

---

## SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

### ÍNDICE

<b>SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
1.1 OBJETO DE LA LICITACIÓN .....	3
1.2 ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	5
1.3 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....	7
1.4 RESPONSABILIDAD TÉCNICA.....	8
1.5 CONDICIONES GENERALES Y DE SEGURIDAD. ....	8
1.6 PRECAUCIONES PARA EFECTUAR LOS TRABAJOS .....	9
1.7 SEPARACIÓN DE LA OBRA Y OBRADOR.....	9
1.8 INTERFERENCIA CON OTRAS INSTALACIONES.....	11
1.9 RECONOCIMIENTO DE LOS LUGARES DE TRABAJO .....	11
1.10 CONDICIONES EXIGIDAS PARA INICIAR LOS TRABAJOS .....	12
1.11 EMPLEO Y CONTROL DE LOS MATERIALES.....	12
1.12 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES.....	13
1.12.1 <i>Instalaciones existentes:</i> .....	13
1.12.2 <i>Interruptor Automático de Alta Velocidad para corriente continua de grupo:</i> .....	14
1.12.3 <i>Interruptor Automático de Alta Velocidad para corriente continua de sección:</i> .....	15
1.12.4 <i>Barra de retorno (negativo) y puesta a tierra:</i> .....	15
1.12.5 <i>Tableros de mando, señalización y protección.</i> .....	15
1.12.6 <i>Cables de Interconexión:</i> .....	20
1.13 DE LAS NUEVAS INSTALACIONES: .....	21
1.13.1 <i>Bancos de tracción 815 Vcc</i> .....	21
1.13.2 <i>Grupos transformador-rectificador de 2000 kW</i> .....	22
1.14 PROYECTO DE LAS INSTALACIONES. ....	22
1.15 ENSAYOS PREVIOS A LA RECEPCIÓN PROVISORIA. ....	23
1.15.1 <i>Ensayos</i> .....	23
1.15.2 <i>Marcha en vacío.</i> .....	23
1.15.3 <i>Puesta en servicio normal.</i> .....	24
1.16 NORMAS DE ENSAYO Y VERIFICACIÓN. ....	24
1.17 INTERPRETACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	24
<b>2 SUBESTACIÓN RECTIFICADORA DE TRACCIÓN .....</b>	<b>25</b>
2.1 ENSAYOS.....	26
2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	27
2.2.1 <i>Interruptores de corriente continua.</i> .....	27
2.2.2 <i>Tablero de Comando, Alarmas y Bornera para Telemando.</i> .....	27
2.3 CONDICIONES A CUMPLIMENTAR POR EL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO.....	31

2.3.1	<i>Generalidades</i> .....	31
2.3.2	<i>Memoria descriptiva</i> .....	31
2.4	DESCRIPCIÓN TÉCNICA GENERAL.....	33
2.5	GRUPO TRANSFORMADOR–RECTIFICADOR. ....	34
2.5.1	<i>Transformadores de potencia</i> .....	35
2.5.2	<i>Rectificadores</i> . ....	56
2.5.3	<i>Banco de tracción eléctrica</i> .....	62
2.6	CABLES DE MT, DE TRACCIÓN DE CORRIENTE CONTINUA Y DE SERVICIOS AUXILIARES, E INTERNOS DE LA SUBESTACIÓN. ....	74
2.7	BANDEJAS PORTACABLES. ....	75
2.8	PROVISIÓN DE MATERIALES. ....	76
2.8.1	<i>General</i> .....	76
2.8.2	<i>Ensayos de cables</i> .....	76
2.9	REPUESTOS.....	76
2.10	PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS.....	76
2.11	TRATAMIENTO DE PARTES METÁLICAS FERROSAS PINTADAS.....	76
2.12	PLANOS E INGENIERÍA. ....	77
2.12.1	<i>General</i> .....	77
2.12.2	<i>Ingeniería de proyecto</i> .....	78
2.12.3	<i>Ingeniería de detalle</i> .....	78
2.12.4	<i>Planos conforme a obra</i> . ....	79
2.12.5	<i>Forma de presentación</i> .....	79
<b>3</b>	<b>INSTALACIÓN DE CABLES</b> .....	<b>80</b>
<b>4</b>	<b>PROVISIONES Y ENSAYOS</b> .....	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>INTERFERENCIAS</b> .....	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>MONTAJE</b> .....	<b>81</b>
<b>7</b>	<b>RECEPCIÓN PROVISORIA</b> .....	<b>82</b>
<b>8</b>	<b>RECEPCIÓN DEFINITIVA</b> .....	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>PLANILLAS DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS</b> .....	<b>83</b>
9.1	TRANSFORMADOR DE TRACCIÓN .....	83
9.2	RECTIFICADOR DE TRACCIÓN.....	85
9.3	CELDA DE CORRIENTE CONTINUA.....	87
9.4	INTERRUPTOR DE CORRIENTE CONTINUA PARA POSITIVOS DE GRUPO RECTIFICADOR Y SECCIONES DE BANCO DE TRACCIÓN ....	88
9.5	SECCIONADOR DE CORRIENTE CONTINUA PARA CELDAS DE NEGATIVO.....	90
9.6	CABLE DE BAJA TENSIÓN 1600 VCC .....	92
9.7	OTROS DATOS GARANTIZADOS .....	93
<b>10.</b>	<b>PLANILLA DE COTIZACIÓN</b> .....	<b>94</b>



Subestación Flores	Km 5,600
Subestación Ramos Mejía	Km 15,160
Subestación Haedo	Km 18,000
Subestación Merlo	Km 30,100
Subestación Paso del Rey	Km 33,375

### EQUIPOS A INSTALAR

SUBESTACION	GRUPO TRANSFORMADOR - RECTIFICADOR	INTERRUPT. DE SECCCIÓN	INT. DE GRUPO	SECC. DE NEGATIVO	TOTAL CELDAS 815 Vcc
CABALLITO	1	7	2	2	11
FLORES	1	4	2	2	8
RAMOS MEJÍA	1	8	2	2	12
HAEDO	-	7	2	2	11
MERLO	1	4	2	2	8
PASO DEL REY	1	4	2	2	8
<b>TOTALES</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>58</b>

La provisión del equipamiento arriba señalado se empleará para repotenciar las subestaciones citadas mediante el agregado de grupos transformadores – rectificadores en las SER y el reemplazo de los bancos de tracción, los que se encuentran equipados con interruptores que ya han cumplido su vida útil, por lo tanto es necesario su renovación con interruptores extraíbles de última tecnología a efectos de aumentar la confiabilidad del sistema.

Los equipos responderán a las pautas técnicas detalladas más adelante en esta especificación técnica y a las planillas de datos garantizados. Además del equipamiento se deberá tener en cuenta la obra civil que sea necesaria, la instalación de los elementos auxiliares y de los respectivos cables de interconexión a fin de permitir el adecuado funcionamiento de la Subestación.

Como primer tarea se instalará un banco de tracción dentro de un contenedor para interconectar las secciones de las vías principales durante las tareas en cada subestación con el fin de continuar prestando el servicio durante la obra.

El Contratista deberá proveer, instalar, conectar y poner en servicio en cada subestación, previo a la intervención en la misma, este contenedor móvil que contendrá una barra de corriente continua similar a la de cada subestación, con cuatro (4) interruptores de corriente continua con sus correspondientes celdas (que formarán parte del equipamiento detallado en la tabla anterior, y posteriormente se instalarán en la última subestación).

Se instalará a este banco la conexión del comando, y señalización, y a la barra de un grupo rectificador de la subestación para permitir la salida a la alimentación de las 4 secciones de las vías principales, ascendentes y descendentes.

Los interruptores y las celdas a instalar serán de las mismas marcas y características y con las mismas protecciones que los suministrados para los bancos de tracción solicitados para las subestaciones. Este equipamiento móvil se trasladará, una vez finalizado el montaje en una SER, a cada subestación a intervenir (la inspección podrá autorizar los trabajos en más de una subestación simultáneamente dependiendo de las condiciones operativas o que se cuente con más de un contenedor móvil).

La provisión, la instalación y la conexión de los cables de acuerdo a las normas ferroviarias entre la subestación y el contenedor y entre éste y el tercer riel, tanto sea cables de control, positivos y negativos, estará a cargo del Contratista al igual que la re conexión de los cables de alimentación de las secciones conectadas al contenedor móvil en la subestación, una vez que ésta se encuentre en condiciones operativas. Los interruptores del seccionador se desmontarán del contenedor y se montarán en la última subestación a re potenciar.

## **1.2 Alcance de los trabajos**

El reemplazo de los bancos de interruptores de corriente continua de las Subestaciones a intervenir y la instalación de los grupos transformador – rectificador en las mismas, comprende la provisión, la instalación y el conexionado del contenedor móvil, la provisión, instalación, conexionado, ensayos y puesta en servicio de todos los elementos que componen dichos grupos, cada nuevo banco de tracción y la ejecución de las tareas e implementación de las instalaciones complementarias necesarias para que los mismos cumplan con sus fines y objetivos. Se deben considerar incluidos todos los elementos y trabajos necesarios para el correcto funcionamiento de cada subestación rectificadora.

El Contratista deberá proyectar el sistema armonizado con las instalaciones existentes, previendo que no se deberá alterar la continuidad operativa del servicio eléctrico ferroviario, y

deberá proveer todos los equipos, materiales y la mano de obra necesarios para concretar los trabajos y provisiones objeto de la obra, que será completa en sí misma.

Estará a exclusivo cargo del Contratista el suministro y el montaje de todos los elementos que la obra requiere para la puesta en servicio de todos los equipos e instalaciones mencionados en punto 1.1, aún cuando no se los mencionen expresamente en el pliego licitatorio y/o en la oferta.

Los trabajos deberán ser completos y conforme a su fin con la inclusión en las especificaciones y los planos de todos los elementos y los trabajos necesarios para el correcto funcionamiento de las subestaciones rectificadoras.

A continuación se detallan los principales trabajos y provisiones a cargo del Contratista de la obra:

- Ejecución de la documentación técnica completa y definitiva (proyecto ejecutivo y de la memoria técnica de los trabajos a realizar), necesaria para la correcta ejecución y verificación de la obra en todas sus etapas y detalles.
- Provisión de los materiales y equipos y su posterior montaje, instalación, conexión y puesta en servicio.
- Provisión y montaje del sistema de protecciones para el Banco de tracción.
- Desmantelamiento de las instalaciones que se retiran, que deberán ser entregadas y puestas a disposición en los depósitos que ADIF designe, en un radio de 50 km del lugar de desmontaje debidamente separadas en sus componentes. Se deberá entregar un conjunto del producido de obra.
- Transporte, carga, descarga y manipuleo de los materiales y equipos producto del desmantelamiento.
- Ensayo y puesta en servicio de los equipos.
- Suministro de las herramientas, instrumental y repuesto que se indican en el presente pliego.
- Entrega de la documentación conforme a obra e información técnica: manuales y normas para el mantenimiento preventivo y reparaciones en idioma Castellano.
- Provisión y montaje de todo otro elemento accesorio que asegure el funcionamiento seguro y armónico de los equipos provistos con las restantes instalaciones de ADIF.

Las especificaciones y los planos que acompañan al pliego son complementarios y lo especificado en cada uno de ellos debe considerarse como exigido por el pliego. En caso de discrepancia entre estos documentos y el pliego, la cuestión será resuelta a solo juicio de la Inspección de Obra.

### 1.3 Obligaciones del Contratista

El Contratista proporcionará:

- Toda la mano de obra necesaria para la total ejecución de los trabajos.
- Todos los útiles, máquinas, herramientas, etc., y cualquier otro elemento del plantel y equipo necesario para tal fin, absolutamente de su cuenta, los cuales deberán ser retirados de la obra antes de transcurrir quince (15) días corridos contados desde la fecha de la recepción provisoria, salvo aquellos que sean necesarios para la conservación de la obra, los que de todas maneras serán retirados antes de la recepción definitiva.
- Todos los materiales de consumo, repuestos, combustibles, lubricantes y cualquier otro que sea necesario.
- Todos los materiales que se incorporarán a la obra, motivo de esta licitación, salvo aquellos que suministrará ADIF, cuando ello esté expresamente indicado en estos pliegos. Los materiales que proveerá el Contratista deberán estar previamente aprobados por la Inspección de Obra. Todos los materiales que provea el Contratista deberán ser nuevos, de primera calidad, de marcas reconocidas nacionales o extranjeras, de probada experiencia en el mercado eléctrico nacional e internacional, y en perfectas condiciones de uso. El Contratista deberá obtener de sus proveedores la garantía de la provisión de repuestos durante 10 años a partir de la recepción definitiva.
- El Contratista queda obligado a mantener durante el tiempo de ejecución de la obra todos los equipos, herramientas y demás elementos intervinientes en la misma, en perfectas condiciones de uso y en cantidades acorde con las tareas a desarrollar. La Inspección de Obra está facultada para ordenar el cambio de los que no sean aptos al fin que se persigue.
- El Contratista adoptará todos los recaudos y precauciones necesarias a efectos de no interferir en los servicios de transporte ferroviario, protegiendo todas las instalaciones

que pudieran resultar afectadas por la obra. Será obligación del Contratista adoptar todas las medidas necesarias de seguridad a fin de evitar accidentes y será el único responsable de los que resultaren atribuidos a deficiencias y/o faltas de medidas de protección, etc., debiendo adecuar los horarios de trabajo de manera de no interferir con las tareas a desarrollar en la ejecución de los mismos con la normal prestación del servicio de trenes.

### **1.4 Responsabilidad técnica**

El Contratista resultará responsable del proyecto, de los equipos y materiales provistos y de las tareas por él realizadas, como así también de los inconvenientes que puedan resultar sobre las instalaciones existentes como consecuencia de la ejecución de la presente obra.

El Contratista asumirá la responsabilidad total sobre los trabajos y las provisiones por él efectuadas, como así también de los informes, cálculos, planos y/o cualquier otro documento que elabore por sí o por terceros, por su cuenta y orden y por los trabajos complementarios, en cumplimiento del objeto del Contrato.

El Contratista deberá designar un Representante Técnico en Obra, de la especialidad ingeniería electricista o electromecánica, que será el interlocutor para los temas de Obra.

En caso de Consorcios, todas las firmas integrantes del mismo serán solidarias y mancomunadamente responsables por la totalidad de los trabajos, tanto en lo que hace a la faz técnica, como a los alcances de la responsabilidad de la ejecución de los mismos.

### **1.5 Condiciones Generales y de Seguridad.**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar deterioros, daños y/o la destrucción de materiales, equipos e instalaciones de ADIF ubicados en la zona de trabajo. Será por cuenta y cargo del Contratista la reparación y/o reposición a su exclusivo cargo, de todo el material que, encontrándose en buen estado, resultare deteriorado por negligencia o ejecución defectuosa de los trabajos.

Deberá asimismo prever el desmontaje, y posterior montaje, y/o protección de aquellos elementos o equipos que puedan deteriorarse durante el desarrollo de las tareas.



El Contratista hará observar a su personal el cumplimiento de las normas de seguridad, indispensables para evitar accidentes de trabajo; obligándose a facilitar a dicho personal todos los implementos de seguridad requeridos por tales normas.

Se deberá registrar el ingreso en las Subestaciones de todos los equipos, herramientas, etc., propiedad del Contratista a los efectos de que se autorice el posterior retiro de los mismos.

Asimismo será responsabilidad del Contratista mantener perfectamente señalizada en la Obra toda zona de peligro.

Durante el desarrollo de la obra, deberá mantener la zona de trabajo en buen estado de limpieza. Cuando se efectúe la rotura de mampostería deberá confinar el área de trabajo.

Una vez terminados todos los trabajos, y previo a la recepción provisoria, efectuará la limpieza final a satisfacción de la Inspección de Obra.

La limpieza final de las subestaciones incluirá el retiro de los escombros y residuos producidos, y la limpieza de los equipos instalados por el Contratista y del área de obra, retirándose los desechos y escombros producidos.

### **1.6 Precauciones para efectuar los trabajos**

El Contratista deberá programar la ejecución de los trabajos, de modo que las perturbaciones en la normal operación en servicio de cada Subestación rectificadora sean mínimas; a tal efecto coordinará con la Inspección de Obra las exigencias operativas a cumplir para asegurar el normal suministro de energía eléctrica para tracción.

En los casos que necesite ejecutar cortes de energía eléctrica para tracción, solicitará la correspondiente autorización por Acta a la Inspección de Obra, con una anticipación de 72 hs., y ésta determinará las condiciones a las que se deberá ajustar. En caso de requerir cortes de servicio, dado que se deberá notificar al operador ferroviario y al público con siete (7) días de anticipación, el pedido deberá ser hecho con diez (10) días de anticipación.

### **1.7 Separación de la obra y obrador**

ADIF SE cederá un espacio para la instalación de un obrador a requerimiento del Contratista, de acuerdo a las necesidades y posibilidades de espacio, el cual contará con las suficientes

comodidades para la inspección de obra. El Contratista deberá indicar las estimaciones de superficie que necesitará aproximadamente en la oferta.

Dicho obrador cumplirá las funciones de oficina, vestuario, taller y depósito. No se podrán depositar los materiales riesgosos como los aceites de los transformadores o el de los cables, combustibles o demás componentes químicos. Al inicio de los trabajos, la dependencia de Seguridad del Trabajo y Medio Ambiente de Trenes Argentinos deberá dar su aprobación de las instalaciones y los materiales que se puedan manipular y depositar. Todos los combustibles, lubricantes y líquidos capaces de contaminar el medio ambiente, deberán ser depositados en botellas, garrafas ó tanques de doble pared de acuerdo a la normativa vigente.

Podrán depositarse los materiales próximos a instalar, las herramientas y equipos que por su peso y/o tamaño no justifiquen el traslado diario, corriendo por cuenta y riesgo del instalador su resguardo, debiendo a tal fin construir las instalaciones y destinar el personal necesario.

El Contratista será responsable del establecimiento de la vigilancia en los lugares de trabajo y en sus obradores a los fines de prevenir el robo, hurto o deterioro de los materiales, herramientas, equipos y demás instalaciones afectados a las obras, propios o ajenos que estuvieran bajo su responsabilidad, cuidado o custodia, incluidos los producidos de obra, si los hubiere, desde la iniciación hasta la terminación total de los trabajos y la puesta en servicio.

Colocará luces y carteles de peligro señalizando las instalaciones para seguridad de las personas que accedan y tomará adecuadas precauciones en todos aquellos lugares que pudieran dar lugar a accidentes o incendios. Además distribuirá la cantidad de focos de iluminación que permita hacer efectiva la supervisión y la guarda de la obra.

El personal de vigilancia, serenos, agentes adicionales para el mantenimiento de las precauciones que se implanten, banderilleros, etc., serán provistos por el Contratista durante todos los horarios y en todos los sitios que le indique la Inspección de Obra. Asimismo, el Contratista será responsable de dotar al mencionado personal de todas las condiciones laborales exigidas por la ley y el transporte del mismo desde sus lugares de asiento hasta los de trabajo y viceversa.

### GENERALIDADES

Se montará un obrador a ubicar en un predio cercano a la zona de obra a consensuar con ADIF S.E., previo al inicio del montaje de acuerdo a lo establecido en el artículo 10º de la Sección 1.

Cumplirá las funciones de oficina, vestuario, taller y depósito. La provisión de energía eléctrica, agua potable y descarga cloacal estará a cargo de la Contratista.

Se podrán depositar en el predio de las subestaciones los materiales próximos a instalar, herramientas y equipos que por su porte no justifiquen el traslado diario, quedando la custodia a cargo de la Contratista.

El obrador contará con comodidades para la Inspección de Obra de acuerdo a lo establecido en el artículo 16º de la Sección 1.

Será por cuenta y cargo del Contratista la instalación del campamento, obrador, depósitos, oficinas, etc., los cuales estarán físicamente separados de la obra, y su costo se considerará incluido en el precio cotizado.

A fin de evitar molestias o inconvenientes en la subestación, el Contratista deberá tomar todos los recaudos necesarios para proteger convenientemente las instalaciones existentes de cualquier efecto de la obra, mediante tabiques ya sea de madera o metal, instalados en lugares adecuados para el fin antedicho, lo cual será coordinado con la Inspección de Obra.

El Contratista deberá proveerse por su cuenta y cargo de la mano de obra, herramientas, equipos y maquinarias que empleará en la ejecución de los trabajos, siendo de validez lo expresado en el punto 1.2.

### **1.8 Interferencia con otras instalaciones**

La posición de las instalaciones indicadas en los planos es aproximada. La ubicación exacta será determinada en oportunidad de ejecutarse la obra, ya sea consultando a la Inspección de Obra o, en caso de no disponerse de información, por replanteos directos del Contratista. En todos los casos se deberá localizar mediante los cateos correspondientes, condición necesaria antes de cada trabajo de zanjeo y en todas las circunstancias.

Las modificaciones que resulten necesarias de acuerdo a tales replanteos, no significarán costo adicional alguno.

### **1.9 Reconocimiento de los lugares de trabajo**

Es condición indispensable para la presentación de la oferta que el proponente haya reconocido los lugares donde se instalarán los equipos solicitados.

Se entiende que el Contratista ha reconocido los lugares de trabajo y ha tomado nota de los problemas que se le puedan presentar; por lo tanto, los trabajos no deberán afectar el

desenvolvimiento normal del servicio, para lo cual el Contratista tomará las providencias necesarias.

### **1.10 Condiciones exigidas para iniciar los trabajos**

Para poder iniciar las obras, es decir, intervenir total o parcialmente en la subestación, se le exigirá al Contratista:

- contar con todo el personal de dirección, supervisión y mano de obra correspondiente, como así también con el proyecto ejecutivo y/o ingeniería de detalle aprobado por ADIF.
- disponer de todos los materiales, incluso los necesarios para las construcciones auxiliares requeridas.
- disponer de todas las máquinas, herramientas y equipos necesarios para la ejecución de los trabajos de montaje, como así también de los materiales de consumo, lubricantes, combustibles, etc. a utilizar durante la realización de los trabajos.
- Documentación exigida por el área de Higiene y Seguridad en el Trabajo de ADIF, la que se deberá presentar antes y durante el transcurso de duración de los trabajos, y a lo establecido en el ANEXO 1, NORMAS DE SEGURIDAD PARA CONTRATISTA, determinado por el Departamento de Seguridad y Medio Ambiente de ADIF SE. Además se deberá cumplimentar la documentación inicial exigida por dicho departamento previamente a cualquier tipo de actividad relacionada con la obra correspondiente.

### **1.11 Empleo y control de los materiales**

El Contratista deberá proveer, todos los materiales que se incorporarán a la obra motivo de este pliego, los cuales deberán ser nuevos, sin uso, de calidad y condiciones específicas y deberán estar en un todo de acuerdo con el desarrollo actual de la técnica y normas pertinentes, no pudiendo ser empleados antes de haber sido inspeccionados y autorizados por la Inspección de Obra. Si aquellos no cumplieran con las condiciones establecidas, el Contratista deberá sustituirlos por los establecidos contractualmente a su exclusivo cargo.

También deberá suministrar la mano de obra, los elementos especificados y los auxiliares como: soportes, pisos de cerámica y chapa estampada, etc.

La carga y transporte correrán por cuenta y cargo del Contratista.

### 1.12 Características de las instalaciones

#### 1.12.1 Instalaciones existentes:

A continuación se detallan los equipamientos actuales de la Subestaciones Rectificadoras (SER) a intervenir; las características y datos que se suministran son a título informativo, el Oferente deberá verificar aquellos valores que resulten críticos para el desarrollo del proyecto.

- La SER Caballito cuenta con 1 (un) equipo rectificador de 2.000 kW - 815 Vcc.
- La SER Flores cuenta con 1 (un) equipo rectificador de 2.000 kW - 815 Vcc.
- La SER Ramos Mejía cuenta con 1 (un) equipo rectificador de 2.000 kW - 815 Vcc.
- La SER Haedo cuenta con 2 (dos) equipos rectificadores de 2.000 kW - 815 Vcc cada uno.
- La SER Merlo cuenta con 1 (un) equipo rectificador de 2.000 kW - 815 Vcc.
- La SER Paso del Rey cuenta con 1 (un) equipo rectificador de 2.000 kW - 815 Vcc.

##### 1.12.1.1 Interruptor de M.T.:

###### 1.12.1.1.1 SUBESTACIONES CABALLITO Y HAEDO:

- Interruptor trifásico blindado extraíble de gran volumen de aceite de 22 kV - 400 A - 350 MVA; Marca: REYROLLE MOD. A7T, provisto en su parte fija de los transformadores de intensidad para medición y protección.
- Los transformadores de intensidad que se encuentran son de las siguientes características: para protección 3 T.I. 100/5 y para medición 2 T.I. 100/5.
- El interruptor es operado por solenoide, por intermedio de contactores auxiliar con una tensión de operación de 110 Vcc.

###### 1.12.1.1.2 SUBESTACIONES FLORES, RAMOS MEJÍA, MERLO Y PASO DEL REY:

- Interruptor trifásico extraíble de volumen reducido de aceite de 3x630 A – 350 MVA – 20 kV , marca Siemens, modelo 3AC , con comando a motor , con bobina de cierre y apertura , tensión auxiliar 110 Vcc.
- Transformadores de intensidad con doble núcleo de 100-50/5/5A. Medición: clase 0,5 – 10 VA. Protección: clase 1 – 40 VA, ubicados sobre el carro extraíble.

##### 1.12.1.2 Transformadores de Grupo:

###### 1.12.1.2.1 SUBESTACIÓN CABALLITO:

Un (1) transformador reductor; tensión primaria: 3x20 kV  $\pm$  2,5%, 5%, 7,5%; tensión secundaria: 645 V, 50Hz, ONAN, grupo de conexión Dd0; de ejecución exterior; potencia nominal 2200 kVA. Cantidades:

Subestación Caballito: 1 (uno) marca Tubos Trans Electric.

### 1.12.1.2.2 SUBESTACIONES FLORES, RAMOS MEJÍA, MERLO Y PASO DEL REY:

Un (1) transformador reductor en cada subestación; tensión primaria: 3x20 kV  $\pm$  2,5%, 5%, 7,5%; tensión secundaria: 645 V; 50Hz; ONAN; grupo de conexión Dy11; de ejecución exterior; potencia nominal 2200 kVA.

Subestación Flores: 1 (uno) marca Tubos Trans Electric

Subestación Ramos Mejía: 1 (uno) marca Faraday.

Subestación Merlo: 1 (uno) marca Faraday.

Subestación Paso del Rey: 1 (uno) marca Tubos Trans Electric.

### 1.12.1.3 Gabinete Rectificador:

#### 1.12.1.3.1 SUBESTACIONES CABALLITO Y HAEDO:

El mismo está constituido por un armario conteniendo un rectificador doble tipo puente trifásico de onda completa, con una potencia nominal para régimen continuo de 2000 kW en la barra de distribución del tablero de tracción a una tensión de 815 Vcc - Marca SIEMENS.

Cantidades: Subestación Caballito: 1 (uno)

Subestación Haedo: 2 (dos)

#### 1.12.1.3.2 SUBESTACIONES FLORES, RAMOS MEJÍA, MERLO Y PASO DEL REY:

El mismo está constituido por un armario conteniendo un rectificador doble tipo puente trifásico de onda completa, con una potencia nominal para régimen continuo de 2000 kW en la barra de distribución del tablero de tracción a una tensión de 815 Vcc – Marca IATE.

Cantidades: Subestación Flores: 1 (uno)

Subestación Ramos Mejía: 1 (uno)

Subestación Merlo: 1 (uno)

Subestación Paso del Rey: 1 (uno)

### 1.12.2 **Interruptor Automático de Alta Velocidad para corriente continua de grupo:**

Este conecta el rectificador a la barra principal del tablero de corriente continua (banco de tracción), también es llamado interruptor principal o de grupo. Es de alta velocidad de apertura del tipo fijo. Las características principales son:

Corriente nominal: 4000 A

Tensión nominal: 815 Vcc

Capacidad de sobrecarga:	100% durante 1 min.
Regulación de sobrecarga:	3 kA a 10 kA (por relé primario)
Marca:	Bertram Thomas Eng. Ltd. / IATE

El cierre es por solenoide alimentado por 815 Vcc para la operación de cierre, mientras que la apertura se realiza por contactores auxiliares cuya tensión de operación es de 110 Vcc.

El interruptor está montado sobre un carro que cuenta con un sistema de medición de corriente por medio de transductor ubicado a la entrada del interruptor (parte fija) cuya tensión de alimentación es de 110 V - 50 Hz.

### 1.12.3 Interruptor Automático de Alta Velocidad para corriente continua de sección:

Estos interruptores conectan cada una de las secciones de vía a la barra principal del tablero de corriente continua (banco de tracción), son llamados interruptores de sección. Son similares a los descritos en el apartado 10.1.4 excepto que carecen de protección por corriente inversa, pero cuentan con un sistema de prueba de línea y recierre, protección  $di/dt-\Delta I/\Delta t$ , y sobrecorriente prolongada, colocados en gabinetes separados.

### 1.12.4 Barra de retorno (negativo) y puesta a tierra:

Se encuentra formada por un armario separado del rectificador y a él llega el polo negativo del mismo y salen alimentadores negativos que se conectan al riel de vía. Se usa para aislar el rectificador del sistema de tracción.

Está compuesto por aparatos de maniobra y medición.

Como aparato de maniobra se emplea:

- 1 (un) seccionador sin carga de  $I_n = 6000$  A, ubicado en el interior de la celda, operado desde el frente en forma manual.

Los aparatos de medición son:

- 1 Voltímetro 0-1000 V.
- 1 Amperímetro registrador 0-8000 A.
- 1 Medidor de energía de corriente continua.
- 1 Maxiprint
- 1 Reloj de comando Maxiprint.

Todos los aparatos se encuentran ubicados sobre el panel frontal del gabinete.

### 1.12.5 Tableros de mando, señalización y protección.

Este tablero está constituido por armarios independientes formando un conjunto compacto; cada armario tiene acceso por el lado posterior, en el interior del mismo se encuentran las borneras de conexión, el cableado y los relés auxiliares; los fusibles y puentes están colocados



en la parte posterior y están previstos para aislar los circuitos ubicados en el interior de la celda.

Sobre el frente de cada panel se encuentran los instrumentos de medición, relés de protección y aparatos de señalización y mando.

#### 1.12.5.1 Características de los Relés de Protección de los Grupos Rectificadores Marca Siemens.

Estos grupos rectificadores se encuentran instalados en las Subestaciones Caballito y Haedo.

Los grupos rectificadores marca Siemens se encuentran protegidos principalmente por un sistema que monitorea los avisos de los relevadores, así como también, la tensión y corriente de salida del equipo. Por otro lado, los equipos poseen un sistema de evaluación de impulsos de corriente inversa que controla la cantidad de diodos en servicio y determina si el equipo rectificador se encuentra en condiciones de continuar en servicio o no.

Además, el equipo rectificador posee un relevador de corriente de fuga por estructura que no solo protege al equipo, sino que además protege al operario, ya que previene sobretensiones de contacto peligrosas sobre la estructura del rectificador.

##### 1.12.5.1.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EXTERNAS:

Para amortiguar las sobretensiones externas, se ha efectuado a la salida del equipo rectificador una conexión contra sobretensiones del tipo RC, protegida por un fusible.

##### 1.12.5.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES INTERNAS:

Para amortiguar estas sobretensiones se han utilizado conjuntos RC conectados en paralelo a cada una de las ramas de rectificación del equipo.

##### 1.12.5.1.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS EXTERNOS:

El equipo rectificador puede soportar sin problemas la corriente de cortocircuito que pueda producirse a causa de una falla sobre la línea de tracción, hasta la actuación de los interruptores de media y/o baja tensión.

##### 1.12.5.1.4 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS INTERNOS:

Para interrumpir un cortocircuito interno, que se produciría cuando un diodo pierde su capacidad de bloqueo, se conectó en serie con cada diodo un fusible rápido, logrando de esta manera aislar al diodo en falla, obteniendo una protección de gran selectividad.



### 1.12.5.1.5 PROTECCIÓN CONTRA MÁXIMA CORRIENTE:

El sistema monitorea constantemente la corriente de salida del equipo rectificador. Cuando el controlador detecta que la corriente de salida supera los 8000 A durante más de tres segundos, ordena inmediatamente; la apertura del interruptor de media tensión.

### 1.12.5.1.6 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE INADMISIBLE:

El sistema monitorea la corriente de salida del equipo, esto le permite crear una imagen térmica del equipo y evaluar si su carga es admisible, determinando de esta forma una protección del tipo de tiempo inverso.

### 1.12.5.1.7 PROTECCIÓN CONTRA TENSIÓN DE SALIDA INADMISIBLE:

Además de controlar la corriente de salida del equipo rectificador, el controlador monitorea la tensión de salida del mismo. Cuando el controlador detecta que la tensión de salida supera los 1000 V durante más de cien milisegundos, ordena inmediatamente la apertura del interruptor de media tensión.

### 1.12.5.1.8 PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTE DE FUGA POR ESTRUCTURA:

El sistema de medición se basa en un convertidor de medida o amplificador magnético. Dos transformadores toroidales colocados sobre la barra de puesta a tierra de la estructura se encargan de medir la corriente que circula por la misma. La información obtenida por dichos transformadores es evaluada por el relevador de corriente de fuga en estructura ubicado en el compartimiento de potencia del equipo rectificador. Como la estructura del equipo rectificador se encuentra aislada, cualquier corriente de fuga se derivará a través de la barra de tierra; el relevador detecta la circulación de esta corriente y ordena la inmediata apertura del interruptor de media tensión y de los de corriente continua a través de un relevador. Estas órdenes de disparo son efectuadas a través de todo un circuito de retención.

### 1.12.5.1.9 DETECCIÓN DE FALLA DE DIODO:

a) Falla de primer diodo: al producirse una falla y ponerse en cortocircuito un diodo se acciona una alarma y el rectificador continua en servicio.

b) Falla de segundo diodo: al producirse la segunda falla en la misma rama, automáticamente el equipo rectificador sale de servicio.

### 1.12.5.1.10 FALTA DE TENSIÓN AUXILIAR DE 110 VCC.

Se acciona una alarma indicando la falta de tensión de baterías.

### 1.12.5.1.11 FALTA DE TENSIÓN AUXILIAR DE 220 VCA.

Se acciona una alarma indicando la falta de tensión de 220 Vca.

### 1.12.5.2 Características de los Relés de Protección de los Grupos Rectificadores Marca IATE.

Estos grupos rectificadores se encuentran instalados en las Subestaciones Flores, Ramos Mejía, Merlo y Paso del Rey.

Se encuentran protegidos principalmente por:

#### 1.12.5.2.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES EXTERNAS:

Para amortiguar las sobretensiones externas se ha efectuado a la salida del equipo rectificador una conexión contra sobretensiones del tipo RC, actuando un fusible que da una alarma.

#### 1.12.5.2.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES INTERNAS:

Para amortiguar estas sobretensiones se han utilizado conjuntos RC conectados en paralelo a cada una de las ramas del rectificador.

#### 1.12.5.2.3 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS EXTERNOS:

El equipo rectificador puede soportar sin inconveniente la corriente de cortocircuito que pueda producirse a causa de una falla sobre la línea de tracción, hasta la actuación de los interruptores de media y/o baja tensión.

#### 1.12.5.2.4 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS INTERNOS:

Para interrumpir un cortocircuito interno, que se produciría cuando un diodo pierde su capacidad de bloqueo, se conectó en serie con cada diodo un fusible rápido logrando de esta manera aislar al diodo en falla, obteniendo así una protección de gran selectividad.

#### 1.12.5.2.5 PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTE DE FUGA POR ESTRUCTURA:

Dado que la estructura del equipo rectificador se encuentra aislada, cualquier fuga se derivará a través de la barra de tierra, la cual al sobrepasar un valor predeterminado accionará un relé del tipo Reed que desconectará al rectificador del servicio y acusará la alarma correspondiente.

#### 1.12.5.2.6 DETECCIÓN DE FALLA DE DIODO:

a) Falla de primer diodo: al producirse una falla y ponerse en cortocircuito un diodo se acciona una alarma y el rectificador continua en servicio.

b) Falla de segundo diodo: al producirse la segunda falla en la misma rama, automáticamente el equipo rectificador sale de servicio.

#### 1.12.5.2.7 FALTA DE TENSIÓN AUXILIAR DE 110 VCC.

Se acciona una alarma indicando la falta de tensión de baterías.

### 1.12.5.2.8 FALTA DE TENSIÓN AUXILIAR DE 220 VCA.

Se acciona una alarma indicando la falta de tensión de 220 Vca para el ciclador, el circuito de detección de fusible actuado y las resistencias calefactoras.

### 1.12.5.3 Protección en la Subestación de las celdas de media tensión.

#### 1.12.5.3.1 RELÉ DE BAJA TENSIÓN DE TIEMPO RETARDADO INVERSO.

Está formado por un conjunto de tres relés monofásicos (ubicados en una caja metálica) del tipo de sobrecarga de tiempo retardado inverso, tipo TJY de marca Reyrolle.

Tensión nominal = 110 V ca - 50 Hz.

Ajuste de tiempo de acuerdo a calibración actual.

Ajuste de sobrecarga variable entre 50% y 200% de  $I_n$  en pasos de 25%.

Ajuste de pérdida a tierra variable entre 50% y 200% de  $I_n$  en pasos de 25%.

Curva de calibración de acuerdo al ajuste actual.

#### 1.12.5.3.2 RELÉ DE BAJA TENSIÓN DE TIEMPO INVERSO INSTANTÁNEO.

Está formado por un conjunto de tres relés monofásicos (en caja metálica) del tipo de sobrecarga de acción instantánea del tipo de armadura atraída, modelo Q de la marca Reyrolle.

Ajuste de sobrecarga variable entre 20% - 500% de la  $I_n$ .

Tensión nominal = 110 Vca.

### 1.12.5.4 Gabinete RTU:

El actual telemando de la subestación se hace desde la sala de control central de Ramos Mejía. Para ello tanto el PLC que gobierna la lógica como los elementos de comunicación están alojados en un gabinete denominado RTU, sobre cuyo frente se encuentra un display (panel de operación) desde el cual se puede efectuar el mando local de la subestación.

### 1.12.5.5 Gabinete nexo telemando:

El grupo rectificador de la subestación tiene todos sus mandos y protecciones vinculados a un gabinete denominado "nexo telemando", en el cual se concentran todas las vinculaciones del grupo con el sistema de telemando.

### 1.12.5.6 Gabinete de alarmas del transformador:

Todas las protecciones del transformador del grupo rectificador están cableadas a un gabinete denominado "de alarmas del transformador", dentro del cual existen relevadores que

multiplican las señales provenientes de dichas alarmas y permiten su vinculación con la lógica de la subestación.

### 1.12.5.7 Gabinetes para protección de secciones de vía.

Hay uno por cada sección de vía. En cada uno de estos gabinetes se encuentran montadas la protección  $di/dt-\Delta I$  tipo 3UB 51 marca Siemens, la protección por sobrecorriente prolongada (vía inundada), y el sistema de prueba de línea, todos ellos con sus elementos asociados.

Asociado a la protección  $di/dt$ , se encuentra ubicado en la celda del interruptor el transductor 3UB 5446, conectado entre barra del interruptor y cable alimentador de sección. Asimismo se encuentra la caja de resistencias, contactores, fusibles, etc. del sistema de prueba de línea.

### 1.12.6 Cables de Interconexión:

#### 1.12.6.1 Entre el interruptor de M.T. y el transformador de distribución:

Se efectúa con 1 (un) cable tripolar armado de 50 mm<sup>2</sup> de sección, conductores de cobre, aislación seca de polietileno reticulado, categoría 1 - 30 kV.

Ambos extremos finalizan en botellas terminales, tipo interior en el transformador y en el interruptor.

#### 1.12.6.2 Entre el transformador de distribución y el gabinete rectificador:

Se efectúa con 3 cables unipolares sin armar, de 500 mm<sup>2</sup> de sección cada uno por fase, conductores de cobre, aislación seca de polietileno reticulado, categoría I - 3 kV.

La instalación está hecha con una estructura de perfiles de hierro y cepos de madera a la vista, en el interior del edificio hasta conectarse al gabinete rectificador.

#### 1.12.6.3 Entre el gabinete rectificador (polo positivo) y el interruptor automático de corriente continua:

Se efectúa con 3 cables unipolares sin armar, de 630 mm<sup>2</sup> de sección cada uno, conductores de cobre, aislación seca de polietileno reticulado, categoría II – 1.6 kV.

#### 1.12.6.4 Entre el gabinete rectificador (polo negativo) y la barra de negativo:

Se efectúa con 3 cables de similares características al descrito en el punto anterior. La instalación es similar a la anterior hasta llegar a la barra de negativo.

#### 1.12.6.5 Cables de servicios auxiliares, protección, etc.:

Son cables varios destinados a la alimentación de servicios auxiliares, control, mando, señalización, etc., instalados en canal, de secciones varias y aislaciones diversas (goma - papel, PVC, polietileno reticulado, etc.) para una tensión máxima de aislación de 1000 Vca.

Estos cables conectan entre si los distintos equipos.

### 1.13 De las nuevas instalaciones:

Las nuevas instalaciones además de contemplar lo descrito en el punto 1.12.1 en cuanto a funcionalidad y protecciones tendrán en cuenta en su provisión los siguientes ítems:

#### 1.13.1 Bancos de tracción 815 Vcc

Se deberá realizar el reemplazo total de los bancos de tracción y los interruptores de grupo motorizados, con sus correspondientes protecciones (para interruptores de grupo: sobrecarga con las temporizaciones de acuerdo a las condiciones expresadas en el pliego, corriente inversa y para interruptores de secciones:  $di/dt-\Delta I/\Delta t$ , prueba de línea y corriente constante, descargadores de sobretensión sobre cada sección), la incorporación de las respectivas celdas de negativo (una por cada rectificador) y los elementos que sean afectados por esta obra.

En todos los casos (para el caso de interruptores y de seccionadores de corriente continua) las celdas sobre las que se montarán deberán ser originales, preferentemente de la misma marca del interruptor o seccionador correspondiente, fabricadas en origen para la aplicación con el interruptor o seccionador de corriente continua que se propone proveer, responder a las normas específicas para el equipamiento de tracción eléctrica, protocolizadas y a prueba de arco interno. El incumplimiento de lo precedentemente indicado ocasionará la desestimación de la oferta.

Corresponde a:

Subestación Caballito:	2 interruptores de grupo y 7 interr. (positivos)
Subestación Flores:	2 interruptores de grupo y 4 interr. (positivos)
Subestación Ramos Mejía:	2 interruptores de grupo y 8 interr. (positivos)
Subestación Haedo:	2 interruptores de grupo y 7 interr. (positivos)
Subestación Merlo:	2 interruptores de grupo y 4 interr. (positivos)
Subestación Paso del Rey:	2 interruptores de grupo y 4 interr. (positivos)
En general	2 seccionadores de negativo de comando manual para los grupos rectificadores para cada subestación (total doce 12).

Las protecciones asociadas a los interruptores de sección a proveer e instalar serán:

- 1) Incremento de la corriente respecto del tiempo ( $di/dt$  y  $\Delta I/\Delta T$ ),

- 2) Prueba de línea (a efectos de que el interruptor no cierre sobre un cortocircuito).
- 3) Corriente constante.
- 4) Descargadores de sobretensión a la salida de cada sección.

### 1.13.2 Grupos transformador-rectificador de 2000 kW

Se deberán agregar los grupos de transformador-rectificador en las siguientes subestaciones:

Subestación Caballito:	1 grupo de 2000 kW, conexión Dd0
Subestación Flores:	1 grupo de 2000 kW, conexión Dy11
Subestación Ramos Mejía:	1 grupo de 2000 kW, conexión Dy11
Subestación Merlo:	1 grupo de 2000 kW, conexión Dy11
Subestación Paso del Rey:	1 grupo de 2000 kW, conexión Dy11

Los mismos deberán incluir las siguientes protecciones:

en el transformador:	sobretemperatura de aceite
	nivel de aceite
	relé Buchholz
	válvulas de sobrepresión
en el rectificador:	protecciones RC de entrada y salida
	fusibles extrarrápidos sobre cada diodo
	detección de arco en el armario rectificador
	estructura a tierra del rectificador
	corriente inversa

## 1.14 Proyecto de las instalaciones.

El Contratista deberá elaborar el proyecto correspondiente, debiendo confeccionar sus propios planos, completándolos con la ingeniería de detalle necesaria.

El proyecto deberá constar de:

- Memoria descriptiva de la obra a ejecutar.
- Planos generales.

- Disposición de equipos en planta.
- Planos complementarios de construcción y de montaje.
- Planillas de cálculos del equipamiento eléctrico, incluyendo el cálculo térmico del diseño y la distribución de los disipadores de los diodos de acuerdo a la capacidad de los mismos.
- Descripción del funcionamiento de las protecciones.
- Estudio de la selectividad de las protecciones.
- Esquemas eléctricos unifilares, trifilares, topográficos y funcionales.
- Verificación del sistema de puesta a tierra.
- Planilla de borneras y de cables de interconexión de las mismas (señalización, medición y comando).
- Verificación de barras y cables de interconexión de potencia, de Media y Baja tensión (incluyendo los de corriente continua).
- Especificaciones y características técnicas del equipamiento a utilizar en las subestaciones.
- Justificación de los equipos a utilizar.

La presentación del proyecto y la ingeniería de detalle y su aprobación por parte de ADIF, no implica la transferencia de responsabilidad a éste, permaneciendo el Contratista como único y total responsable del mismo. Con la presentación de la ingeniería de detalle se adjuntarán los protocolos de ensayo de tipo del equipamiento eléctrico al que corresponda. Estos protocolos responderán a un equipamiento igual o de superior prestación al solicitado y deberán ser de reciente data.

Toda la documentación mencionada deberá presentarse en idioma Castellano en cuatro copias en papel y archivo magnético (Autocad compatible en el caso de planos).

### **1.15 Ensayos previos a la recepción provisoria.**

Para cada subestación, previo a su recepción provisoria, deberán cumplimentarse los siguientes ensayos y pruebas:

#### **1.15.1 Ensayos**

Se procederá a efectuar los ensayos al equipamiento eléctrico y las instalaciones descriptos en estas Especificaciones Técnicas.

#### **1.15.2 Marcha en vacío.**

Aprobado el punto anterior, la subestación será puesta bajo tensión durante un lapso de veinticuatro (24) horas, sin interrupciones.

De producirse inconvenientes durante dicho lapso por falla de equipamiento o por los trabajos efectuados por el Contratista, se suspenderá el ensayo, debiendo en tal caso intervenir el sector con inconvenientes.

Una vez solucionada la falla, la subestación será puesta nuevamente bajo tensión durante un lapso de veinticuatro (24) horas, sin interrupción.



Este procedimiento se repetirá hasta tres (3) fallas más; posteriormente el Comitente tendrá el derecho de rechazar la provisión del equipo intervenido.

La responsabilidad del Contratista durante la marcha de ensayo sólo abarca a los elementos o trabajos de su suministro.

### 1.15.3 Puesta en servicio normal.

Aprobada la marcha en vacío, la subestación será puesta en servicio normal en carga durante diez (10) días, sin interrupción, bajo operación del Operador de los servicios por intermedio del Jefe de Obras de la Contratista.

De producirse inconvenientes durante dicho lapso por fallas de equipamiento o trabajos efectuados por el Contratista, se suspenderá la puesta en servicio normal, debiendo el Contratista intervenir en el sector con falla.

Una vez solucionado el inconveniente, el sector intervenido será puesto en servicio normal, comenzando toda la subestación un nuevo período de prueba de diez (10) días sin interrupción.

Este procedimiento se repetirá hasta tres (3) fallas más, posteriormente el Contratante tendrá el derecho a rechazar la provisión del equipo intervenido.

### 1.16 Normas de ensayo y verificación.

Los ensayos y las verificaciones de los materiales y del equipamiento a proveer, como así también la puesta en servicio de las subestaciones, deberán ajustarse a las siguientes normas: IRAM, IEC, CENELEC, IEEE, VDE, DIN y las mencionadas en las Especificaciones Técnicas.

En los casos no contemplados por las precitadas normas, se deberá mencionar las normas a las cuales responden los equipos a proveer y/o sus componentes.

Todas las celdas a suministrar, ya sean de corriente alterna o de corriente continua, en todos los niveles de tensión deberán estar certificadas a prueba de arco interno.

El Contratista gestionará a nombre del Comitente y entregará dos (2) juegos de la totalidad de las normas a que se somete la provisión.

En caso de que las normas no estén en castellano, además de los dos (2) juegos en idioma original, el Contratista deberá entregar dos (2) juegos de las normas traducidas al español.

Esta entrega formará parte del proyecto.

### 1.17 Interpretación de las especificaciones técnicas.

Las presentes Especificaciones Técnicas deberán interpretarse en el sentido de que sean cuales fueren las omisiones en que incurrieren, deben suministrarse los elementos que se necesiten para que las instalaciones funcionen de acuerdo a su fin, en condiciones de explotación industrial, cumpliendo correctamente con el objeto que les destinen y de acuerdo con todas las reglas de la técnica, para lo cual se deberá tener en cuenta que el material y la mano de obra necesarios se deben prorratear en los ítems de la oferta.



## 2 SUBESTACIÓN RECTIFICADORA DE TRACCIÓN

---

Los oferentes deberán adjuntar las listas de referencia de los fabricantes del equipamiento principal (transformadores de tracción, rectificadores de tracción, interruptores de corriente continua, seccionadores de corriente continua y celdas de corriente continua) que se hayan provisto en instalaciones de tracción eléctrica de características similares.

En todos los casos los equipamientos deberán tener al menos 10 años de probados y buen funcionamiento en las instalaciones de tracción eléctrica.

Quedarán rechazadas las ofertas que a criterio de ADIFSE no hayan demostrado una probada experiencia y un buen funcionamiento de los equipos ofrecidos.

Características generales de los equipos.

Para la construcción de los equipos se prestará especial atención a las siguientes consideraciones:

1. Los equipos a instalar permitirán efectuar maniobras coordinadas entre sistemas de diferentes sectores, como así también entre los propios equipos.
2. Los equipos a instalarse permitirán la posibilidad de conexión con otros que se agreguen en el futuro.
3. Deberá haber correspondencia entre los equipos de alimentación y recepción de energía.
4. Los equipos serán de fácil mantenimiento, permitiendo su rápida y sencilla revisión.
5. Los repuestos para los equipos serán fácilmente intercambiables.
6. Los equipos de un mismo régimen serán intercambiables.
7. Los colores para la identificación en las barras de fases, neutro o tierra serán los indicados en la norma IRAM 2053.
8. Todos los conductores a instalarse en la subestación serán de cobre (salvo indicación en contrario), con cubierta tipo antillama, sin emisión de gases tóxicos y/o corrosivos, de los denominados LSOH.
9. Los circuitos auxiliares cumplirán con lo siguiente:
  - a. Los conductores tendrán la siguiente sección mínima:
    - i. Circuito de tensión: 2,50 mm<sup>2</sup>
    - ii. Circuito de intensidad: 4,00 mm<sup>2</sup>
  - b. Los colores identificatorios de los diferentes circuitos serán:
    - i. Circuito auxiliar de ca: amarillo
    - ii. Circuito auxiliar de cc: azul
    - iii. Circuito transformador de tensión: rojo
    - iv. Circuito transformador de intensidad: blanco

- v. Circuito de puesta a tierra: negro
- vi. Circuito de reserva: verde

c. Los manojos de cables de los circuitos auxiliares deberán colocarse en conducciones de material plástico incombustible, de sección rectangular y tapa extraíble.

10. Los equipos irán provistos de borneras de acometida, que permitan fácilmente la conexión con los conductores de control. Se utilizarán tiras de borneras a tornillos, extraíbles individualmente y protegidas contra contactos accidentales.

Los tornillos de fijación de los cables a la bornera no deberán ajustar directamente sobre ella, sino que entre ambos deberá interponerse una lámina de bronce perteneciente a la misma bornera y sujeta a ella, con el objeto de evitar que el conductor sea marcado por el tornillo. El reemplazo de una bornera rota por una nueva deberá poder realizarse sin mover las borneras próximas, es decir, que cada bornera deberá estar vinculada únicamente al riel que la sostiene a través de un sistema de presión de resorte o lámina elástica. El riel deberá permitir el agregado de un 10% de borneras. Además cada bornera contará con un lugar apropiado para su numeración. En los paneles que posean dos o más salidas deberá haber una separación franca entre las borneras correspondientes a cada salida.

11. No se admitirán equipos prototipos.

12. Se instalarán indicadores luminosos de presencia de tensión en los tableros correspondientes para los cables de alimentación de cc para tracción y para los alimentadores de 20 kV.

## 2.1 Ensayos.

Todos los equipos a instalar deberán ser ensayados en fábrica y/o en sitio de acuerdo a las normas.

El contratista deberá prever a su cargo el traslado y la estadía del inspector de obra al lugar de los ensayos.

Sobre los transformadores se realizarán en fábrica todos los ensayos de rutina incluidos en la norma correspondiente, incluyendo los de vacío, de cortocircuito, de estanqueidad, de nivel de ruido, de relación de transformación, de aislación, la funcionalidad de los circuitos de alarma y de disparo, etc..

Respecto a los rectificadores, se probarán en fábrica todos los ensayos de rutina de norma, incluyendo los ensayos de vacío, de cortocircuito, de aislación de circuitos de potencia y los circuitos de comando, de protecciones, la funcionalidad de los circuitos de alarma y disparo, etc..

Sobre los interruptores de corriente continua se ensayarán, junto con sus respectivas celdas, todos los ensayos de rutina de norma incluyendo la funcionalidad (cierres y aperturas), las protecciones, el nivel de aislación, etc..

## 2.2 Descripción general

### 2.2.1 Interruptores de corriente continua.

Serán de tipo extrarrápido en aire y extraíbles. No se admitirá la provisión de interruptores con refrigeración por ventilación forzada de aire (mediante forzadores que actúen sobre sus contactos principales).

### 2.2.2 Tablero de Comando, Alarmas y Bornera para Telemando.

Además de los Comandos con sus predispositores y pulsadores e indicaciones luminosas que normalmente se ubican en el frente de las puertas de cada celda para operar los respectivos equipos, podrá ser posible su comando en forma centralizada dentro de la subestación (Local – Remoto).

Las instalaciones deberán ser tele mandadas desde el Puesto de Control Central (PCC) de Ramos Mejía. Para ello, a las borneras frontera de cada SER deberán llegar las señales necesarias para el correcto control y comando de las mismas.

Por lo tanto todas las celdas y equipos contarán con las borneras necesarias (cableadas) para la conexión entre aquéllas y el presente Tablero donde se encuentra la bornera frontera.

Sobre el frente del Tablero de Comando, Alarmas y Bornera de Telemando, se instalará un Panel de Operaciones a Cristal liquido, en el cual a través de distintas pantallas previamente programadas, se podrán apreciar en la misma el circuito unifilar total, parcial por sectores (20 kV, 815 Vcc, 380/220), estado de equipos, alarmas, mediciones, registros, y que permita además efectuar los comandos y los ajustes en la configuración propia y de los correspondientes equipos que así lo permitan, e implementado para diferentes jerarquías de intervención (operador, supervisor, etc.)

Todas las alarmas de los distintos equipos indicadas en la presente especificación técnica, serán también visualizadas, registradas y almacenadas en el Panel de Operaciones de este Tablero, donde a través del diseño de pantallas que se practicará se permitirá su visualización.

Al accionarse una alarma, una señal acústica será puesta en marcha actuando al mismo tiempo una señal luminosa.

La señal podrá ser silenciada pulsando un botón común para todas las alarmas, quedando así liberada la señal acústica hasta presentarse la próxima alarma.

La señal luminosa quedará encendida intermitentemente hasta su cancelación, que se hará accionando el correspondiente botón; inmediatamente el aviso intermitente pasará a continuo hasta el momento en que la causa de la alarma sea subsanada, con lo cual la luz se apagará.

Se preverá un pulsador común de control de lámparas.

Todas las señales de alarma deberán repetirse en el telecomando a instalarse en el PCC.

El telemando a instalar debe incluir telecomando, tele señalización y tele medición.

Para efectuar el telecomando se deberá instalar en las celdas correspondientes relés auxiliares sobre cuyas bobinas actuará la señal proveniente del sistema de telemando de manera de aislar el equipamiento y requerir baja potencia del telecomando.

A través de una RTU que tendrá su propia fuente de energía segura, mediante la actuación de sus procesadores de control y comunicaciones, y módems, establecerá de manera segura la transferencia de información con el PCC.

Quedará a criterio del oferente, integrar las RTU dentro del Tablero de Comando, Alarmas y Bornera para Telemando, o suministrarlas a través de un gabinete separado.

En el tablero de servicios auxiliares de ca y en el de cc, se deberá prever la instalación de un interruptor termomagnético de salida para alimentación del presente Tablero.

A las borneras frontera de cada SER deberán llegar las señales, que a modo indicativo y no limitativo, se detallan a continuación (corresponden a las instalaciones actuales):

*Cantidad de Entradas y Salidas SER. Caballito:*

182 Señales para Telecontrol

312 Señales para Tele señalización

24 Señales para Telemedición

*Cantidad de Entradas y Salidas SER Flores:*

153 Señales para Telecontrol

323 Señales para Tele señalización

24 Señales para Telemedición

*Cantidad de Entradas y Salidas S.E.R. Ramos Mejía:*

134 Señales para Telecontrol

332 Señales para Tele señalización

32 Señales para Telemedición

*Cantidad de Entradas y Salidas S.E.R. Haedo:*

170 Señales para Telecontrol

275 Señales para Tele señalización

32 Señales para Telemedición

*Cantidad de Entradas y Salidas S.E.R. Merlo:*

108 Señales para Telecontrol

302 Señales para Tele señalización

32 Señales para Telemedición

*Cantidad de Entradas y Salidas S.E.R. Paso del Rey*

172 Señales para Telecontrol

308 Señales para Tele señalización

24 Señales para Telemedición

El Sistema de Tele gestión operará sobre los siguientes equipos de cada SER:

*Telecontrol:*

Media Tensión Comando de Apertura / cierre de todos los interruptores y seccionadores

Banco de Tracción Comando de Apertura / Cierre de todos los equipos unipolares (Interruptores y Seccionadores)

*Tele señalización*

Las señales de los equipos de los lugares a telecomandar se emplazarán en el nuevo Sistema Mímico (en el PCC), a los efectos de que el operador pueda visualizar con un “golpe de vista” todo lo que suceda en el Sistema Electrificado.

**MEDIA TENSIÓN:** Posición de Interruptores y Seccionadores (Abierto / Cerrado) Señalización Extraído y Puesta a Tierra, Mínima tensión en barras, Señalización por funcionamiento de las protecciones, Sobrecarga, Cortocircuito y Mínima Tensión, Señalización de Actuación de Fusibles, Falta Tensión de Comando identificando Celda – 110 VCC 3.15.2.2, Tracción Eléctrica.

**TRANSFORMADORES DE POTENCIA:** Señalización de Temperatura 3 Etapas: Alarma y disparo, Reler Buchholz (Alarma y disparo).

**BANCO DE TRACCIÓN:** Selección de valores preajustados del tramo protegido de la protección di/dt (alcance nominal o alcance ampliado), Puesta y fuera de servicio de la protección di/dt, Prueba de protección di/dt, Anulación de señalización por disparo (reset), Señalización abierto/cerrado de los interruptores, Señalización interruptor extraído, Señalización pedido de cierre de interruptores de sección, Señalización protección di/dt en servicio/fuera de servicio, Señalización protección de sobre corriente en servicio/fuera de servicio, Señalización por protección di/dt (disparo instantáneo), Señalización por protección di/dt (disparo demorado), Señalización fracaso prueba de sección, Señalización falta de tensión 110 VCC para maniobra, Señalización pérdida a tierra del banco de tracción, Señalización protección Prueba de Línea en servicio/fuera de servicio, Señalización protección de Corriente Constante en servicio/fuera de servicio.

**GRUPO RECTIFICADOR:** Señalización luminosa por pérdida a tierra, Señalización luminosa por falta primer diodo, Señalización luminosa por falta segundo diodo, Señalización luminosa por protección por sobrecarga, Señalización luminosa por falla fusible, Señalización luminosa por falta tensión 110 VCC, Señalización luminosa de seccionador del negativo abierto, Señalización luminosa por corriente inversa, Señalización luminosa de dos escalones térmicos sobre el disipador.

**SECTOR DE SERVICIOS AUXILIARES:** Corriente alterna, Estado de interruptores barra normal y esenciales Apertura por falla de interruptores de Corriente continua, Estado de los cargadores de batería, indicando carga fondo a flote, baja tensión de baterías, alta tensión de consumo, falta CA, falta CC.

**SECTORES COMUNES:** Alarma apertura de puerta de acceso a subestación. Actuación de alarmas anti incendio. Alta temperatura del local Sistema Anti incendio Central receptora de avisos de incendio y comando. Todas las señales de aviso que produce el sistema estarán disponibles en una bornera frontera dispuesta en el Armario de Inter Fase que se instalará con la finalidad de transmitir las al Puesto Central de Operaciones. La central receptora estará capacitada para activar el sistema de extinción de incendios.

### *Telemedición:*

El sistema a instalar permitirá efectuar la tele medición de los principales parámetros de energía, tanto del sistema de tracción ferroviaria como los del suministro de energía en media tensión en la Cámara Ramos Mejía. Los valores a medir serán los siguientes:

Media Tensión. Medición amperométrica de cada celda. Medición de la tensión 20 KV

Tracción Eléctrica (Banco de Tracción): Medición de tensión de barra colectora principal. Medición de corriente de cada cable alimentador.

Sector de Servicios Auxiliares:

Corriente alterna. Medición de la tensión en baja tensión 3x380/220 V.

Corriente Continua. Medición de la tensión 110 VCC y 24 VCC. NOTA: En el equipamiento existente en la actualidad las señales analógicas son de 0-20 mA

Se deberá disponer de una reserva instalada de 30% de borneras libres para futuras ampliaciones.

### 2.3 Condiciones a cumplimentar por el equipamiento electromecánico.

#### 2.3.1 Generalidades.

La alimentación primaria se efectuará en 20 kV, 50 Hz, con una potencia de cortocircuito de 350 MVA.

La tensión nominal de salida en corriente continua será de 815 Vcc, con la corriente nominal (100%) de la instalación.

La energía eléctrica rectificadora se suministrará al tercer riel a través de interruptores unipolares automáticos de alta velocidad.

Las condiciones de servicio son las indicadas en el cuadro adjunto, en el que se indican los datos ambientales principales válidos para el emplazamiento de las actuales subestaciones rectificadoras. El diseño y/o elección de los elementos provistos por el Contratista deberá efectuarse tomando las condiciones climáticas más desfavorables.

Condición ambiental	Unidad	Valor	Observaciones
Temperatura máxima	° C	+45	
Temperatura mínima	° C	-10	
Temperatura media anual máxima	° C	+16	
Humedad relativa máxima	%	99	
Velocidad de viento sostenido máximo (10 min.)	km/h	120	
Precipitación media anual	mm	100	
Manguito de hielo	mm	no	
Altura sobre el nivel del mar	m	< 1000	

El grado de polución existente en los lugares de instalación no requiere especiales consideraciones en los equipamientos a instalar.

#### 2.3.2 Memoria descriptiva.

##### 2.3.2.1 Condiciones técnicas.

- Tensión primaria nominal: Trifásica, 20 kV - 50 Hz, 350 MVA de potencia de cortocircuito.
- Tensión rectificadora nominal de tracción: 815 Vcc a plena carga, 870 +/- 3% Vcc en vacío
- Potencia nominal: grupos de 2000 kW cada uno a 815 V.
- Servicio: Continuo.
- Protecciones: Las protecciones eléctricas serán para prevenir fallas en el grupo transformador-rectificador, en media tensión (20 kV) y de tracción eléctrica (815 V).



Se deberá disponer como mínimo los siguientes equipamientos, adecuándose a las instalaciones existentes:

a) En Celdas de cable al grupo rectificador:

- Relé de sobre intensidad y cortocircuito.
- Relé de pérdida a tierra.

b) Transformador principal:

- Pérdida a tierra.
- Temperatura en tres niveles (2 alarmas y 1 desconexión), con contactos secos para conexión de ventilación forzada.
- Nivel de aceite.
- Relé Buchholz

c) Grupo rectificador:

- Falla 1er. diodo.
- Falla 2ª diodo.
- Falla fusible.
- Temperatura.
- Pérdida a tierra.
- Sobrecarga
- Detección de arco
- Detector de corriente inversa

d) Banco de tracción eléctrica:

- Pérdida a tierra (banco).
- Sobre corriente regulable.
- Sobretensión anódica.
- Protección  $di/dt$  bidireccional.
- Prueba de línea.
- Re conexión automática.
- Derivada nula a corriente constante.
- Apertura de los interruptores de las SER aledañas ante fallas de una sección (función inter disparo).

NOTA: Esta enumeración no es de carácter excluyente, sino que el Contratista debe agregar aquéllas protecciones necesarias de acuerdo al tipo de rectificador y demás materiales ofrecidos.

### 2.3.2.2 Instrumentos de medición.

a) Gabinete rectificador:

Amperímetro.



Voltímetro.

Medidor de energía.

b) Alimentadores:

Amperímetro.

El instrumental será de clase 1,5 como mínimo y de dimensiones 96 x 96 mm. No se admitirá instrumental digital.

Los tableros tendrán borneras especiales para realizar mediciones sobre el mismo con instrumental externo.

#### 2.3.2.3 Puesta a tierra.

Las estructuras metálicas, blindajes de cables, cubas de transformadores, gabinetes y todo aquello que técnicamente se considere necesario, serán puestos a tierra a la malla de cada subestación.

#### 2.3.2.4 Enclavamientos de seguridad.

Normalmente será imposible el libre acceso a todo elemento bajo tensión.

### 2.4 Descripción técnica general.

Todos los elementos que forman parte de la provisión, su posterior montaje y la puesta en servicio, serán diseñados para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos correspondientes a un nivel de cortocircuito de 350 MVA a 20 kV - 50 Hz, como mínimo.

Los elementos a proveer serán nuevos y estarán contruidos con materiales de la mejor calidad y realizados con la máxima experiencia en la materia, conforme a las reglas del arte y a lo estipulado por las normas IRAM, IEC, VDE, CENELEC, o DIN.

Las instalaciones deberán presentar las máximas condiciones de seguridad desde el punto de vista eléctrico y de operación para el personal que las atiende, como así también para las instalaciones circundantes.

Las piezas de los diferentes elementos a proveer, sus accesorios y particularmente aquellos elementos sujetos a desgaste, deberán ser fácilmente accesibles y de rápido desarme para su mantenimiento, reparación o reemplazo.

Los aparatos de iguales características, así como las piezas de igual denominación deberán ser intercambiables entre sí, de manera que un juego de reserva podrá servir indistintamente para cualquier lugar donde deba instalarse. Cada panel, según su función, deberá contener como mínimo los elementos operativos de protección, medición y/o enclavamiento, y aquellos que sean de la misma naturaleza, deberán contener los mismos elementos constitutivos.

Todos los elementos de baja tensión tales como fusibles, llaves, borneras, contactores, contactos auxiliares, cables de maniobras, etc., estarán perfectamente separados y protegidos de manera de poder intervenir en ellos con el tablero en servicio sin peligro.

Iguals condiciones de seguridad deberán obtenerse durante los ensayos y/o las mediciones sobre un elemento estando los restantes en servicio. Los terminales de los cables, las protecciones, etc., serán de fácil acceso para su revisión y para efectuar ensayos.

Todas las aberturas de acceso a los elementos eléctricos deberán contar con un sistema de seguridad; los accesos necesarios a los sectores de tensión serán individuales y cada uno deberá estar enclavado con su correspondiente mecanismo de operación, de modo de permitir el acceso a aquellos únicamente en condiciones de fuera de servicio.

Los seccionadores e interruptores unipolares de corriente continua, deberán ser intercambiables entre sí.

Se deberán identificar ambos extremos de los cables de los circuitos auxiliares mediante anillos codificados.

Los cables de media tensión, tracción y baja tensión deberán identificarse mediante una codificación adecuada, que será sometida a la aprobación de la Inspección de Obra.

Todas las borneras deberán ser convenientemente individualizadas.

Los colores identificatorios deberán estar indicados en los planos.

Las aberturas de ventilación deberán estar cubiertas con una malla fina que impida la entrada al interior de los tableros de cuerpos extraños.

Cada tablero y/o gabinete estará provisto de una barra general para conexión a tierra.

Esta barra será de cobre de pureza 99%, de sección adecuada y no inferior a 100 mm<sup>2</sup>. A esta barra se conectarán todas las partes metálicas de las estructuras y aparatos en derivación y en forma individual; en ningún caso se admitirá la conexión en serie de dos (2) o más elementos para su puesta a tierra.

## 2.5 Grupo transformador-rectificador.

Para las cinco (5) subestaciones mencionadas en el apartado 1.13.2, se proveerán, montarán, ensayarán y pondrán en servicio, 1 (un) grupo transformador-rectificador de 2000 kW en cada una de ellas, de forma tal de duplicar la potencia eléctrica para tracción disponible en las mismas.

El grupo transformador-rectificador estará dimensionado de manera que recibiendo una tensión proveniente de la red de corriente alterna trifásica de 20 kV - 50 Hz, pueda proporcionar a su salida una tensión nominal de 815 V cc a plena carga y 870 Vcc máxima en vacío, en un todo de acuerdo con lo especificado por la norma IEC en la publicación 146 para la clase VI en tracción pesada.

La potencia continua nominal de salida será de 2000 kW por cada grupo rectificador en 815 Vcc, salvo expresión en contrario.

Los grupos transformador-rectificador no deberán crear armónicas que superen los valores admitidos por las normas IEC 50121-1 y 2. El Oferente deberá presentar una planilla indicando el contenido armónico re-inyectado a la red con indicación de su ajuste a norma.

Dichos grupos transformadores-rectificadores estarán formados cada uno de ellos por:

- Un transformador de potencia.
- Un equipo rectificador con semiconductores de silicio, de 6 pulsos.
- Protecciones e instrumentos de medición.

### 2.5.1 Transformadores de potencia.

#### 2.5.1.1 Objeto.

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer los requisitos técnicos que deberán cumplir los transformadores de potencia, de uso para tracción ferroviaria, a ser suministrados para las subestaciones Caballito, Flores, Ramos Mejía, Merlo y Paso del Rey de la Línea Sarmiento.

Para cada una de las cinco (5) subestaciones de 2 x 2000 kW serán provistos, ejecutados los montajes, ensayados y puestos en servicio un (1) transformador de tracción en cada una de ellas.

Los oferentes deberán cotizar por la provisión de estos transformadores bajo las pautas generales definidas en este documento, teniendo en consideración que los mismos deberán tener similares características a los actualmente instalados en cada una de las subestaciones a repotenciar (ver punto 1.12.1.2).

El alcance de esta especificación técnica es definir las características para el diseño, el desarrollo, la fabricación, los ensayos, el transporte y la puesta en servicio de los transformadores de potencia de uso en tracción eléctrica, con circulación natural de aceite y ventilación natural a instalar en las subestaciones mencionadas.

En caso de que el fabricante no haya realizado aún construcciones de serie con diseño propio, se hace necesario que presente la siguiente documentación:

- Contrato de licencia debidamente legalizado, inscripto y aprobado por organismo oficial competente (INTI), que acrediten a fecha de licitación tener LICENCIA Y ASESORAMIENTO DE EMPRESAS QUE FABRIQUEN usualmente este tipo de máquinas y que posean un comportamiento satisfactorio en servicio.
- Lista de referencias de su licenciante, donde conste que haya construido máquinas de potencias y tensiones similares a las solicitadas.
- El Oferente deberá poseer a la fecha de licitación la infraestructura necesaria para la construcción de los transformadores, así también como los equipos necesarios para el ensayo de los mismos.

A tal fin adjuntará a la oferta los elementos de juicio necesarios.

#### 2.5.1.2 Condiciones de Utilización

Debido a que los transformadores operarán con un equipo rectificador de silicio, estará dimensionado de modo que permita las sobrecargas y las exigencias especificadas en la publicación IEC 146-1-3 de marzo de 1991 de las normas IEC para tracción ferroviaria pesada clase VI.

Serán aptos para servicio continuo y con carga de tracción ferroviaria variable, siendo su instalación exterior (intemperie).

Todos los conductores eléctricos que vinculen los elementos con los armarios de bornes deberán tenderse por canales de cable que le brinden protección mecánica y drenen el agua de lluvia automáticamente.

Los aparatos y componentes de iguales características, así como las piezas de igual denominación que forman parte de los transformadores, deberán ser intercambiables entre sí, y

entre aparatos de igual potencia de la misma partida de manera que un juego de reserva pueda servir indistintamente cualquiera sea el lugar donde se instale.

### 2.5.1.3 Normas de aplicación

Las normas de aplicación para esta especificación son las siguientes:

IEC 50 (421): International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 421. Power transformers and reactors.

IEC 60: High voltage test techniques.

IEC 60076-1: Power transformers, parte 1: General.

IEC 60076-2: Power transformers, parte 2: Temperature rise.

IEC 60076-3: Power transformers, parte 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air.

IEC 60076-4: Power transformer – part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power transformers and reactors.

IEC 60076-5: Power transformers, parte 5: Ability to withstand short circuit.

IEC 60076-10: Power transformer, part 10: Determination of sound levels.

IEC 146-1-1: Semiconductors convertors, part 1-1: Specification of basic requirements.

IEC 146-1-3: Semiconductors convertors, parte 1-3: Transformers and reactors.

IEC 137 Aisladores pasatapas.

IRAM 2354 Aisladores pasantes para tensiones alternas mayores a 1000 V.

IEC 60270: High-voltage test techniques - Partial discharge measurements.

IRAM 2002 Cobre recocido patrón para uso eléctrico.

IRAM 2026 Materiales aislantes eléctricos. Aceite aislante.

IRAM 2193 Planchuelas de cobre recocido para bobinados.

IRAM 2340 Factor de disipación de aceite aislante.

IRAM 2341 Rigidez dieléctrica del aceite aislante.

DIN 42562 Deshidratador de aire para transformadores de potencia.

DIN 42566 Revelador Buchholz para transformadores.

### *Normas complementarias*

IRAM 2018 Transformadores de potencia. Ensayos de calentamiento.

IRAM 2099 Transformadores de potencia. Generalidades

IRAM 2112 Transformadores de potencia. Comportamiento ante cortocircuitos externos.

IRAM 2053-1 Identificación de los bornes y terminales eléctricos .Reglas generales para el marcado con notación alfanumérica.

IRAM 2104 Transformadores de potencia. Métodos de medición de la relación de transformación y fase.

IRAM 2106 Transformadores de potencia. Métodos de ensayo para la medición de las pérdidas de cortocircuito.

IRAM 2211-1 Coordinación de la aislación .Definiciones, principios y reglas.

IRAM 2211-2 Coordinación de la aislación. Guía de aplicación.

IRAM 2211-3 Coordinación de la aislación entre fases. Principio reglas y guía de aplicación.

IRAM 2405 Aisladores para uso en condiciones de contaminación ambiental. Guía para su selección.

IRAM 2437 Determinación de los niveles de ruido.

IRAM 2475. Transformadores de potencia. Guía para la realización de ensayos de estanquidad, hermeticidad y resistencia mecánica de la cuba, de los transformadores sumergidos en aceite.

IRAM – DEF D 1054 Carta de colores para pinturas de acabado brillante y mate.

ET 75-20.01 Recubrimiento y terminación superficial de transformadores.

IRAM 2331 Alambre de cobre para bobinados esmaltados. Definiciones. Condiciones generales. Marcado, rotulado y embalaje, inspección y recepción. Métodos de ensayo.

IRAM 2332 Alambre de cobre bobinados. Esmaltados con polivinil acetal. Clases 105 y 120.

IRAM 2333 Alambres de cobre bobinados. Esmaltados con poliuretano soldable, con capa cementable por calor o solvente. Clase térmica 130.

IRAM 2334 Alambre de cobre para bobinados. Esmaltados con poliéster-imida. Clase térmica 180.

IRAM 2335 Alambres de cobre para bobinados. Esmaltados con poliuretano soldable. Clase térmica 105 y 130.

IRAM 2105 Niveles de aislación y ensayos dieléctricos.

IRAM 2386 Planchuelas de cobre de sección rectangular o cuadrada aislada en papel. Clases térmicas 90°C y 105°C.

Todo material menor deberá ajustarse a las normas IRAM o IEC y el proveedor deberá presentar los protocolos de ensayos de tipo y/o rutina a requerimiento del Comitente.

El Oferente deberá indicar en su oferta su aceptación de las normas arriba indicadas y cualquier desviación con respecto a las mismas.

El uso de otra norma estará sujeto a la aprobación del Comitente. Para ello el Oferente deberá solicitar y justificar técnicamente su inclusión, por lo que el mismo deberá entregar copias en castellano de las normas que propone.

El Adjudicatario entregará al Comitente las traducciones al castellano de las normas de referencia específicas de los transformadores y de las relacionadas en los puntos de aplicación, al momento de la presentación de la ingeniería de detalle.

Para cada rubro las piezas de iguales características con que estarán construidos los Transformadores y sus equipos auxiliares (bobinas, refrigerantes, aisladores y otros elementos) así también como los repuestos solicitados deberán ser intercambiables entre sí, a los efectos de que estos últimos puedan ser utilizados en cualquiera de ellos.

El uso de otra norma estará sujeto a la aprobación de ADIF. Para ello el Oferente deberá solicitar y justificar técnicamente su inclusión, por lo que el mismo deberá entregar copias en castellano de las normas que propone.

El Adjudicatario entregará al Comitente las traducciones al castellano de las normas de referencia específicas de los transformadores y de las relacionadas en los puntos de aplicación, al momento de la presentación de la ingeniería de detalle.

#### 2.5.1.4 Recubrimientos protectores de las superficies metálicas.

El acabado superficial de los transformadores será tal que no se noten, a simple vista, rugosidades, rayaduras, soldaduras mal terminadas, etc.

Las superficies interiores y exteriores serán sometidas previamente a un proceso de arenado o granallado, hasta dejar el metal limpio y libre de óxido y cáscaras provenientes de la laminación o del proceso de soldadura, para lograr que las mismas estén totalmente limpias y libres de toda clase de impurezas.

Posteriormente las superficies exteriores se tratarán con una mano de fosfatizante o wash primer vinílico norma IRAM 1186, con un espesor mínimo de 10 micrones.

Para superficies exteriores se aplicarán dos manos de pintura antióxido al Cromato de Cinc (IRAM 1182). El espesor de cada capa no será menor de 30 micrones. La primera mano de color rojo y luego de haber verificado el secado, se aplicará la segunda mano de color marfil.

Para el pintado final se aplicarán dos manos de esmalte sintético brillante IRAM 1107, siendo el espesor de cada capa mayor de 30 micrones, la primera mano de color beige y la segunda de color gris.

El prensayugo y el interior de los tanques de la máquina o de otras cámaras que se llenarán de aceite, serán pintados previo arenado o granallado, con una mano de pintura antióxido de fondo epoxídico según características norma IRAM 1196 con un espesor de capa aproximada de 30 micrones.

El pintado final de los radiadores será con pintura de color gris y las ruedas de color negro.

En el caso de utilizarse cajas u otros accesorios construidos en chapa de acero se protegerán según el esquema anterior. Las superficies interiores serán tratadas con pinturas que impidan el crecimiento de moho y anticondensado.

Las superficies pintadas defectuosamente serán despintadas repitiendo el proceso de pintado completo previo arenado, para eliminar todo vestigio de recubrimiento superficial.

Las superficies externas del transformador tendrán un recubrimiento superficial apropiado para soportar la acción de los agentes atmosféricos y climáticos que se presenten en el servicio normal, durante su utilización a la intemperie y estará en un todo de acuerdo con la ET 75-20.00. El transformador será pintado en su exterior con color GRIS y deberá regirse por lo establecido en la Norma IRAM-DEF D 1054, código 09-1-020.

#### 2.5.1.5 Arrollamientos

Los arrollamientos serán construidos con cobre electrolítico, con una conductividad no inferior al noventa y nueve coma noventa y nueve por ciento (99,99%) del patrón internacional que fija la norma IRAM 2002. Se aplicarán además las normas IRAM 2128 y 2193.

Las planchuelas deberán presentar un aspecto brillante, libre de escorias y virutas; además serán trefiladas de forma tal que no tengan desprendimientos de escamas ni alteraciones superficiales durante los ensayos.

Los devanados deberán estar diseñados para soportar los efectos térmicos electrodinámicos de las corrientes de cortocircuito de acuerdo a la Norma IRAM 2112 o IEC 60076-1.

Se someterán a un proceso de estabilización previo a su montaje, de forma de asegurar la inmovilidad de sus dimensiones en servicio y su elasticidad al ser sometidos a esfuerzos



electrodinámicos. Además el material deberá cumplir con lo establecido por las siguientes normas IRAM 2331, 2332, 2333, 2334, 2335 y 2386.

### 2.5.1.6 Aisladores Pasatapa

Los aisladores pasatapa deberán cumplir con todos los requisitos que se indican en las planillas de datos técnicos garantizados.

Serán de porcelana esmaltados en color marrón y deberán responder a las normas IRAM 2354 e IEC 137 previstos para ser instalados en la intemperie. El recambio de los aisladores será posible sin desencubar el transformador.

### 2.5.1.7 Núcleo y cuerpo interior extraíble

El núcleo del transformador deberá ser del tipo de 3 columnas. Los mismos estarán formados por chapas de hierro-silicio de grano orientado con alta permeabilidad y bajas pérdidas específicas, según IRAM 2190.

Las láminas serán cuidadosamente rebabadas y poseerán un recubrimiento aislante inorgánico resistente a alta temperatura.

Se deberá prestar particular atención a la fijación de las láminas del núcleo, para mantener el ruido de ese origen en un nivel aceptable.

### 2.5.1.8 Puesta a Tierra Interna

Todas las partes metálicas del transformador deberán mantenerse a potencial fijo. El circuito magnético será puesto a tierra en un solo punto a través de un vínculo que pueda ser retirado, ubicado en una posición accesible por debajo de la tapa de la cuba.

Este vínculo se hallará del mismo lado que la conexión principal de puesta a tierra de la cuba.

Sobre la tapa del transformador se colocará una caja bornera, con protección mecánica IP 44, donde se ubicará el borne al que estará conectado el núcleo magnético, y un borne de puesta a tierra. Mediante un puente se conectarán ambos bornes quedando de esta forma puestos a tierra el núcleo del transformador.

Se vinculará mediante cable flexible de cobre estañado los siguientes elementos:

- Tapa de la cuba con cuba
- Radiadores con la cuba

Estas conexiones se realizarán con terminales especialmente destinados a este fin, no permitiéndose el uso de bulones o anclajes diseñados para otros propósitos. En todos los casos se cuidará que los contactos sean francos, sin óxido ni pintura.

### 2.5.1.9 Cuba y tapa

Se diseñará para soportar la sobrepresión indicada en norma con los radiadores en su lugar y sus válvulas abiertas, medida en la parte superior de la cuba llena de aceite. La cuba vendrá provista de cuatro apoyos para gatos, pudiendo soportar, dos cualquiera de ellos, el peso completo del transformador.

La junta de goma sobre la que se apoyará la tapa, deberá responder a lo indicado en la norma dedicada a juntas y burletes.

Los bulones de fijación de la tapa con la cuba tendrán un diámetro y una separación que permita una distribución uniforme de la presión a lo largo de la junta, sin producir deformaciones en la tapa que comprometan la estanqueidad del transformador. Los bulones serán de acero del tipo A-37 según norma IRAM 512.

El proveedor deberá indicar en la placa de decubaje, el par de apriete de los bulones en (daN.m).

Cada cuba deberá ser provista como mínimo de los siguientes elementos:

- a) Un sistema aprobado de orejas o cáncamos adecuados para el izaje, girado y/o acarreo del transformador completo con aceite.
- b) Un sistema adecuado de soportes ubicados convenientemente para utilizar gatos hidráulicos o a rosca para subir o bajar el transformador completo con aceite.

### 2.5.1.10 Tanque de Expansión

El tanque de expansión tendrá una capacidad entre los niveles visibles más alto y más bajo no menor al 8% del volumen total del aceite a temperatura ambiente del transformador.

Se suministrará un indicador de nivel de aceite con cuadrante de aguja accionado a flotante, para el tanque del transformador.

El campo registrable de niveles de aceite deberá ser desde -5°C hasta + 105°C.

La posición del tanque de expansión será a la derecha del transformador, observándola desde el lado de Alta Tensión.

El tanque de expansión será desmontable, las cañerías de comunicación entre el tanque de expansión y la cuba poseerán brida de unión conjunta.

### 2.5.1.11 Sistema de Enfriamiento

El sistema de enfriamiento se compondrá de radiadores.

Los radiadores deberán soportar valores de sobrepresión y depresión idénticos a los establecidos para la cuba. Se fijarán a la cuba por medio de bridas e irán provistos de válvulas tipo mariposa individuales de manera que se pueda efectuar su desmontaje sin disminuir el contenido de aceite en la cuba.

Estarán provistos de los siguientes accesorios:

- a) Válvulas de entrada y salida del aceite con sus respectivas bridas maquinadas.
- b) Taponos roscados, en la parte superior apto para llenado, tratamiento de aceite y purga, y en la inferior para el drenaje y tratamiento de aceite.
- c) Cáncamos de izaje en la parte superior.
- d) Tapas ciegas para el transporte.

La cuba o caño colector, deberá poseer para su unión con los radiadores, caños de entrada y salida con sus respectivas bridas maquinadas. Entre estas bridas y las de los radiadores, se dispondrán válvulas tipo "mariposa" de manera que se permita el reemplazo del radiador sin necesidad del vaciado de la cuba del transformador.

La puesta a tierra de cada uno de los radiadores se efectuará mediante un conductor de cobre flexible de sección plana estañado de 50 mm<sup>2</sup> de sección que se fijará en sus extremos a dos cilindros de bronce o de acero inoxidable con rosca interior y soldados a los caños colectores. Los bulones de fijación del mismo material.



### 2.5.1.12 Tableros de Fuerza Motriz

Los tableros serán totalmente cerrados, protegidos contra polvo y salpicaduras. Todo el material eléctrico será perfectamente accesible desde el frente para su provisión y/o reemplazo. Poseerán acceso para cables de potencia y control por la parte inferior, estando provistos de una chapa ciega removible para su posterior perforación para pasaje de caños.

Todas las conexiones que salen de los tableros lo harán por medio de borneras con aislación entre bornes adyacentes y de amplias dimensiones. Las borneras y cables deberán estar identificados de acuerdo con lo indicado en los planos que deberá presentar el Proveedor. Todos los materiales que se usen como soportes de borneras serán retardantes de llama y autoextinguibles, no higroscópicos y de alta rigidez dieléctrica. Tanto las termo-resistencias como los motores estarán cableados hasta los tableros correspondientes debiendo alojarse en cañerías de hierro galvanizado.

### 2.5.1.13 Dispositivos indicadores de Temperatura

Se proveerán dispositivos indicadores de temperatura del punto más caliente de arrollamiento y del aceite, de características antisísmicas y con transductores adecuados (4 a 20 mA) para indicación remota.

Se dispondrán en la tapa de la cuba 3 (tres) vainas aptas para la instalación de elementos sensores de temperatura con una longitud sumergida en el aceite de 150 mm. Se ubicarán a criterio del diseñador y en la zona de influencia de la fase central. Las vainas no utilizadas estarán de su correspondiente tapón roscado.

Los elementos indicadores de la temperatura del arrollamiento deberán colocarse en el mismo transformador.

#### Indicador de la temperatura del punto caliente del arrollamiento

Se ubicará sobre la fase S y la referencia de corriente la tomará del arrollamiento primario a través del núcleo de medición, o de un núcleo individual de acuerdo con la indicación del fabricante del equipo. La constante de tiempo térmica será similar a la de los arrollamientos con posibilidad de regulación.

El proveedor entregará la información necesaria para realizar los ensayos que permitan controlar la exactitud del equipo.

#### Indicador de la temperatura del aceite en la capa superior

Sobre el transformador se instalará en lugar fácilmente visible un termómetro de cuadrante.

#### Regulaciones de temperatura

El proveedor indicará los valores de calibración que corresponden al transformador ofrecido con el objeto de implementar los criterios de sobrecarga indicados en la IEC 354.

### 2.5.1.14 Relé Buchholz

EL transformador estará provisto de un relevador accionado a gas y a aceite ( Sistema Buchholz).

Este relevador actuará al acumularse gas, o por acción de una onda de aceite y cumplirá con la norma DIN 42566.

El relevador tendrá robinetes de purga de aceite y gas, y permitirá simular la respuesta del relé (alarma y desenganche) ante un descenso del nivel de aceite y por inyección de gas.

Los contactos serán aptos para abrir y cerrar circuitos de 110 Vcc, 300 mA, y constante de tiempo (L/R) de 15 mseg.

### 2.5.1.15 Válvula de sobre presión

Actuará a los niveles de sobre presión indicados por el fabricante, y cerrará automáticamente ante la disminución de la presión.

### 2.5.1.16 Recolector de gases

Este recolector deberá ser estanco para impedir eventuales fugas de gas y/o aceite. Poseerá un visor transparente, para permitir la observación de los gases recolectados y tres robinetes: dos en la parte superior y el restante en la inferior.

### 2.5.1.17 Deshidratador

En una posición cómoda para su desmontaje con el transformador en servicio, se dispondrá un dispositivo secador de aire para el tanque de expansión principal y otro para el del conmutador bajo carga, que contenga gel de sílice (silicagel) como agente deshidratador.

El gel de sílice tendrá color naranja en estado activo, virando al verde-pardo al hidratarse, sirviendo esto como indicador de saturación.

El caño para la conexión entre el deshidratador y el tanque de expansión tendrá rosca tipo GAS  $\frac{3}{4}$ ".

### 2.5.1.18 Aceite Aislante

El transformador será provisto con la carga completa de aceite. Este será nuevo, sin uso, marca Y.P.F. 64 y cumplirá con la norma IRAM 2026, clase IA . EL ACEITE SERÁ LIBRE DE PCB.

El transformador debe diseñarse para utilizar aceite aislante según Norma IRAM N° 2026, Clase C, Tipo 1, sin agregado de inhibidores de oxidación.

El aceite que se utilice para la impregnación, será sometido a los ensayos fijados en el punto 2.7.30. (Ensayo de aceite).

### 2.5.1.19 Juntas, burletes y membrana

Los ensayos de la goma se realizan aplicando las normas IRAM 113001, 113004, 113005, 113008, 113012 y 113025, y otras que estén orientadas a garantizar que el aceite en contacto con la goma no sufra ninguna alteración.

### 2.5.1.20 Válvulas

Los modelos de válvulas para cada aplicación, incluyendo las válvulas de los radiadores, deberán ser presentados para su aprobación.

Se instalarán como mínimo las siguientes válvulas:

- Válvulas exclusas para filtrado y/o drenaje de aceite.

Dos (2) válvulas de 2" roscas gas para filtrado, ubicadas en una en la parte superior de la cuba, debajo del tanque de expansión, y la otra en la parte inferior de la cuba en el lado opuesto al tanque de expansión (diagonalmente opuestas)

Una (1) válvula de 2" roscas gas para el tanque de expansión de la cuba, para filtrado y drenaje de aceite, ubicada a 1,5m del nivel del piso. Una válvula de 1,5" rosca gas para el drenaje del tanque de expansión del conmutador bajo carga, colocada a 1,5 m del nivel del piso.

- Válvulas exclusas para toma de muestras

Tres (3) válvulas de ¼" rosca gas, ubicadas en el lado opuesto al tanque de expansión. Una de muestra inferior, una de muestra de la zona media y la tercera de muestra superior. Una (1) válvula de ¼" rosca gas, para el tanque de expansión de la cuba, ubicada a 1,5m del nivel del piso.

Una (1) válvula de ¼" rosca gas, para el tanque de expansión del conmutador bajo carga, ubicada a 1,5m del nivel del piso.

- Para retención de aceite

Una (1) válvula automática de retención será instalada en la cañería (independiente a la del relé Buchholz) de conexión entre el tanque de expansión principal y la parte inferior de la cuba. Dicha válvula se cerrará automáticamente y bloqueará el paso del aceite cuando se produzca una pérdida importante en la cuba. Tendrá claramente identificada la posición de trabajo.

En caso de que la válvula de retención no sea apta para realizar tratamientos o llenado de aceite a través de ella, deberá preverse un circuito especial para tales fines.

Se deberá entregar para su aprobación un plano con detalles y cortes de dicha válvula, donde se aprecien el mecanismo de retención, los elementos constitutivos y los materiales empleados.

- Para instalación del relé Buchholz

Dos (2) válvulas, de manera tal que permitan retirar dicho relé, sin necesidad de bajar el nivel de aceite de la máquina. Estas válvulas se instalarán en la cañería que une la cuba con el tanque de expansión, independientemente de la que contiene a la válvula de retención.

- Para los radiadores

Se emplearán válvulas mariposa individuales, dos por radiador, de cierre hermético al aceite aislante de modo de poder efectuar su desmontaje sin disminuir el contenido de aceite de la cuba.

### 2.5.1.21 Cañerías y bridas

En las cañerías no se admitirán uniones roscadas, las mismas deberán realizarse mediante bridas.

Todas las bridas utilizadas serán maquinadas y deberían tener un tope que limite la presión sobre la guarnición correspondiente.

Las juntas entre bridas tendrán dimensiones normalizadas de acuerdo con la clase y tipo de brida. EL material y espesor de las juntas deberán permitir un cierre estanco en las condiciones de operación más desfavorables. Las bridas deberán tener mecanizado el asiento de los elementos de unión.

### 2.5.1.22 Cáncamos

A continuación se detallan los cáncamos, con coeficiente de seguridad tres, que deberán instalarse

- Cuatro cáncamos en la cuba adecuados para elevar completamente la máquina con aceite.
- Cuatro cáncamos en la tapa del transformador.
- Dos cáncamos para la elevación del tanque de expansión con aceite.

- Un cáncamo en cada una de las tapas de inspección del tanque de expansión.

Se proveerá cuatro pernos para el tiraje de la máquina, dispuestos en las esquinas de la cuba o bastidor en la posición vertical.

### 2.5.1.23 Elementos de Fijación

Los bulones, tuercas, arandelas, etc., deberán ser de la mejor calidad y responderán en todos sus aspectos a las normas existentes. Serán de acero inoxidable amagnético y estarán protegidas contra la corrosión con recubrimientos de cincado bicromatizado y posterior pasivado color verde oliva.

Todos los bulones de ajuste deberán llevar tuercas, arandelas planas y arandelas a presión tipo GROWER, debiendo responder a las Normas IRAM N<sup>o</sup>s. 5305; 5139; 5106 y 5107.

### 2.5.1.24 Placa de Características

Se consignará la información indicada en la Norma IRAM-CEA F 2099, con los siguientes agregados:

- 1) Exhibir las conexiones internas indicando las posiciones y tomas del regulador y un esquema en planta del transformador con la ubicación física de los terminales.
- 2) Las tensiones nominales de cortocircuito en por ciento, deben ser referidas a la potencia nominal del primario.
- 3) Polaridad y nomenclatura de bornes.
- 4) Masa total de decubaje.
- 5) Contenido de aceite de la cuba.
- 6) Masa de la cuba completa con aceite.
- 7) Esfuerzo necesario para arrastre sobre rieles: • Arranque • Tracción
- 8) Sobre Temperatura: Aceite (capa superior)= Arrollamiento (punto caliente)=

Se agregará otra placa con detalles de decubaje y altura de eslingado.

### 2.5.1.25 Ruedas y Trochas

Las ruedas serán de tipo cilíndrico, orientables según dos direcciones perpendiculares entre sí, y se proveerán con sujeciones que impidan su rodamiento una vez instalada la máquina.

Las ruedas estarán aisladas de la cuba.

La trocha en sentido longitudinal y transversal será de 1.676 mm en ambos sentidos.

### 2.5.1.26 Ensayos

- *Ensayo de resistencia Mecánica de la Cuba*

- Se realizarán sobre una unidad

- Vacío

El transformador sin aceite se someterá a una presión interna absoluta menor de 0.3 mmHg durante 15 minutos.

- *Ensayo de Calentamiento*

Se realizarán de acuerdo con la norma IRAM 2018, para la posición del regulador de tensión en la cual se verifiquen las mayores pérdidas totales.

Se determinará el constante de tiempo térmica.

- *Ensayo dieléctrico con Tensión aplicada de frecuencia industrial*

Se realizará de acuerdo con la Norma IRAM-CEA F 2105.

- *Ensayo con Tensión de impulso atmosférico*

Se realizará de acuerdo a la Norma IRAM-CEA F 2105 e IRAM 2453.

Se aplicarán ondas plenas y cortadas en todos los arrollamientos.

- *Ensayo de Tensión inducida y Medición de Descargas Parciales Internas (DPI) del Transformador*

Se realizará de acuerdo a la Norma IRAM-CEA F 2105 e IRAM 2203.

La medición de descargas parciales internas se realizará sobre el transformador completamente equipado.

Los transformadores cuyo nivel de descargas parciales internas excedan el valor fijado por las Normas, serán declarados defectuosos por el agente receptor del Comitente.

En tal caso, el fabricante deberá proceder a la eliminación de los defectos del transformador defectuoso y se repetirá el ensayo con los mismos valores de tensión y tiempos de aplicación. Si el resultado de este ensayo no fuera satisfactorio, el transformador será declarado "no apto" y en consecuencia rechazado.

- *Medición de la Resistencia de Aislamiento, del Índice de Polarización y la Relación de Absorción Dieléctrica*

Se compararán los valores obtenidos en esta medición con los de la anterior y en caso de apreciarse diferencias notables se procederá a una investigación.

- *Medición del Factor de Disipación del Aislamiento*

El factor de disipación dieléctrico del aislamiento (tangente  $\delta$ ) será medido cuando el transformador este terminado y listo para ser ensayado.

El ensayo se realizará en las condiciones establecidas en la Norma ANSI/IEEE C57.12.90-1980.

La medición del factor de disipación podrá hacerse con un circuito puente especial o con el método del vatímetro, amperímetro y voltímetro. La exactitud de la medición estará dentro de  $\pm 1\%$  del factor de disipación dieléctrica, la medición se hará a la frecuencia de 50 Hz.

La tensión de ensayo para la medición no será mayor que la mitad de la tensión utilizada en el ensayo de tensión aplicada de frecuencia industrial dada en la Norma IRAM 2211, para cualquier punto del arrollamiento, o 10 kV; de las dos la menor.

El procedimiento de medición y los factores de corrección por temperatura serán los indicados en la norma mencionada (C57.12.90-1980).

A título orientativo se consideran aceptables valores de  $\text{tg } \delta \leq 0,005$ , en tanto no se considera recomendable poner en servicio transformadores con  $\text{tg } \delta \leq 0,01$ .

- *Medición de las Resistencias de Arrollamientos y Cálculo de sus Valores a 20° y 75° C*

Se realizará en todos los arrollamientos, y en los que corresponda, en todas las tomas y derivaciones del conmutador. Los valores medidos serán medidos a 20°C y 75°C, según norma IRAM 2018.

- *Medición de la Relación de Transformación y Verificación del Grupo de Conexión y Polaridad*

Se realizará para todas las tomas y derivaciones del conmutador de tensión.

Se realizará según norma IRAM-CEA F 2104.

- *Ensayo Eléctrico en Vacío (pérdidas y corriente en vacío)*

Se realizarán aplicando la tensión nominal en el arrollamiento de baja tensión de acuerdo a norma IRAM 2106 y sus complementarias y permitirá determinar para las posiciones centrales y extremas del conmutador:

- a) Las pérdidas en vacío.
- b) Las corrientes en vacío.

Los valores de pérdidas una vez calculados serán comparados con los valores de pérdidas garantizados en la oferta y tomados en cuenta en la comparación económica. Se repetirá la medición para una tensión de 1,1 de la nominal.

- *Ensayo Eléctrico en Cortocircuito (pérdidas y tensión de cortocircuito)*

Este ensayo se realizará de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma IRAM 2106 y sus complementarias, y permitirá determinar:

- a) La tensión de cortocircuito para todas las posiciones del conmutador en vacío.
- b) Las pérdidas en el cobre de los arrollamientos para las posiciones centrales y extremas del conmutador.
- c) Las pérdidas adicionales.

Los valores de pérdidas una vez calculados serán comparados con los valores de pérdidas garantizados en la oferta y tomados en cuenta en la comparación económica.

- *Pruebas de Aislamiento y Conexionado de los Gabinetes, Circuitos, Componentes y Accesorios*

Todos los circuitos auxiliares, componentes, accesorios y aparatos (maniobra, control, protección, medición, etc.), deberán soportar la prueba de tensión aplicada con 2000 V, 50 Hz durante un(1) minuto.

Los aparatos y componentes electrónicos, deberán cumplir además con los ensayos dieléctricos indicados en la IEC 255-4 (de inmunidad a perturbaciones).

Se deberán realizar ensayos de funcionamiento para verificar la operación correcta de los sistemas de control, protección, señalización y alarmas.

- *Medición del nivel de ruido.*

Según NEMA TR- 1 ó IRAM 2437.

- *Ensayo de los recubrimientos protectores de las superficies metálicas.*

Para los recubrimientos metálicos, se aplicará lo indicado en la ET NIME 3025.

Para las pinturas de protección, se aplicará lo indicado en la ET NIME 3026.

- *Ensayo del aceite.*

Finalizados los ensayos de recepción, se realizará el análisis de gases disueltos (A.G.D) en el aceite aislante, a efectos de detectar fallas de origen térmico o eléctrico ocurridas durante los ensayos. Detectada la presencia de gases en disolución que indiquen la existencia de las fallas mencionadas, se repetirán los ensayos (dieléctrico y/o calentamiento a cargo del proveedor), y de persistir la anomalía será causal de rechazo.

- *Aisladores pasatapa.*

Se realizarán los siguientes ensayos, según las normas IEC 137 e IRAM 2354:



- Medición del factor de disipación ( $\text{tg } \delta$ ) y la capacitancia a temperatura ambiente.
- Ensayo de tensión a frecuencia industrial durante 1 minuto en seco.
- Ensayo de medición de descargas parciales.

La medición de descargas parciales se efectuará antes y después de los ensayos dieléctricos indicados en la norma IRAM 2354, siguiendo el procedimiento de medición de la norma IRAM 2203.

Los niveles admisibles de descarga parciales serán los indicados en la norma IRAM 2354.

- Ensayo de aislamiento de las tomas de medición.
- Ensayo de hermeticidad.

### 2.5.1.27 Montaje y Ensayos en emplazamiento

El montaje estará a cargo del Proveedor, comprenderá la instalación completa del transformador en la base correspondiente, la cual deberá poseer debajo del transformador una cuba de hormigón armado con capacidad de 1,2 veces la del volumen total de aceite del equipo, reja parallamas cubierta con piedra partida o piedra bola, paredes parallamas de acuerdo a exigencias de las normas de la NFPA, con posibilidad de conexionado de bomba de desagote, y el llenado del aceite del transformador tratado. Finalizado el montaje, se realizarán como mínimo en el emplazamiento definitivo los siguientes ensayos:

- Verificación de los circuitos y aparatos auxiliares.
- Verificación del buen funcionamiento y la regulación de los elementos de seguridad (Buchholz, Termostatos, Imagen térmica, etc.).
- Verificación del buen funcionamiento de los sistemas auxiliares (bombas, ventiladores) medición de potencias absorbidas y determinación de las características de funcionamiento.
- Verificación de la hermeticidad del sistema de aceite y la puesta a tierra.
- Ensayos químicos y dieléctricos del aceite aislante.

### 2.5.1.28 Alcance del suministro

El suministro incluye la provisión del transformador completo con todos los accesorios para su funcionamiento (Conmutador de tensión, Tanque de expansión, radiadores, elementos de protección, niveles de aceite, válvulas, cáncamos, ruedas, armario de ventilación, etc) incluyendo:

- Todos los aisladores pasatapas indicados en las planillas de datos técnicos garantizados (primario, secundario y neutros).
- Todos los transformadores de corriente que van dentro de los pasatapas y cuyas características se indican en las planillas correspondientes.
- 1 (un) transformador de corriente para el revelador de imagen térmica en la fase central (si fuera necesario).
- 1 (un) tubo con dos bridas para reemplazar el relevador Buchholz.
- Sendos juegos de lingas para izar la tapa, la cuba y los aisladores pasatapas (por cada partida).
- 1 (un) Terminal de puesta a tierra de la cuba tipo mordaza.
- El aceite aislante necesario para el llenado completo del transformador y sus accesorios para su correcto funcionamiento.
- Los equipos y el personal necesario para efectuar los ensayos requeridos.



- Los canales y accesorios necesarios para efectuar las conexiones de los circuitos del regulador de tensión, de protección y de medición al armario de ventilación, interconexión y auxiliares.
- Un (1) ejemplar del manual de montaje, puesta en servicio, operación y mantenimiento para cada tipo de transformador (en idioma castellano) y un juego de toda la documentación original en base informática. Un juego de las herramientas especiales si las hubiere.
- Las grapas, bulones y placas de fijación necesarias para el transporte y montaje.
- El embalaje adecuado para el transporte y almacenamiento.
- El transporte y descarga en el depósito del Comitente.

Nota: Será parte de la provisión cualquier otro accesorio o servicio que asegure el buen funcionamiento del transformador o sea necesario para cumplir con todo lo solicitado en la presente especificación.

### 2.5.1.29 Repuestos

Como parte del suministro de los transformadores el Proponente deberá incluir los siguientes repuestos:

- Un (1) aislador pasatapa de cada tipo de los que componen la provisión (primario, secundario y neutro)
- Un (1) relé Buchholz
- Un (1) relé de protección para conmutador

### 2.5.1.30 Pérdidas, Tolerancias y Penalidades.

- Tolerancia en las pérdidas.

Si los valores de las pérdidas individuales excedieren en más del 14 % los valores garantizados o si las pérdidas totales (pérdidas en vacío más pérdidas en cortocircuito), superan en más del 10 % los valores garantizados, el Comitente se reserva el derecho de rechazar la unidad.

### 2.5.1.31 Particularidades de los transformadores de potencia.

Para todos los Transformadores Principales la tensión de cortocircuito se seleccionará de modo que en ningún caso se sobrepase la corriente de cortocircuito de las respectivas subestaciones a las que se vincularán para la conexión de las unidades al SIN. Del mismo modo se seleccionarán las tensiones de cortocircuito de los transformadores de Grupo en su vinculación son las instalaciones existentes. La selección de las tensiones de cortocircuito de los transformadores de potencia se fundará en los estudios de cortocircuito que en cada caso debe realizar el Contratista como parte de sus prestaciones de ingeniería.

### 2.5.1.32 Condiciones de servicio.

- a) Forma de onda de la tensión: Se considerará que la forma de onda de la tensión provista por la red interna de 20 kV es senoidal, con un contenido de armónicas máximo de 1%, según IEC 76-1 en su cláusula 1.2.1, apartado C.
- b) Simetría de la tensión trifásica: Se considerará que la tensión trifásica de la red de alimentación es simétrica con un grado de asimetría máximo del 1%, según es considerado en la IEC 60076-1, cláusula 1.2.1, apartado D.

- c) Sistema de ventilación: Deberá formar parte del proyecto de las subestaciones, acorde con los lugares y las características de la ubicación de los transformadores dentro de las mismas.

### 2.5.1.33 Detalles de construcción.

Los transformadores de potencia responderán a las siguientes características técnicas constructivas:

- a) Las salidas de media tensión serán suministradas con terminales tipo ojal con sus correspondientes tornillos.
- b) Las salidas de baja tensión serán suministradas con terminales roscados y apretados con tornillos al perno tipo "banderín" o "zapata", con sus correspondientes tornillos para la fijación de planchuelas.
- c) Los aisladores responderán a la norma IRAM 2096.
- d) Los terminales de media y baja tensión deben ser de bronce y estar munidos de sus correspondientes tornillos de fijación de hierro galvanizado.
- e) La conexión interna del arrollamiento de baja tensión al perno pasante debe hacerse por medio de una pieza roscada y apretada a éste con tornillos, similar al terminal externo, y las planchuelas finales del arrollamiento atornilladas o prensadas entre mordazas a este perno, es decir, deben eliminarse las uniones con soldadura o las conexiones de perno pasante fijado a la planchuela con tuerca y contratuerca.

### 2.5.1.34 Características técnicas de los transformadores.

Los valores nominales estarán referidos a la toma o a las derivaciones principales.

Las corrientes y las tensiones son expresadas en valores eficaces (r.m.s.) a menos que se especifique lo contrario.

A continuación se indican los valores en cuanto al tipo de transformador y sus valores nominales.

#### a) Tipo de transformador

El transformador tendrá separados sus bobinados primario y secundario y será del tipo refrigerado en aceite ONAN

b) Estarán provistos de ruedas con capacidad de giro de 90°, para desplazamiento sobre perfiles fijados al piso.

#### c) Número de fases del sistema

La red en la cual va a ser utilizado es trifásica, por lo que se trata de una unidad trifásica.

#### d) Frecuencia nominal

La frecuencia nominal del sistema es de 50 Hz.

#### e) Lugar del emplazamiento

Los transformadores serán del tipo de uso exterior, a emplazar en las subestaciones rectificadoras de tracción.

Debido a que los transformadores operarán con un equipo rectificador de silicio, estará dimensionado de modo que permita las sobrecargas y las exigencias especificadas en la publicación 146-1-3 de marzo de 1991 de las normas IEC para la clase VI.

f) Potencia de cortocircuito

La potencia de cortocircuito de la red en el lugar de emplazamiento de los transformadores es de 350 MVA.

g) Medio de refrigeración

El tipo de refrigeración será en aire con circulación natural, "ON-AN"

h) Potencia nominal (Sn)

La potencia nominal es de 2200 kVA, según la definición de la IEC 60076 parte 1, punto 4.1 (rated power) considerando el tipo de refrigeración ON-AN para dicho valor de potencia nominal.

i) Tensión de vacío del primario y del secundario (Un1 y Un2)

Un1: 3 x 20 kV

Un2: 3 x 645 V

El transformador tendrá el primario conectado en triángulo, y el secundario en triángulo (Dd0) o estrella (Dy11) según lo solicitado por subestación.

j) Corrientes nominales

La corriente nominal se puede determinar por cálculo según la definición dada por la IEC 60076-1 punto 3.4.7.

Para la potencia nominal de 2200 kVA y la tensión secundaria de 0,645 kV, resultan:

Corriente del primario: 63,50 A.

Corriente del secundario: 1969 A.

k) Caídas de tensión

La caída de tensión está especificada según la IEC 60076-1 punto 3.7.2.

l) Pérdidas en vacío

Considerando la IEC 60076-1 en su punto 3.6.1., la pérdida en vacío es la potencia activa absorbida a frecuencia nominal y a la tensión nominal aplicada a una de los arrollamientos en tanto que el otro arrollamiento se encuentra a circuito abierto.

El Oferente deberá indicar en su planilla de datos garantizados el valor de las pérdidas en vacío.

Deberá respetar las tolerancias según la IEC 60076-1 punto 9.

m) Pérdidas en carga

Según la definición de la IEC 60076-1 en el punto 3.6.3, la pérdida en carga es la potencia activa a frecuencia nominal y a la temperatura de referencia a utilizar en los ensayos (95 K + 20 K), según la IEC 726(1982) punto 12 "General requirements for tests", estando asociada la pérdida de carga a un par de bobinados cuando la corriente nominal circula por uno de los arrollamientos y el otro arrollamiento se encuentra cortocircuitado.

El Oferente indicará su mejor valor garantizado de pérdida en carga, respetando las tolerancias según la norma IEC 60076-1 en su punto 9.

n) Pérdidas totales

Las pérdidas totales son la suma de las pérdidas en vacío y de las pérdidas en carga.

Dicha suma respetará las tolerancias según la IEC 60076-1 punto 9.

### ñ) Clase de servicio

Los transformadores suministrarán su potencia a un rectificador del tipo conexión N° 9 según la tabla 1 (conexiones y factores de cálculo) de la IEC 146-1-1 (1991).

La clase de servicio según la norma 146-1-1, es clase de servicio N° VI (heavy traction substation). Los valores de carga y sobrecarga referidos para el transformador a la corriente base, con  $\cos\phi = 0,95$ , son los que se detallan a continuación:

- Plena carga de la potencia nominal en forma continua.
- Sobrecarga 50% de la potencia nominal durante 2 horas.
- Sobrecarga 100% de la potencia nominal durante 5 minutos.
- Sobrecarga 200% de la potencia nominal durante 1 minuto.
- Sobrecarga 250% de la potencia nominal durante 30 segundos
- Sobrecarga 300% de la potencia nominal durante 10 segundos.

Dichos valores especificados son aplicables después de haber llegado el transformador a la temperatura equivalente de operación continua a corriente nominal.

Cada grupo transformador - rectificador, no deberá generar armónicas que excedan los límites establecidos por la normas de compatibilidad electromagnética (IEC 50121-1 y 2).

### o) Temperatura del sistema de aislación

Considerando una temperatura ambiente máxima de (+45°C) los límites de aumento de temperatura serán, según el punto 10.2 de la norma IEC 726 (1982), (sobretensión de 60°C en aceite y sobretensión de 65°C en los bobinados)

### p) Intercambiabilidad

Los transformadores deben ser intercambiables entre sí.

### q) Derivaciones en el arrollamiento primario. Tensiones máximas

El arrollamiento primario contará con siete (7) tomas. Una de ellas será la principal a la que se referirán los valores nominales.

Los puntos de conmutación se dispondrán en la parte central del arrollamiento de media tensión.

El rango de derivaciones sobre el arrollamiento primario será de  $\pm 2,5\%/\pm 5\%/\pm 7,5\%$ .

Se proveerá de un conmutador manual para operación sin carga a los efectos de realizar el cambio de tomas especificado.

La categoría de la variación del voltaje en cada derivación será a flujo constante y tensión variable (CFVV), según lo establecido en la norma IEC 60076-1, punto 5.2.

Las tensiones máximas serán:

Tensión máxima del primario:  $U_{m1} = 21,5 \text{ kV}$

Tensión máxima del secundario:  $U_{m2} = 0,693 \text{ kV}$

### r) Niveles de aislación nominales

De acuerdo a la norma IEC 60076-3 (1980), en su punto 1.2, se tendrán los siguientes valores:

Tensión nominal a soportar a frecuencia nominal de corta duración (1 minuto) del arrollamiento primario: 50 kV (r.m.s.).

Tensión nominal a soportar a frecuencia nominal de corta duración de los secundarios: 3 kV (r.m.s.).

Tensión nominal a soportar de impulso de rayo en el primario: 125 kV (valor pico), según tabla III de la IEC 60076-3

Los valores indicados corresponden a la tensión nominal del primario de 20 kV y potencia nominal.

#### s) Tipo de conexión y desplazamiento de fase

El arrollamiento primario se conectará en triángulo y el arrollamiento secundario será en triángulo o estrella según se ha indicado para cada subestación, dado que el grupo rectificador será de seis (6) pulsos.

El grupo de conexión corresponderá a la notación Dd0 ó Dy11.

#### t) Impedancia de cortocircuito

La impedancia de cortocircuito estará referida a la derivación principal del arrollamiento primario.

Considerando la definición de la norma IEC 60076-1 en su punto 3.7.1, la impedancia serie equivalente (z) será igual, en porcentaje, a:

$$z = 100 * Z / Z_{ref} = 6 - 7 \%;$$

donde:  $Z_{ref} = U^2 / Sr$

#### u) Nivel de sonido

El nivel de sonido máximo a 0,3 m será de 66 dB, según lo recomendado en la norma IEC 551 (1987).

#### v) Tolerancia de los valores garantizados

Se aplicará en forma completa a la totalidad de los ensayos y de acuerdo al rango en que se ubique cada transformador del presente suministro, lo enunciado por la norma IEC 60076-1 en su punto 9, Tolerancias, tabla 1.

#### w) Accesorios requeridos

Los transformadores estarán provistos de los accesorios listados a continuación:

- Equipos de control de temperatura para cada transformador:
- 4 cáncamos de transporte e izado.
- Placas soporte para la colocación de gatos.
- Soportes de aislación de vibración.
- Caja de borneras para los circuitos auxiliares.
- Terminal de puesta a tierra del núcleo.
- Ruedas de desplazamiento bidireccionales, con pestañas, giratorias a 90° de trocha 1,435 mm.
- Chapa de datos característicos.

- Embalaje acorde al viaje a realizar hasta el sitio de obra y considerando también las severas condiciones de manipuleo.

#### x) Tensión de servicios auxiliares

Los servicios auxiliares, para alarmas y protecciones tendrán una tensión de 110 V de corriente continua.

#### y) Datos a incluir en la chapa de datos característicos

Cada transformador estará provisto de una chapa identificatoria de material a prueba de intemperie. Los datos listados a continuación serán grabados o estampados tal que, durante la vida útil del transformador, no se deterioren.

- Tipo de transformador.
- Número y año de la norma aplicada.
- Nombre del fabricante.
- Número de serie del fabricante.
- Año de fabricación.
- Clase de aislación y aumento de temperatura máximo admisible de cada bobinado.
- Número de fases.
- Potencia nominal.
- Frecuencia nominal.
- Tensión nominal, incluyendo tensiones de las derivaciones.
- Corrientes nominales.
- Símbolo de conexión.
- Impedancia de cortocircuito en porcentaje.
- Tipo de refrigeración.
- Masa total.
- Niveles de aislación.
- Tipo de servicio.

#### 2.5.1.35 Ensayos.

Los ensayos se realizarán en los laboratorios de ensayo del Oferente. El Contratista deberá contar con todo el equipamiento e instrumentos en el momento de la recepción del transformador en fábrica.

Los ensayos dieléctricos serán realizados según las cláusulas mencionadas a continuación, a temperatura ambiente.

Durante los ensayos el bobinado primario estará conectado con su toma principal.

Los ensayos serán realizados para sus valores nominales.

La temperatura de referencia para los ensayos de pérdidas de carga, impedancia de cortocircuito y todo aquél donde fuera necesario, serán referidos a 105°K (85°K máximo

incremento de temperatura + 20 °K y. Los sistemas de medición utilizados en los ensayos estarán sujetos básicamente a la recomendación del punto 4.11 de la norma ISO 9001.

### a) Ensayos de rutina

La totalidad de la provisión será sometida a los siguientes ensayos en presencia de los representantes asignados por el Comitente.

#### 1 - Medición de la resistencia de los arrollamientos.

De acuerdo a lo establecido en la norma IEC solicitada

#### 2 - Medición de relación de tensión y desplazamiento de fase.

De acuerdo a lo establecido en el punto 10.3 de la norma IEC 60076-1 .

#### 3 - Medición de impedancia de cortocircuito y pérdidas de carga.

De acuerdo a lo establecido en el punto 10.4 de la norma IEC 60076-1 .

#### 4 - Medición de las pérdidas de vacío y de las corrientes de vacío.

De acuerdo a lo establecido en el punto 10.5 de la norma IEC 60076-1 .

#### 5 - Ensayo de tensión soportada a frecuencia nominal a fuentes separadas.

De acuerdo a lo establecido en la norma IEC 60076-3, punto 10 "Separate – source voltage withstand test".

#### 6 - Ensayo sobre tensión inducida soportada.

De acuerdo a lo establecido en la norma IEC 60076-3, punto 11.3 "Induced phase to earth overvoltage withstand test for transformers with non-uniformly insulated high voltage windings:  $U_m \leq 300 \text{ kV}$ ".

### b) Ensayos de tipo

Se deberán presentar los protocolos de los siguientes ensayos de tipo:

#### 1 - Ensayo de incremento de temperatura (calentamiento).

De acuerdo a lo establecido en la norma IEC 60076-2 punto 5, "Test of temperature rise", indicando el oferente qué método de ensayo propone de la referida norma para los valores de corriente de 1 p.u.; 1,5 p.u. y 3 p.u. con sus correspondientes tiempos, tal que verifiquen los valores del incremento de temperatura para la clase de aislación utilizada.

Debido a que los transformadores tienen un ciclo de carga particular se deberán seguir los lineamientos que indica la IEC 60076-2 punto 4.4 y su anexo B, cláusula B.4, realizando la medición del máximo incremento de temperatura permitido por medio de la medición de la resistencia del bobinado al término del ensayo.

En su propuesta técnica el Oferente indicará en su totalidad los pasos del mencionado ensayo. Se permiten propuestas de medición directa de temperatura (hot spot) cuando su experiencia de fabricación así lo indique.



Durante los ensayos de sobrecargas, por el tipo de servicio especificado, se tomarán los recaudos para asegurar que no se produzcan daños al transformador, utilizando por ejemplo para ello cámaras infrarrojas, según lo sugiere la IEC 60076-2 en su anexo B.4.

La utilización de modelos matemáticos según la norma IEC 905 estará sujeta a la aprobación de los representantes del Comitente.

### 2 - Ensayo de impulso de rayo.

De acuerdo a lo establecido en la norma IEC 60076-3 en su punto 12 "Lightning impulse test", en forma completa y, el equipamiento a utilizar y forma de conexión del mismo, según IEC 60, "High voltage test técnicas".

### c) Ensayos especiales

#### 1 - Medición de descargas parciales.

Se realizará sobre todas las unidades de la provisión.

Los ensayos de medición de descargas parciales se realizarán según lo establecido en las normas IEC 726 punto 20, IEC 270 y el anexo A de la norma IEC 60076-3.

#### 2 - Medición del nivel sonoro.

Se realizará sobre una de las unidades de la provisión.

El ensayo se realizará de acuerdo a lo establecido en la publicación de la norma IEC551, "Measurement of transformers and reactors sound levels".

La distancia de medición será de 0,3 metros a menos que, por razones de seguridad, se elija 1 metro.

#### 2.5.1.36 Información a entregar con la oferta (como mínimo).

El Oferente deberá entregar toda la documentación técnica que permita definir el diseño de detalle, los métodos de fabricación, los ensayos, describir la técnica para efectuar un correcto y seguro transporte, operar y realizar el mantenimiento del transformador.

A continuación se indica la documentación requerida:

Planilla de datos garantizados.

Esquema de protección para material ferroso (cincado, pintura, etc.).

Croquis con dimensiones aproximadas.

Curvas de rendimiento.

Listado de desviaciones con respecto a la presente especificación técnica.

Información sobre los equipos, requerida en esta especificación técnica.

Folleto y descripciones del equipamiento.

Dimensiones y pesos de los transformadores.

Dimensiones y pesos del embalaje del transformador, para transporte marítimo, especificando las características del embalaje.

Listado de repuestos recomendados para dos años de funcionamiento.

Diagrama tipo Gantt de la provisión.

Se deberá tener en cuenta al formular la propuesta que con la ingeniería de proyecto deberá entregarse una memoria de cálculo tentativa de la corriente de inserción y de la constante de tiempo asociada. De acuerdo a la Norma IEC 60076-5, también deberá entregarse una memoria de cálculo donde se verifique la capacidad de los bobinados del equipo para resistir los efectos térmicos solicitados ante un cortocircuito.

El Oferente deberá tener en cuenta en su oferta que, de resultar adjudicatario, la totalidad de la información deberá ser entregada en idioma castellano.

El Comitente se reserva el derecho de solicitar toda otra información que considere necesaria para el análisis técnico de la oferta.

El uso del término "similar" en la información técnica estará prohibido por lo que la información técnica deberá referirse al transformador ofrecido.

### 2.5.1.37 Consumo de operación

Con respecto a los gastos en kWh de operación de los equipos (pérdidas), el Oferente informará y garantizará la siguiente curva de cargas:

5 horas diarias con una carga del 30% de un equipo.

2 horas diarias con una carga del 40% de un equipo.

9 horas diarias con una carga del 55% de un equipo.

4 horas diarias con una carga del 65% de un equipo.

4 horas diarias con una carga del 85% de un equipo.

## 2.5.2 Rectificadores.

### 2.5.2.1 Generalidades.

El rectificador estará dimensionado de manera que pueda proporcionar a su salida una tensión nominal de 815 V cc a plena carga y 870 Vcc máxima en vacío, en un todo de acuerdo con lo especificado por la norma IEC en la publicación 146 para la clase VI en tracción pesada.

### 2.5.2.2 Características técnicas de los Rectificadores.

#### a) Sobrecargas

Al respecto, los equipos deberán cumplir con la norma IEC para la clase VI, publicación 146.

Deberá satisfacer las siguientes sobrecargas, previo un estado de funcionamiento mínimo de 3 horas a plena carga, sin intervalos y a la tensión nominal de 815 Vcc:

- Sobrecarga 50% de la potencia nominal durante 2 horas.
- Sobrecarga 100% de la potencia nominal durante 5 minutos.
- Sobrecarga 200% de la potencia nominal durante 1 minuto.

- Sobrecarga 250% de la potencia nominal durante 30 segundos
- Sobrecarga 300% de la potencia nominal durante 10 segundos.

Dichas condiciones serán cumplidas en un todo de acuerdo con la temperatura y ensayos citados en dicha norma, sin que se produzcan perjuicios de ningún tipo.

### b) Rendimiento cíclico

El rendimiento cíclico del banco rectificador para un período de 24 horas deberá ser superior al 97%.

Este rendimiento se determinará en base al siguiente estudio de cargas:

- 5 horas con una carga del 30%.
- 2 horas con una carga del 40%.
- 9 horas con una carga del 55%.
- 4 horas con una carga del 65%.
- 4 horas con una carga del 85%.

### c) Tensión y caída de tensión

El rectificador deberá entregar a las barras de distribución de corriente continua las siguientes tensiones:

- En vacío: máxima 870 Vcc.
- Con 100% de carga nominal: 815 Vcc.
- Con 400% de carga nominal: no menor de 560 Vcc.

#### 2.5.2.3 Protecciones.

Cada unidad rectificadora estará protegida contra sobrecargas y cortocircuitos y sobretensiones internas y externas, dichas protecciones tendrán una alarma óptica y actuarán sobre los correspondientes interruptores de media tensión y corriente continua.

Las protecciones serán de tipo secundario, es decir indirectas, que actuarán sobre el interruptor de MT de 20 kV y el seccionador motorizado de corriente continua.

En caso de existir un problema de un diodo perteneciente a cualquier rama del puente, el equipo deberá entregar la correspondiente señal al panel de control. Si ocurre la falla en un segundo diodo paralelo al anterior, el rectificador deberá ser sacado automáticamente de servicio, actuando la alarma correspondiente.

Todas las alarmas deberán ser tele-señalizadas.

Como mínimo deberán proveerse las siguientes protecciones (alarma óptica y desconexión) de:

- a) Protección contra sobre corrientes y corrientes de cortocircuito en corriente continua de modo que no resulten dañados los diodos ante una falla. Se deberá coordinar dicho sistema de protección con los interruptores de corriente continua.
- b) Deberá efectuarse la coordinación de la protección para el caso de un cortocircuito interno en el armario rectificador, valiéndose la misma especificación que en el punto anterior.

En el caso de usar fusibles limitadores de alta velocidad especialmente diseñados para los diodos de silicio, éstos serán montados próximos a los semiconductores de modo que para el

caso de falla, mediante una inspección visual a través de las puertas del gabinete rectificador, sea posible individualizar rápidamente el diodo en falla.

c) Deberá proveerse una protección contra sobretensiones originadas en la red de corriente continua o debidas a la apertura de los interruptores, de modo de asegurar las máximas garantías de normal funcionamiento, en este caso, sin interrumpir el servicio.

Deberá proveerse protección de arco interno de modo de asegurar que un cortocircuito interno saque la instalación de servicio para evitar daños importantes.

d) El grupo rectificador deberá estar adecuadamente protegido contra sobre corrientes provenientes de cualquier cortocircuito u otra anomalía que se produzca en la red de alimentación de corriente alterna, de modo de no alterar el funcionamiento del mismo ni interrumpir el servicio.

e) Estructura contra tierra.

El sistema tendrá su gabinete aislado de tierra de manera que pueda ser detectada una falla a tierra a través de un relé protector de tierra (64).

f) Elevación del potencial en estructura del gabinete del grupo rectificador.

Además, el gabinete citado se protegerá contra elevaciones de potencial mediante un relé de sobretensión (59).

g) Sobre temperatura (temperatura máxima admisible para los diodos).

Temperatura máxima 160°C.

Se deberá suministrar datos garantizados de las mismas.

El riple será menor del 2%.

El tiempo de tolerancia de un cortocircuito sobre el lado de corriente continua será de 400 milisegundos.

#### 2.5.2.4 Equipo rectificador.

Los elementos del equipo rectificador propiamente dicho serán del tipo semiconductores de silicio, de características tales que se ajusten a las exigencias especificadas en el pliego, que cumplan con la seguridad y la economía de un equipo para tracción ferroviaria caracterizado por fuertes y continuas variaciones de carga.

#### 2.5.2.5 Diodos de silicio.

La tensión de pico inverso no será menor a 2200 V, será determinada por el oferente, quien deberá tener en cuenta las siguientes pautas.

La tensión nominal primaria de 20 kV podrá tener variaciones de +/- 10%. En estas condiciones, el selector de tensión del transformador del rectificador podrá encontrarse en la posición para la que se tendrá la tensión de servicio más elevada en su secundario.

La determinación de la tensión de pico inverso del diodo deberá ser debidamente justificada por el proponente en su oferta.

Se dará preferencia a diodos de gran capacidad de corriente, tipo de avalancha controlada, no admitiéndose diodos en serie en las ramas del puente rectificador.

### 2.5.2.6 Reserva interna.

En caso de existir un problema en un diodo perteneciente a cualquier rama del equipo, este deberá ser capaz de funcionar de manera tal de entregar la potencia máxima, tolerar las sobrecargas especificadas y soportar un cortocircuito máximo por un tiempo suficientemente largo para permitir que los dispositivos protectores operen y aislen las fallas.

### 2.5.2.7 Ventilación.

La ventilación será del tipo natural, debiendo el equipo entregar con esta ventilación tanto las cargas normales como las sobrecargas. La temperatura ambiente de los recintos donde estarán ubicados los rectificadores será como máximo de 45°C.

### 2.5.2.8 Tipo de rectificador.

El grupo rectificador será del tipo puente trifásico de onda completa (Graetz).

### 2.5.2.9 Gabinete.

El conjunto de diodos, como así también los elementos de señalización, protecciones (fusibles, relés, descargadores, etc.), estará ubicado en el interior de un gabinete metálico.

Dicho gabinete estará protegido para una tensión de 3000 V de corriente continua.

Será apto para instalación interior, estará formado por una estructura de perfiles de acero y paneles de chapa de hierro de 2,50 mm de espesor como mínimo, reforzada donde sea necesario.

El gabinete estará cerrado en sus cuatro laterales, se exceptúa el piso y el techo, con acceso por la parte anterior y posterior mediante puertas y paneles abisagrados a fin de facilitar la intervención interna; el cierre de las mismas será por cerradura con llave de paletón doble y manija a falleba.

Los paneles y perfiles así como los demás componentes ferrosos del gabinete recibirán el tratamiento de protección y pintado.

El interior del gabinete se divide en dos compartimientos, a saber:

#### a) Compartimiento de potencia

En este recinto se montarán las barras ómnibus de corriente alterna y corriente continua sobre aisladores tipo resina epoxi, los diodos de silicio, los fusibles, las resistencias, los condensadores y demás equipamientos.

El acceso a los elementos deberá ser fácil y el reemplazo de cualquier componente, en caso de necesidad, no debe requerir herramientas especiales ni el desarme de otros componentes.

#### b) Compartimiento de control y medición

El mismo será independiente al compartimiento del punto a), y separados entre sí por paneles de chapa de modo de facilitar los trabajos sin riesgos en este panel.

En el mismo se montarán los circuitos de control, de señalización y alarma y de medición.

En el frente de este panel se instalará el instrumental.

La ventilación del gabinete será natural y se efectuará desde abajo, por tal razón el piso y el techo serán proyectados de tal forma de evacuar el aire caliente.

La ruta de los cables de potencia, como los de control, señalización y medición estarán protegidos por canales aislantes individuales.

Todos los componentes del equipo rectificador deberán estar identificados convenientemente a los efectos de su individualización.

Las puertas deberán poseer enclavamiento eléctrico y mecánico, los cuales no permitirán la apertura de las mismas estando el equipo bajo tensión, es decir que solamente se permitirá la apertura estando abiertos los interruptores de MT y el seccionador correspondiente.

#### 2.5.2.10 Operación en paralelo

Los transformadores solicitados con sus correspondientes rectificadores, deberán trabajar en paralelo con el grupo existente en las subestaciones (máximo dos grupos transformador-rectificador) como condición normal de funcionamiento. El Oferente deberá indicar las previsiones que tomará para dar cumplimiento al requisito indicado.

#### 2.5.2.11 Señalización.

Todas las señales de funcionamiento y de fallas se indicarán mediante elementos luminosos con sus correspondientes carteles de indicación en el frente del gabinete; además las mismas se enviarán al gabinete de telemando.

Las señales luminosas serán fijas para el funcionamiento normal, titilantes para las fallas y se dispondrá de un circuito de prueba de lámparas.

#### 2.5.2.12 Enclavamientos y operaciones.

Ante cualquier funcionamiento de las protecciones, éstas deberán abrir el interruptor.

Si se produce un funcionamiento de las protecciones por sobrecarga (tiempo dependiente) se deberá poner el equipo en servicio nuevamente sin necesidad alguna de reposición (local o tele comandada); ante cualquier otra perturbación no podrá operarse hasta reponer en forma manual la subestación, los relés o el sistema (relés auxiliares, etc.).

Esta situación será para la actuación de las protecciones por fallas que pongan en peligro la vida útil del equipo.

En cuanto al enclavamiento del interruptor de media tensión y el seccionador del rectificador, éste debe ser el siguiente: a) ante cualquier apertura del interruptor de MT debe abrir el seccionador del rectificador (por maniobra local o lejana); b) Si el interruptor de MT está cerrado, no podrán accionarse en apertura o cierre los seccionadores del rectificador. En el caso de interruptor de MT en posición de prueba, no debe cerrar el seccionador del rectificador; c) si el seccionador del negativo está abierto, no podrá cerrarse el seccionador del rectificador.

La propuesta deberá considerar un adecuado sistema de enclavamientos entre los accionamientos de los interruptores de MT, seccionadores del rectificador, interruptor extrarrápido y sus seccionadores asociados.

#### 2.5.2.13 Equipo de medición.

Los elementos de medición mínimos que contendrá cada rectificador serán los siguientes:

- 1 amperímetro de bobina móvil cc, medición consumo del equipo rectificador, alcance 0 - 8000 A, con transductor o shunt. Dimensiones mínimas 96 x96 mm.

- 1 voltímetro bobina móvil, medición tensión cc de salida del rectificador, alcance 0 - 1000 V. Dimensiones mínimas 96 x 96 mm.

### 2.5.2.14 Ensayos.

Para su recepción, los equipos serán sometidos a los ensayos determinados en la norma IEC 146 - 1991, debiendo cumplir las prescripciones de dicha norma para la clase VI, servicio pesado de tracción.

Los sistemas de medición utilizados en los ensayos estarán sujetos básicamente a la recomendación del punto 4.11 de la norma ISO 9001.

### 2.5.2.15 Documentación a entregar con la oferta.

El Oferente deberá entregar toda la documentación técnica que permita definir el diseño de detalle, los métodos de fabricación, los ensayos, describir la técnica para efectuar el correcto y seguro transporte, operar y realizar el mantenimiento del rectificador.

Como mínimo, deberá presentar con la oferta la siguiente documentación:

- Planilla de datos garantizados.
- Croquis de dimensiones aproximadas.
- Curvas de rendimiento.
- Listado de desviaciones con respecto a la presente especificación técnica.
- Información sobre los equipos requerida en esta especificación técnica.
- Folletos y descripciones del equipamiento.
- Dimensiones y pesos del rectificador.
- Dimensiones y pesos del embalaje del rectificador, para transporte marítimo, especificando las características especiales del embalaje.
- Listado de repuestos recomendados para dos años de funcionamiento.
- Diagrama tipo Gantt de la provisión.

El Oferente deberá tener en cuenta en su oferta que, de resultar adjudicatario, la totalidad de la información deberá ser entregada en idioma castellano.

ADIF se reserva el derecho de solicitar toda otra información que considere necesaria para el análisis de la oferta.

Se deberá tener en cuenta al formular la propuesta que, con la ingeniería de proyecto, deberá entregarse una memoria de cálculo del grupo transformador-rectificador donde se verifique la capacidad de las prestaciones requeridas para el mismo en condiciones de operación normal, sobrecargas y fallas.

El uso del término "similar" en la información técnica está prohibido, por lo que la información técnica deberá referirse al rectificador ofrecido.



### 2.5.3 Banco de tracción eléctrica.

#### 2.5.3.1 Generalidades.

Los tableros de tracción eléctrica estarán constituidos por un conjunto de celdas, conteniendo un seccionador de positivo motorizado por cada grupo rectificador y los interruptores unipolares de sección de alta velocidad de apertura. El seccionador será utilizado para la conexión entre el positivo del grupo rectificador y el tablero de tracción y los interruptores se utilizarán para alimentar las secciones de vía a través uno o dos cables en paralelo, los cuales serán conectados a la actual red de tracción eléctrica (3er riel). Queda establecido que el tipo de ventilación de los interruptores deberá ser natural (no forzada).

Las subestaciones rectificadoras cuyos bancos de tracción eléctrica serán reemplazados, serán las siguientes:

- a) Caballito: siete (7) celdas de alimentación de sección del 3º riel equipados con interruptores unipolares extrarrápidos en aire y seccionadores de derivación, más dos (2) celdas de positivo con seccionadores motorizados y dos (2) de negativo con seccionadores manuales.
- b) Flores: cuatro (4) celdas de alimentación de sección del 3º riel equipados con interruptores unipolares extrarrápidos en aire y seccionadores de derivación, más dos (2) celdas de positivo con seccionadores motorizados y dos (2) de negativo con seccionadores manuales.
- c) Ramos Mejía: ocho (8) celdas de alimentación de sección del 3º riel equipados con interruptores unipolares extrarrápidos en aire y seccionadores de derivación, más dos (2) celdas de positivo con seccionadores motorizados y dos (2) de negativo con seccionadores manuales.
- d) Haedo: siete (7) celdas de alimentación de sección del 3º riel equipados con interruptores unipolares extrarrápidos en aire y seccionadores de derivación, más dos (2) celdas de positivo con seccionadores motorizados y dos (2) de negativo con seccionadores manuales.
- e) Merlo: cuatro (4) celdas de alimentación de sección del 3º riel equipados con interruptores unipolares extrarrápidos en aire y seccionadores de derivación, más dos (2) celdas de positivo con seccionadores motorizados y dos (2) de negativo con seccionadores manuales.
- f) Paso del Rey: cuatro (4) celdas de alimentación de sección del 3º riel equipados con interruptores unipolares extrarrápidos en aire y seccionadores de derivación, más dos (2) celdas de positivo con seccionadores motorizados y dos (2) de negativo con seccionadores manuales.

Las celdas tendrán puerta frontal (o interruptor con escudo protector) y estarán cerradas por los cuatro lados, tendrán techo y piso; el blindaje se ejecutará en chapa de acero doble decapada, doblada, convenientemente reforzada, de forma tal de obtener una estructura resistente. La operación, la inserción y la extracción del interruptor a barras deberán ejecutarse con la puerta cerrada (salvo cuando el interruptor tenga escudo de protección).

La parte de mando (armario de baja tensión) de la instalación de distribución estará separada de la parte de potencia por medio de compartimientos blindados.

La instalación de distribución de corriente continua para tracción será del tipo blindado con chapa de acero y sometida a un ensayo de calidad conforme a las "Normas de ensayo y

verificación”, apropiadas para una sala de control. Será de construcción seccionada en elementos, con compartimientos blindados para alojar la barra ómnibus.

Las puertas y los paneles abisagrados deben ser unidos a la estructura por medio de trenza de cobre de 35 mm<sup>2</sup> como mínimo. Los chicotes de conexión tendrán secciones no menores que las previstas en las normas, y se utilizará grapería adecuada tipo a morseto de bronce.

La barra principal estará dimensionada para una intensidad nominal de 10.000 A, será soportada sobre aisladores o portabarras sujetos a la estructura metálica de las celdas. La derivación a cada interruptor de sección estará dimensionada para 4000 A de servicio continuo. Con la ingeniería de detalle se suministrará la memoria de cálculo correspondiente.

La barra principal, las derivaciones para la conexión principal de los interruptores unipolares (tulipas tipo hembra) y la entrada de los cables alimentadores provenientes del sector de vía, se encontrarán ubicados en la parte posterior y protegidos por paneles metálicos; mientras que las borneras de mando, los enchufes de señalización y mando para permitir la extracción del interruptor y los conductos de cables de baja tensión (110 Vcc, señalización, etc.) serán accesibles desde el frente.

Las aberturas de ventilación estarán cubiertas con una malla metálica fina que impida la entrada al interior del tablero de cuerpos extraños. Dado que las celdas tendrán techo, se deberá prever la colocación de chimeneas u otros sistemas que permitan la salida sin consecuencias de los gases que se produzcan en caso de apertura normal o por falla de los interruptores.

La ubicación de los elementos en el tablero será tal que permitirá trabajar sobre cada uno de ellos con absoluta comodidad y posibilitará la fácil identificación de cada componente, incluso el número de sección a que pertenece.

En todos los casos, los elementos de mando y señalización estarán relacionados entre sí en el frente del tablero por un diagrama mímico de relieve, realizado con fleje metálico y cuyo ancho estará acorde con el tamaño de los predispositores, que representa el esquema unifilar de la subestación.

Las lámparas que se utilicen en predispositores, señaladores a cruz, indicadores luminosos, etc., serán de fabricación estándar de industria argentina.

En el frente y en la parte posterior de cada celda será fijada una placa grabada que indique la denominación y función de la misma.

El conjunto metálico mencionado, previo al comienzo del armado, será sometido a un proceso de limpieza y pintura, de acuerdo a lo que se especifica en la planilla de “Tratamiento de chapa y pintado de las celdas y tableros”, u otro equivalente, previamente aprobado.

Serán de aplicación las normas EN 50123-6, IEC 60439 e IEC 60068.

Estos bancos de tracción eléctrica, que estarán aislados de tierra, contendrán una protección de pérdida a tierra; dicha protección, en caso de funcionamiento deberá abrir todos los interruptores y el correspondiente interruptor de media tensión.

Todas las piezas hechas de hierro serán tratadas de acuerdo con lo especificado en el Apartado “Tratamiento de partes metálicas ferrosas”.

Cada una de las secciones (o tableros) así como los equipos de mando y señalización llevarán rótulos con datos de identificación.

Las llaves de maniobra se dispondrán a un nivel apropiado en un esquema sinóptico para facilitar el manejo.

En el frente de las celdas se dispondrán los elementos de señalización para la indicación de la apertura y el cierre del interruptor y los elementos de comando restantes.

La interconexión de los cables alimentadores con el borne de entrada al interruptor se efectuará a través del transformador correspondiente a la protección di/dt.

En el frente se montarán: el amperímetro de escala 0-8000 A alimentado por el transductor, el conmutador abierto-cerrado y local-remoto, el cierre manual a palanca, el pulsador de cierre manual, el enclavamiento mecánico y la caja de prueba de línea.

Existirá una barra general de tierra de protección, que será de cobre de 99,9% de pureza, de sección adecuada y no inferior a 200 mm<sup>2</sup>. A esta barra se conectarán en forma individual todas las partes metálicas de las estructuras y aparatos, y el relé de medición de potencial de negativo, que cuando sobrepase el nivel indicado por la Norma IEC 60128, procederá a la apertura del banco.

Todas las estructuras metálicas de las celdas estarán conectadas a esa barra general de protección: los zócalos metálicos de los aparatos y los aisladores, los perfiles de paredes y puertas, los cuerpos de los aparatos, las vainas metálicas de los cables, etc.

El Oferente deberá considerar que en corriente continua recibirá señales de 4 - 20 mA de los transductores de corriente de aislación adecuada.

Los interruptores se comandarán por medio de predispositores de mando y confirmación luminosa de tres posiciones, "Cierre - Cero - Apertura", situados en el mímico del frente del tablero, además deberá tener la posibilidad de incluir o excluir las protecciones de corriente constante y di/dt tanto desde el comando local como desde el telecomando.

El comando a distancia se realizará del mismo modo. En este caso se instalará además un selector "Remoto - Distancia", y el comando local sólo se habilitará con el interruptor en la posición de prueba.

### 2.5.3.2 Enclavamientos y operaciones

El enclavamiento entre el interruptor de M.T. y cada seccionador de grupo será el siguiente:

a) El seccionador de grupo no podrá cerrarse ni abrirse si está cerrado el interruptor de MT. En el caso del interruptor de MT en posición de prueba, no debe cerrar ninguno de los seccionadores de grupo.

b) Si el seccionador del negativo está abierto, no podrá cerrarse ninguno del seccionador de grupo.

### 2.5.3.3 Instrumentos de medición

Se deberán prever como mínimo los siguientes instrumentos.

Celdas de negativo:

Voltímetros 0-1000 V.

Medidor de energía.

Shunt para mediciones.

Celdas de grupo:

Amperímetros 0-10000 A.

Voltímetros 0-1000 V.

Celdas de sección:

Amperímetros 0-10000 A.

### 2.5.3.4 Características eléctricas

#### 1. Cableado auxiliar:

El cableado de los circuitos de comando, control, mediciones, etc., se ejecutará con conductores unipolares de cobre flexible, aislados en PVC antillama, fabricados de acuerdo a norma IRAM 2183, de 2,5 mm<sup>2</sup>, para los circuitos auxiliares de mando y de medición de tensión, y de 4 mm<sup>2</sup> para los circuitos de medición de corriente; en ambos extremos llevarán un número identificatorio.

Para los circuitos auxiliares se adoptará un código de colores y anillos codificadores para la identificación de ambos extremos de los cables. Los colores deberán estar reflejados en todos los planos. Los circuitos auxiliares de mando estarán alimentados independientemente en cada sección a través de interruptores termomagnéticos. Se instalará en cada entrada a la celda un dispositivo de protección para cada tensión auxiliar.

Los conductores serán cableados dentro de conductos de material aislante auto extingible (cable canales), y estarán codificados por colores según su función.

No estarán permitidos los empalmes de los conductores, excepción hecha de los terminales de los equipos y/o las borneras.

Las conexiones a los equipos montados en partes móviles tales como puertas, paneles, etc., serán con cable extra flexible de un solo conductor formado por hilos de cobre trenzados.

El cableado deberá realizarse en fábrica hasta las borneras terminales y conectores.

Ningún tipo de cableado deberá dejarse pendiente para ser terminado en obra.

Todas las señales de maniobra, medición y señalización correspondientes a la totalidad de los interruptores unipolares se conectarán a las borneras de interconexión. Las borneras se ubicarán en la parte frontal de las celdas (con acceso con puerta).

Las borneras serán componibles en poliamida o melamina, para una tensión de aislación de 2000 V. Todas las borneras deberán ser convenientemente individualizadas.. Se utilizaran separadores entre bornera y bornera para identificar las señales del mismo tipo o función.

Las borneras tendrán un 10% de reserva, estarán situadas de forma accesible y con suficiente espacio para facilitar su inspección y mantenimiento.

Contarán con suficiente número de bornes de prueba para permitir la medición y el chequeo del instrumental y las protecciones sin retirar los mismos de servicio.

No se admitirá la conexión de más de un conductor por borne. Los tableros dispondrán de las guirnaldas con borneras para las siguientes tensiones auxiliares:

a) 3 x 380/220 V - 50 Hz para resistencias de calefacción de los tableros y de los circuitos de iluminación interior de los compartimientos.

b) La tensión para comando, control y señalización será de 110 Vcc. Provenirá del banco de baterías, a través del Tablero de Servicios Auxiliares de corriente continua.

### 2. Alarmas:

Las celdas contarán con un sistema de alarmas para señalar los eventos anormales de funcionamiento.

Todos los circuitos de alarma deberán ser cableados hasta una bornera común que se instalará en el tablero.

Las señales de alarmas y posición de interruptores provendrán a través de contactos normalmente abiertos cableados a la bornera frontera que se dispondrá en el mismo tablero.

### 3. Iluminación interior:

Los compartimientos del tablero se iluminarán interiormente mediante lámparas de bajo consumo, alimentadas en 220 Vca.

El encendido se producirá por comando de pulsadores accionados automáticamente al producirse la apertura de las puertas.

### 4. Accesorios para Tableros:

El fabricante suministrará, junto con los tableros, un conjunto de accesorios tales como: dispositivos necesarios para el montaje, mantenimiento y servicio de los mismos, manijas y palancas de desplazamiento de interruptores, etc.

### 5. Inspección y ensayos

Los ensayos se realizarán en los laboratorios de ensayos del Proveedor, para lo cual en la oferta se deberá incluir un listado del principal equipamiento e instrumentos con los que cuente el mismo. En ocasión de efectuar los ensayos el Contratista deberá disponer de todos los elementos e instrumental necesarios para efectuarlos.

El tablero estará sujeto a inspección durante su fabricación y antes de la entrega final.

El Proveedor deberá suministrar a la Inspección de Obra toda la información que ésta le solicite en relación con el suministro.

La inspección de los tableros no exime en absoluto al fabricante de su responsabilidad por la perfecta construcción del tablero.

Los ensayos serán realizados de acuerdo con las recomendaciones IEC, publicaciones N° 298 y 56-4 y la norma IRAM 2200.

### 6. Información a entregar con la oferta

La información mínima a suministrar por el fabricante del tablero, debe comprender:

- Planos de disposición general con medidas y pesos.
- Lista de marcas del equipamiento principal.
- Diagramas unifilares.
- Memoria descriptiva y folletos.

- Diagrama de Gantt de la provisión.

Asimismo entregará un listado de repuestos recomendados para dos (2) años de funcionamiento.

El Oferente deberá tener en cuenta en su oferta que, de resultar adjudicatario, la totalidad de la información deberá ser entregada en idioma castellano.

ADIF se reserva el derecho de solicitar toda otra información que considere necesaria para el análisis técnico de la oferta.

El uso del término "similar" en la información técnica está prohibido, por lo que la misma deberá referirse a las celdas ofrecidas.

### 2.5.3.5 Interruptores de corriente continua.

#### 2.5.3.5.1 LINEAMIENTOS GENERALES.

Los interruptores a instalarse en las celdas de alimentación de la línea (al 3º riel), serán del tipo bidireccional extrarrápido en aire y extraíbles, siendo todas las unidades de idénticas características y perfectamente intercambiables entre sí. La condición de bidireccionalidad permite la implementación de trenes con frenado regenerativo.

No se admitirán interruptores con forzadores de aire, que actúen sobre sus contactos principales.

El equipo será de tipo estacionario, por lo que no serán de aplicación las prescripciones de la norma IEC 60077, correspondientes a shock y vibraciones mecánicas originadas por el uso de vehículos de tracción.

La operación, el intercambio de unidades y el mantenimiento se deberán efectuar sin uso de carro de izaje o grúas y sin tener que emplear accesorios pesados.

Los interruptores no deberán dar lugar, durante su apertura, a valores de sobretensión que resulten inadmisibles para el equipo rectificador. Por lo tanto, se deberá ajustar y coordinar el funcionamiento del interruptor de acuerdo con el equipo rectificador propuesto.

Durante la extracción o inserción, las partes accesibles al operador deberán estar permanentemente a tierra.

Además, el sistema contará con un enclavamiento eléctrico para el caso en que se quiera efectuar una inserción o extracción incorrecta del interruptor.

El interruptor poseerá comando desde la propia celda, desde el tablero local centralizado en cada Subestación y a distancia por telemando.

Además, tendrá un comando de enganche manual a manivela o similar y un sistema de apertura mecánica.

La bobina de retención será de tensión nominal 110 V de corriente continua.

El interruptor extrarrápido extraíble estará montado sobre un carro con ruedas convenientemente guiadas, de modo que mediante desplazamiento horizontal sobre rieles pueda ser colocado en tres posiciones diferentes con el esfuerzo normal de un operario.

a) Posición insertado (introducido): los circuitos auxiliares y de potencia están conectados; al maniobrar el interruptor se cerrará o abrirá el circuito principal.



b) Posición seccionado (prueba): en esta posición se podrá maniobrar el interruptor pero sin abrir o cerrar el circuito principal que esté seccionado.

Esta posición sirve para controlar el funcionamiento del interruptor y para la revisión y el mantenimiento de los circuitos auxiliares.

c) Posición extraída: los circuitos principales y auxiliares están desconectados, el interruptor está fuera de la celda.

#### 2.5.3.5.2 NORMAS DE APLICACIÓN.

Las normas de aplicación para el suministro de los interruptores y celdas, son las siguientes:

- IEC 60077: Railway applications. Electric equipment for rolling stock.
- IEC 61992: Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear
- EN 50123: Railway applications. Fixed installations. D.C. switchgear

El uso de otra norma estará sujeto a la aprobación de ADIF. Para ello el Oferente deberá solicitar y justificar técnicamente su inclusión, por lo que deberá entregar copias en castellano de las normas que propone.

El Oferente deberá tener en cuenta que, de resultar adjudicatario, deberá entregar toda la documentación requerida en la presente especificación técnica en idioma castellano.

#### 2.5.3.5.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

El valor de la tensión nominal de servicio será de 815 Vcc y la tensión normal de aislamiento será como mínimo de 2400 Vcc.

La corriente nominal  $I_n$  no será inferior a 4000 A de corriente continua.

El valor de la corriente nominal ( $I_n$ ) será el valor de la corriente ininterrumpida nominal ( $I_u$ ) e igual a la corriente térmica libre en aire convencional ( $I_{th}$ ). En el caso de que dichos valores difieran, el Oferente lo indicará en su oferta.

El servicio del interruptor será ininterrumpido y de uso en tracción pesada, cumpliendo valores mínimos de corrientes de sobrecarga, que el oferente señalará en su propuesta.

El Oferente deberá indicar en su propuesta las capacidades nominales de cierre ( $I_{cm}$ ) y de apertura ( $I_{cs}$ ) del interruptor que propone, a la tensión nominal de operación (815 Vcc) y a una constante de tiempo no mayor de las indicadas en la norma IEC correspondiente.

Los interruptores estarán diseñados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos derivados de las corrientes de cortocircuito y las sobretensiones que se produzcan durante el servicio. El poder de apertura será mayor que 90 kA para la tensión nominal.

El tiempo total de apertura (tiempo de detección + tiempo de actuación + tiempo de arco) no será superior a 60 milisegundos.

#### 2.5.3.5.4 ENSAYOS DE INTERRUPTORES.

Los ensayos se realizarán en el laboratorio del fabricante, para lo cual se deberá informar con la oferta el equipamiento e instrumentos con que cuenta para su realización.

Los ensayos dieléctricos serán realizados a temperatura ambiente, según las cláusulas mencionadas a continuación.



Los sistemas de medición utilizados en los ensayos estarán sujetos básicamente a la recomendación del punto 4.11 de la norma ISO 9001.

La totalidad de la provisión será sometida a los siguientes ensayos, en presencia de los representantes asignados por ADIF.

- a) Ensayos de operaciones mecánicas, y tiempos de actuación.
- b) Calibración de relés.

Se calibrarán el relé de mínima tensión y el de sobre corriente propios del interruptor.

- c) Ensayos dieléctricos.

#### 2.5.3.5.5 PROTECCIONES.

El interruptor estará provisto con las siguientes protecciones:

- a) Sistema estático de desconexión por sobrecorriente directa, ajustable entre 2000 y 8000 A, de modo de lograr valores de ajuste en posiciones intermedias a los citados.

Dispondrá también de relé de mínima tensión.

- b) Sistema de desenganche de alta velocidad de tipo indirecto, accionado por las siguientes protecciones.

Existirá un equipamiento electrónico a microprocesador de protección, señalización y supervisión de la red de alimentación de corriente continua de tracción. Deberá tener antecedentes de amplio uso ferroviario en redes de tracción en corriente continua.

Esta protección toma la señal de corriente del interruptor y analiza los incrementos de corriente finitos, de manera que los resultados de este análisis no dependan de la constante de tiempo de defecto.

El disparo se producirá bajo los siguientes criterios: a) por pendiente, evalúa la velocidad de crecimiento o sea por "di/dt" superiores a un umbral prefijado seteable en pendiente y en demora, b) disparo instantáneo "Imax" seteable en valor y eventualmente en demora y c) por corrientes incrementales " $\Delta I/\Delta T$ " (evaluación de picos de corriente)

Los rangos de calibración de las protecciones a instalar incluyendo los shunts y transductores de aislación galvánica serán como mínimo los siguientes:

Imax: entre 2000 y 8000 A corriente continua

$\Delta I$ : entre 0 y 4000 A y  $\Delta t$ : entre 0 y 100 ms

di/dt: entre 5 y 100 A/ms

retardo de di/dt: entre 0 y 100 ms

La protección incluirá una función de sobrecarga térmica del alimentador.

Este sistema se empleará para distinguir las cargas de trenes en marcha o en condiciones de arranque simultáneo y sucesivo de las fallas de línea de baja intensidad.

La señal de salida (contacto seco) actuará sobre la bobina de desenganche indirecto que posee el interruptor.

Deberá generar señales auxiliares para alarma y desenganche, y alarma por desenganche remoto a través de contactos auxiliares normalmente abiertos.

Incluirá además un ajuste por sobrecarga para dos posiciones diferentes, lo que podrá seleccionarse a través de un contacto seco remoto.

Asimismo, estará equipada con display LCD para la visualización de los ajustes de la protección.

Tendrá una memoria de eventos de explotación para información estadística y una interfaz para comunicación de la información memorizada de ajustes y eventos. Se deberá suministrar también una lógica de comunicación en soporte digital. Deberá dar aviso de falla de circuitos electrónicos mediante un contacto para tele señalización.

c) El banco de tracción contendrá una protección de pérdida a tierra la que, en caso de funcionamiento, deberá abrir todos los interruptores de corriente continua y el correspondiente interruptor de MT.

Al retirarse un interruptor unipolar de su posición normal, se producirá el cierre automático por medio de cortinas metálicas, de los compartimientos bajo tensión.

Estos sistemas serán coordinados y diseñados de modo tal de poder aprovechar totalmente las capacidades de sobrecarga de los equipos rectificadores y serán ajustados para su puesta en servicio, de acuerdo con las condiciones particulares para cada caso.

#### 2.5.3.5.6 PRUEBA DE LÍNEA

Se proveerá, montará y pondrá en servicio un sistema de prueba de línea y de reenganche automático de interruptores de corriente continua para una tensión nominal de 815 Vcc, apto para servicio ferroviario, a comando local y/o distancia.

El sistema funcionará ante la apertura en caso de cortocircuito o sobrecarga, posibilitando la re conexión automática del interruptor al desaparecer el cortocircuito o sobrecarga que ocasionara su desconexión.

En el caso de cortocircuito permanente el sistema hará imposible la re conexión e indicará la existencia de cortocircuito por medio de una alarma visual y acústica, la que será repetida en el Puesto Control Central (PCC). Deberá realizar dicha operación en forma automática no menos de tres veces en forma sucesiva, para el caso de fallas persistentes, antes de dejar el equipo fuera de servicio en forma permanente.

La conexión del interruptor, una vez eliminada la perturbación, podrá hacerse en forma manual o automática.

El sistema de prueba de línea será operado desde el PCC, como desde el lugar.

Para el dimensionado del equipo de prueba de línea deberá tenerse en cuenta la carga máxima que pueda originarse en servicio por los equipos auxiliares de los trenes (compresores, convertidores, etc.), o sea la resistencia residual mínima de servicio del tramo afectado.

#### 2.5.3.5.7 DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN DE CORRIENTE CONTINUA

En cada salida de interruptor de corriente continua se colocará un descargador de sobretensión.

Los descargadores de corriente continua estarán sometidos a sobretensiones de maniobra, debiendo descargar para los valores de primer orden de 2 a 2,4 veces la tensión nominal.

Serán del tipo a semiconductor no lineal y cámara de arco, sellados herméticamente. La atmósfera dentro del descargador será de nitrógeno, para asegurar que sus partes interiores no se deterioren con un servicio prolongado.

La cámara de arco contendrá imanes permanentes para producir el efecto de soplado magnético, que permita interrumpir grandes corrientes de larga duración.

Responderán a la Norma IEC 60099, EN 50123-5.

### 2.5.3.5.8 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR CON LA OFERTA.

El Oferente deberá entregar toda la documentación técnica que permita definir el diseño de detalle, los métodos de fabricación, los ensayos, describir la técnica para efectuar un correcto y seguro transporte, operar y realizar el mantenimiento de los interruptores.

A continuación se da un listado indicativo:

- Planilla de datos garantizados.
- Croquis con dimensiones aproximadas.
- Listado de desviaciones con respecto a la presente especificación técnica.
- Información sobre los equipos requerida en esta especificación técnica.
- Folletos y descripciones del equipamiento.
- Dimensiones y pesos de cada interruptor.
- Dimensiones y pesos del embalaje de cada interruptor, para transporte marítimo, especificando las características especiales del embalaje.
- Listado de repuestos recomendados para dos años de funcionamiento.
- Manuales de operación y mantenimiento (castellano y/o inglés) del interruptor que incluya en su oferta.
- Diagrama tipo Gantt de la provisión.

El Oferente deberá tener en cuenta en su oferta que, de resultar adjudicatario, la totalidad de la información deberá ser entregada en idioma castellano.

ADIF se reserva el derecho de solicitar toda otra información que considere necesaria para el análisis técnico de la oferta.

El uso del término "similar" en la información técnica queda prohibido, por lo que la misma deberá referirse al interruptor ofrecido.

### 2.5.3.6 Seccionadores de corriente continua.

Cumplirán la función de interconectar los rectificadores a las barras principales positiva, desde la que parten los alimentadores de tracción de corriente continua (interruptores extrarrápidos), y negativa que conecta la salida de los cables de retorno a los rieles de corrida.

Los seccionadores a la salida de los rectificadores deberán instalarse en gabinetes separados de la celda del rectificador, formando parte del tablero de corriente continua.

Los seccionadores de positivo serán motorizados, mientras que los de negativo serán de comando manual, aptos para servicio continuo y sobrecargas según IEC 146, EN 50123, IEC 129/947, VDE 0660/107; para uso interior con una temperatura máxima de 45°C.

El diseño del equipo deberá ser compacto, de fácil mantenimiento y con circuitos de enclavamiento incorporados al bastidor principal, incluyendo el conjunto el motor de corriente continua encargado del automatismo de cierre y apertura de la cuchilla principal de los seccionadores de positivo.

La corriente continua normal mínima será de 4000 A y la tensión nominal será de 1000 V.

Los seccionadores poseerán una chapa identificatoria con sus características técnicas, ubicada en lugar visible.

Los seccionadores unipolares vendrán provistos con los siguientes accesorios:

- Caja de bornes para circuitos auxiliares.
- Terminal de puesta a tierra.
- Bastidor metálico de robusto diseño.

Se deberá proveer un adecuado sistema de enclavamiento en cada seccionador con los interruptores correspondientes, el cual no permita su accionamiento estando el interruptor asociado cerrado.

Tendrá contactos auxiliares, como mínimo 4 NA + 4 NC, que señalarán la condición del seccionador.

Deberán estar dimensionados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos que derivan de las corrientes de cortocircuito y las sobretensiones que se produzcan durante el servicio.

Los seccionadores de positivo serán motorizados y contarán con un sistema de operación manual de emergencia y los de negativo serán de operación manual.

En todos los casos contarán con enclavamientos para impedir su operación bajo carga.

Asimismo contarán con un sistema indicador de posición.

#### 2.5.3.6.1 DATOS CARACTERÍSTICOS.

- Tensión nominal: 1800 V
- Tensión de aislación: > 2400 V
- Intensidad nominal: > 4000 A
- Corriente térmica Ith: > 50 KA
- Corriente dinámica Id: > 90 KA
- Cantidad de operaciones: > 10000
- Tensión de comando del motor: 110 Vcc
- 1 polo

a) Condiciones de sobrecarga y protección: estará coordinado y diseñado de modo tal de poder aprovechar totalmente las capacidades de sobrecarga del grupo rectificador y a su vez estará coordinado con la variedad posible de regulaciones de los interruptores de línea que alimenta.

b) Capacidad de sobrecarga mínima: 200% durante 1 minuto.

#### 2.5.3.6.2 CELDA DE SECCIONADORES DE POSITIVO.

Constituida por un gabinete metálico, de dimensiones adecuadas, de chapa de hierro de 2,5 mm de espesor mínimo, con terminación según el apartado "Tratamiento de partes metálicas ferrosas".

En la parte inferior se montarán los elementos de control, protección y maniobra (interruptor termomagnético, fusibles, contactores, cables, fuente de alimentación continua, borneras, etc.).

Además deberá preverse espacio para el telecomando, dejando el cableado a una bornera cableada para el accionamiento (apertura/cierre) y la totalidad de la señalización.

En la puerta inferior, en su frente, se instalarán los pulsadores (abierto /Cerrado / enclavamiento) y las luces de señalización (abierto / cerrado / falta de tensión de alimentación / enclavamiento) y llave local / remoto.

Los seccionadores serán comandados eléctricamente desde esta celda de acoplamiento del rectificador con las barras positivas de cc y serán también tele mandados. Además tendrán un accionamiento manual a palanca o manija retirable. El comando eléctrico estará enclavado de tal manera que no opere con el interruptor de media tensión del equipo rectificador cerrado.

Las celdas de acoplamiento de que se trata, no deberán formar parte del gabinete rectificador a fin de facilitar las tareas de mantenimiento.

Responderá a las normas VDE 0660 y EN 50123.

Cada celda de grupo estará compuesta por:

Un (1) Seccionador de corriente continua unipolar 4000 A, tensión máxima de operación 1000 Vcc, motorizado, con enclavamiento electromecánico, construido en un todo de acuerdo a las recomendaciones de la IEC. No se admitirá la provisión de aparatos de maniobra con refrigeración por ventilación forzada de aire.

Un (1) Shunt 10.000 A/60 mV (o el que el proveedor demuestre conveniente);

Un (1) Transductor 60 mV/20 mA,  $U_{aux.}=110$  Vcc (ídem anterior);

Un (1) Transductor 1000 V/20V,  $U_{aux.}= 110$  Vcc (ídem anterior);

Un (1) Amperímetro 144 x 144 mm, 10.000 A/20 mA;

Un (1) Voltímetro 144 x 144 mm, 1000 V/20 mA;

Avisos luminosos; interruptores termomagnéticos, pulsadores de mando, fines de carrera, llaves selectoras de 3 posiciones, etc.

#### 2.5.3.6.3 CELDA DE NEGATIVO.

Constituida por un gabinete metálico, de dimensiones adecuadas, de chapa de hierro de 2,50 mm como mínimo, con terminación según el apartado "Tratamiento de partes metálicas ferrosas".

Responderán a lo especificado en el apartado para la celda de positivos. En su interior contendrá un seccionador unipolar de accionamiento manual; tendrá enclavamiento eléctrico con el seccionador de positivo del rectificador.

Responderá a la norma VDE 0660, EN 50123.

Contendrá, en su parte frontal, los instrumentos indicadores y registradores correspondientes.

Se instalará una medición totalizadora con un shunt de 10000 A y las protecciones de estructura a tierra y negativo a tierra, de dos niveles: alarma y desconexión.

Tendrá cada celda de negativo un descargador de sobretensión entre negativo y tierra.

#### 2.5.3.6.4 ENSAYOS.

Los ensayos se realizarán en los laboratorios de ensayo del Contratista.

Los ensayos dieléctricos serán realizados según las cláusulas mencionadas en las normas IEC - VDE, a temperatura ambiente.

Al lote completo de seccionadores se le realizarán los ensayos de rutina previstos en las normas, en presencia de los representantes asignados por ADIF.

Respecto a los Ensayos tipo, se presentarán Copias de los Protocolos de Ensayos realizados a equipo idénticos.

### 2.5.3.6.5 INFORMACIÓN A ENTREGAR CON LA OFERTA.

El Oferente deberá entregar toda la documentación técnica que permita definir el diseño de detalle, los métodos de fabricación y los controles de calidad que utilizan normalmente.

A continuación se indica la información mínima requerida:

- Esquema de protección para material ferroso (cincado, pintura, etc.).
- Croquis con dimensiones de las partes más importantes del seccionador.
- Croquis del tablero completo, indicando la ubicación del motor y otros accesorios del equipo.
- Listado de desviaciones con respecto a la presente especificación técnica.
- Folletos y descripciones del equipamiento.
- Peso total de cada conjunto y dimensiones y peso con el embalaje incluido.
- Listado de repuestos recomendados para dos años de funcionamiento.
- Manuales de operación y mantenimiento (castellano y/o inglés) del modelo de seccionador que incluya la oferta.
- Diagrama tipo Gantt de la provisión.

El Oferente deberá tener en cuenta en su oferta que de resultar adjudicatario, la totalidad de la información deberá ser entregada en idioma castellano.

ADIF se reserva el derecho de solicitar toda otra información que considere necesaria para el análisis técnico de la oferta.

El uso del término "similar" en la información técnica estará prohibido por lo que la misma deberá referirse al seccionador unipolar ofrecido.

## **2.6 Cables de MT, de tracción de corriente continua y de servicios auxiliares, e internos de la Subestación.**

Los cables a utilizar serán:

a) Media tensión: los cables de media tensión para la alimentación de celdas de media tensión y de los transformadores de tracción y auxiliares, deberán ser tripolares, de cobre, con pantalla metálica, en aislación seca de polietileno reticulado, para una tensión nominal de 33 kV, categoría I y de una sección tal que permita alimentar correctamente las cargas requeridas y no menor de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

b) Los cables de interconexión entre bornes secundarios de 0,645 kV del transformador de tracción y el rectificador serán de cobre, con aislación de polietileno reticulado y vaina exterior de PVC, sin armar, con nivel de aislamiento 3 kV, categoría II, y serán al menos 3 (tres) cables unipolares de 630 mm<sup>2</sup> de sección por cada fase.



c) Los cables de interconexión desde la salida del rectificador a las celdas de entrada del seccionador positivo y del seccionador de las celdas de negativo serán de cobre electrolítico de 99,9 % de pureza, con aislación de polietileno reticulado y vaina exterior de PVC, sin armar, con nivel de aislamiento 1600 Vcc, y tendrán como mínimo una cantidad de 3 (tres) cables unipolares, extraflexibles Clase 5 (IRAM NM 280), de 630 mm<sup>2</sup> de sección por cada polo.

d) Los cables positivos desde los interruptores de sección, del tablero de salida de corriente continua, hasta los pilares de acometida al 3º riel serán 2 (dos) cables unipolares extraflexibles Clase 5 (IRAM NM 280) de cobre electrolítico de 99,9 % de pureza de 630 mm<sup>2</sup> de sección, de las mismas características de los cables citados en c).

e) La cantidad de conductores que parten del seccionador de negativo del rectificador hasta la barra de negativo de la subestación serán 3 (tres) cables unipolares de cobre electrolítico extraflexibles Clase 5 (IRAM NM 280) de 99,9 % de pureza, de 630 mm<sup>2</sup> de sección - 1600 Vcc, de las mismas características de los cables citados en c).

f) Resto de cables (multipolares de comando, señalización, alarma, medición, iluminación y fuerza motriz, servicios auxiliares de corriente continua y corriente alterna, etc., cuyas características finales serán definidas en el desarrollo de la ingeniería), responderán en general a la Norma IRAM 2178/2179.

El alcance de provisión de los trabajos y de los materiales descritos en estas Especificaciones Técnicas es orientativo y debe considerarse como el mínimo requerido para efectuar la obra.

Serán de aplicación las siguientes normas:

IRAM 2178: "Cables de energía aislados con dieléctricos sólidos extruídos, para tensiones nominales de 1,1 kV a 33 kV".

IRAM 2179: "Cables de energía aislados con dieléctricos sólidos extruídos. Método de ensayos para aislaciones y envolturas (compuestos elastoméricos y termoplásticos)".

## 2.7 Bandejas portacables.

En la subestación, los cables de conexión entre los diversos equipos podrán ser colocados sobre bandejas horizontales y para los cambios de nivel deberán usarse eslabones especiales para lograr la curva correspondiente. Los soportes y las bandejas propiamente dichas serán ejecutados en acero dulce común, galvanizado en caliente.

Todo el proceso de mecanización, incluyendo el perforado de todos los agujeros, será realizado antes de la galvanización. Se construirán de modo de asegurar una ventilación adecuada para los cables y que no pueda producirse acumulación de agua en las mismas. Las bandejas estarán constituidas por elementos estándar prefabricados.

La separación entre apoyos no será superior a 1,50 m. Podrán soportar una carga uniformemente repartida de 20 kg por metro lineal por cada 10 cm de ancho de la bandeja, sin deformarse.

Además de esta carga uniformemente repartida, las bandejas estarán proyectadas para soportar sin deformación permanente una carga concentrada accidental de 75 kg.

El ancho de las bandejas será tal que incluya por lo menos 25% de espacio de reserva.



### **2.8 Provisión de materiales.**

#### **2.8.1 General**

Los materiales a proveer por el Contratista, previo a su instalación, deben ser aprobados por la Inspección de Obra.

#### **2.8.2 Ensayos de cables**

Los ensayos se efectuarán en la fábrica del proveedor de los mismos y en presencia de representantes del Comitente; las hojas de inspección serán rubricadas por el proveedor de los cables y el Contratista.

Los originales de las planillas de ensayos de cada bobina de cables serán entregados a ADIF y los mismos quedarán en su poder. Los ensayos se efectuarán de acuerdo a la norma correspondiente.

ADIF estará facultada para obtener durante la ejecución de los trabajos, la entrega de cualquier elemento o material a proveer por el Contratista que, a juicio de la Inspección de Obra, sea necesario efectuar nuevamente los ensayos correspondientes.

### **2.9 Repuestos.**

El Contratista deberá proveer repuestos para un periodo de dos (2) años de mantenimiento normal de las instalaciones, con compromiso del Proveedor de suministrar repuestos por un período de diez (10) años.

### **2.10 Planilla de datos garantizados.**

Para mantener válida su propuesta el Oferente en su presentación complementará las Planillas de Datos Técnicos Garantizados que se adjuntan (9.1 a 9.7); los valores allí asentados, de resultar adjudicatario, serán exigidos en la provisión, no admitiéndose alteraciones bajo causa alguna.

### **2.11 Tratamiento de partes metálicas ferrosas pintadas.**

Todos los paneles, perfiles y demás componentes metálicos ferrosos que se provean pintados, se someterán al siguiente tratamiento:

- 1) Desengrase por inmersión en caliente.
- 2) Enjuague circulante, calefaccionado, lavado por rocío final.
- 3) Doble decapado ácido por inmersión en caliente.
- 4) Enjuague por inmersión y rociado.
- 5) Fosfatizado con fosfato de cinc-manganeso, por inmersión.
- 6) Enjuague por inmersión y rociado.
- 7) Enjuague por aspersion con agua desmineralizada.

Una vez finalizado este ciclo de preparación, se someterán al proceso de protección epoxídica integrado en las siguientes operaciones:

- 8) Electropintado catódico de fondo epoxi de 10 a 15 micrones de espesor, color gris, terminación semimate.
- 9) Enjuague final con agua a presión y luego rociado con agua desmineralizada.
- 10) Horneado del depósito de epoxi.

En esta fase los elementos se encuentran ya adecuadamente protegidos y listos para recibir la pintura final, que será esmalte acrílico horneable, del mismo color para todos los paneles, estructuras, puertas, etc.

Parte interna: Esmalte acrílico horneable 15-25 micrones.

Parte externas: Esmalte acrílico horneable 25-35 micrones.

El color final del equipamiento será gris semimate, según norma IRAM 1054, código 09-2-040.

## 2.12 Planos e Ingeniería.

### 2.12.1 General.

La ingeniería se ha dividido en Ingeniería de Proyecto e Ingeniería de Detalle.

Comprende la elaboración de la documentación correspondiente para la - **PROVISIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE GRUPOS RECTIFICADORES Y BANCOS DE TRACCION DE 815 Vcc** – Repotenciación Línea Sarmiento mencionados en la Sección 3.

Toda la documentación de Ingeniería será entregada antes de la iniciación de cada uno de los trabajos, en Revisión “Aprobada para Construcción (APC)”, de acuerdo al Cronograma de Obras que presentará el Oferente y que ADIF S.E. aprobará, de forma tal que de no contar en Obra con el documento con el sello “APC”, no se podrán ejecutar los trabajos.

La ingeniería de la instalación de los cables deberá contener fotos y la ubicación de los equipos actuales y los nuevos a proveer y/o reemplazar.

Se prevé la incorporación de la numeración de los planos a convenir con la Inspección de Obra.

El Contratista presentará en cada entrega en papel y soporte magnético, como mínimo, los siguientes planos para aprobación de la Inspección:

- Planos unifilares y funcionales.
- Planos de disposición de equipos en planta (lay out).
- Planos topográficos de distribución de elementos en los tableros.
- Planos de equipos.
- Planos funcionales de todas las celdas y/o equipos.
- Planos de obra civil de las modificaciones a efectuar en las instalaciones actuales y las nuevas, para cada subestación.

La aprobación de la ingeniería para el inicio de trabajos no exime de la responsabilidad de la misma al contratista ante eventuales detecciones de problemas en la misma.

### 2.12.2 Ingeniería de proyecto.

La ingeniería de proyecto comprenderá, como mínimo:

- Memoria técnica de los trabajos a ejecutar.
- Unifilar con las modificaciones a realizar en cada subestación.
- Plano de planta de cada subestación, con ubicación de equipos nuevos, los actuales a desmontar y las canalizaciones necesarias para los nuevos equipos a instalar.
- Especificaciones y características técnicas del equipamiento a utilizar, materiales y el replanteo. Folletos.
- Normas constructivas y de ensayo.
- Memoria de cálculo y elección del equipamiento.
- Memoria de cálculo de las obras civiles.
- Materiales para obra civil.
- A los efectos de establecer la ubicación definitiva del equipamiento, se efectuarán los replanteos y sondeos para verificar la ausencia de interferencias y poner en evidencia todos los obstáculos que pudieran existir.
- El cronograma tentativo de los trabajos de obra

### 2.12.3 Ingeniería de detalle.

La ingeniería de detalle comprenderá, como mínimo:

- Planos y esquemas unifilares y funcionales.
- Planilla de cableado y esquemas de disposición de elementos en las celdas.
- Esquemas de borneras.
- Listado de cables.
- Planos de detalles de montaje.
- Lista de materiales y equipos.
- Planos de detalle de las obras civiles a efectuar en las subestaciones a intervenir.
- Planos de circuitos trifilares
- Coordinación de las protecciones
- Lay out de cada subestación
- Planos de recorridos de cables (Planimetría de la traza, en coordenadas UTM, y en planta y perfil), con detalles y cortes en los puntos singulares.
- Planos de los cruzamientos con servicios afectados detallando la solución adoptada y la gestión con la Operadora del servicio para solicitar los permisos, planos e informes a las Empresas
- Planos tipo de detalles de las instalaciones intervenidas.

- Planos de detalle de elementos y de montaje.
- Lista de equipos, materiales y elementos.
- 

#### 2.12.4 Planos conforme a obra.

Finalizada la obra el Contratista entregará al Comitente todos los manuales de operación y mantenimiento y los documentos conforme a obra en el plazo que se fije en el momento de la Recepción Provisoria que tendrá en cuenta las necesidades del personal de operación y no podrá exceder el de la Recepción Definitiva.

La documentación, planos y planillas, etc. se confeccionarán para las nuevas instalaciones, conteniendo la información necesaria de los planos existentes.

Los planos deberán reflejar la ubicación de todos y cada uno de los elementos que forman parte de la instalación motivo de esta licitación con un descriptivo de las soluciones particulares que se hayan tenido que tomar durante la ejecución de los trabajos.

Asimismo se deberán agregar los cortes necesarios en cada punto singular, para posibilitar una correcta interpretación de los mismos.

Deberán presentar planos unifilares, trifilares, funcionales, detalles constructivos, planillas de borneras y cableados

Se entregará soporte digital de los planos presentados como conforme a obra en AUTOCAD.

#### 2.12.5 Forma de presentación.

Toda la documentación citada precedentemente deberá entregarse en idioma Castellano, en CD, pendrive y tres copias papel.

### **3 INSTALACIÓN DE CABLES**

---

Los cables serán del tipo polietileno reticulado y responderán a las Normas IRAM N° 2178 y 2268 (flexibilidad mínima del alma: clase 2 de la norma IRAM 2022).

Los cables a utilizar en interiores responderán a las Normas IRAM N° 2183 y 2289 CAT. B. (flexibilidad mínima del alma: clase 5 de la norma IRAM 2022).

Una vez adquiridos los mismos se deberá coordinar con la Inspección de Obra a fin que la misma presencie la realización de los ensayos de rutina de las bobinas a utilizar.

Previo al conexionado de los cables se comprobarán la continuidad y la aislación de cada conductor con megóhmetro. La medición de aislación se realizará tanto entre conductores como entre cada conductor y tierra.

En el conexionado a las borneras, los cables estarán identificados con letras y/o números anillados a los conductores según corresponda, cuya nomenclatura proporcionarán los planos anexados.

Los cables serán acondicionados y mallados conservando la estética propia de los tableros eléctricos.

La sujeción se efectuará mediante el uso de abrazaderas y precintos plásticos adecuados.

#### **3.1 Empalmes y cajas terminales**

Los empalmes y terminales a utilizar en la presente obra deberán estar homologados por el fabricante del cable, serán termo contraíbles tipo Raychem, de 33 kV para los cables de potencia.

Se deberá también acompañar de una copia de los Protocolos de ensayos efectuados por el proveedor de empalmes y terminales, que garanticen el cumplimiento de los requisitos ofertados para dichos elementos.

#### 4 PROVISIONES Y ENSAYOS

---

Las Planillas de Datos Garantizados Requeridos por ADIF S.E. para cada uno de los equipos se deben considerar como parte de la presente Especificación Técnica. El Oferente deberá presentar una planilla en la que consten los valores característicos correspondientes a los equipos ofrecidos, como ser "Valor Garantizado", independientemente de que pueda figurar algún valor en la columna de Valor Especificado.

La inspección y recepción en fábrica se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas de fabricación y citadas.

Antes de la realización de los ensayos de rutina en fábrica, se deberá contar con las especificaciones particulares del respectivo fabricante del cable con la planilla de datos técnicos garantizados.

Se deberá también acompañar de una copia de protocolos de ensayos de tipo, sometidos a equipos de características similares al que se considera y que haya realizado previamente el fabricante.

También se acompañará el listado de equipamiento a utilizar en los ensayos, con la copia vigente del certificado de calibración del instrumental.

#### 5 INTERFERENCIAS

---

El contratista resolverá a satisfacción de la inspección de ADIFSE toda interferencia que se presente, esté a la vista o no, realizando las obras necesarias sin que esto implique derecho a mayores costos o adicionales.

#### 6 MONTAJE

---

En este párrafo se describen las metodologías a emplear para la ejecución de las obras, el desempeño de las tareas de montaje no deberá comprometer la seguridad de las instalaciones ferroviarias y de terceros, especialmente cuando se manipulan elementos cerca de las instalaciones en servicio.

Cuando se realicen trabajos que obstaculicen el libre tránsito de vehículos o peatones, deberá señalizarse convenientemente, y serán balizadas durante las horas nocturnas en caso de ser necesario.

### **7 RECEPCIÓN PROVISORIA**

---

Una vez aprobada la puesta en servicio normal de cada subestación, se realizará la entrega de los planos conforme a obra.

Con la entrega y aprobación de esta documentación se efectuará la recepción provisoria de cada subestación.

### **8 RECEPCIÓN DEFINITIVA**

---

La recepción definitiva tendrá lugar transcurrido el plazo de garantía, a los 12 (DOCE) meses después de producida la Recepción Provisoria, con un funcionamiento normal sin inconvenientes y siempre que el Contratista haya subsanado cualquier desperfecto que se produjera en la obra observada, ocasionado por ejecución defectuosa o cualquier otra causa imputable al Contratista.



### 9 PLANILLAS DE DATOS TECNICOS GARANTIZADOS.

#### 9.1 Transformador de tracción

Ítem	Descripción	Unidad	Pedido	Ofrecido
1	Clase de aislación del transformador		YPF 64 - Aceite mineral biodegradable	
2	Marca		(*)	
3	Modelo		(*)	
4	Potencia de corto circuito de la red		350 MVA	
5	Nº de fases del sistema		3	
6	Grado de Protección		(*)	
7	Uso		Exterior	
8	Norma		IEC 60076/IEC 726/IEC 146-1-1-Clase VI	
9	Servicio		Continuo	
10	Potencia nominal	kVA	2200	
11	Impedancia de cortocircuito total		6 a 7%	
12	Tensión nominal del primario	kV	20	
13	Clase de aislamiento	kV	24	
14	Tensión nominal del secundario	V	645	
15	Sobrecarga admisible 2 hs (In)	%	150	
	Sobrecarga Admisible 5 minuto (In)	%	200	
16	Sobrecarga Admisible 1 minuto (In)	%	300	
	Sobrecarga admisible 30 segundos (In)	%	350	
	Sobrecarga admisible 10 segundos (In)	%	400	
17	Refrigeración		ONAN	
18	Frecuencia nominal	Hz	50	
19	Grupo de conexión		Dd0 ó Dy11(según lo indicado en pliego)	
20	Pérdidas en vacío	W	<4300	
21	Pérdidas en carga	W	<16000 (1)	

# Trenes Argentinos

## Infraestructura Ferroviaria

22	Nivel de ruido a 0,30 m	dB	66	
23	Clase de aislación primario/secundario		A/A	
24	Material de los arrollamientos		Cobre	
25	Clase climática		C1	
26	Clase ambiental		E1	
27	Clase de comportamiento frente al fuego		F1	
28	Altura sobre el nivel del mar	m	Menor a 1000	
29	Rendimiento s/estado de carga		Cos fi	
			1 0,95 0,8	
	25% de carga	%	(*) (*) (*)	
	50% de carga	%	(*) (*) (*)	
	75% de carga	%	(*) (*) (*)	
	100 % de carga	%	(*) (*) (*)	
30	Central térmica programable	Nº	1	
31	Termo resistencias	Nº	6	
32	Regulación	kV	20 ±2,5%, ±5%, ±7,5/0,645	
33	Niveles de aislación mínimos:			
	Primario corta duración 50 Hz	kV(rms)	50	
	Primario onda de impulso (1,2/50 µs)	kV (pico)	125	
	Secundario corta duración 50 Hz	kV (rms)	3	
34	Temperatura ambiente máxima	°C	+40	
35	Peso aproximado	kg	(*)	
36	Dimensiones principales			
	a) Alto	mm	(*)	
	b) Ancho	mm	(*)	
	c) Largo	mm	(*)	

(\*): Datos a completar y garantizar por el oferente.

(1) Cortocircuito a 75°C.

### 9.2 Rectificador de tracción

Ítem	Descripción	Unidad	Pedido	Ofrecido
1	Fabricante		(*)	
2	Marca		(*)	
3	Modelo		(*)	
4	Tipo		manual	
5	Elemento rectificador semiconductor		Diodo de silicio	
6	Grado de Protección		IP30	
7	Uso		Interior	
8	Norma		IEC 146-1-1-Clase VI	
9	Servicio		Continuo	
10	Potencia nominal de salida	kW	2000	
11	Corriente nominal	A	2454	
12	Tensión en vacío Salida Máxima	Vcc	870	
13	Tensión con 100% de carga	Vcc	815	
14	Sobrecarga admisible 2 hs.(In)	%	150	
15	Sobrecarga Admisible 5 minuto (In)	%	200	
16	Sobrecarga Admisible 1 minuto (In)	%	300	
17	Sobrecarga admisible 30 segundos (In)	%	350	
18	Sobrecarga admisible 10 segundos (In)	%	400	
19	Refrigeración		ON-AN	
20	Cantidad de diodos por rama para condición N		(*)	
21	Cantidad de diodos por rama para condición N-1		(*)	
22	Grupo conexión Transf. alimentación		Dd0 – Yd11 (según lo indicado en pliego)	
23	Tipo de conexión		Nº 8 - IEC 146-1-1	
24	Temperatura máxima de los diodos	°C	150	
25	Tolerancia al cortocircuito	ms	400	
26	Máxima tensión de pico inverso de los	Vcc	2200	

	diodos			
27	Rendimiento			
28	50% de carga	%	>97	
29	100 % de carga	%	>97	
30	150% de carga	%	>97	
31	Protección cortocircuito con fusibles extrarrápidos sobre cada diodo		Si	
32	Protección sobrecarga		Si	
33	Protección sobre temperatura		Si	
34	Protección sobretensión		Si	
35	Protección electrónica de arco interno		Si	
36	Protección electrónica de corriente inversa		Si	
37	Fusible diodo quemado		Si	
38	Alarma falta de tensión comando		Si	
39	Alarma sobre temperatura		Si	
40	Alarma falla a tierra		Si	
41	Salidas auxiliares protecciones		NAx6	
42	Salidas auxiliares alarmas		NAx6	
43	Salida auxiliar medición de corriente		4-20 mA/F1	
44	Salida auxiliar medición tensión		4-20 mA/F1	
45	Temperatura ambiente de trabajo	°C	-5/+45	
46	Humedad relativa	%	85,00	
47	Peso aproximado	kg	(*)	
48	Dimensiones principales			
	a) Alto	mm	(*)	
	b) Ancho	mm	(*)	
	c) Largo	mm	(*)	

Datos a completar y garantizar por el  
(\*): oferente

### 9.3 Celdas de corriente continua

Ítem	Descripción	Unidad	Pedido	Ofrecido
1	Fabricante		(*)	
2	Marca		(*)	
3	Modelo		(*)	
4	Tipo		Interior	
5	Grado de Protección		IP40	
6	Norma		IRAM 2181/IEC 61992/ EN 50123	
7	Tensión Nominal	Vcc	815	
8	Tensión máxima en servicio	Vcc	1000	
9	Tensión aislamiento nominal	Vcc	2000	
10	Corriente mínima de barras	A	>8000	
11	Corriente mínima de alimentador	A	4000	
12	Capacidad de Sobrecarga		Clase VI	
13	Tensión circuito de comando	Vcc	110 +10%/-15 %	
14	Material de barras		Cobre	
15	Material aisladores		Epoxi/*poliéster	
16	Temperatura ambiente de trabajo	°C	-5/+45	
17	Peso aproximado	kg	(*)	
18	Dimensiones principales			
	a) Alto	mm	(*)	
	b) Ancho	mm	(*)	
	c) Largo	mm	(*)	

(\*): Datos a completar y garantizar por el oferente

### 9.4 Interruptor de corriente continua para positivos de grupo rectificador y secciones de banco de tracción

Ítem	Descripción	Unidad	Pedido	Ofrecido
1	Fabricante		(*)	
2	Marca		(*)	
3	Modelo		(*)	
4	Tipo		Disyuntor extra rápido con ventilación natural, extraíble, bidireccional	
5	Ejecución		Estacionaria	
6	Grado de Protección		IP41	
7	Uso		Interior	
8	Normas		IEC 77/157-1/947/ EN 50123	
9	Medio de interrupción		Aire	
10	Cantidad de polos		1	
11	Ejecución		Extraíble	
12	Tensión nominal (Un)	Vcc	815	
13	Tensión máxima de operación	Vcc	1000	
14	Máxima sobretensión de arco en el corte (circuito resistivo)	V	(*)	
15	Máxima sobretensión de arco en el corte (circuito inductivo)	V	(*)	
16	Intensidad nominal mínima (In)	A	4000	
17	Poder de corte (Icc/constante de tiempo)	kA/ms	100/70	
18	Tiempo de reacción mecánico c/desconexión indirecta	ms	(*)	
19	Tiempo de reacción mecánico c/desconexión directa	ms	(*)	
20	Máximo tiempo mecánico de apertura	ms	(*)	
21	Margen de regulación de corriente	A	2000-8000	
22	Intensidad nominal de corriente continua	Acc	4000	
23	Tensión de comando	Vcc	110 +10%/-15%	

# Trenes Argentinos

## Infraestructura Ferroviaria

24	Número de operaciones totales garantizadas a Un y 1,5 In sin recambio de contactos	Nº	(*)	
25	Máxima cantidad de maniobras en una hora	Nº	(*)	
26	Número de contactos auxiliares		(*)	
27	Principio de funcionamiento de los sistemas de apertura por sobrecorriente		(*)	
28	Temperatura ambiente de trabajo	°C	-5/+45	
29	Humedad relativa	%	85	
30	Peso total aproximado	kg	(*)	
31	Dimensiones principales			
	a) Alto	mm	(*)	
	b) Ancho	mm	(*)	
	c) Largo	mm	(*)	
32	Catálogos e información técnica		Adjuntar	

Datos a completar y garantizar por el  
(\*): oferente

Nota: No se aceptará el uso de ventilación forzada en los contactos principales.



### 9.5 Seccionador de corriente continua para celdas de negativo

Ítem	Descripción	Unidad	Pedido	Ofrecido
1	Fabricante		(*)	
2	Marca		(*)	
3	Modelo		(*)	
4	Tipo servicio		Continuo	
5	Ejecución		Fija	
6	Grado de Protección		(*)	
7	Uso		Interior	
8	Normas		IEC 947/129/VDE 660/ EN 50123	
9	Cantidad de polos		1	
10	Tensión nominal del equipo (Un)	Vcc	1800	
11	Tensión máxima de servicio	Vcc	1000	
12	Corriente nominal	Acc	4000	
13	Rigidez dieléctrica a 50 Hz (1 minuto), polo a polo	kVef	11,0	
14	Rigidez dieléctrica a 50 Hz (1 minuto), entre polo y tierra	kVef	9,2	
15	Rigidez dieléctrica con onda de impulso 1,2/50 µseg, polo a polo	kV	24	
16	Rigidez dieléctrica con onda de impulso 1,2/50 µseg, entre polo y tierra	kV	20	
17	Corriente resistida de cortocircuito/tiempo	kA/ms	(*)	
18	Corriente resistida de corta duración	kA/s	>100/*	
19	Corriente resistida de pico	kA	>120	
20	Disposición de polos		Paralelo	
21	Montaje - Posición		Vertical	
22	Tipo de accionamiento		Manual	
23	Potencia motor	W	(*)	
24	Enclavamiento de seguridad		Eléctrico/Mecánico	
25	Resistencia mecánica de aisladores a) Flexión	kgm	(*)	

# Trenes Argentinos

## Infraestructura Ferroviaria

	b) Torsión	kgm	(*)	
26	Tensión de comando	Vcc	110 +10%/-15%	
27	Máxima cantidad de maniobras (vida útil)	Nº	(*)	
28	Máxima cantidad de maniobras en una hora	Nº	(*)	
29	Temperatura ambiente de trabajo	°C	-5/+45	
30	Humedad relativa	%	85	
31	Peso aproximado	kg	(*)	
32	Dimensiones principales			
	a) Alto	mm	(*)	
	b) Ancho	mm	(*)	
	c) Largo	mm	(*)	

(\*): Datos a completar y garantizar por el oferente

### 9.6 Cable de baja tensión 1600 Vcc

<i>Planilla de Datos Garantizados - Cable 1600 Vcc</i>				
Item	Características	Unidad	Valor Especificado	Valor Garantizado
1	Características Generales			
1,1	Marca			
1,2	Tensión Nominal	Vcc	1600	
1,3	Categoría		II	
1,4	Sección	mm <sup>2</sup>	1 x 630	
1,5	Diámetro exterior aprox.	mm		
1,6	Masa aproximada	kg/km		
1,7	Radio mínimo de curvatura	m		
1,8	Temperatura máxima de operación normal	°C	90	
1,9	Temperatura máxima de Corto Circuito	°C	250	
1,10	Resistencia en CC a 20 °C	Ohm/km		
1,11	Conductor		Cobre Electrolítica 99,9 %	
1,12	Formación		637 hilos de 1,12 mm de diámetro c/u	
1,13	Vaina de protección		PVC	
1,14	Aislación		XLPE	
1,15	Resistencia máxima a la Tracción para tendido	N/mm <sup>2</sup>		
1,16	Norma		IRAM 2178	
1,17	Uso		Subterráneo	
1,18	Largo de expedición	m	200 /250	
1,19	Diámetro exterior del carrete	mm		
1,20	Diámetro interior del carrete	mm		
1,21	Diámetro del buje del carrete	mm		
1,22	Ancho del carrete	mm		
1,23	Peso vacío del carrete	kg		

### 9.7 Otros datos garantizados

Además de las Planillas de Datos Garantizadas que se han adjuntado, el oferente deberá acompañar también las Planillas de Datos Garantizados de los componentes que formen parte de los tableros y demás elementos incluidos en su propuesta, como ser:

- Descargadores de Corriente continua
- Medidor de energía activa

### 10. Planilla de Cotización

PLANILLA DE COTIZACIÓN							
REPOTENCIACIÓN DE 6 SUBESTACIONES DE TRACCIÓN: CABALLITO, FLORES, RAMOS MEJÍA, HAEDO, MERLO Y PASO DEL REY.							
LÍNEA SARMIENTO							
ITEM	DENOMINACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO SIN IVA	PRECIO TOTAL SIN IVA	PRECIO TOTAL CON IVA	INCIDENCIA SOBRE TOTAL (%)
<b>OBRADOR E INGENIERÍA</b>							
1	Obrador, vehículo y PCs	gl	1				4,99%
2	Seguridad	gl	1				3,26%
3	Ingeniería de Proyecto	gl	1				0,72%
4	Ingeniería de detalle	gl	1				1,16%
<b>PROVISIÓN E INSTALACIÓN</b>							
5	Transformador de grupo	U	5				8,23%
6	Rectificador de 6 pulsos	U	5				10,57%
7	Celdas de corriente continua ("grupo") compacta del "Banco de Tracción" (815 Vcc). Cada una dispondrá de un seccionador unipolar de corriente continua.	U	12				14,62%
8	Celdas de corriente continua ("alimentadores") compactas del "Banco de Tracción" (815 Vcc), con interruptores extrarrápidos de corriente continua en carro extraíble con cierre electromagnético	U	34				41,42%
9	Celdas de corriente continua ("celda de negativo") compacta. Cada una con un seccionador unipolar de corriente continua.	U	12				6,59%
10	Tablero de protecciones de los interruptores y señalización, Armario de Inter Fase.	gl	6				2,27%
<b>OBRA CIVIL</b>							
11	Anteproyecto Civil	gl	1				0,27%
12	Proyecto Civil	gl	1				0,27%
13	Preparación civil	gl	1				1,69%
<b>PROVISIÓN DE REPUESTOS</b>							
14	Lote de repuestos	gl	1				1,93%
<b>PUESTA EN SERVICIO</b>							
15	Documentación final de Obra	gl	1				0,84%
16	Ensayos	gl	1				1,16%
<b>TOTAL</b>							<b>100,00%</b>

Nota: Los porcentajes indicados deben ser mantenidos en la oferta.