



EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.

**OBSOLESCENCIA EN EQUIPAMIENTO SER
METRO DE SANTIAGO**

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
INGENIERÍA, SUMINISTROS Y MONTAJES DE OBRAS**

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

OBSOLESCENCIA EN EQUIPAMIENTO SER
METRO DE SANTIAGO
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INGENIERÍA, SUMINISTROS
Y MONTAJES DE OBRAS

CONTENIDO

1.	ALCANCE	1
2.	ANTECEDENTES	1
3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS	3
3.1.	Renovación Interruptores de Media Tensión (ITM)	3
3.2.	Renovación Seccionadores de Aislamiento Automático (SAA)	5
3.3.	Renovación Alimentación en BT Servicios Auxiliares SER	8
4.	CONDICIONES GENERALES	9
4.1.	Normas	9
4.2.	Condiciones para la Ejecución de las Obras	10
4.3.	Plazos Estimados	10
4.4.	Planos y Documentos del Proyecto	10
4.5.	Materiales	10
4.6.	Libro de Obras	11
4.7.	Condiciones Ambientales	11
4.8.	Condiciones Sísmicas	12
4.9.	Certificados	12
4.10.	Profesional a Cargo	13
4.11.	Actividades y Obligaciones del Contratista	13
4.12.	Cuidado Zonas de Trabajo	16
4.13.	Planos y Libros de Obra	16
4.14.	Prevención de Riesgo	17
4.15.	Procedimientos de Trabajo	17

5.	ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS Y SUMINISTROS	18
5.1.	Suministros Principales por parte del Contratista	18
5.2.	Ingeniería de Detalles	19
5.3.	Renovación conjunto de Interruptores y Seccionadores de Media Tensión	19
5.3.1.	Montaje de Celdas de Media Tensión	19
5.3.2.	Apertura y Cierre	20
5.3.3.	Enclavamientos	20
5.3.4.	Cerraduras de Seguridad	21
5.3.5.	Retiro y transporte	22
5.4.	Renovación Seccionadores de Aislamiento Automático SAA	22
5.4.1.	Montaje de Seccionadores de Aislamiento Automático	22
5.4.2.	Retiro y transporte	23
5.4.3.	Derivaciones para Barras de Cobre	23
5.4.4.	Cerraduras de Seguridad	24
5.4.5.	Terminales para Cables 240 mm ²	24
5.5.	Renovación Alimentación en BT Servicios Auxiliares SER	24
5.5.1.	Suministro	24
5.5.2.	Montaje Tableros	25
a)	Anclaje	25
b)	Alturas Máximas de Montaje	25
c)	Espacios de Trabajo	25
5.5.3.	Cableado de alimentación tableros	27
5.5.4.	Tablero auxiliar bypass	27
5.5.5.	Canalizaciones	27
5.6.	Cableado, Canalizaciones y Ferreterías	28
i.	Cables de Control	28
ii.	Terminales Cables de Control	29
iii.	Cables de Fuerza	29
iv.	Terminales Cables de Poder	30
v.	Pasacables Metálicos	31
vi.	Bandejas Ranuradas	31

vii.	Soportes	31
viii.	Ferreterías	32
ix.	Pernos y Golillas	32
x.	Puesta a Tierra Bandejas	32
xi.	Identificación de Circuitos	32
5.7.	Pruebas de Conductores	33
5.8.	Pruebas de Aislación	34
5.9.	Protocolos de Prueba	34
5.10.	Conexiones Definitivas	34
6.	Puesta en Servicio	35
7.	Condiciones Permanentes	35
8.	Ingeniería Complementaria	36
9.	Puesta en Servicio	36
10.	LISTADO DE PLANOS	36

OBSOLESCENCIA EN EQUIPAMIENTO SER
METRO DE SANTIAGO
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INGENIERÍA, SUMINISTROS
Y MONTAJES DE OBRAS

1. ALCANCE

Las presentes Especificaciones Técnicas tienen como finalidad definir la ingeniería de detalles complementaria, el suministro de equipos y materiales, la mano de obra, la supervisión, las pruebas, la asistencia para la puesta en servicio y todos los servicios que sean necesarios para la implementación del Proyecto Obsolescencia en Equipamiento SER del Metro de Santiago.

2. ANTECEDENTES

El sistema de tracción de las líneas de Metro, está conformado por distintas Subestaciones de Rectificación, SER, repartidas a lo largo de cada Línea. Las SER se encargan de transformar la tensión alterna de alimentación (20 kV), en tensión continua (750 Vcc), necesaria para el funcionamiento de los trenes.

Las SER están compuestas esencialmente por:

- Uno o dos conjuntos de celdas de media tensión que comprenden los equipos de maniobra y corte de cada grupo transformador-rectificador. Cada conjunto compuesto por seccionadores y un interruptor de media tensión (ITM)
- Uno ó dos grupos transformador-rectificador, cada uno compuesto por:
 - Un transformador de poder.
 - Un rectificador de tracción.
- Uno ó dos seccionadores de aislamiento automático (SAA), para asegurar el seccionamiento de las polaridades positiva y/o negativa de cada grupo, según sea el caso y uno o dos seccionadores de aislamiento manual (SAM).

- Interruptores de vía para 750 Vcc ultrarrápidos y sus correspondientes seccionadores asociados. Según la configuración de la línea, la Subestación y sus interruptores se pueden dividir en:
 - SER tipo S : entre 2 y cuatro interruptores y seccionadores de vía.
 - SER tipo T : entre uno y tres interruptores y seccionadores de vía.
- Un contactor de tramo de protección (CTP), para las SER tipo S. Las SER tipo T no poseen CTP.

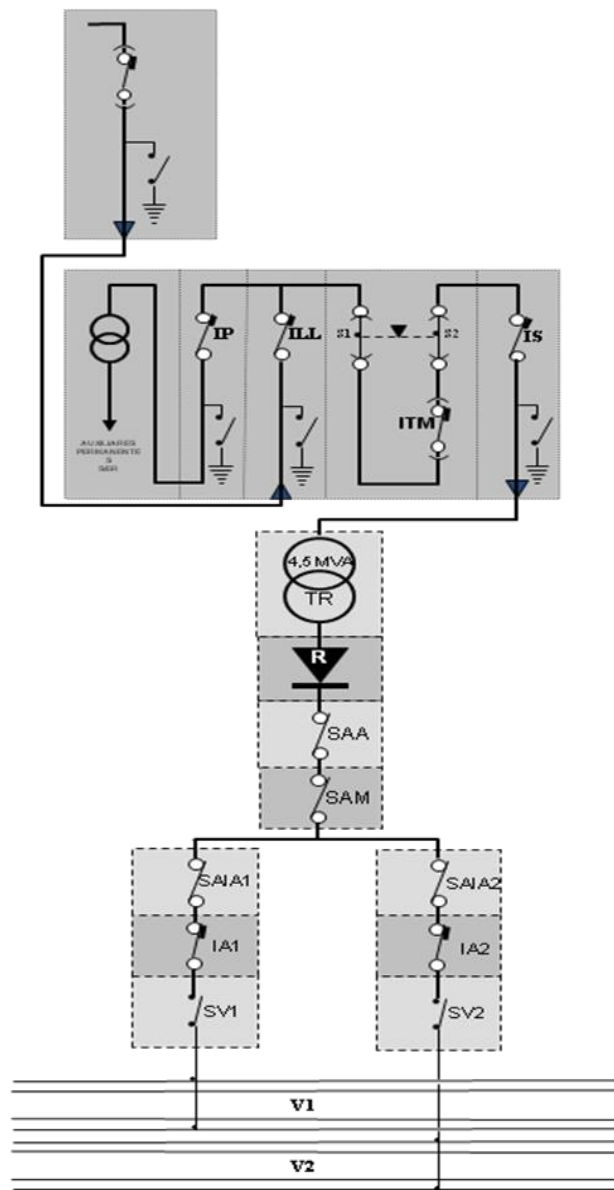


Fig.1: SER Tipo T, monogrupa

En gran parte de las SER de Línea 1 y Línea 2, los interruptores media tensión ITM presentan obsolescencia tecnológica, y una discontinuidad en sus repuestos, lo que hace complejo su mantenimiento y puede ocasionar, en caso de falla, la indisponibilidad del equipamiento. Lo mismo ocurre con el seccionador de aislamiento automático SAA, que en caso de falla, y debido a la discontinuidad de repuestos, puede ocasionar una pérdida en la alimentación de tracción

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Debido a la obsolescencia tecnológica de parte del equipamiento que compone las Subestaciones de Rectificación (SER) en las líneas más antiguas de la red, Metro ha decidido renovar parte de su equipamiento, realizando las siguientes obras:

- Renovación conjunto de Interruptores y Seccionadores de Media Tensión,
- Renovación Seccionadores de Aislamiento Automático (SAA), y
- Renovación Alimentación en BT Servicios Auxiliares SER

3.1. Renovación Interruptores de Media Tensión (ITM)

Se considera renovar los Interruptores y Seccionadores de Media Tensión que se encuentran instalados en el Grupo A de Línea 1 y Línea 2

Las principales características de éstos equipos se indican a continuación:



Fig. 2. Celda media tensión Merlín Gerin, SER L1 Grupo A.

Ítem	Características	Datos	Unidad
1	Marca	Merlín Gerin	--
2	Modelo	VERCORS 500	--
3	Tipo	INTERSEC I23 K9	--
4	Tensión nominal	23	kV
5	Corriente nominal	400	A
6	Poder de corte	400	A
7	Poder de cierre	25	kV
8	Sobre intensidad admisible (instantáneo / 1 s)	25 / 10	kA

Los trabajos involucrados consideran el suministro, transporte, instalación y puesta en servicio de las celdas de MT. Las obras se realizarán de acuerdo al detalle siguiente:

Línea 1

- SER Talleres Neptuno, se reemplaza el conjunto de celdas ITM del Grupo A.
- SER Moneda, se reemplaza el conjunto de celdas ITM del Grupo A.
- SER Católica, se reemplaza el conjunto de celdas ITM del Grupo A.
- SER Huelén, se reemplaza el conjunto de celdas ITM del Grupo A.
- SER P. de Valdivia, se reemplaza el conjunto de celdas ITM del Grupo A.
- SER El Golf, se reemplaza el conjunto de celdas ITM, Mono grupo
- SER E. Militar, se reemplaza el conjunto de celdas ITM del Grupo A.

Línea 2

- SER Lo Ovalle, se reemplaza el conjunto de celdas ITM, Mono grupo.
- SER Departamental, se reemplaza el conjunto de celdas ITM, Mono grupo.

- SER Franklin, se reemplaza el conjunto de celdas ITM Mono grupo.
- SER Parque O`Higgins, se reemplaza el conjunto de celdas IT, Mono grupo .
- SER Los Héroes, se reemplaza el conjunto de celdas ITM, Mono grupo.
- SER Mapocho, se reemplaza el conjunto de celdas ITM, Mono grupo.

3.2. Renovación Seccionadores de Aislamiento Automático (SAA)

Se considera renovar los Seccionadores de Aislamiento Automática (SAA) más antiguos de Línea 1, Línea 2 y Línea 5.

Los seccionadores presentan dos variables dependiendo de la tecnología de los equipos:

1. SAA de Línea 1 y Línea 2



Fig. 3. Seccionador de Aislamiento Automático, SAA. SER L1 y L2.

Ítem	Características	Datos	Unidad
1	Marca	Soule	--
2	Modelo	Pavex MCPRBH4	--
3	Consumo	3	A
4	Tensión nominal	1000	Vcc
5	Corriente nominal	8.000	A

El suministro, transporte, instalación y puesta en servicio de los SAA de este tipo se realizará de acuerdo al siguiente detalle:

Línea 1

- SER Talleres Neptuno, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER Las Rejas, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER Central, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER Moneda, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER Católica, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER Huelén, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER P. de Valdivia, se reemplaza el SAA del Grupo A.
- SER El Golf, se reemplaza SAA, Mono grupo
- SER E. Militar, se reemplaza el SAA del Grupo A.

Línea 2

- SER Lo Ovalle, se reemplaza el SAA, Mono grupo..
- SER Departamental, se reemplaza el SAA, Mono grupo.
- SER Franklin, se reemplaza el SAA, Mono grupo. .
- SER Parque O`Higgins, se reemplaza el SAA Mono grupo.
- SER Los Héroes, se reemplaza el SAA , Mono grupo. SER Mapocho, se reemplaza el SAA, Mono grupo

2. **SAA de Línea 5**



Fig. 4. Seccionador de Aislamiento Automático, SAA. SER L5.

Ítem	Características	Datos	Unidad
1	Marca	Ferraz	--
2	Modelo	C209693	--
3	Consumo	1	--
4	Tensión nominal	7,2	kV
5	Corriente nominal	8.000	A

El suministro, transporte, instalación y puesta en servicio de los SAA de este tipo se realizará de acuerdo al siguiente detalle:

Línea 5

- SER Mirador, se reemplaza SAA.
- SER Pedrero, se reemplaza SAA.
- SER Carlos Valdovinos, se reemplaza SAA.
- SER T. San Eugenio, se reemplaza SAA.
- SER Santa Isabel, se reemplaza SAA.
- SER Baquedano, se reemplaza SAA.
- SER Plaza de Armas, se reemplaza SAA.
- SER Santa Ana, se reemplaza SAA.
- SER Cumming, se reemplaza SAA.

3.3. Renovación Alimentación en BT Servicios Auxiliares SER

Se considera renovar la alimentación en BT de los servicios auxiliares de las SER de Línea 1 y Línea 2, indicadas para este proyecto. Los trabajos consideran el suministro e instalación de un tablero de distribución alimentado desde los tableros generales de las SAF más cercana (TGFyA SAF1 y SAF2).

La renovación de la alimentación de los servicios auxiliares SER se realizará de acuerdo al siguiente detalle:

Línea 1

- SER Talleres Neptuno, se reemplaza alimentación SSAA del Grupo A.
- SER Moneda, se reemplaza alimentación SSAA del Grupo A.
- SER Católica, se reemplaza alimentación SSAA del Grupo A.
- SER Huelén, se reemplaza alimentación SSAA del Grupo A.
- SER P. de Valdivia, se reemplaza alimentación SSAA del Grupo A.
- SER El Golf, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo..
- SER E. Militar, se reemplaza alimentación SSAA del Grupo A.

Línea 2

- SER Lo Ovalle, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo..
- SER Departamental, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo .
- SER Franklin, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo Grupo A.
- SER Parque O`Higgins, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo..
- SER Los Héroes, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo. .
- SER Mapocho, se reemplaza alimentación SSAA del Mono grupo. .

4. CONDICIONES GENERALES

4.1. 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, sea suministrado por Metro o por el Contratista, deberán realizarse respetando fielmente los catálogos 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.

4.2. Condiciones para la Ejecución de las Obras

El Proponente debe considerar, dentro de los costos globales de su oferta técnico-económica, que todas las actividades relacionadas con el montaje, desenergización de equipos o cualquier actividad que implique un impedimento a la normal explotación de la estación, se deberá realizar en jornadas nocturnas, en coordinación con Metro S.A. y la ITO. Los horarios disponibles para dichos trabajos serán desde las 00:00 Hrs. hasta las 04:30 Hrs del día siguiente.

El Contratista debe considerar dentro de sus costos globales, disponer de un grupo de trabajo para resolver cualquier tipo de problemas que impliquen un impedimento a la normal explotación de la estación y que puedan deberse a las obras desarrollados por el Contratista en la jornada anterior

4.3. Plazos Estimados

El plazo de ejecución del proyecto se estima como máximo en 19xx meses.

4.4. Planos y Documentos del Proyecto

Para el desarrollo de las obras, el Contratista se guiará por lo indicado en éste documento y en los Planos del Proyecto, entregados para la licitación.

4.5. Materiales

Todos los materiales que suministre el Contratista serán de la mejor calidad y primer uso. En consecuencia, la ITO podrá rechazar cualquier material que a

su simple juicio no cumpla con lo anterior. Todo material rechazado será renovado con cargo y a cuenta del Contratista.

4.6. Libro de Obras

En terreno se llevará un registro escrito -libro de obras- único y cronológico, donde se dejará constancia breve del caso tratado, con indicación de planos y/o documentos aludidos, y la solución adoptada. Debe permitir un control de obra, registrar órdenes de la ITO, consultas del Contratista y anotación de resoluciones. Las anotaciones en el libro serán firmadas por el Contratista y por la ITO para que tengan validez y ninguna de las partes se negará a firmar.

Las anotaciones en el libro se emitirán en triplicado, quedando el original en poder de la ITO, la segunda copia para el Contratista y la tercera copia permanecerá en el libro.

El Contratista suministrará y administrará el Libro de Obras, debiendo este libro permanecer en terreno o en la oficina de obra y será enviado a la ITO cada vez que este lo requiera.

4.7. 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 %

4.8. 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.

4.9. 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.

4.10. 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 diez (10) años de experiencia debidamente acreditada, en montajes de equipos eléctricos y certificación 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.

4.11. 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, 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.

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 cotas, las referencias, la ubicación exacta, las distancias y los niveles indicados en los planos, con objeto de tener una clara visión de las condiciones reales de terreno.

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.
- Soportes para equipos de su fabricación.
- 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 en operación y deberá intervenir tableros energizados, 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.

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. Al término de la jornada de trabajo la SER deberá quedar en servicio y funcionando normalmente.

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.

4.12. 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.

4.13. Planos (ya esta dicho en 4.6

El Contratista deberá mantener en la obra un juego completo de planos y especificaciones del proyecto, con el único fin de señalar en ellos, en forma destacada, las modificaciones introducidas al Proyecto durante el desarrollo de las obras. Las modificaciones deberán contar con la aprobación por escrito de Metro. Una vez terminado el trabajo, los planos deberán ser entregados a Metro como planos "As Built" de las instalaciones.

4.14. 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.

4.15. 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 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, durante las horas de operación comercial de Metro.

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.

5. 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 indicación de marcas no obliga a que el suministro corresponda a la marca mencionada, sino más bien fija las calidades mínimas que deberán ser respetadas.

No obstante lo anterior, cualquier cambio de marca y modelo de cualquier suministro que haya sido comprometido en la Oferta, deberá contar con la aprobación escrita de Metro

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.

5.1. Suministros Principales por parte del Contratista

Sin ser exhaustivo, el Contratista suministrará los siguientes equipos y materiales:

- 13 Conjuntos de celdas de media tensión (ITM y Seccionador)
- 24 Seccionadores de Aislamiento Automático SAA.
- 13 Tableros de distribución para servicios auxiliares SER, incluye cableado de alimentadores desde SAF.
- Cable Monopolar 95mm², 20kV (en caso de ser necesario).
- Cable Monopolar 240 mm², 1000V.
- Cableado fuerza, control y comunicaciones
- Barras de cobre
- Canalizaciones
- Ferreterías

5.2. Ingeniería de Detalles

El Contratista, antes de iniciar el Proyecto, deberá realizar un cuidadoso examen de la Ingeniería entregada por Metro S.A. con el propósito de tomar conocimiento sobre eventuales inconvenientes para llevar a cabo el Suministro y Montaje.

A partir de la fecha de entrega de los planos del Proyecto, por parte de Metro S.A., el Contratista tendrá un plazo de treinta (30) días hábiles para realizar todas las verificaciones necesarias para una adecuada ejecución del Proyecto. El Contratista verificará los datos y detalles mostrados en todos los documentos y planos involucrados, y será responsable por cualquier error que resultase de su falla en verificar tales datos y detalles.

Bajo el ítem “Ingeniería y Estudios”, 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 implantación civil, 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.

5.3. Renovación conjunto de Interruptores y Seccionadores de Media Tensión

5.3.1. Suministro de Celdas de Media Tensión

Las Celdas de Media Tensión serán diseñadas, fabricadas y montadas según las indicaciones dadas en las Especificaciones Técnicas Particulares de las Celdas de Media Tensión.

5.3.2. Montaje de Celdas de Media Tensión

Las celdas de media tensión se instalarán de acuerdo a las instrucciones dadas por los fabricantes. El sistema de anclaje debe incluir al menos cuatro (4) tacos metálicos de expansión y pernos de ½ “.

El Contratista deberá instalar estos equipos de modo que queden perfectamente alineados, con los equipos existentes, y nivelados. De ser necesario, el Contratista deberá suministrar láminas metálicas galvanizadas que permitan adaptar al piso los equipos que se instalen.

No obstante lo anterior, el Contratista someterá a aprobación por parte de Metro S.A. el sistema de anclaje de todos y cada uno de los equipos deba suministrar.

El Contratista deberá estudiar la factibilidad de instalar los nuevos equipos en el mismo lugar que los existentes o plantear soluciones alternativas. En caso de ser necesario, el Contratista deberá realizar el retiro o traslado de interferencias a su costo y cargo.

El Contratista, como parte de su ingeniería de detalles, deberá buscar la mejor solución para conectar el nuevo ITM a los circuitos de entrada y salida del ITM a reemplazar.

5.3.3. Apertura y Cierre

Como parte del protocolo de pruebas de estos equipos se deberá simular los comandos de apertura y cierre de los seccionadores de media tensión y verificar la apertura y cierre de éstos.

Se incluye en estas verificaciones la condición de local y la condición de distancia del selector ubicado en el armario de control de las celdas de media tensión, la señalización de las posiciones abierto y cerrado de cada seccionador. Se incluye la verificación de la señal avería ligera.

5.3.4. Enclavamientos

En la Figura nº6 se muestra el principio básico de seguridad aplicado a las celdas de media tensión que existen en las Subestaciones de Rectificación de la Línea 1 del Metro de Santiago.

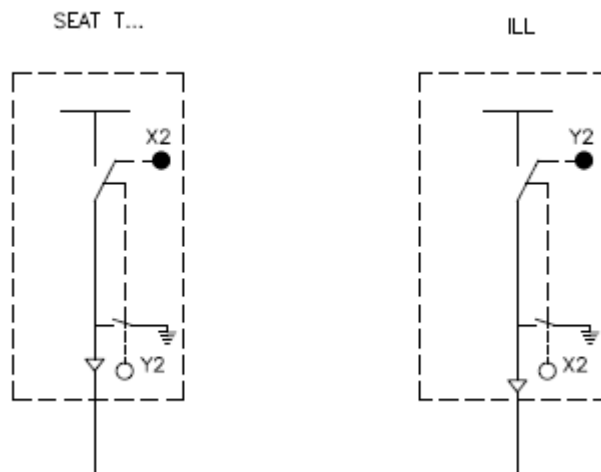


Figura nº6 Principio enclavamiento Celdas Media Tensión

En condición de seccionadores cerrados y llaves X2 e Y2 en cerraduras sobre el eje de accionamiento de los seccionadores, se deberá verificar lo siguiente:

- Los seccionadores se pueden abrir y cerrar libremente mientras la llave X2 (Y2) esté prisionera.
- Con seccionador abierto se podrá liberar llave X2 y condenar abierto el seccionador. Esta llave permitirá la puesta a tierra de la celda asociada, según la figura anterior.

Las verificaciones anteriores se deberán repetir por cada par de celdas media tensión que se muestran en los planos.

5.3.5. Cerraduras de Seguridad

El Contratista deberá suministrar e instalar nuevas cerraduras de seguridad para cada uno de los equipos a reemplazar. Las cerraduras corresponden a marca RONIS, y sus números de combinaciones se entregarán al proponente adjudicado. En anexo se incluye principio de enclavamiento de una subestación de rectificación.

5.3.6. Retiro y transporte

Se debe considerar como costos del proyecto el retiro y transporte del equipamiento reemplazado a dependencias de Metro.

5.4. Renovación Seccionadores de Aislamiento Automático SAA

5.4.1. Suministro de Seccionadores de Aislamiento Automático SAA

Los Seccionadores de Aislamiento Automático serán diseñados, fabricados y montados según las indicaciones dadas en las Especificaciones Técnicas Particulares de los Seccionadores de Aislamiento Automático.

5.4.2. Montaje de Seccionadores de Aislamiento Automático

Los seccionadores de aislamiento automático a suministrar estarán protegidos por medio de celda metálica, del tipo autosoportante para anclaje a piso y deberá montarse en forma aislada del piso de la subestación.

La instalación de estos equipos será de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante y el Contratista velará que éstos queden perfectamente nivelados. De ser necesario se utilizará mortero de nivelación para maquinaria, tipo SIKA-32 o equivalente.

El Contratista deberá suministrar el sistema de anclaje (tacos metálicos de expansión y pernos de ½" galvanizados en caliente), las láminas metálicas galvanizadas para nivelación, si corresponde, y la lámina aislante.

No obstante lo anterior, el Contratista someterá a aprobación por parte de Metro el sistema de anclaje de todos y cada uno de las Celdas y los seccionadores que deba instalar.

El Contratista deberá estudiar la factibilidad de instalar los nuevos equipos en el mismo lugar que los existentes o plantear soluciones alternativas. En caso de ser necesario, el Contratista deberá realizar el retiro o traslado de interferencias a su costo y cargo.

5.4.3. Retiro y transporte

Se debe considerar como costos del proyecto el retiro y transporte del equipamiento reemplazado a dependencias de Metro.

5.4.4. Derivaciones para Barras de Cobre

Dependiendo de la tecnología del seccionador a reemplazar, la conexión de la parte de potencia con las barras de continua existentes se podrá realizar a través de derivaciones de barras de cobre para los SAA de L1 y L2, y/o con cables de 240 mm² para los SAA de L5.

El Contratista, como parte de su ingeniería de detalles, deberá buscar la mejor solución para conectar el nuevo SAA con las barras de entrada y salida del SAA a reemplazar.

Para L1 y L2, La conexión de la parte de potencia de los SAA con las barras de continua existente se realizará a través de una derivación de barras fabricada a partir de barras de cobre 100x5 mm de sección, y solo en caso de autorización de Metro donde no se pueda, se recurrirá a una solución en cables 240 mm².

Se proyecta la fabricación de derivaciones para conjuntos de siete (7) barras y de cinco (5) barras. El contratista deberá validar solución mediante memoria de cálculo.

En caso de autorizarse la solución de cables, a las entradas se conectarán 16 conductores de 240 mm² en reemplazo del conjunto de siete (7) barras.

En caso de autorizarse la solución de cables, a las salidas se conectarán 10 conductores de 240 mm² en reemplazo del conjunto de cinco (5) barras.

Las derivaciones se construirán de acuerdo a las indicaciones contenidas en planos, con barras de cobre electrolítico 99,9% de pureza y de temple blando, dureza 50 Rockwell como máximo.

Las barras de la derivación se intercalarán con las barras de los juegos existentes y el conjunto se prensará por medio de abrazaderas Modelo HFBW44T17CG1 de Burndy o equivalente.

El curvado de las barras de cobre que conformarán la derivación se realizará por medio de herramientas hidráulicas y las perforaciones se realizará por medio de máquinas de corte al cizalle.

5.4.5. Cerraduras de Seguridad

El Contratista deberá suministrar e instalar nuevas cerraduras de seguridad para cada uno de los equipos a reemplazar. Las cerraduras corresponden a marca RONIS, y sus números de combinaciones se entregarán al proponente adjudicado. En anexo se incluye principio de enclavamiento de una subestación de rectificación.

5.4.6. Terminales para Cables 240 mm²

En caso de autorizarse por Metro, una solución en lado de potencia de los seccionadores mediante cables, se conectará a las barras de distribución existente por medio de cables de 240 mm² de sección, los cuales serán suministrados por el Contratista.

El Contratista deberá suministrar terminales prensados de doble perforación para perno de ½", Número de Catalogo 31166 de 3M, o equivalente. El terminal será fijado al cable por medio de prensa hidráulica.

La unión del terminal a la barra de cobre se hará por medio de perno de ½", el cual tendrá tratamiento superficial contra la corrosión. Se obliga el uso de golillas planas y de presión del mismo material, apretado con el torque correspondiente. Si Metro así lo indica, se utilizaran golillas planas bimetálicas.

5.5. Renovación Alimentación en BT Servicios Auxiliares SER

5.5.1. Suministro

Se considera el suministro e instalación de un tablero preferencia instalado en la SER que contendrá:

- Dos barras normales que reciben alimentación desde fuentes diferentes desde la SAF de la estación más cercana. Estas barras alimentan servicios de alumbrado y fuerza generales.
- Una barra preferencial que recibe alimentación desde las dos barras anteriores, mediante una sistema de transferencia automático que bascula a una u otra barra.

Los tableros de distribución serán diseñados, fabricados y montados según las indicaciones dadas en las Especificaciones Técnicas Particulares de Los Tableros de Distribución.

5.5.2. Montaje Tableros

a) Anclaje

Todo equipo que se instale al interior de las SER, deberá quedar adecuadamente anclado, ya sea a pisos o muros, según sus características. Los anclajes deberán ejecutarse de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto e instrucciones de los fabricantes.

Como medio de anclaje podrán utilizarse tarugos metálicos, pernos químicos u otro sistema que garantice la estabilidad y resistencia al sismo de los equipos. En ningún caso se aceptará el uso de tarugos plásticos.

b) Alturas Máximas de Montaje

Para la ubicación de los tableros, se verificará que se cumpla con las alturas mínimas y máximas de montaje de los dispositivos de comando o accionamiento colocados en un tablero, especificado en un mínimo de 0,60 m y un máximo de 2,0 m, medidas respecto del nivel de piso terminado, según se especifica en el artículo 6.2.1.16 de la norma Nch. Elec. 4/2003.

c) Espacios de Trabajo

Para definir la ubicación de los tableros, deberá verificarse que no se interferirá con las maniobras de operación y mantenimiento del propio tablero que se instala ni con otros tableros o equipos que existan en el recinto. En particular,

se debe verificar que se cumplirán con los espacios mínimos de trabajo exigidos en la norma Nch. Eléc. 4/2003, especificados en la tabla N° 5.1 de dicha norma, cuya copia se adjunta a continuación.

Tensión respecto a tierra [V]	Espacio libre mínimo - [m]		
	Condición		
	1	2	3
0 – 200	0,75	0,75	0,90
201 – 1.000	0,75	1,10	1,20

Espacios mínimos requeridos para inspección, operación y mantenimiento de tableros energizados (extracto tabla N° 5.1 de norma Nch. Eléc. 4/2003).
Condiciones de aplicación de la tabla N° 5.3.3

Condición 1.- Lugares en donde en un lado existen partes energizadas descubiertas y el lado opuesto es no conductor, o bien, partes energizadas a ambos lados, pero protegidas convenientemente mediante cubiertas aislantes removibles.

Condición 2.- Lugares en donde existen partes energizadas descubiertas en un lado y el lado opuesto está formado por material conductor puesto a tierra. Los muros de hormigón, ladrillos, ladrillos enlucidos con mortero de cemento o recubiertos con cerámicos se considerarán muros conductores puestos a tierra.

Condición 3.- Partes energizadas descubiertas a ambos lados con el operador trabajando entre ellas.

Excepción: No serán necesarios estos espacios de trabajo detrás de los tableros o centros de control que tengan acceso a todos sus controles, conexiones y operación por la parte frontal o los costados. En todo caso, desde estas posiciones se deberán respetar los valores mínimos establecidos en la tabla 5.2.3. Si la parte energizada descubierta está ubicada en la parte frontal de un Tablero o Centro de Control, el espacio de trabajo libre mínimo será de 1,50 m. En la hoja de dibujo N° 6 se representan estas distancias mínimas de trabajo.

5.5.3. Cableado de alimentación Tablero BT SER

Para alimentar el tablero de distribución de cada SER, se debe considerar el suministro e instalación de dos cables de 50 mm² alimentados desde los tableros generales de fuerza y alumbrado SAF 1 y SAF 2 (TGAyF SAF 1 y TGAyF SAF 2) de la estación más cercana.

La canalización se deberán realizar a través de los túneles de interestación en bandejas existentes.

Los conductores de los alimentadores a utilizar serán de formación cableada de cobre blando, para tensión nominal no inferior a 600 V, monoconductores o multiconductores según se indique en planos del proyecto, para temperatura máxima de servicio de 90 °C, apropiados para instalar en bandejas, escalerillas y a la intemperie, además, según donde se utilizará deberá cumplir lo siguiente:

- La aislación debe ser libre de halógenos, baja emisión de humos y que no produzcan gases tóxicos ni corrosivos, retardante a la llama.

5.5.4. Tablero auxiliar bypass

En caso de no existir interruptores disponibles en los tableros TGAyF SAF 1 y SAF 2 para alimentar el tablero BT de las SER, el Contratista deberá suministrar e instalar tableros auxiliares bypass compuestos por borneras e interruptor automático, y alimentado de las barras de distribución de los respectivos tableros TGAyF SAF 1 y SAF 2.

5.5.5. Canalizaciones

El Contratista deberá suministrar, instalar, probar y poner en servicio el cableado alimentador indicado en los planos del proyecto.

Las canalizaciones preembutidas de la estación, las canalizaciones subterráneas y las canalizaciones en interestación deben considerarse como existentes, aunque es labor del contratista verificar en terreno que estas canalizaciones existan y estén disponibles para su uso. En caso de ser

necesario, el Contratista deberá instalar a su costo y cargo nuevas canalizaciones, ya sean bandejas, escalerillas o cañerías de acero galvanizadas. Las bandejas y canalizaciones secundarias son de suministro y montaje del Contratista.

En caso de ser necesario para el correcto tendido de los conductores, el Contratista deberá ejecutar a su costo nuevas pasadas de losa a bajo andén.

5.5.6. Basculamiento de cargas a nuevo tablero

El Contratista deberá identificar las cargas del tablero de servicios auxiliares SER existente y realizar su basculamiento a los nuevos tableros de distribución.

En el caso que existan cargas eléctricas que por longitud no puedan trasladarse al nuevo tablero, se deberá suministrar nuevo cableado o realizar la extensión del cableado existente (la forma de realizar la extensión será mediante tableros auxiliares con borneros o según lo propuesto por el Contratista y validado por Metro).

5.5.7. Retiro y transporte

Se debe considerar como costos del proyecto el retiro y transporte a dependencias de Metro de la celda de alimentación IP (ver figura n°1) y del tablero de de servicios auxiliares SER existente.

Para el caso del transformador auxiliar, el Contratista deberá dejarlo embalado en el mismo recinto para su posterior transporte y desecho por una empresa externa.

5.6. Cableado, Canalizaciones y Ferreterías

5.6.1. Cables de Control

Los conductores para control, que deba suministrar el Contratista, serán del tipo multiconductor de 1,5 mm² de sección, de la cantidad de conductores que se indican en los planos.

Cada conductor del cable estará formado a partir de cobre blando con aislamiento y cubierta no propagadores de incendio, sin emisión de halógenos, de escasa o nula emisión de humos visibles y escasa o nula emisión de gases tóxicos, para temperatura de operación de 90° C y de cortocircuito de 250° C, para una tensión de servicio de 600 V.

5.6.2. Terminales Cables de Control

Cada conductor del cable de control llevará terminal modelo Starfix de Legrand con capacidad para 1,5 mm².

5.6.3. Cables de Fuerza

Cada conductor del cable estará formado a partir de cobre blando con aislamiento y cubierta no propagadores de incendio, sin emisión de halógenos, de escasa o nula emisión de humos visibles y escasa o nula emisión de gases tóxicos, para temperatura de operación de 90° C y de cortocircuito de 250° C, para una tensión de servicio de 600 V.

Se evitará que los cables tengan uniones en su recorrido. Si esto no fuera posible, se deberá ejecutar un empalme, mediante conectores de compresión cubierto con manta termocontraíble, lo cual deberá ser previamente aprobado por Metro.

La unión o remate de los cables a tableros o cajas, debe efectuarse mediante el uso de terminales de compresión, se exceptúa esta exigencia en aquellos casos en que los tableros traiga sus propios elementos de conexión o las regletas sean del tipo mordaza.

Las cintas aislantes vinílicas, si hubiere que usarlas, serán retardantes a la llama, autoextinguible, resistentes a los rayos ultravioleta, abrasión, humedad, álcalis, ácidos y corrosión. Además, deberá mantener sus características técnicas en el medio ambiente de instalación. Si corresponde, las cintas serán coloreadas.

El uso de cintas aislantes vinílicas obliga a utilizar cinta aislante de goma en forma previa. La cinta aislante de goma establecerá un medio de bloqueo para

la humedad y será fabricada sobre la base de etileno propileno conformable y autofundente.

La utilización de las cintas se realizará aplicando una capa de cinta aislante vinílica, una capa de cinta aislante de goma y dos capas de cinta aislante vinílica. El avance en la colocación de las cintas no deberá exceder el 50 % del ancho de éstas. Las capas deberán cubrir 25 mm más allá de la pérdida de aislamiento de los conductores que se empalman.

Cuando se haga uso de pastas lubricantes en la instalación de cables en las cañerías de acero galvanizado, éstas no deben atacar física ni químicamente el aislamiento del cable ni a la cañería.

El o los elementos para tirar cables deben garantizar que durante la tracción, todos los cables queden sometidos al mismo esfuerzo.

La disposición de los conductores dentro de las escalerillas o bandejas se deberá hacer de tal forma que conserven su posición y ordenamiento a lo largo de todo su recorrido. Los conductores de cada circuito deberán amarrarse cada 50 cm en paquetes separados y se afianzarán mediante amarras plásticas del ancho y espesor acorde al diámetro de los conductores que se amarra, Modelo Colson de Legrand.

Los conductores deberán ser identificados con las marcas que se indican en los planos. Estas marcas se instalarán a la salida y a la entrada de equipos, a la entrada y salida de ductos, antes y después de una pasada de muro y cada 10 m en bandejas o escalerillas.

5.6.4. Terminales Cables de Poder

Cada conductor, de un cable multiconductor de poder, llevará terminal prensado con una perforación 3/8". La capacidad estará de acuerdo al calibre del conductor y podrán modelo Starfix de Legrand o equivalente.

5.6.5. Pasacables Metálicos

La entrada y salida de los cables a los armarios y/o tableros se hará por medio de pasacables metálicos, latón niquelado, modelo PE Metal de Legrand o equivalente de diámetro acorde al cable.

5.6.6. Bandejas Ranuradas

Las bandejas serán de acero, fabricadas a partir de planchas laminadas de 2 mm de espesor y plegadas con terminación galvanizado en caliente, previo decapado y esmerilado de todas las asperezas que puedan averiar el aislamiento de los conductores. Las dimensiones serán las indicadas en los planos.

Todas las bandejas que se instalen en forma vertical llevarán tapa galvanizada en todo el recorrido vertical.

Cualquier recorrido de más de 20 metros deberá contar con juntas de dilatación.

Toda bandeja con recorrido vertical deberá tener palillos galvanizados de ¼", para la fijación de los conductores, con una separación máxima entre ellos de 300 mm.

5.6.7. Soportes

La sujeción de bandejas se hará mediante los soportes indicados en planos.

Los soportes se instalarán de acuerdo con las condiciones de terreno de manera tal que las bandejas puedan soportar una carga vertical de 100 Kg. en cualquier punto, sin presentar deformación estando todos los conductores en ellas. En ningún caso la separación de los soportes excederá de 1,5 metros, a menos se indique otra en los planos.

5.6.8. Ferreterías

Todo material metálico que sea utilizado para la soportar bandejas, escalerillas, etc. deberán tener tratamiento superficial mediante galvanizado en caliente.

El tratamiento de galvanizado en caliente deberá asegurar un recubrimiento mínimo de zinc de 450 gr. /m².

La recuperación del recubrimiento en terreno se hará por medio de 2 manos de pintura con un contenido de zinc no inferior al 95%.

5.6.9. Pernos y Golillas

Todos los pernos que utilicen en la sujeción de las canalizaciones, serán galvanizados en caliente, no se aceptan pernos “electro cincados”.

Todas las golillas que se utilicen serán galvanizadas en caliente.

La utilización de pernos obliga a colocar golilla plana y golilla de presión.

5.6.10. Puesta a Tierra Bandejas

Todas las bandejas deberán conectarse sólidamente a la tierra de protección mediante un conductor tipo COOPERWELD calibre 7xNº10 AWG, a menos que se indique explícitamente otra sección en los planos. El conductor será afianzado a la escalerilla o a la bandeja, según corresponda, mediante prensas de bronce cada 10 m de recorrido lineal y en cada vez que existe una interrupción de la escalerilla o de la bandeja.

5.6.11. Identificación de Circuitos

Todos los circuitos deben quedar claramente identificados en sus extremos, en cada caja de conexión y/o derivación, en bandejas y escalerillas cada 10 m, a la entrada y salida de ductos y en toda vez que haya cambio de dirección.

Las marcas para los cables serán del tipo etiqueta insertable en porta dígito Duplix de Legrand o algún otro elemento que cumpla la función de identificación propuesto por el Contratista. En todo caso, el método de

identificación propuesto deberá permanecer inalterable por el tiempo de vida útil de las instalaciones.

Cada conductor de un cable multiconductor se identificará en ambos extremos, considerando TAG de origen y TAG de destino, con marcadores CAB 3 de Legrand, cuando corresponda.

El código puesto en estas marcas debe corresponder exactamente al indicado en planos.

5.7. Pruebas de Conductores

El Contratista las pruebas de conductores de baja tensión que permitan verificar:

- Que todos los circuitos ya sean éstos fuerza, control u otros, deben ser continuos y estar libres de cortocircuitos.
- Que todos los circuitos están libres de conexiones a tierra no especificadas.
- Que la resistencia a tierra de todos los circuitos no conectados a tierra, no sea inferior a 1000 Ohm por Volt de régimen de servicio del cable o conductores.
- Que la resistencia a tierra del aislamiento de todos los conductores no conectados a tierra de los circuitos múltiples, no sea inferior a 1 MOhm.
- Que todos los circuitos están correctamente conectados en conformidad a todos los diagramas aplicables.
- Que todos los circuitos sean operables, haciéndolos operar mediante una demostración que incluirá el funcionamiento de cada control no menos de 10 veces y mediante la operación continuada de todos los circuitos de luz y de fuerza durante no menos de media hora.
- Que las medidas de resistencia de aislamiento de las instalaciones de baja tensión, se ejecutarán conforme a lo

dispuesto en las Normas NCh 4/2003 EP del inciso 9.2.1. al 9.2.2.3, ambos inclusive.

- Que la sección y el color de los conductores instalados correspondan a lo especificado.

5.8. Pruebas de Aislación

Previo a la puesta en servicio, el Contratista realizará las pruebas de aislación de equipos y cables.

Las pruebas de aislación de equipos y cables se ajustarán a los protocolos que elaborará el Contratista y que someterá a la aprobación de Metro al menos veinte (20) días antes de la realización de las pruebas.

Será de cargo del Contratista proveer los instrumentos que se utilizarán en las pruebas. Se entregará a Metro una copia de la calibración del (de los) instrumento(s) realizada por terceros, el cual no podrá tener una antigüedad mayor a un año.

5.9. 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.

5.10. Conexiones Definitivas

Una vez efectuadas las pruebas mencionadas y previa autorización de Metro se procederá a efectuar la conexión definitiva de todos los cables. Se procederá a ajustar las protecciones de los equipos conforme a las instrucciones dadas por los fabricantes. Después de lo anterior se procederá a energizar por equipo.

6. Puesta en Servicio

Las operaciones para la puesta en servicio de los equipos de media tensión y seccionadores de aislamiento automático la realizará personal de Metro en las fechas acordadas con el Contratista.

No obstante lo anterior, el Contratista será el responsable de asegurar la correcta puesta en marcha debiendo participar con su equipo técnico calificado y mano de obra especializada que permita resolver cualquier inconveniente que ocurra durante la puesta en servicio.

Junto a los responsables técnicos del proyecto por parte del contratista, para estas actividades deberá contar con a lo menos el siguiente personal

- 1 Jefe de Grupo, con calificación de técnico industrial eléctrico o equivalente y 10 años de experiencia mínima.
- 1 Técnico de Apoyo, con calificación de técnico industrial eléctrico y 5 años de experiencia mínima.
- 2 Ayudantes Eléctricos.

Parte de este personal podrá ser requerido en la etapa de pruebas de los Paneles de Control.

7. 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 y vísperas de festivo. 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.

8. Ingeniería Complementaria

El Contratista deberá realizar la ingeniería de detalles complementaria de cada uno de los equipos que debe instalar.

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.

9. Puesta en Servicio

El Contratista será el responsable de la puesta en servicio de todos los equipos que se instalen, en el marco de proyecto. Esta participación incluye la presencia y disposición del personal calificado que 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.

10. LISTADO DE PLANOS

Para listado de plano referirse al documento LP-001

ANEXO I

Principio Enclavamiento Subestación de Rectificación

Principio Enclavamiento Subestación de Rectificación

