



**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

**SUMINISTRO Y MONTAJE DE INTERRUPTORES DE MEDIA TENSIÓN PARA  
CELDA ALSTOM PFX**

<b>0</b>		<b>VALIDO PARA LICITACION</b>	<b>FEJ</b>		
A		COMENTARIOS	FEJ		
Rev.	Fecha	Emitido Para	Prepara	Revisa	Aprueba
			Documento N°: <b>ET-EL-001</b>		

**OBSOLESCENCIA EN EQUIPAMIENTO SER**  
**METRO DE SANTIAGO**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**SUMINISTRO Y MONTAJE DE INTERRUPTORES DE MEDIA TENSIÓN PARA**  
**CELDA ALSTOM PFX**

**CONTENIDO**

1.	ALCANCE	1
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS	1
2.1.	Renovación Interruptores de Media Tensión (ITM)	1
2.2.	Renovación Seccionadores de Aislamiento Automático (SAA)	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.	CONDICIONES GENERALES	3
3.1.	Normas	3
3.2.	Condiciones Ambientales	5
3.3.	Condiciones Sísmicas	5
3.4.	Certificados	6
3.5.	Profesional a Cargo	6
3.6.	Actividades y Obligaciones del Contratista	6
3.7.	Cuidado Zonas de Trabajo	9
3.8.	Planos y Libros de Obra	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.9.	Prevención de Riesgo	10
3.10.	Procedimientos de Trabajo	10
4.	ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS Y SUMINISTROS	11
4.1.	Suministros Principales por parte del Contratista	11
4.2.	Ingeniería de Detalles	11
4.3.	Retrofit Interruptores de Media Tensión ITM	12

4.3.1. Retrofit Interruptores de Media Tensión PFX 24 Alstom	12
4.3.2. Instalación Interruptores de Media Tensión	12
4.3.3. Inspección y Pruebas	13
4.4. Renovación ITM	¡Error! Marcador no definido.
4.4.1. Montaje de Celdas de Media Tensión	¡Error! Marcador no definido.
4.5. Renovación SAA	¡Error! Marcador no definido.
4.5.1. Montaje de Seccionadores de Aislamiento Automático	¡Error! Marcador no definido.
4.5.2. Derivaciones para Barras de Cobre	¡Error! Marcador no definido.
4.5.3. Terminales para Cables 240 mm <sup>2</sup>	¡Error! Marcador no definido.
4.6. Cableado y Canalizaciones	¡Error! Marcador no definido.
4.6.1. Cables de Control	¡Error! Marcador no definido.
4.6.2. Terminales Cables de Control	¡Error! Marcador no definido.
4.6.3. Cables de Poder	¡Error! Marcador no definido.
4.6.4. Terminales Cables de Poder	¡Error! Marcador no definido.
4.6.5. Pasacables Metálicos	¡Error! Marcador no definido.
4.6.6. Modificación Tableros Servicios Auxiliares SER	¡Error! Marcador no definido.
4.6.7. Cerraduras de Seguridad	¡Error! Marcador no definido.
4.6.8. Bandejas Ranuradas	¡Error! Marcador no definido.
4.6.9. Soportes	¡Error! Marcador no definido.
4.6.10. Ferreterías	¡Error! Marcador no definido.
4.6.11. Pernos y Golillas	¡Error! Marcador no definido.
4.6.12. Puesta a Tierra Bandejas	¡Error! Marcador no definido.
4.6.13. Identificación de Circuitos	¡Error! Marcador no definido.
4.7. Pruebas de Conductores	¡Error! Marcador no definido.
4.8. Pruebas de Aislación	¡Error! Marcador no definido.
4.9. Conexiones Definitivas	¡Error! Marcador no definido.
4.10. Puesta en Servicio	16
4.11. Condiciones Permanentes	16
4.12. Ingeniería Complementaria	16
4.13. Puesta en Servicio	17
5. LISTADO DE PLANOS	¡Error! Marcador no definido.

## **INTERRUPTORES DE MEDIA TENSIÓN PARA CELDAS ALSTOM PFX 24**

### **METRO DE SANTIAGO**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SUMINISTROS**

### **Y MONTAJES DE OBRAS**

#### **1. ALCANCE**

Las presentes Especificaciones Técnicas tienen como finalidad definir el suministro de equipos y materiales, la mano de obra, la supervisión, las pruebas, la asistencia para la puesta en servicio y los servicios complementarios que sean necesarios para la implementación del Proyecto Obsolescencia en Equipamiento SER del Metro de Santiago, en particular lo que respecta al Interruptor de Tensión Media (ITM) tipo PFX24.

#### **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS**

Debido a la obsolescencia tecnológica en el I equipamiento que compone las Subestaciones de Rectificación (SER) en el tramo más antiguo de la línea 5 y en Línea 1 , Metro ha decidido renovar parte de su equipamiento, realizando las siguientes obras:

- Suministro y Montaje de Interruptores de Media Tensión (ITM) para celdas Alstom PFX 24

##### **2.1. Renovación Interruptores de Media Tensión (ITM)**

Se considera renovar los Interruptores de Media Tensión (ITM) de las celdas de 20 KV marca Alstom Tipo PFX 24. Estos equipos se encuentran instalados en cuatro SS/EERs de Línea 1 Grupo B (desde SER Las Rejas hasta U. Católica 4 equipos) y en nueve SS/EERs de Línea 5 (desde la SER Ricardo Cumming hasta la SER Mirador) , 9 equipos

Las principales características de estos Interruptores se indican a continuación:

Ítem	Características	Datos	Unidad
1	Marca	ALSTOM	--
2	Tipo	PFX 24	--
3	Tensión nominal	24	kV
4	Corriente nominal	630	A
5	Aislamiento onda de choque	125	kV
6	Corriente corta duración	12.5	kA (1 Seg)
7	Valor de cresta	31.525	kAc



Fig. 1. Celda media tensión Alstom, SER L5 tramo 1.

Los trabajos involucrados consideran lo siguiente:

- Suministro, transporte, montaje, pruebas y puesta en servicio de trece (13) Interruptores de Media Tensión adaptados a la celda PFX 24 Alstom mediante reemplazo directo, con equipos adaptados a la estructura existente y a su plataforma de control, de tal forma que la solución no sea invasiva y nos brinde seguridad que las intervenciones no implicaran riesgo de indisponibilidad de la S/ER para la operación comercial. En tal sentido, se aceptarán sólo soluciones existentes dentro del catálogo de fabricación del proveedor, con equipos probados en el mercado, ya que nueve de las

SS/EERs son del tipo mono grupo y no tienen un respaldo activo en el punto de inyección, para la operación comercial.

- Retiro y transporte de los interruptores reemplazados a Talleres Neptuno recinto Plataforma de Pruebas.

Las obras consideran el reemplazo de los siguientes equipos:

#### **Línea 1**

- SER Las Rejas, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom Grupo B.
- SER Central, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom Grupo B.
- SER Moneda, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom Grupo B.
- SER Católica, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom Grupo B.

#### **Línea 5**

- SER Mirador, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Pedrero, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Carlos Valdovinos, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER T. San Eugenio, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Santa Isabel, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Baquedano, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Plaza de Armas, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Santa Ana, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.
- SER Cumming, suministro e instalación de ITM para celda PFX Alstom.

### **3. CONDICIONES GENERALES**

#### **3.1. Normas**

Los suministros de materiales y los trabajos a efectuar deberán cumplir con las Normas nacionales e internacionales vigentes sobre la materia, siempre que las últimas no contradigan a las primeras. En especial deben cumplir las diferentes

Normas de la Superintendencia de Servicios Eléctricos y Combustibles (SEC), con las circulares y resoluciones vigentes que las contemplan, y con las presentes Especificaciones Técnicas.

Se considerarán parte integrante de las presentes Especificaciones Técnicas las normas y reglamentos publicadas por los siguientes organismos:

- Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Instituto Nacional de Normalización (INN).
- Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión (NCh 4/2003).
- National Electrical Code (NEC).
- National Electrical Manufacturer Association (NEMA).
- Underwriter Laboratories (UL).
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)
- Normas Europeas para Aplicaciones Ferroviarias UNE-EN.

Además, deberán cumplirse las Instrucciones y Normas Particulares y Especiales que indique Metro.

Toda discrepancia entre instrucciones y normas se resolverá en el sentido de la mejor terminación del proyecto. Metro se reserva el derecho de solicitar al Contratista una copia de las normas para dilucidar las discrepancias que pudieren aparecer.

No obstante lo anterior, el Proponente deberá indicar al momento de presentar su Oferta Técnica las discrepancias que hubiere entre las normas citadas precedentemente y las presentes Especificaciones Técnicas. En tal situación Metro S.A. definirá las normas que serán aplicables.

Además, el montaje y la puesta en servicio de todo el equipamiento involucrado en el proyecto , deberá realizarse respetando fielmente los catálogos, recomendaciones y manuales de los fabricantes de los equipos. Estos catálogos

y manuales deberán permanecer en terreno durante el período de ejecución de los trabajos y serán devueltos a Metro una vez finalizados los trabajos.

### 3.2. Condiciones Ambientales

Los equipos y materiales cubiertos por esta especificación deberán ser adecuados para operar en forma continua a plena capacidad y en condiciones de sobrecarga, que se indican más adelante, las 24 horas del día los 365 días del año en la zona central de Chile con una contaminación ambiental severa.

- Instalación : Interior
- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m
- Temperatura Ambiente Máxima : 45° C
- Temperatura Ambiente Media : 25° C
- Temperatura Ambiente Mínima : 0° C
- Humedad Relativa Máxima : 100 %
- Humedad Relativa Mínima : 20 %

### 3.3. Condiciones Sísmicas

Los equipos y materiales suministrados deberán ser diseñados para soportar sin daños ni deformaciones permanentes, montados de acuerdo a las instrucciones del fabricante, los esfuerzos impuestos por los sismos de características siguientes:

- Movimiento Horizontal:
  - Bajo 0,2076Hz: 30cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
  - Entre 0,2076 y 1,3Hz: velocidad máxima 60cm/s.
  - Sobre 1,43Hz: aceleración máxima 0,5g.
- Movimiento Vertical:



Bajo 0,78Hz: las mismas características del movimiento horizontal.

Sobre 0,78Hz: aceleración máxima 0,3g.

### **3.4. Certificados**

Todos los equipos que deba suministrar el Contratista deberán contar con certificados del fabricante, que indique las normas bajo las cuales fueron fabricados, los cuales serán entregados a Metro.

### **3.5. Profesional a Cargo**

Los trabajos indicados en las presentes especificaciones deberán estar dirigidos personalmente y a plena dedicación por un ingeniero civil electricista en calidad de Jefe de Terreno con al menos cinco (5) años de experiencia, debidamente acreditada, en montajes de equipos eléctricos y con licencia SEC Clase A. Este profesional deberá permanecer en la obra durante todo el desarrollo de los trabajos y será el responsable ante Metro del buen desarrollo de los mismos, debiendo estar facultado plenamente para la toma de decisiones operacionales y administrativas en representación del Contratista.

### **3.6. Actividades y Obligaciones del Contratista**

El Contratista es el único responsable de la ejecución de todos los trabajos consultados en el proyecto, incluidas las pruebas parciales y totales de funcionamiento.

El personal del Contratista que intervendrá en la ejecución de las obras, debe ser altamente calificado e idóneo para las funciones específicas que realice. Esto considera disponer del mejor equipo de profesionales para cubrir todos los requerimientos que son necesarios para la buena ejecución y terminación del proyecto. En cuanto al Jefe de Proyecto debe ser un profesional calificado con licencia de instalador SEC Clase A.

Antes de iniciar las obras, el Contratista deberá revisar cuidadosamente toda la información que le entregue Metro y deberá consultar oportunamente cualquier duda, discrepancia o problema de interpretación del proyecto, y/o aplicabilidad de alguna norma o criterio.

En un plazo de diez (10) días, contabilizados desde el inicio del Contrato, el Contratista informará a Metro que está de acuerdo con la información recibida o en su defecto, indicará que información falta a su juicio para la correcta materialización del proyecto.

El Contratista deberá verificar los datos, las referencias, la ubicación exacta, las dimensiones físicas y las características de las celdas, con objeto de tener una clara visión del equipamiento.

El Contratista deberá solicitar la aprobación escrita a Metro, para los siguientes tipos de actividades:

- Programa de trabajo y sus revisiones.
- Documentos de avance y control de obras.
- Cambios o modificaciones acordados en los planos y documentos.
- Uso de materiales de su suministro no indicadas en los planos.
- Cumplimiento de exigencias de calidad de ejecución de trabajo o manipulaciones de equipos y materiales que hayan sido motivo de observaciones o reparos.
- Protocolos de Pruebas.
- Pruebas parciales de funcionamiento.
- Pruebas finales, puesta en servicio y entrega final de las instalaciones.
- Retiro de equipos o materiales desde bodega de Metro, si corresponde.
- Devoluciones de equipos o materiales hacia bodegas de Metro S. A., si corresponde.

➤ Entrega de los planos como construido ("As-Built").

Cualquier detalle en los planos o interferencias con detalles que se hayan omitido, no libera al Contratista de su obligación de ejecutar en forma correcta, segura y completa, esta parte del trabajo.

En todo momento, el Contratista debe permitir que personal de Metro y las personas que éste autorice tengan libre acceso a las bodegas, talleres y zonas de trabajo bajo su responsabilidad, dando las facilidades para que se inspeccione el equipo o el trabajo que se realiza, se informe del avance o de los métodos de prueba y resultados obtenidos. Cuando se estime necesario el personal de Metro deberá disponer de todos los medios y la colaboración para desarrollar estas pruebas, con el objeto de verificar si se ha cumplido las recomendaciones del fabricante o las especificaciones.

El Contratista deberá dar fiel cumplimiento, sin excepción alguna, a las Normas de Seguridad definidas y aplicadas por Metro y que el Contratista declara conocer. Si es necesario, el Contratista deberá solicitar por escrito la ratificación de la interpretación de algún aspecto particular de estas normas.

El Contratista deberá resolver cada problema planteado a la brevedad y no exceder el plazo estipulado por Metro.

El Contratista deberá mantener la limpieza de los equipos y de las áreas de trabajo bajo su cargo y se obliga a no dar, ni permitir, otros usos de las instalaciones que no sean las específicas, para las cuales fueron proyectadas.

El Contratista deberá tomar en consideración que el montaje se efectuará en áreas que prestan servicio en horarios de operación y, por lo que cada parte del montaje deberá ser previamente autorizado por Metro a fin de lograr un trabajo seguro para el Contratista y para la continuidad operativa de las instalaciones que se intervienen.

El Contratista deberá suministrar todos los materiales que sean necesarios para la ejecución del proyecto, sin costos adicionales.

El Contratista deberá retirar a diario todo el material de desecho al término de cada jornada.

El Contratista no podrá bajo ninguna circunstancia afectar o degradar la operación de la subestación de rectificación (SER) que intervenga. Cualquier intervención en ésta se deberá coordinar y programar, con al menos quince (15) días de anticipación, con personal de Metro. Los trabajos de instalación serán en jornada nocturna, con la S/ER desenergizada. Al término de la jornada de trabajo la SER deberá quedar en servicio y funcionando normalmente. Durante el día solo se podrá efectuar inspecciones visuales y traslado de materiales, sin comprometer o poner en riesgo la operación de los equipos y del personal involucrado en el Proyecto

Es parte de la responsabilidad del Contratista coordinar con personal de Metro todos los trabajos que se realizarán, motivos de este Contrato. Por lo tanto, el Contratista deberá participar en reuniones de coordinación, en las cuales se programarán los trabajos que se realizarán a partir de quince (15) días después de realizada la coordinación.

### **3.7. Cuidado Zonas de Trabajo**

El Contratista deberá proteger baldosas, pisos, paneles y muros de los daños ocasionados por el uso de maquinarias, andamios, escaleras, etc., dotando de una adecuada protección en cada una de las zonas en que trabaje.

Será responsabilidad del Contratista todo daño ocasionado a instalaciones ya construidas y deberá reparar todos aquellos puntos donde pique e incluso pintar si el lugar estaba pintado.

El Contratista será responsable de las reparaciones y terminaciones de las obras existentes o en ejecución por terceros, que sufran daños o alteraciones durante el desarrollo de los trabajos de su competencia.

### **3.8. Prevención de Riesgo**

El Contratista deberá elaborar un programa detallado de actividades relacionadas a la prevención de riesgos. El Contratista deberá dar cumplimiento a cada una de estas actividades, entregando los informes correspondientes a Metro, cada quince (15) días.

El Contratista deberá liderar las actividades relativas a la Prevención de Riesgos, dotando a todo su personal de los elementos de protección personal adecuados a la faena y su riesgo asociado.

También el Contratista será responsable de toda la señalética necesaria para la prevención de accidentes o incidentes.

El Contratista deberá contar con un Profesional Experto de Prevención de Riesgos el cual deberá visitar las obras periódicamente. En particular se deberán elaborar procedimientos de trabajo seguro para cada nueva actividad o lugar de trabajo. Estos procedimientos deberán ser presentados previamente a Metro, antes de dar inicio a trabajo alguno.

### **3.9. Procedimientos de Trabajo**

El Contratista elaborará y someterá a la aprobación de Metro los procedimientos de trabajo que aplicara en el montaje de las obras, en el plazo de diez (10) días hábiles contabilizados desde el inicio del Contrato.

En la elaboración de los procedimientos el Contratista debe considerar que no se permitirá que la SER intervenida quede fuera de servicio parcial o totalmente.

En los procedimientos se mostrarán todas las coordinaciones que se requieran, los resguardos que se adoptarán en el desplazamiento de equipos y en el

montaje de los mismos, los métodos que se contemplarán en la ejecución de los trabajos, etc.

#### **4. ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS Y SUMINISTROS**

Los suministros de cargo del Contratista deberán ser nuevos y de primer uso, de las calidades indicadas en los planos y en las presentes Especificaciones Técnicas.

La omisión de algún suministro en estas especificaciones no libera al Contratista de su responsabilidad de integrarlo a las obras, si resulta necesario para la correcta terminación del Proyecto.

##### **4.1. Suministros Principales por parte del Contratista**

El Contratista suministrará los siguientes equipos y materiales:

- 13 Interruptores ITM adaptados para la celda PFX 24 mediante reemplazo directo.
- Conectores y adaptadores para el sistema de control si se requieren
- Carro de montaje y extracción del interruptor desde la celda si se requiere

##### **4.2. Ingeniería de Detalles**

El Contratista elaborará los planos y documentos técnicos, en adelante “Planos”, que constituirán el diseño final del Proyecto. Los Planos serán los necesarios para la fabricación del suministro, los necesarios para la realización del montaje, los necesarios para describir las funcionalidades y automatismos, los necesarios para la realización de las pruebas operativas y de puesta en servicio y los necesarios para el mantenimiento de los equipos. Dichos Planos se someterán a la aprobación de Metro S.A.

#### **4.3. Interruptores de Media Tensión ITM**

A continuación se describen las principales actividades a realizar:

##### **4.3.1. Suministro Interruptores de Media Tensión para celda Alstom PFX 24**

- Se deberá realizar el suministro de 13 Interruptores Media Tensión adaptados a la celda PFX 24 Alstom mediante reemplazo directo. Se aceptarán sólo soluciones existentes dentro del catálogo de fabricación del proveedor, excluyendo prototipos. Los nuevos interruptores debe asegurar las mismas funcionalidades y operatividad que el equipo existente.

##### **4.3.2. Instalación Interruptores de Media Tensión**

- La instalación de estos equipos será de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante.
- Se deberá realizar pruebas de funcionamiento en sitio de los interruptores, determinando el estado mecánico actual, el material de piezas susceptibles a modificación, así mismo, validar las medidas requeridas para acoplar el interruptor a la barra (altura de contactos con respecto al piso, distancia de brazos, etc.), con el fin de garantizar el adecuado contacto entre el nuevo interruptor con la celda existente.
- Verificación de planos de cableado de control de los interruptores. Se debe asegurar que el nuevo equipo cumpla con las mismas funcionalidades que el interruptor existente.
- Pruebas eléctricas y mecánicas de rutina comprobando el funcionamiento de los interruptores.
- Revalidación de las medidas de los carros del interruptor, verificando conformidad en las distancias para ingreso del carro a la celda y conexión a

las barras. En el caso de que los carros existentes no se ajusten a los nuevos interruptores, el contratista deberá considerar el suministro de nuevos carro por interruptor, a su costo y cargo. No se podrán realizar modificaciones a los carros existentes.

- Retiro y transporte de los interruptores reemplazados a Talleres Neptuno recinto Plataforma de Pruebas.

#### 4.3.3. Inspección y Pruebas

Todos los interruptores cubiertos por la presente Especificación Técnica, serán sometidos a pruebas e inspecciones, de acuerdo a lo establecido en la última edición de los códigos y/o normas aplicables.

El Proponente dejará un registro completo de los ensayos realizados, en formularios especialmente diseñados para este propósito. El resultado de los ensayos deberá ser sometido a la aprobación de Metro S.A., en un informe de pruebas debidamente firmado por un representante autorizado del Proveedor. Los formularios de los ensayos realizados, serán posteriormente entregados a Metro SA, junto con toda la documentación técnica asociada al suministro.

Salvo indicación en contrario, cada ítem incluido en el suministro deberá ser completamente armado y ajustado en fábrica y sometido a inspección, verificación y pruebas estándar, a fin de asegurar su integridad, apropiado dimensionamiento y funcionalidad.

El Proveedor informará por escrito a Metro S.A., con una anticipación mínima de cuatro semanas, la fecha estimada de ejecución de las pruebas en fábrica, de manera que pueda tomar las previsiones para presenciar dichas pruebas. La referida notificación incluirá el programa de pruebas correspondiente, el que contendrá como mínimo las informaciones siguientes:

- Lista de las pruebas a realizar.



- Procedimiento de pruebas, junto con una lista de características a medir y/o registrar.
- Valores, características o condiciones que deberán lograrse durante las pruebas.
- Lista de normas bajo las cuales se efectuarán las pruebas.
- Modelo de los protocolos para la ejecución de las pruebas.

El Proveedor incluirá, cuando sea aplicable, junto con su notificación, la descripción de los procedimientos y métodos propuestos para el control y pruebas.

El Proveedor confirmará por escrito a Metro S.A., con al menos 20 días de anticipación, la fecha definitiva y lugar en que se efectuarán las pruebas de las celdas.

Metro S.A. entregará al Proveedor, a más tardar siete (7) días antes de la fecha anunciada de las pruebas, una notificación por escrito en que indique su intención de asistir a las pruebas.

#### a. Ensayos Individuales

En cada tipo de celda se realizarán todos los ensayos tipos definidos en la norma EN 62271-100, IEC 62271-200 e IEC 62271-103, según correspondan. Se deberá efectuar como mínimo lo siguiente:

- Pruebas mecánicas y verificación de enclavamientos
- Pruebas funcionales de los dispositivos y/o elementos auxiliares eléctricos
- Pruebas de aislación con tensión a frecuencia industrial
- Pruebas de los circuitos auxiliares y de control
- Prueba de Resistencia del circuito principal
- Verificación dimensional e inspección general
- Verificación de pintura y galvanizado

Las pruebas deben ser efectuadas en las instalaciones del fabricante, o en algún laboratorio aprobado por el Cliente.

Además, el Proveedor fabricante deberá certificar que las celdas a suministrar califica en todas las pruebas tipo obligatorias establecidas en las normas IEC 62271-100, IEC 62271-103 e IEC 62271-200.

A solicitud de Metro S.A., el fabricante deberá entregar todos los antecedentes acerca de los materiales y dispositivos empleados en la construcción de los equipos.

#### b. Ensayos de Recepción

Todos los interruptores serán sometidos a ensayos de recepción que incluirán como mínimo los siguientes:

- Comprobación de características generales.
- Verificación del marcado de bornes.
- Medida de la resistencia del circuito principal.
- Verificación del funcionamiento mecánico y eléctrico
- Verificación del tiempo de carga del resorte
- Medida de los tiempos de cierre y apertura
- Verificación de la simultaneidad de operación de los contactos principales
- Prueba de re cierre exitoso
- Prueba de re cierre no exitoso
- Verificación de consumo de motor y bobinas

#### 4.4. Protocolos de Prueba

El Contratista deberá elaborar todos los protocolos de prueba requeridos para las pruebas de equipos y cableados que incluyan, al menos, las verificaciones

contenidas en este documento y someterlos a la aprobación de Metro S.A., quien podrá aprobarlos, rechazarlos y/o solicitar ampliarlos.

#### **4.5. Puesta en Servicio**

La operación para la puesta en servicio de los equipos de media tensión la realizará personal de Metro en la fecha acordada con el Contratista.

No obstante lo anterior, el Contratista será el responsable de la puesta en servicio y por consiguiente deberá disponer en terreno del equipo técnico responsable del proyecto y de personal de mano de obra especializada que permita resolver cualquier inconveniente que ocurra durante la puesta en servicio.

En la fecha de la puesta en servicio y durante el período que duren las pruebas el Contratista dispondrá a lo menos de un grupo de trabajo compuesto por:

- 1 Jefe de Grupo, con calificación de técnico industrial eléctrico o equivalente y 5 años de experiencia mínima.
- 2 Ayudantes eléctricos

#### **4.6. Condiciones Permanentes**

Los trabajos que intervienen equipos en Operación se realizarán en jornadas nocturnas desde las 00:00 a las 04:30 horas de lunes a viernes y de 00:00 a 06:30 horas las noches de sábado para domingo o vísperas de festivos. Al término de la jornada de trabajo los equipos intervenidos deberán quedar funcionando normalmente.

La puesta fuera de operación y el proceso inverso serán realizados por personal de Metro, previa coordinación y programación por parte del Contratista.

#### **4.7. Ingeniería Complementaria**

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de los planos 'Como Construido' (As-Built) y su entrega a Metro a más tardar treinta (30) días corridos, contabilizados desde la Recepción Provisional.

#### **4.8. Puesta en Servicio**

El Contratista deberá participar directamente en la puesta en servicio de todos los equipos que se instalen, en el marco de proyecto. Esta participación incluye la presencia de su equipo Técnico responsable del Proyecto y personal de apoyo calificado, tal como se define en las presentes Especificaciones Técnicas.

La Puesta en Servicio del equipamiento se realizará en horario nocturno, en fecha y hora a determinar en conjunto entre Metro y el Contratista.