/485, DIN 40736/40737/43530, EN 50272-2.
Reglamentos de seguridad	: CNE-Suministro 2001, en 50272-2, VDE - 0510, DIN – 43539, CEI - 21

#### Características generales

Tipo	: Plomo – ácido
Forma de trabajo	: Estacionario
Vaso y tapa	: Transparente, termo-sellado, con retardante de llama, elevada resistencia mecánica y térmica.
Placa positiva	: Plana o Tubular.
Placa negativa	: Plana.
Tapones de seguridad	: Permite la ventilación - adición de agua - mediciones de densidad y temperatura, deben ser antinflama.
Electrolito	: Ácido sulfúrico diluido y microfiltrado.
Tipo de electrolito	: Líquido.
Densidad del Electrolito	: 1,24 gr/dm <sup>3</sup> a 20°C (de acuerdo a norma DIN 43530).
Rellenado del electrolito	: Con agua desmineralizada, desionizada o destilada.
Conectores externos	: Cables de cobre, forrados y flexibles.
Cubiertas cobre-conectores	: De material aislante, protege contra contactos directos.
Tornillería	: De acero inoxidable.
Estante	: Estructural de montaje horizontal, sismo-resistente, fijado al piso de la sala, con conexión a tierra.
Mantenimiento	: Reducido, indicar contenido de antimonio (menor al 3% - EN 50272-2)
Equipos de medición	: Hidrómetro, termómetro, jeringas y embudos
Repuestos	: 10 Tapones, 20 conectores y 20 juegos de tornillería.
Placas de identificación	: Para identificación de características nominales del banco y para identificación correlativa de celdas.
Certificados de calidad	: Indicados por el fabricante.

#### Características nominales por celda

Número de celdas	: 192 unidades independientes (no monoblock)
------------------	--

Tensión Nominal de banco	: 384 voltios
Tensión Nominal de celda	: 2 voltios
Tensión de flote	: 2,20 – 2,25 voltios por celda (25°C)
Tensión de igualación	: 2,30 – 2,40 voltios por celda (25°C)
Tensión de corte	: 1,75 voltios por celda
Autodescarga	: menor al 1,0% por semana a 25°C
Capacidad Nominal	: 100 Amperios / hora en 10 horas (90% primer ciclo (100% décimo ciclo).
Rendimiento en carga	: Indicado por el fabricante (mayor a 85% en amp.).
Vida útil mínima años/ciclos	: Mayor a doce (12) años o 1200 ciclos (para cargas mayores al 80% capacidad nominal).
Resistencia interna	: Indicado por el fabricante (IEC 60896-11).
Intensidad de cortocircuito	: Indicado por el fabricante (IEC 60896-11).

#### Características de seguridad

Inflamabilidad	: Los componentes plásticos deben ser de “llama retardada”. (de acuerdo a la Norma IEC-707)
Cortocircuito	: No debe explotar hasta tensión cero, el fabricante indicará la corriente de cortocircuito.
Grado de estanqueidad	: Sin pérdidas.
Conexiones	: Totalmente aisladas.

#### Alcances del suministro

- Accesorios y componentes
  - Medios de interconexión
  - Borneras terminales para conexionado de cables de salida.
  - Estante de soporte para montaje en piso, compuesto de elementos de ensamblaje y apoyo.
  - Carteles al interior y exterior de la sala de baterías, con instrucciones de operación, de acuerdo a lo previsto en las normas.
- Embalaje
  - Las baterías serán transportadas “secas”, es decir las placas de carga sin electrólito.
  - El electrólito se suministrará en forma independiente, en adecuados recipientes.

#### *Tablero de Control General de Baterías.*

Deberá tener las siguientes características:

- Grado de protección:..... IP 54
- Interruptor termomagnético principal:
- Tensión de operación:..... 380 Vcc
- Tensión nominal: ..... 500 Vcc
- Numero de polos: ..... 2
- Bobina de apertura:..... 110 Vcc

- Intensidad nominal: ..... 160 Acc
- Accesorios: ..... protectores de borneras
  - Borneras para cables de fuerza:..... 110 mm<sup>2</sup>
  - Borneras para cables de control:..... 4 mm<sup>2</sup>
  - El acceso al tablero se hará utilizando una llave triangular tipo Allen.
  - El pintado del tablero deberá hacerse utilizando un anticorrosivo del tipo epóxico y el acabado con una pintura similar a la primera mencionada.

#### *Conmutador Estático de by Pass*

De las siguientes características:

- Tiempo de conmutación inversor / red: .....0,05 ms
- Tiempo de conmutación red / inversor: ..... cero

#### Consideraciones de Instalación

- El equipo será instalado sobre el piso, fijadas a este mediante pernos de anclaje similares al modelo kwik bolt - II de hilti.
- El equipo debe ser conectado a la red de tierra superficial de acuerdo a los respectivos planos.
- Los cableados de conexión con otros tableros deben efectuarse a través de las canaletas metálicas correspondientes.
- Estas instalaciones deben cumplir con las exigencias del código nacional de electricidad del Perú, tomo V.

#### Pruebas

*Las consolas serán probadas de acuerdo a las normas indicadas.*

#### 5.3.1.3.4.6 Pulsadores de Emergencia

##### 5.3.1.3.4.6.1 Pulsador de Emergencia en línea (PE)

#### Objetivo

La presente especificación técnica define las características constructivas y de funcionamiento mínimas del pulsador emergencia en línea (PE). A ser instaladas en las estaciones de pasajeros nuevas, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### Características Funcionales

- La función de este pulsador es mandar la apertura de los circuitos de los alimentadores de la línea aérea de contacto, con lo cual se detiene la circulación de los trenes que en un determinado momento están en movimiento.
- El pulsador de emergencia debe ser accionado solo por el personal que esta a cargo de la operación del sistema, en las siguientes situaciones:
  - En caso de incendio en el tren.
  - La detención de un tren a lo largo de la línea y que involucra el descenso de pasajeros.
  - La caída de alguna persona en la vía desde el andén de pasajeros.

- Obstáculos en la vía que impidan la circulación y tengan que ser retirados por el personal de mantenimiento.
- El pulsador será instalado en la oficina del agente de estación, en un lugar de fácil acceso.
- El pulsador se mantendrá en la posición de pulsado, hasta que la persona que lo accionó, verifique la superación del desperfecto, luego procederá a su restitución mediante un giro en el pulsador según indicación en el mismo, esta última maniobra puede ser realizada por el agente de estación o por el operador de la subestación de rectificación más cercana a la estación de pasajeros involucrada.
- El alcance del bloqueo a la alimentación eléctrica de la línea de contacto, es el tramo donde se ubica la estación de pasajeros en la cual se ha presentado la eventualidad, el resto de la línea puede permanecer energizada, independientemente del desbloqueo.
- Estos pulsadores serán identificados mediante un letrero con las siglas PE.
- Las alarmas se activarán en todas las subestaciones.

#### Características Técnicas

El pulsador será del tipo saliente de enganche, color rojo, con contacto 2NC, alojado en caja metálica con tapa que llevará doble aislamiento, la misma que permitirá la entrada de una tubería metálica liviana conduit de  $\frac{3}{4}$  "  $\phi$ , así como su instalación adosada a la pared. El pulsador puede ser similar al XAL - J174 - telemecanique.

#### Consideraciones de Instalación

- En las estaciones Pumacahua, Miguel Iglesias y Jorge Chávez, la interconexión del pulsador PE al circuito de emergencia de línea, se efectuará mediante un corte y a su vez un empalme al cable de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$  instalado en la canaleta central de la vía principal para el conexionado de entrada y salida al pulsador. El cableado correspondiente se efectuará por la canaleta metálica, desde la cabina eléctrica hasta la oficina del agente de estación; en esta oficina se utilizará tubería metálica liviana tipo conduit de  $\frac{3}{4}$  "  $\phi$ , con sus respectivos accesorios, la cual se adosará a la pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado, las que a su vez se fijarán a la pared mediante tarugos similar a los de hilti.

#### 5.3.1.3.4.6.2 Pulsador de Apertura General (PAG)

##### Objetivo

La presente especificación técnica define las principales características constructivas y de funcionamiento del pulsador de apertura general (PAG).

##### Características Funcionales

- La función de este pulsador es cortar la energía eléctrica en forma total en la estación de pasajeros, es decir se abrirán los interruptores principales de media tensión, 20 KV y el interruptor principal del banco de baterías.
- El pulsador se encuentra alojado dentro de una pequeña caja de material sintético de color rojo, la cual tiene ventana con vidrio, para activarlo es necesario romper el vidrio.
- El pulsador debe ser accionado solo por el personal que esta a cargo de la operación del sistema o de ser el caso por algún miembro del cuerpo general de bomberos, en las siguientes situaciones:
  - En caso de incendio
  - En caso de una inundación.

- Una falla de consideración de algún equipo eléctrico ubicado en la cabina, etc.
- El pulsador será instalado en el interior y junto a la puerta principal de la cabina eléctrica de la estación.
- El sistema se podrá normalizar una vez corregido el desperfecto, para ello se cerrará el interruptor principal de baterías y luego se efectuarán las respectivas maniobras con los interruptores de 20 KV.
- Estos pulsadores serán identificados mediante un letrero con las siglas PAG.
- La alarma se activará en el cuadro de alarmas de la cabina eléctrica.

#### Características Técnicas

Pulsador con contacto NC, alojado en una caja de material sintético (120 x 120 x 40 mm.), color rojo, con una tapa que lleva un vidrio, además de una llave especial para abrirla, la caja debe estar predispuesta para la entrada de una tubería metálica liviana conduit de  $\frac{3}{4}$  "  $\phi$ , así como su instalación adosada a la pared. El pulsador puede ser similar al ZA2 - BL2 - telemecanique.

#### Consideraciones de Instalación

- La interconexión del pulsador PAG al tablero de alarmas se efectuará mediante el cable que tiene asignado el código PAG - B - 1 (2 x 2,5 mm<sup>2</sup>) instalado en canaleta metálica, desde el sótano de la cabina eléctrica; en la sala de tableros se utilizará tubería metálica liviana tipo conduit de  $\frac{3}{4}$  "  $\phi$ , con sus respectivos accesorios, la cual se adosará a la pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado, las que a su vez se fijarán a la pared mediante tarugos similar a los de hilti.

#### 5.3.1.3.4.6.3 Pulsador de Apertura Parcial (PA)

##### Objetivo

Esta especificación técnica define las principales características constructivas y de funcionamiento del pulsador de apertura parcial (PA).

##### Características Funcionales

- La función de este pulsador es realizar la apertura de los interruptores principales que controlan los circuitos de alumbrado y tomacorrientes de una estación de pasajeros, con excepción de aquellos que están relacionados con la iluminación de seguridad; los ambientes involucrados son los andenes de pasajeros, pasarelas, locales tecnológicos y oficinas de la estación.
- El pulsador debe ser accionado solo por el personal que esta a cargo de la operación del sistema, en las siguientes situaciones:
  - En caso de incendio en uno de los ambientes antes mencionados.
  - En caso de fallas de algún equipo de alumbrado o tomacorrientes, etc.
- El pulsador será instalado en la oficina del agente de estación, en un lugar de fácil acceso.
- Los interruptores principales que controlan los circuitos de alumbrado y tomacorrientes, que son abiertos por el pulsador PA cuando se presenta una falla, pertenecen al tablero eléctrico de distribución QBC, el sistema se podrá normalizar una vez corregido el desperfecto, para ello se cerrarán en forma manual los respectivos interruptores.
- Estos pulsadores serán identificados mediante un letrero con las siglas PA.



- Las alarmas se activarán en la consola de control del agente de estación, así como en el cuadro de alarmas de la cabina eléctrica.

#### Características Técnicas

El pulsador será del tipo saliente, color rojo, con un contacto NC, alojado en caja metálica con tapa que llevará doble aislamiento, la misma que permitirá la entrada de una tubería metálica liviana conduit de  $\frac{3}{4}$  "  $\phi$  , así como su instalación adosada a la pared. El pulsador puede ser similar al XAL - B118 - telemecanique.

#### Consideraciones de Instalación

- La interconexión del pulsador PA al tablero de alarmas se efectuará mediante el cable que tiene asignado el código PA - B - 1 (2 x 2,5 mm<sup>2</sup>) instalado en canaleta metálica, desde la cabina eléctrica hasta la oficina del agente de estación; en esta oficina se utilizará tubería metálica liviana tipo conduit de  $\frac{3}{4}$  "  $\phi$ , con sus respectivos accesorios, la cual se adosará a la pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado, las que a su vez se fijarán a la pared mediante tarugos similar a los de hilti.

#### 5.3.1.3.4.7 Canaletas y Tapas en Plancha de Fierro Galvanizado

##### 5.3.1.3.4.7.1 Objetivo

Las canaletas metálicas se utilizarán para alojar cables de energía eléctrica, telecomunicaciones, señalización, automatización y otros, que se instalarán en los ambientes tecnológicos de las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias.

##### 5.3.1.3.4.7.2 Norma

Las características técnicas serán de acuerdo a la norma IEC 364

##### 5.3.1.3.4.7.3 Canaletas y tapas

#### Características Constructivas

##### a) Material

##### b) Dimensiones

- Canaleta tipo 1: ..... 300 x 100 mm. con espesor de 2,00 mm.
- Canaleta tipo 2: ..... 150 x 100 mm. con espesor de 2,00 mm.
- Tapas tipo 1: ..... 300 x 10 mm. con espesor de 1,50 mm.
- Tapas tipo 2: ..... 150 x 10 mm. con espesor de 1,50 mm.

c) El espesor de la plancha para la canaleta, no puede ser menor al indicado, ya que en la fase de elaboración para la realización de la protección a través de una inmersión en zinc fundido la plancha puede sufrir deformaciones.

d) Las canaletas portacables tendrán que ser del tipo en plancha de acero con perfil en forma de "U " y lados ribeteados construidos con elementos:

- Rectilíneos de 3 m. de largo (referencial), con agujeros de unión en los extremos.
- Las curvas rectangulares y transiciones, diedros o planos, en 45° y 90°, con dobladura posiblemente con radio de curvatura continuo alrededor de 300 a 800 mm.

- Las curvas rectangulares y transiciones podrán tener amplitudes varias, ya sea de 90°, 120° y 150°, en sentido vertical u horizontal.
  - Con elementos a “T” o en cruz (solo en el caso de elementos planos) con características análogas a las previstas para los elementos en curva.
- e) Todos los citados elementos tendrán que estar dotados de planchas de unión con pernos zincados en caliente, los que tendrán también función de conexión a tierra.
- f) Las planchas de unión de las canaletas portacables serán de 200 x 94 mm., con cuatro agujeros de  $\phi$  12 mm., en los que se colocarán pernos de 10 x 20 mm. provistos de tuerca y arandelas de presión (Grover), todos estos elementos serán zincados en caliente.

En este caso se va a garantizar:

- Una superficie de contacto de por lo menos de 200 mm<sup>2</sup> por lado.
  - Una sección equivalente de cobre de 25 mm<sup>2</sup>.
- g) Por lo que se refiere a la carga, ellas tendrán que ser proporcionadas según las siguientes indicaciones:
- Considerando los apoyos distantes en 2 m. y las deformaciones dentro de los límites de elasticidad del material (flecha máxima inferior a 1/300 de la longitud total), en la canaleta de 300 x 100 mm., la carga debe distribuirse 30 kg/m más una carga concentrada en el medio de 80 kg.
- h) Las canaletas portacables, tienen que ser del tipo plancha de acero llena y una tapa superpuesta con accesorios de fijación.
- i) El espesor de las tapas debe ser menor o igual al de la canaleta, pero nunca inferior a 1.50 mm, tendrá que ser fijada en los bordes de la canaleta con tornillos zincados o autoroscantes cadmiados.

#### Modalidades de Instalación

Generalmente las canaletas se van a apoyar en repisas, fabricadas estas en perfil de acero y con un tratamiento de zinc fundido a altas temperaturas.

Las canaletas se fijarán a las repisas, por medio de pernos con cabeza redonda, tuercas y arandelas de 6 mm., estos elementos de fijación se insertarán en un agujero tanto de la canaleta como de la repisa.

#### 5.3.1.3.4.7.4 Repisas de Soporte - Carpintería Metálica

##### Características Constructivas

Las repisas, los travesaños y los estribos serán fabricados en perfiles standard de acero al carbono Fe 37 (UNI), y recibirán un tratamiento de galvanizado en caliente de acuerdo a lo indicado en el punto 5.2.1.7.10.5 La fabricación se hará en taller, respetando todas las indicaciones que se encuentran en los correspondientes diseños.

##### Instalación

La fijación de las repisas y travesaños en las estructuras metálicas (donde existan), se realizará con estribos y contra estribos con pernos, excluyendo la utilización de pistolas disparas - clavos, o de uniones efectuadas por medio de soldadura.

En el caso de edificios y/o estructuras de concreto armado (tradicional o prefabricado), la fijación se podrá efectuar utilizando uñas metálicas a expansión (tipo T-fix o similar al perno hilti kwik bolt) en cantidades suficientes de acuerdo a las cargas previstas.

#### 5.3.1.3.4.7.5 Tornillos – Pernos

##### Características Constructivas

- Tienen que ser de construcción robusta, normalmente de acero de buena calidad, con revestimiento de protección de acuerdo al ambiente donde se utilicen (cadmiado, zincado, anodizado, etc.), para el caso de uso exterior deben ser galvanizados en caliente por inmersión de acuerdo al punto 5.2.1.7.10.5
- Los pernos y tornillos deben estar asociados a arandelas de presión.

#### 5.3.1.3.4.7.6 Soldadura

##### Especificación

Soldadura eléctrica con electrodo de la mejor calidad para perfiles de acero al carbono FE-37 (UNI), conforme a las normas NTP.

La soldadura debe ser libre de poros e impurezas, la superficie se encontrará totalmente limpia antes de proceder con el acabado, según las normas CEI 7-6 Julio'68.

#### 5.3.1.3.4.7.7 Revestimientos Protectores para las Canaletas, Tapas, Repisas y Carpintería Metálica Diversa

Es preciso basarse únicamente en los siguientes sistemas de protección:

##### Proceso de Inmersión en Zinc a Altas Temperaturas

Este proceso garantizará una mejor duración y seguridad de las canaletas y tapas así como de otros elementos metálicos.

Consiste en la inmersión de los elementos en una tina conteniendo zinc fundido, según la norma CEI 7 - 6 de Julio 68, se debe adherir en las superficies 610 gr/m<sup>2</sup>.

##### Aplicación del Zinc a Bajas Temperaturas

Para utilizar este proceso, es necesario que las superficies se encuentren limpias luego se somete un proceso de arenado, para posteriormente aplicar por lo menos dos capas de un anticorrosivo epóxico a base de zinc metálico o si no pintura zincada con silicona.

Cabe señalar que este proceso será admitido por el Supervisor de Obra, solo para el resane de la protección zincada de las piezas que hayan sufrido pequeñas raspaduras en su montaje.

#### 5.3.1.3.4.8 Red de Tierra

##### Objetivo

La presente especificación técnica, define las características técnicas mínimas de los elementos necesarios para la instalación de la red de tierra en las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

### Generalidades

Teniendo en consideración la magnitud de las instalaciones eléctricas y por seguridad del personal que opera el sistema así como el de mantenimiento, es necesario que en cada una de las estaciones de pasajeros indicadas en el párrafo anterior se cuente con una protección de puesta a tierra del tipo red o malla, la misma que estará dividida en una malla profunda que se ejecutará como parte de la obra civil y una red de tierra superficial, que a continuación se describe.

### Características de la Red de Tierra Superficial - Red Colectora

- La red de tierra superficial, es aquella a la cual se conectan las partes metálicas no vivas de los equipos, como por ejemplo tableros, celdas de distribución, etc. (como referencia ver plano I 7517A, del anexo 2).
- La conexión de la malla profunda con la superficial, se hará a partir de la barra de cobre, la cual será instalada por el CONCESIONARIO, para esta tarea se utilizará conectores a compresión y/o empalmes soldados.
- Se instalará un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> en las canaletas de la vía que servirá de red colectora de la cual se harán derivaciones a las estructuras metálicas del andén y del edificio; estará conectada a la red de tierra profunda y las canaletas.
- Las derivaciones efectuadas de la red colectora a las estructuras metálicas de los andenes de pasajeros y algunas del edificio, serán efectuadas con cables de sección 16 mm<sup>2</sup>, con aislamiento de PVC color amarillo - verde, o cables trenzados, los tramos mayores a 20 cm. serán instalados en tuberías de PVC tipo pesado de  $\phi$  25 mm. Los empalmes entre estructuras metálicas se harán también con conductor de cobre y revestimiento color amarillo verde, o cable trenzado sección 16 mm<sup>2</sup>.
- Se instalará un cable de cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup> en las canaletas del sótano de la cabina que servirá de red colectora de la cual se harán derivaciones a los tableros y equipos, estará conectada a la red de tierra profunda y las canaletas.
- Las derivaciones efectuadas de la red colectora a los tableros de distribución eléctrica se realizarán con conductor de cobre sección 70 mm<sup>2</sup>.
- En los ambientes destinados para locales tecnológicos u oficinas, se deberán instalar platinas de cobre con adecuados agujeros, para que en ellas se conecten los cables de la malla de tierra profunda.
- En los extremos de la estación de pasajeros, la malla de tierra profunda debe ser conectada a la red de tierra aérea de la vía, tanto en la vía par como impar mediante un conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> por medio de un terminal, el cual se fijará a la grapa de suspensión del cable aéreo de aluminio que va suspendido en los postes de la catenaria.
- No se admitirá más de una derivación de una misma conexión a tierra, para garantizar la continuidad de las conexiones a tierra.
- Se efectuarán las conexiones desde la barra de tierra profunda a la estructura del edificio para garantizar la equipotencialidad de las zonas ocupadas por el edificio.

#### 5.3.1.3.5 EQUIPOS AUXILIARES

##### 5.3.1.3.5.1 *Sistema de Ventilación de Cabinas y Sala de Baterías*

###### 5.3.1.3.5.1.1 Objetivo

La presente especificación técnica describe las características mínimas del sistema de ventilación a instalarse en la cabina eléctrica y sala de baterías de las estaciones de pasajeros

nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

#### 5.3.1.3.5.1.2 Generalidades

En el dimensionamiento del sistema de ventilación se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones mínimas:

- Se utilizarán ventiladores helicoidales de extracción, aptos para el montaje en pared, de acuerdo a las necesidades de los ambientes.
- La ventilación natural deberá ser equivalente a aproximadamente 2 volúmenes ambiente / hora.
- Debe ser garantizada una reserva del 100 % de los ventiladores instalados.
- La cantidad de aire necesaria para el mantenimiento de un determinado  $\Delta T$  en el interior de los locales debe ser calculada mediante la relación:

$$Q = Mc \times Cs \times \Delta T \text{ ( Kcal / h )}$$

Donde:  $Mc$  = Capacidad del aire

$Cs$  = Calor específico del aire = 0,29 valor convencional

$\Delta T$  = 10 ° C

La sala de baterías debe ser adecuadamente ventilada, para asegurar un recambio de aire suficiente a diluir bajo el límite inferior de inflamabilidad del gas producido por los acumuladores (hidrógeno).

Gran cantidad de este gas se produce durante la ebullición debida a la carga a fondo y en medida mucho menor durante la descarga, además siendo el hidrógeno más liviano que el oxígeno tiende a subir y diluirse.

El recambio de aire durante la carga a fondo, será por lo menos el calculado con la fórmula que procede de las normas CEI 21 / 6, la cual es:

$$P = (I \times n \times s) / 5000$$

Donde:  $P$  = capacidad de aire en  $m^3 / \text{min}$ .

$I$  = Corriente máxima de carga a fondo en amperios

$n$  = Número de elementos sometidos a carga

$s$  = Coeficiente de seguridad adecuado a la instalación.

El sistema de ventilación esta compuesto por:

- Un tablero de control
- Un termostato de ambiente para control automático
- Un conjunto de extractores y ventiladores.
- Rejillas de ventilación regulables en las puertas del ambiente.

### 5.3.1.3.5.1.3 Condiciones Ambientales

El sistema de ventilación se instalará al interior, y se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones ambientales:

- Temperatura ambiente mínima / máxima:..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación y abrasión.

### 5.3.1.3.5.1.4 Tablero de Control para el Sistema de Ventilación

El tablero de control, deberá ser construido teniendo como referencia las normas IEC 439, IEC 364, CEI 70 / 1 / III -1980 y CEI 17 - 13 / XI o similares.

#### Características Constructivas

- El tablero será conformado por una estructura portante, fabricado con ángulos de un espesor de 3 mm. y planchas de 2 mm. de espesor.
- Se debe prever soportes para su montaje adosado a la pared, resistente a la vibración.
- En la parte inferior se preverá agujeros apropiados para la llegada de los cables a través de tuberías.
- Se le debe instalar una platina de cobre de 30 x 5 mm. como mínimo, la cual servirá para la conexión con la malla de tierra externa.
- La barra de tierra debe mantener el mismo potencial con todas las partes metálicas.
- La puerta será de plancha predoblada, de un espesor como mínimo de 2 mm., deberá abrirse un ángulo de 110°.
- La puerta tendrá acceso mediante una llave triangular tipo Allen, y un enclavamiento mecánico con el interruptor principal.
- En el tablero se deberán colocar todas las identificaciones (placas) necesarias para facilitar la operación del tablero.
- En la construcción del tablero no se admitirá por ningún motivo el empleo de tornillos autoroscantes.
- El tablero tendrá protección mecánica IP54.
- Los cables deben ser protegidos por canaletas o tubos aislantes no propagadores de fuego.
- Los cables del conexionado interno serán de los tipos unipolares y no propagadores de fuego, según normas CEI 20-22, provistos de terminales a compresión aislados.
- Los cables y borneras deben ser identificados fácilmente mediante el uso de etiquetas adecuadas.
- Los circuitos de control, protección y señalización serán estructurados con el equipamiento especificado.
- El encendido de los ventiladores de la sala de tableros será automático, mediante un termostato.
- En el caso del ventilador de la sala de baterías, se encenderá en forma manual.
- Los ventiladores y extractores deben contar con un indicador visual luminoso de su correcta operación.

Pintura

El pintado se hará de acuerdo al siguiente procedimiento:

Preparación de superficies

Todas las superficies metálicas serán completas y cuidadosamente limpiadas de la suciedad y grasa, además del óxido por medio de un tratamiento de arenado blanco.

Pintado

Consistirá en lo siguiente:

Se aplicarán dos capas de pintura anticorrosiva del tipo cromato de zinc en base epóxica, con un espesor de 40 micrón por capa, una vez seca. Las mismas serán aplicadas mediante soplete o proceso de fosfatizado.

De acabado se aplicaran dos capas de tipo epóxico color gris oscuro, con espesor de 40 micrón cada una.

El fabricante podrá presentar un tratamiento equivalente.

Características Eléctricas

- Tensión de Servicio: ..... 380 / 220 Vca
- Sistema: ..... trifásico
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz.

Equipamientos

Las características principales de los equipamientos del tablero son las siguientes:

- Control general
  - Interruptor general, tipo rotativo de montaje interior, control exterior, de 04 polos, con enclavamiento (mecánico al cerrar la puerta del tablero).
  - Seccionadores fusible, de 1 polo + neutro, con base portafusible y fusibles. Se utilizarán para la protección de una señal de presencia de tensión y la alimentación auxiliar.
  - Lámpara de señalización con led integrado, color verde, 220 Vca.
  - Contactor auxiliar, bobina para 220 Vca.
  - Relé de tiempo, 220 Vca.
- Control para ventiladores, Sala de Tableros
  - Seccionador fusible, de 3 polo, con base portafusible y fusibles.
  - Contactor trifásico, con bobina para 220 Vca, 380 Vca, categoría AC3.
  - Relé térmico.
  - Lámpara de señalización con led integrado, color rojo, 220 Vca.
  - Selector de tres posiciones, manual - 0 - automático, con contactos auxiliares 2NA + 2NC.
  - Selector de tres posiciones, local - 0 - distancia, con contactos auxiliares 1NA + 1NC.

- Control para extractores, Sala de Baterías
  - Seccionador fusible, de 3 polo, con base portafusible y fusibles.
  - Contactor trifásico, con bobina para 220 Vca, 380 Vca, categoría AC3.
  - Relé térmico.
  - Lampara de señalización con led integrado, color rojo, 220 Vca.
  - Selector de tres posiciones, arranque - 0 - parada, con contactos auxiliares 1NA + 1NC.

Las cantidades y las características complementarias del equipo antes mencionado serán determinadas por el CONCESIONARIO, teniendo como base el proyecto definitivo del sistema de ventilación, específico para cada estación.

#### 5.3.1.3.5.1.5 Termostato de Ambiente

Se instalará directo a la pared, deberá contar con una señal visual de operación (LED) y un disco de graduación, y tendrá las siguientes características:

- Rango nominal: ..... 0 - 60 ° C
- Tensión nominal: ..... 220 Vca.
- Protección mecánica: ..... IP 54.

#### 5.3.1.3.5.1.6 Ventilador

Tipo helicoidal, compacto y silencioso, de alto rendimiento, para ser instalado en uno de los muros previamente preparado (hueco) de la cabina eléctrica, deberá reunir las siguientes características:

- Tensión: ..... 380 Vca, trifásico.
- Frecuencia: ..... 60 Hz.
- Número de polos: ..... 04
- Temperatura: ..... + 80 ° C máximo
- Aislamiento: ..... clase F
- Protección mecánica: ..... IP 55

#### 5.3.1.3.5.1.7 Extractor de la Sala de Baterías

El extractor debe ser construido a prueba de explosión así como para instalarse en la pared en la sala de baterías, equipado con una aspiradora centrífuga, debe reunir las siguientes características:

- Tensión: ..... 380 Vca, trifásico.
- Temperatura: ..... + 40 ° C
- Frecuencia: ..... 60 Hz.
- Nivel de ruido: ..... 50 - 60 dB

#### Conexión de Los Equipos

- Conductores



- Para la alimentación del tablero desde la barra "emergencia" que sale del tablero distribución eléctrica en baja tensión, se utilizarán conductores de las siguientes características:

Tipo:..... NYY  
 Tensión de diseño: .....0,6 / 1 KV  
 Temperatura de operación: ..... 80 ° C  
 Norma de fabricación:..... NTP 370.050

- Para la alimentación a los ventiladores y extractor desde el tablero de control del sistema de ventilación, se utilizarán conductores iguales a los arriba descritos, variando solo en el número y sección.

- Electroductos

Se utilizarán tuberías de PVC del tipo pesado (SAP), diámetro mínimo  $\frac{3}{4}$  ", así mismo los codos, uniones y conectores serán del mismo standard que el de la tubería.

Las tuberías irán adosadas a la pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado similares al modelo ENT de hilti, estas últimas se fijarán a la pared mediante tacos de la marca antes mencionada o similar.

Para el caso de conectar una tubería a una canaleta metálica o a los ventiladores y extractores, se deberá utilizar para esta unión tubería flexible con sus respectivos acoples.

Estas instalaciones deben cumplir con las exigencias del Código Nacional de Electricidad, Tomo V.

#### 5.3.1.3.5.2 Sistema de Alarma Contraincendios

##### 5.3.1.3.5.2.1 Objetivo

En la presente especificación técnica se describen las características técnicas mínimas de los equipos que conforman el sistema de alarma contra incendios para las estaciones de pasajeros nuevas y también para las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

##### 5.3.1.3.5.2.2 Introducción

En esta especificación están indicados en forma muy general y referencial los locales de las estaciones donde se ha previsto la instalación de reveladores de humo, reveladores térmicos, reveladores de llama y pulsantes manuales de alarma de incendio

El CONCESIONARIO deberá desarrollar el anteproyecto del sistema de alarma contra incendios tomando como base el equipamiento existente y las características de las estaciones de pasajeros, determinando la posición y cantidad específicamente para cada caso.

##### 5.3.1.3.5.2.3 Características Técnicas de los Equipos

#### Central de Alarma

- Generalidades

- La central de detección de incendio será del tipo modular a 20 zonas, inteligente, autoalimentada con batería en tampón (stand by) para garantizar su eficiencia aún en caso de falta de alimentación 220 v.
- La central de detección de incendio, será íntegramente comandada por un microprocesador, con funciones programables a través de teclado.

- Señalización mediante display alfanumérico, de cristal líquido, retroiluminado, de dos líneas de 40 caracteres cada una.
- Debe ser concebida para el control de las señales que provienen de las líneas de detectores automáticos y pulsadores manuales de alarma, en detección colectiva.
- El sistema será constituido por tarjetas electrónicas de tipo extraíbles.
- Cada tarjeta debe estar proyectada para concentrar dos zonas de revelación de incendio.
- Las señales de alarma y anomalías deben evidenciarse mediante LEDS de los siguientes colores:
  - Rojo: ..... alarma de incendio
  - Amarillo: ..... daño, cortocircuito
  - Verde: ..... exclusión zona.
- Cada señal de alarma provocará un envío de señales ópticas, acústicas locales y señales remotas a una central operativa.
- Características Eléctricas
  - Alimentación de la red: ..... 220 Vca, + 10 %, - 15 %
  - Alimentación de : ..... 24 Vcc
  - Salida de línea controlada: ..... 27,6 Vcc - 3 A máx.
  - Alimentación de salida externa: ..... 27,6 Vcc - 3 A máx.
  - Número de líneas detección : ..... 20
  - Detectores por línea: ..... máximo 25
  - Temperatura de trabajo: ..... de 0° a + 50 ° C.

- Ubicación

La central será instalada en la oficina del agente de estación.

### *Revelador de Humo inteligente*

- Generalidades

El revelador de humo inteligente permitirá una revelación instantánea reconociendo las primeras partículas visibles de humo, que se forman al inicio de un incendio.

- Principio de Funcionamiento

- Difusión de la luz.
- Un diodo emisor de luz (led) y un elemento fotosensible, no alineados son introducidos en el interior de una cámara a laberinto.
- En condiciones de reposo el elemento fotosensible no recibe ninguna radiación luminosa, por efecto de la presencia del humo, parte de la radiación luminosa emitida por el diodo, es desviada por difusión hacia la fotocélula.
- Un circuito electrónico evalúa la variación de tensión que se manifiesta, y más allá de un cierto valor, envía una señal de alarma a la unidad de control.

- Características Constructivas

- Fabricado en material plástico blanco, resistente a los golpes.

- Montaje en un zócalo con indicador de acción, tipo luminoso (led).
  - La conexión al zócalo debe ser por rotación, que resista a las vibraciones.
  - Los contactos eléctricos zócalo - detector, deben ser robustos y resistentes a la corrosión.
  - Posibilidad de enclavamiento mecánico, que impida extraer el detector del zócalo.
  - Cubierta paravientos desmontable, para efectuar una limpieza impecable, asimismo debe ser protectora que facilite la entrada de humos y proteja contra las corrientes de aire y el polvo.
  - Debe ser completamente electrónico, sin piezas móviles ni sometidas a desgaste.
  - Nivel de sensibilidad controlable eléctricamente.
  - Cámara de medición protegida contra la entrada de insectos.
  - Cámara de medición con sistema óptico simétrico respecto al eje.
  - Rendimiento excelente incluso con humos oscuros
- Ubicación

Los ambientes de las estaciones de pasajeros donde se pueden instalar los reveladores ópticos son:

- Oficina de agente de estación
- Boleterías
- Sala de telecomunicaciones
- Cabina eléctrica
- Salas de limpieza, personal de servicio y depósito
- Areas de circulación de las salas técnicas
- Salas de bombas
- Sótanos
- Locales comerciales
- Area de torniquetes
- Túneles y/o galerías de conexión
- Zona de andenes de pasajeros
- Ambiente de grupos electrógenos

#### *Reveladores Térmicos inteligentes*

- Principio de Funcionamiento
  - Se basa en la deformación de un elemento bimetálico, provocado por un aumento de la temperatura y un diafragma activado por la expansión de aire, detectando instantáneamente un aumento de la temperatura (tasa de aumento) y las temperaturas ambientales con una alarma cuando estas alcanzan niveles establecidos (temperatura fija).
  - La función "temperatura fija", consiste en un disco bimetálico y un perno que eleva el diafragma de forma de obtener un contacto por un valor establecido de temperatura.

- La función "tasa de aumento" consiste en un diafragma, dos cámaras y un pequeño tubo de ventilación.
- Cuando la temperatura ambiente aumenta con ritmo lento el aire propagado en la primera cámara sale atravesando el tubo de ventilación y alcanza la segunda cámara de aire, si la tasa de aumento de la temperatura sobrepasa el valor establecido, el diafragma se alza por la rápida expansión de aire de modo de crear un contacto, debido a que el tubo es demasiado pequeño para equilibrar la presión.
- Características Constructivas
  - De gran sensibilidad
  - De gran estabilidad y larga duración
  - De sellado electrónico hermético, que garantiza una alta resistencia a la humedad.
  - De alta compatibilidad electromagnética.
  - Diseñado para vigilar zonas e instalaciones donde se puede producir un brusco incremento de la temperatura, como en el caso de un incendio, o también donde no se pueden instalar otros detectores de incendio por razones prácticas, por la presencia de humos, vapores, etc.
  - De gran reacción, ante la velocidad de aumento de temperatura y además cuando se alcanza una máxima temperatura.
- Características Técnicas
  - Tensión de alimentación:..... 16 - 26 Vcc
  - Corriente de funcionamiento: ..... < 150  $\mu$ A
  - Temperatura de reacción nominal:..... + 58 ° C
  - Temperatura ambiente: ..... +5° / +40 ° C
  - Humedad relativa: ..... < 95 %
  - Protección según CEI 529 (zócalo): ..... IP 43/53
- Ubicación
 

Los ambientes de las estaciones de pasajeros donde se pueden instalar los reveladores térmicos son:

  - Cabina eléctrica – transformadores de servicios auxiliares.
  - Patio servicios
  - Sala del grupo electrógeno.

#### *Reveladores de llama*

- Características técnicas
 

Sistema de detección	:	detección de rayos ultravioleta
Area de detección	:	distancia 10 m., angulo 120° conicamente, rango de ajuste horizontal 25" – vertical 30"
Ajuste de sensibilidad	:	temporizador de detección 4 pasos
Suministro de energía	:	10 – 24 Vcc

Salida de alarma	:	relé de contacto seco (contacto off-delay)
Memoria de alarma	:	operación reset-auto
Sonido de alarma	:	intermitente 80 db
Leds señalización	:	led de alarma rojo, led de memoria amarillo
Instalación	:	interior

- Ubicación

Los reveladores de llama se instalarán en las salas de grupos electrógenos.

#### *Pulsantes Manuales de Alarma de Incendio*

- Características Constructivas

- Esta conformado por una caja de material termoplástico de color rojo y en la misma se tiene un vidrio de ruptura plastificado y serigrafiado, en ella se aloja un microinterruptor interno con contacto de intercambio, accionado por una tecla provista de autoretención.
- El fondo es de material luminiscente, que permite su localización en la oscuridad más absoluta.

- Principio de funcionamiento

- Hay que presionar o romper el vidrio y el pulsador que esta detrás del vidrio, queda activado.
- El pulsador activado y bloqueado en dicha posición. El retiro de la tapa de la caja, produce también la alarma. En ambos casos un diodo tipo LED color rojo, señala el funcionamiento de la alarma.
- Cuando se vuelve a colocar la tapa, después de haber repuesto el vidrio, el pulsador se desbloquea.
- El funcionamiento del pulsador puede controlarse desde el exterior sin necesidad de abrir la caja, por medio de una herramienta apropiada.

- Características Técnicas

- Borneras de conexión para secciones de cables ..... : 0,2 - 1,5 mm<sup>2</sup>. AWG 15...24 .
- Temperatura ambiente: ..... +5° / + 40° C
- Humedad, clase de aplicación según DIN:..... E ( < 95 %)
- Grado de protección: ..... IP 30
- Color de la caja: rojo:..... RAL 3000
- Tensión de trabajo: ..... 16...26 Vcc.
- Corriente máxima: ..... 40 mA.

- Ubicación

Los ambientes de las estaciones de pasajeros donde se pueden instalar los pulsadores manuales de alarma de incendio son:

- Exterior de cabina eléctrica
- Exterior de sala de grupo electrógeno

- Exterior de sala de telecomunicaciones
- Anden par
- Anden impar
- Area de torniquetes

### *Sirena*

La sirena deberá tener una potencia de 110 dB a 3 m. de la fuente, construida en material ABS, sumamente rígida y compacta, y particularmente apta donde se necesita una buena potencia sonora. Asimismo para evitar el daño por agentes atmosféricos debe contar con un grado de protección IP54.

#### 5.3.1.3.5.2.4 Accesorios

El suministro deberá comprender las herramientas necesarias para el cambio de los reveladores (humos y fuego) en zonas altas.

#### Consideraciones de Instalación

- Los cables eléctricos con aislamiento PVC, según normas CEI 20-22, estarán alojados en tubería metálicas, tipo conduit de  $\frac{1}{2}$  "φ; con sus respectivos accesorios, adosadas a la pared mediante abrazaderas de fierro galvanizado, las que a su vez se fijan con tarugos similares a los de hilti.
- El sistema se alimentará desde el tablero de baja tensión ubicado en la cabina eléctrica, mediante un cable tipo NYY de 2 x 4 mm<sup>2</sup>, instalado en canaleta metálica desde el sótano de la cabina hasta la oficina del agente de estación.
- Los sensores y pulsadores manuales irán fijados sobre una caja de fierro galvanizado de 150 x 150 x 50 mm., las cuales servirán como caja de pase para el ingreso de las tuberías de fierro galvanizado.
- Estas instalaciones deben cumplir las exigencias del código nacional de electricidad, Tomo V.

#### 5.3.1.3.5.3 *Sistema de Control de Pasajeros*

Las especificaciones técnicas que describen las características mínimas de los equipos que conforman el sistema de control de pasajeros para las estaciones de pasajeros de la Línea 1 se encuentran definidas en el Tomo 4, punto 5.6.4 ("Sistema de Control de Pasajeros")

#### 5.3.1.3.5.4 *Gabinetes Contraincendio*

##### 5.3.1.3.5.4.1 Objetivo

La presente especificación tiene el principal objetivo de indicar las características técnicas mínimas de los gabinetes, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

Los gabinetes contra incendios a instalarse en las estaciones de pasajeros nuevas y también en las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, servirán para poder socorrer algún incendio que pudiese presentarse utilizando agua, de ser factible.

##### 5.3.1.3.5.4.2 Introducción

Los gabinetes contra incendio se instalarán estratégicamente en:

- Andenes de pasajeros, vías par e impar
- Locales tecnológicos
- Boleterías
- Locales comerciales y/o cafeterías (de ser el caso)

El CONCESIONARIO presentará, dentro del Estudio Definitivo, el estudio para la determinación de las cantidades y localización de los gabinetes de acuerdo con las características particulares de cada estación.

#### 5.3.1.3.5.4.3 Condiciones Ambientales

- Temperatura min./máx.: ..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa máxima:..... 100 %
- Altitud de promedio: .....200 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... altamente corrosivo (salino).

#### 5.3.1.3.5.4.4 Materiales

Los gabinetes contraincendio estarán conformados por:

##### Vitrina

La vitrina estará conformada por una caja metálica fabricada en plancha de 1/16" de espesor como mínimo, con un adecuado tratamiento anticorrosivo a partir de cromato de zinc (02 capas) y acabado en esmalte sintético (02 capas) en color rojo bermellón, la misma que ira adosada a la pared.

Asimismo contará con una puerta abisagrada, consistente en un marco de acero de 1/16" de espesor sobre el que se colocará un vidrio de 5 mm transparente tipo templado, además deberá llevar una cerradura (maestra) de buena calidad.

- Las medidas referenciales de la vitrina son:
- Altura: .....80 cm.
- Ancho: .....60 cm.
- Profundidad: .....16 cm.

##### Válvula

Será del tipo angular y con extremo roscado, fabricada en bronce, de diámetro nominal de 1 ½" con rosca NST y una presión de trabajo de 300 p.s.i.

##### Manquera

Será de 1 ½" de diámetro por 30 m de largo, liviana, fabricada en nylón sintético con interior de poliuretano de alta tenacidad, resistente a las condiciones ambientales, a los hongos y otros agentes producto de la humedad. La manguera debe soportar una presión similar a la válvula, deberá venir equipada con acoples hembra y macho de bronce fijadas con rosca NST.

Pitón

Fabricado en bronce, de doble efecto (chorro y abanico) y para una descarga mínima de 95 galones por minuto.

Carrete Portamanguera.

Fabricado en fierro y pintado en color rojo bermellón, para instalarse dentro de la vitrina y girar dentro de la misma, debe permitir el alojamiento de una manguera de 1 ½" por 30 m.

Como complemento de los gabinetes debe considerarse:

- Tuberías

De fierro galvanizado, con extremos roscados (npt) y una presión de trabajo de 300 p.s.i.

- Accesorios

Entre los accesorios necesarios para la conexión a la red de agua contra incendios están comprendidos: codos, nipples y reducciones, los cuales deben ser de fierro galvanizado con diámetro en relieve, bordes reforzados, extremos roscados npt y que soporten una presión de trabajo de 300 p.s.i.. Además deberán tener la marca del fabricante grabada.

Adicionalmente se utilizarán abrazaderas de fierro galvanizado de dos orejas para la fijación de las tuberías, y todos los materiales necesarios para una correcta instalación.

Todos los accesorios y tuberías hidráulicos deberán ser schedule 40 y cumplir con las normas de fabricación NFPA (National Fire Protection Association) o equivalente.

5.3.1.3.5.5 *Grupo Electrógeno*5.3.1.3.5.5.1 *Objetivo*

La presente especificación tiene el principal objetivo de indicar las características técnicas mínimas de los grupos electrógenos, las cuales pueden ser mejoradas por equipos de características similares.

Los grupos electrógenos serán instalados en las estaciones de pasajeros nuevas y se utilizarán ante una eventual falla en el sistema normal de alimentación eléctrica.

En las estaciones Pumacahua y Miguel Iglesias, no se ha contemplado la instalación de grupos electrógenos, por diseño de las mismas.

5.3.1.3.5.5.2 *Condiciones Ambientales*

- Temperatura mínima: ..... + 5 / + 40 ° C
- Humedad relativa: ..... 100 %
- Altitud de instalación: ..... ≤ 1.000 m.s.n.m.
- Ambiente: ..... salino (corrosivo), alta contaminación

5.3.1.3.5.5.3 *Características Principales*

Grupo electrógeno tipo standby (emergencia)



### Generador Síncrono

Baja reactancia, 2/3 de paso de enrollamientos, baja distorsión del formato de onda con cargas lineales, aislamiento clase H.

- Tensión nominal: ..... 380 / 220 Vca
- Número de fases: ..... 3
- Estado del neutro: .....sólidamente a tierra
- Frecuencia nominal: ..... 60 Hz, durante la puesta en marcha,  
con la inserción de carga esta debe variar  $\pm 5\%$ .
- Potencia nominal, con  $\text{Cos } \varnothing 0,8$ :..... 150 KVA  
La potencia nominal será verificada en el diseño definitivo, después de la evaluación de cargas.
- Excitación: .....brushless
- Numero de polos: ..... 4

### Motor Diesel

*Bajas emisiones y respuesta rápida a los cambios súbitos de carga.*

- Ciclo: .....diesel 4 tiempos – inyección directa
- Enfriamiento: ..... aire
- Lubricación: ..... forzada
- Regulación de la velocidad: ..... solicitada
- Protecciones mecánicas por:
  - Falta de lubricación
  - Sobre temperatura
  - Sobre velocidad
  - Vibraciones

### Controles

- Valor de tensión de red
- Valor de tensión salida de grupo
- Valor de frecuencia salida de grupo
- Intervalo de tiempo para el arranque del grupo
- Restablecimiento de la alimentación de la red
- Atraso en la alimentación desde el momento en que el grupo está a régimen con tensión estabilizada
- Atraso en la conmutación grupo - red al regreso de esta ultima
- Exclusión de la parada automática del grupo al regreso de la red

### Automatismos

- Puesta en marcha automática e instantánea del motor cuando el valor de la tensión de red baja más de lo establecido.
- Instantánea excitación del alternador.
- Toma de la carga en el tiempo no superior a 10 segundos.
- Vigilancia automática del funcionamiento del grupo electrógeno.
- Detención inmediata del grupo en caso de fallas y la imposibilidad de volverlo a poner en funcionamiento antes de haber eliminado la falla misma.
- Repetición durante tres veces consecutivas del ciclo de puesta en marcha en caso de que el grupo no arranque.
- Prueba manual de funcionamiento automático.
- Puesta en marcha y parada manual.
- Bombeo automático de combustible con electrobomba, desde la cisterna de 1500 galones al tanque diario.
- Bomba manual de emergencia, en caso de falla de electrobomba de combustible.

### Bloqueos

El grupo electrógeno se detendrá por las siguientes causas:

- Alta temperatura del agua de enfriamiento.
- Baja presión del aceite de lubricación
- Mínimo nivel de combustible.

### Exigencias Complementarias

- El motor de fabricación standard debe contar con todos los dispositivos necesarios para un correcto funcionamiento y un control adecuado. Deberá contar con todos los accesorios que respeten las normas contra accidentes.
- Debe contar con una robusta plataforma y con un sistema que permita disminuir las vibraciones en la gama de velocidades, desde aquella igual al 110 % de la velocidad de ejercicio.
- La conexión entre el grupo y el tanque de combustible, deben realizarse con tubería flexible.
- Para la descarga de gases debe utilizarse un escape con silenciador.
- El sistema de arranque 12 V. estará conformado por un cargador de baterías y baterías plomo ácido de libre mantenimiento.
- Debe contarse con un sistema de precalentamiento así como uno de prelubricación, para un fácil arranque del grupo.
- El sistema de lubricación estará conformado por:
  - Una bomba accionada por árbol de levas del motor
  - Filtros primario y secundario tipo autolimpieza.
  - Válvula de regulación de presión.
  - Bomba de cebado manual

- Bomba de pre lubricación para arranque rápido.
- Refrigerante por medio de radiador.
- El sistema de combustible estará conformado por:
  - Bomba de alimentación eléctrica para arranque manual y automático
  - Filtro de elemento
  - Un tanque diario
  - Línea de tubería de combustible para la alimentación y el retorno
- Debe suministrarse un tanque (cisterna) de combustible de 1500 galones, el cual debe contar con todos los accesorios de seguridad. Será instalado en un ambiente subterráneo fuera del edificio, tendrá una tubería de ventilación cuyo extremo estará ubicado 1 metro arriba del nivel de la pared más alta, tendrá una toma de puesta a tierra para los vehículos cisterna y se instalará un aviso de no hacer fuego abierto a una distancia de 50 m
- El motor debe venir equipado con;
  - Tacómetro
  - Indicador y medidor para señales y bloqueo de mínima presión de aceite y lubricación.
  - Indicador de nivel, sobre el tanque diario con señalización de nivel mínimo
- La variación de la tensión en vacío y a plena carga para un factor de potencia entre 0,8 - 1,0, con una variación de velocidad del 5 %, no debe superar el 5%.
- El tablero de control y maniobra debe contar con lo siguiente:
  - Aparatos de excitación
  - Dispositivo para la conmutación automática.
  - Aparatos de medida (voltímetro, amperímetro, frecuencímetro, kilowatímetro)
  - Interruptores tetrapolares del tipo termomagnéticos para la protección del generador y la línea.
  - Interruptor para la conmutación automática "línea normal - línea emergencia".
  - Conmutador para la selección del tipo de servicio "manual - automático - bloqueo - prueba".
  - Interruptor para la inserción de los controles automáticos durante el funcionamiento manual.
  - Señales luminosas que como mínimo comprenderá:
    - Mínima presión de aceite
    - Mínimo nivel de combustible
    - Tensión de red
    - Pedido de puesta en marcha
    - Grupo a régimen
    - Grupo conectado
    - Falta de tensión en los controles
    - Intervención de protecciones del generador
    - Bloqueo por anomalías

- Alarma acústica
- Debe preverse mandos para el control a distancia con las siguientes señales:
  - Paradas de emergencia
  - Grupo en operación
  - Tensión entre fases y enlace.

#### 5.3.1.3.5.6 *Salvaescaleras*

##### 5.3.1.3.5.6.1 Objetivo

Especificar las características técnicas mínimas de una Plataforma móvil para personas discapacitadas (salvaescaleras) - ascensor de sillas de ruedas con plataforma inclinada para las escaleras curvas o rectas, capaz de seguir el radio interno o externo de la escalera. Su diseño y construcción a la medida permitirá la posibilidad de acceso a lugares poco accesibles para personas discapacitadas.

Los salvaescaleras serán instalados en todas las estaciones de pasajeros (16), salvo que en los nuevos diseños o en las reformas introducidas a las estaciones existentes se empleen mejores soluciones para cumplir con la normatividad de acceso de personas discapacitadas.

##### 5.3.1.3.5.6.2 Suministro de Energía

La tensión y frecuencia de alimentación del salvaescaleras serán: 208 – 240 Vac. y 60 Hz.

##### 5.3.1.3.5.6.3 Estructura Mecánica

El salvaescaleras será fabricado para su uso constante en recintos cubiertos o a la intemperie. Un cable de acero se desplazará por el interior de los tubos guías estructurales, encargándose de subir o bajar la plataforma por las escaleras.

##### 5.3.1.3.5.6.4 Capacidad de Carga

La capacidad de carga será como mínimo de 200 kg. y sus dimensiones permitirán el uso simultáneo de por lo menos 2 sillas de ruedas.

##### 5.3.1.3.5.6.5 Instalación en espacio reducido

El diseño compacto y localización precisa de sus componentes lograrán que la plataforma se pliegue fácilmente en un espacio reducido.

##### 5.3.1.3.5.6.6 Facilidad de Uso

Será diseñado pensando en el usuario, su uso dependerá del toque de un botón al alcance de la mano, previa habilitación de dicho botón por parte del agente de estación, lo que permitirá que sea maniobrado con facilidad aún por personas con poca destreza. Opcionalmente se podrá operar a control remoto.

##### 5.3.1.3.5.6.7 Normas

Sus instalaciones deberán cumplir con los requerimientos del código nacional de electricidad, el reglamento nacional de construcciones y normas internacionales relacionadas (tales como ASME A18.1a - 2001 safety standard for platform lifts and stairway chair-lifts).

#### 5.3.1.3.5.6.8 Señales de Seguridad

- Dispondrá de una alerta audiovisual para prevenir a los peatones cuando la plataforma se encuentre en uso.
- Dispondrá de sensores multi - direccionales que permitirán la parada inmediata por alguna obstrucción en la rampa o en su recorrido.
- Al estar plegada, una sólida cubierta protegerá los controles contra el vandalismo.
- Un seguro adicional limitará el acceso solo a personal autorizado.

#### 5.3.1.3.5.6.9 Equipo Complementario

El salvaescaleras será equipado con lo siguiente:

- Asiento plegable
- Lámpara en plataforma
- Control remoto
- Batería para descenso de emergencia

### 5.3.1.4 PRUEBAS PRELIMINARES Y DE PUESTA EN MARCHA

#### 5.3.1.4.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Estas pruebas serán de tres tipos:

##### 5.3.1.4.1.1 *Pruebas de Prototipo*

Se realizarán al primer equipo y/o estructura no experimentado, antes de lanzar su producción en serie.

Estas pruebas tienen el objeto de constatar que las estructuras en prueba soportan sin fallar los esfuerzos a que podrán estar sometidas durante su operación.

##### 5.3.1.4.1.2 *Pruebas Tipo*

Son las que se efectúan a la primera unidad, llamada cabeza de serie, de un diseño ya experimentado.

Se realizarán al primer elemento fabricado de los principales equipos y/o sistemas, y comprenderán:

- Determinación de ajustes y tolerancias.
- Determinación de temperaturas.
- Verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño, de operación y de mantenimiento establecidos.

##### 5.3.1.4.1.3 *Pruebas de Serie*

Estas pruebas se realizarán a todas las unidades del lote.

Serán efectuadas a los principales elementos, equipos y sistemas antes de la puesta en servicio y comprenderán:

- Verificación breve de las características de operación.
- Verificación del buen funcionamiento general.
- Verificación de los rendimientos operativos.
- Repetición de algunas pruebas de tipo que se considere conveniente realizar.

El CONCESIONARIO está obligado a dar facilidades al Supervisor de Obra y al CONCEDENTE y/o a sus delegados técnicos para supervisar las pruebas de los equipos y sistemas.

#### 5.3.1.4.2 PRUEBAS DE PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha se refiere a todas las acciones y pruebas que se realizarán para poner en servicio la línea, una vez que ya han sido instalados los equipos y/o sistemas.

Las pruebas en cuestión comprenden, por lo menos y no necesariamente en este orden: pruebas de funcionamiento, operativas y de marcha en vacío.

##### 5.3.1.4.2.1 Pruebas de Funcionamiento

- Pruebas en vacío, sin carga, de todos y cada uno de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas con carga de los equipos y sistemas aislados.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos, excepto la circulación de los trenes.
- Pruebas de todos los equipos y sistemas juntos incluyendo la circulación de los trenes.

Durante el desarrollo de estas pruebas se realizará todos los ajustes que resulten necesarios.

A título enunciativo pero no limitativo, a continuación se describen las pruebas típicas y los equipos susceptibles de pruebas en las instalaciones:

- Simulación operativa de todas las maniobras de la instalación e interbloqueos de lógicas de seguridad.
- Verificación operativa de los sistemas de seguridad: bloqueos mecánicos, eléctricos y con llave.
- Pruebas de aislamiento de las secciones de MT y BT y verificación de los certificados de prueba de la rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.
- Pruebas con alimentación primaria y verificación de los valores de tensión en las secciones MT conversión CA/CC – BT.
- Verificación del funcionamiento de las lógicas de intervención de las protecciones.
- Pruebas funcionales de la instalación en condiciones de explotación, y degradación operativa de partes de la instalación.
- Pruebas de interruptores de potencia:
- Pruebas de transformadores de potencia:
- Pruebas de transformadores de medida:
- Pruebas de seccionadores:
- Pruebas de equipos de medición:

- Pruebas de equipos de protección y señalización:
- Pruebas de equipos auxiliares:
- Pruebas de cables
- Pulsadores de emergencia
  - a) Pulsador de emergencia en línea - PE
  - b) Pulsador de apertura parcial – PA
 

NOTA: El sistema de alumbrado y tomacorrientes que son alimentados por la barra de continuidad, no está involucrado con la operación del pulsador PA.
  - c) Pulsador de apertura general - PAG
  - d) Reporte de pruebas de los pulsadores de emergencia
- Sistema de alarma contra incendio
- Sistema de emergencia (grupo electrógeno)
- Sistema contra incendio
- Sistema de ventilación
- Malla de tierra superficial

#### 5.3.1.4.2.2 *Pruebas Operativas*

Éstas se realizarán para verificar y ajustar el sistema completo a los parámetros operativos establecidos e incluyen, por lo menos, los siguientes aspectos:

- Mando y control de los equipos centralizados de energía.

#### 5.3.1.4.2.3 *Pruebas de Marcha en Vacío*

La marcha en vacío involucra la operación, sin pasajeros, de toda la línea para:

- Probar los equipos en condiciones muy cercanas a las reales para efectuar los últimos ajustes y poner en evidencia las fallas de «juventud» que se producen normalmente en todo sistema nuevo.
- Completar el entrenamiento del personal en el manejo de los nuevos equipos.

Los procedimientos y/o los protocolos de las pruebas aquí mencionadas y otras que resulten necesarias serán formulados por el CONCESIONARIO de acuerdo a prácticas y normas comunes para pruebas de equipos y sistemas ferroviarios o de Metro y sometidos a la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE.

Los costos resultantes de la realización de todas las pruebas serán a cargo del CONCESIONARIO, que someterá a la aprobación del Supervisor de Obra y el CONCEDENTE, con dos meses de anticipación, la realización de cada prueba, el programa y protocolos de pruebas de todos y cada uno de los equipos y/o sistemas.

#### 5.3.1.5 **DOCUMENTACIÓN**

Se considerarán los mismos puntos descritos anteriormente para el "sistema de suministro de energía" (Ver 5.2.1.11).