



EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.

SUMINISTRO DE TRANSFORMADORES DE 250 KVA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

TABLA DE CONTENIDOS

1.	ALCANCE	2
2.	NORMAS	2
3.	CONDICIONES DE SERVICIO	3
3.1.	<i>Condiciones Ambientales</i>	3
3.2.	<i>Condiciones Sísmicas</i>	3
3.3.	<i>Condiciones del Sistema Eléctrico</i>	4
4.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRANSFORMADORES	4
4.1.	<i>Potencia Nominal</i>	4
4.2.	<i>Tensión Nominal y Grupo de Conexión</i>	4
4.3.	<i>Cambiador de Derivaciones</i>	4
4.4.	<i>Impedancia de Cortocircuito</i>	5
4.5.	<i>Terminales de Media y Baja Tensión</i>	5
4.6.	<i>Líquido Dieléctrico Aislante</i>	5
4.7.	<i>Núcleo</i>	6
4.8.	<i>Bobinados</i>	6
4.9.	<i>Pérdidas</i>	6
4.10.	<i>Base y Estanque</i>	6
4.11.	<i>Aumentos de Temperatura</i>	7
4.12.	<i>Dimensiones</i>	8
5.	ENSAYOS Y PRUEBAS	8
6.	INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS	10
7.	INFORMACION QUE DEBE PROPORCIONAR EL PROVEEDOR	11
7.1.	<i>Con la Oferta</i>	11
7.2.	<i>Con el Suministro</i>	11
8.	EMBALAJE Y TRANSPORTE	12
9.	GARANTÍA	12
10.	INTERCAMBIABILIDAD	13
11.	RESPUESTOS	13

SUMINISTRO DE TRANSFORMADORES DE 250 KVA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

1. ALCANCE

La presente especificación técnica establece los requisitos mínimos que se deben cumplir en el suministro de seis (6) transformadores de 250 kVA, para el Metro de Santiago.

Dichos transformadores serán utilizados para repuesto en las Subestaciones de Alumbrado y Fuerza (SAF) de Metro S.A., donde van insertos en celdas cerradas.

El Proveedor deberá suministrar todos los equipos, componentes y materiales que sean necesarios para el correcto funcionamiento de los transformadores, los que deberán ser nuevos, de primer uso, de óptima calidad y diseñados para trabajo pesado. Cada transformador deberá cumplir, y de preferencia exceder, los requerimientos que se establecen en la presente especificación técnica.

El proponente que se adjudique el suministro deberá verificar en terreno las dimensiones de las celdas tipos donde serán instalados los transformadores.

No son parte del suministro, y están excluidos del alcance de esta especificación, los ítems que se indican a continuación:

- Fundaciones y Pernos de Anclaje
- Montaje y Pruebas de Montaje
- Conexiones y cables que no son parte del equipo en si

Estas exclusiones no liberan al Proveedor de la obligación de entregar todos los antecedentes, requerimientos especiales y especificaciones que sean necesarias para que el montaje realizado por terceros, cumpla con las exigencias de los equipos.

2. NORMAS

Los transformadores ofrecidos, de acuerdo a la presente especificación técnica, deberán ser fabricados y probados según los requerimientos aplicables de las últimas ediciones en vigencia de las siguientes normas y códigos:

IEC	:	International Electrotechnical Commission.
IEEE	:	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
ANSI	:	American National Standard Institute
ASTM	:	American Standards for Testing and Materials.

Las normas aplicables a la fabricación del transformador deberán ser precisadas en la Oferta del Proveedor y su uso deberá contar con la aprobación de Metro S.A.

3. CONDICIONES DE SERVICIO

Los transformadores especificados en este documento, deberán ser adecuados para funcionar en forma continua, considerando que se instalarán al interior de recintos de carácter industrial, con la consiguiente contaminación ambiental (polución de particulado oxidante, ruido, vibración, sismos, humedad, polvo, etc.), por lo cual se debe tener especial cuidado en prever los medios para dar un adecuado servicio de mantenimiento y limpieza sin perturbar la operación normal.

Los transformadores se diseñarán para funcionar bajo las condiciones de servicio siguientes:

3.1. Condiciones Ambientales

- a) Altura sobre nivel del mar : 1.000 m.s.n.m.
- b) Temperaturas
 - Registro Máximo : 40 °C
 - Registro Mínimo : 0 °C
 - Registro Promedio : 30 °C
- c) Humedad relativa
 - Registro Máximo : 100 %
 - Registro Mínimo : 20 %

3.2. Condiciones Sísmicas

Los equipos y componentes deberán ser diseñados para soportar sin daños ni deformaciones permanentes, en las condiciones de instalación, los esfuerzos impuestos por los sismos, de acuerdo a requerimientos equivalentes a los establecidos en las Especificaciones Técnicas Generales - Diseño Sísmico - ETG 1.015, de Endesa.

Los transformadores deberán ser capaces de soportar las combinaciones más desfavorables de oscilaciones verticales y horizontales en cualquier dirección limitadas por los siguientes valores:

- a) Movimiento Horizontal
 - Bajo 0,2076 Hz : 30 cm. como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
 - Entre 0,2076 y 1,3 Hz : Velocidad máxima 60 cm./seg.
 - Sobre 1,3 Hz : Aceleración máxima 0,5 g.
- b) Movimiento Vertical
 - Bajo 0,78 Hz : Las mismas características del movimiento horizontal.
 - Sobre 0,78 Hz : Aceleración máxima 0,3 g.

3.3. Condiciones del Sistema Eléctrico

Los transformadores serán instalados en un sistema eléctrico, con distribución en media y baja tensión, de las siguientes características:

a) Media Tensión

- Clase de Aislación : 24 kV
- Tensión de Servicio : 20 kV
- Frecuencia : 50 Hz
- Número de Fases : 3P

b) Baja Tensión

- Clase de Aislación : 3,6 kV
- Tensión de Servicio : 380 V
- Número de Fases : 3P + N
- Régimen de Neutro : Sólidamente a Tierra

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TRANSFORMADORES

4.1. Potencia Nominal

Los transformadores deben suministrar una potencia de 250 kVA, en las condiciones de servicio indicadas en el Punto 3 de la presente especificación técnica.

4.2. Tensión Nominal y Grupo de Conexión

Los transformadores deberán tener la tensión nominal y el grupo de conexión indicado a continuación:

- Primario : 20 kV
- Secundario : 400/231 V
- Relación de Fases : Dyn11

4.3. Cambiador de Derivaciones

Los transformadores deberán incluir un cambiador de derivaciones, en el lado de media tensión, que contemplará las siguientes razones de la tensión primaria:

- 21.000 V : 105,0 %
- 20.500 V : 102,5 %
- 20.000 V : 100,0 %
- 19.500 V : 97,5 %
- 19.000 V : 95,0 %

Cada derivación deberá diseñarse para plena capacidad del transformador.

El cambiador de derivaciones será de accionamiento simultáneo en las tres fases, operable sin tensión desde el exterior del transformador. Cada una de las posiciones de conmutador se deberá asegurar y enclavar mediante candado y será visible por medio de un indicador ubicado, de preferencia en un costado del transformador.

El cambiador de derivaciones deberá tener la capacidad para soportar el cortocircuito máximo del sistema, independiente de su posición. La capacidad del conmutador debe ser de 35KV - 60 A mínimos.

4.4. Impedancia de Cortocircuito

La impedancia de secuencia positiva, a una temperatura de 75°C, estará comprendida entre: 3 y 5%, en base propia.

Los transformadores deberán ser diseñados y construidos para soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos producidos por cortocircuitos externos. La potencia aparente máxima de cortocircuito del sistema de distribución de media tensión, es de 250 MVA.

4.5. Terminales de Media y Baja Tensión

Los terminales de media y baja tensión, se ubicarán en la tapa del transformador, en costados opuestos.

El lado de media tensión contendrá bushings de porcelana con terminales, para permitir la conexión de un cable de 20 kV de 95 mm².

El lado de baja tensión contendrá bushings de porcelana con sus respectivos terminales. Estos últimos, deberán permitir la conexión de un cable de 1 kV de 240 mm².

Los transformadores contarán con dos tomas de tierra adecuada para conectar a tierra el chasis a través de cable de 70 mm².

Los terminales de conexión primarios y secundarios estarán perfectamente diferenciados e identificados. Dichos terminales deben ser de características similares a los terminales de los actuales transformadores que se encuentran en servicio.

Todos los pasa-tapa (bushing) podrán ser cambiados sin necesidad de acceder al interior del transformador. Los pasa-tapa deberán soportar las mismas pruebas de impulso que sus enrollados asociados.

4.6. Líquido Dieléctrico Aislante

Los transformadores serán del tipo sumergido, sin conservador, herméticos con cámara superior de nitrógeno o de llenado integral. El líquido dieléctrico aislante, que debe cumplir con la norma ASTM correspondiente, será de alta rigidez dieléctrica no tóxico, y libre de compuestos clorados, como por ejemplo: Silicona o Aceite Vegetal FR3.

No se aceptará el uso de askareles

Cada transformador se suministrará con su líquido dieléctrico tratado y filtrado.

4.7. Núcleo

El núcleo será de acero silicoso de grano orientado y laminado, de bajas pérdidas. Las superficies de las láminas de acero tendrán un tratamiento (barniz inorgánico) aislante para evitar la circulación de corrientes parásitas entre las láminas.

El núcleo deberá estar conectado al estanque en un solo punto mediante una conexión fácilmente removible desde el exterior del estanque para efectos de pruebas.

Las vibraciones del circuito magnético serán amortiguadas mediante suspensión elástica, especialmente las vibraciones de baja frecuencia (50 y 100 Hz).

4.8. Bobinados

Los bobinados deben ser de cobre electrolítico, aislados en papel y sumergidos en el líquido dieléctrico del transformador.

Los bobinados deben ser capaces de soportar mecánica y térmicamente los esfuerzos de cortocircuito.

Los bobinados serán sometidos a un proceso de estabilización previo a su montaje, a fin de asegurar la invariabilidad de sus dimensiones en servicio y su elasticidad al ser sometidos a esfuerzos electrodinámicos. Se deberán prever ensayos de comparación del estabilizado de los bobinados.

Los elementos mecánicos de fijación deben ser aptos para transmitir los esfuerzos de compresión de los bobinados y soportar los esfuerzos electrodinámicos a los cuales están sometidos los mismos.

4.9. Pérdidas

Los valores máximos admisibles para las pérdidas serán:

- Pérdidas en vacío $\leq 0,53 \text{ kW}$
- Pérdidas en carga $\leq 2,75 \text{ kW}$

4.10. Base y Estanque

Los transformadores estarán provistos con una base tipo zapata, canal U, que permita su anclaje a piso, y estructura de acero adecuada para el montaje en la fundación de hormigón. La base deberá diseñarse de tal forma que facilite el deslizamiento del transformador, según cada uno de sus ejes, por lo que debe incluir ruedas orientables en ejes perpendiculares las cuales podrán ser bloqueadas en el lugar de emplazamiento.

La base de los transformadores deberá incluir cuatro puntos de apoyo de gatas, los cuales quedarán claramente identificados.

La base tendrá una configuración tal que el transformador podrá inclinarse 25° sexagesimales sin perder la estabilidad.

El estanque será en chapas de acero resistentes a la corrosión, de calidad soldable.

Para asegurar la hermeticidad del estanque, las uniones deben ser soldadas; pero la tapa deberá ser apernada.

Luego de fabricado el estanque, deberán removerse las impurezas por medio de chorro de arena o por otro medio igualmente eficaz, cuidando principalmente de retirar toda la escoria de los cordones de soldadura.

La superficie interior del estanque debe pintarse con pintura de esmalte, a fin de evitar reacciones químicas con el líquido dieléctrico aislante.

La superficie exterior del estanque así como los elementos refrigerantes y de sujeción, serán limpiados hasta brillo metálico con chorro de arena o por otro medio de similar eficacia, y luego se pintarán con una base de imprimante (wash-primer), o aceite humectante, dos manos de pintura anticorrosiva y dos manos de pintura de esmalte de color RAL 7042.

El Proveedor realizará las pruebas y los ensayos correspondientes a la pintura que utilizará con el propósito de garantizar que ésta cumple con los requerimientos de duración, adherencia, resistencia al impacto, resistencia a los combustibles, etc. de acuerdo a las Normas ASTM correspondientes.

El estanque debe diseñarse para resistir sin deformaciones permanentes los esfuerzos producidos por el gateo, izamiento y transporte del transformador. El acceso a la parte baja de los aisladores y mecanismos del cambiador de derivaciones será provisto de tapas de inspección apernadas y con empaquetadura. Además, deberán cumplir con las pruebas de sobre presión y vacío.

El transformador debe ser provisto con cáncamos para ser izado dispuestos de modo tal que estando lleno de líquido dieléctrico el transformador no presente inclinaciones y desequilibrios en maniobras de levante y traslados.

Los transformadores deben incluir ganchos, ubicados en la base, que permitan el arrastre de éstos hasta los lugares de emplazamiento y el amarre al medio de transporte.

El estanque deberá diseñarse y construirse para soportar, sin ningún esfuerzo perjudicial o deformaciones permanentes, los esfuerzos producidos por:

- Llenado con líquido dieléctrico al vacío.
- Pruebas de presión y vacío.
- Condiciones sísmicas.

4.11. Aumentos de Temperatura

Los límites máximos admisibles para los aumentos de temperatura, considerando una temperatura ambiente media de 30 °C, serán los siguientes:

- 60 °C para la temperatura superficial del líquido dieléctrico.
- 65 °C para la temperatura promedio en los enrollados, medido por el método de variación de resistencia.
- 80 °C en el punto más caliente de los enrollados.

Cada transformador tendrá la capacidad de auto refrigeración suficiente para trabajar a 1.000 m sobre el nivel del mar sin exceder los límites de temperatura aquí definidos.

4.12. Dimensiones

Estos transformadores están destinados a las Subestaciones de Alumbrado y Fuerza, donde serán instalados al interior de celdas existentes. Por lo tanto, el diseño debe considerar y ser acorde a las dimensiones de dichas celdas.

En el ANEXO "D" del Título Segundo de las Bases Administrativas se adjuntan planos con dimensiones de las celdas, y de transformadores, existentes. No obstante, el Proveedor adjudicado deberá confirmar en terreno las medidas definitivas a considerar para el diseño.

5. ENSAYOS Y PRUEBAS

Todos los equipos y componentes cubiertos por esta especificación, serán sometidos a ensayos y pruebas, de acuerdo a lo establecido en la última edición de los códigos y/o normas aplicables, y serán de cargo del Proveedor.

El Proveedor deberá incluir en su oferta un listado de pruebas, con su descripción respectiva, que ejecutará durante la fabricación de los transformadores. Se debe contemplar, a lo menos, la realización de las siguientes pruebas:

- a) Para todos los transformadores
 - Verificación de dimensiones
 - Verificación del grupo de conexión
 - Medición de la relación de transformación
 - Medición de la resistencia de los enrollados
 - Medición de la resistencia de aislación entre enrollados
 - Ensayos dieléctricos: tensión aplicada y tensión inducida
- b) Para un transformador
 - Ensayo de cortocircuito
 - Ensayo de vacío

El Proveedor informará por escrito a Metro S.A., con una anticipación mínima de cuatro semanas, la fecha estimada de ejecución de las pruebas, de manera que Metro S.A. pueda tomar las previsiones para presenciar, si lo estima conveniente, dichas pruebas.

Dicha notificación incluirá un programa, que incluirá como mínimo la siguiente información:

- Lista de equipos a ser probados y de las pruebas a realizar.
- Procedimiento de pruebas y metodología propuesta, junto con una lista de características a medir y/o registrar.
- Valores, características o condiciones que deberán lograrse durante las pruebas.
- Modelo de los protocolos para la ejecución de las pruebas.

El Proveedor confirmará por escrito a Metro S.A., con al menos 15 días de anticipación, la fecha definitiva y lugar en que se efectuarán las pruebas de los equipos.

Metro S.A. enviará 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.

El Proveedor 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 S.A., junto con toda la documentación técnica asociada al suministro.

Cualquier deficiencia observada durante el proceso de prueba deberá ser reparada por el Proveedor a su costo y cargo, a satisfacción plena de Metro S.A., antes de proceder con el despacho del transformador.

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.

En cualquier momento un representante autorizado de Metro S.A. tendrá acceso al taller del Proveedor a objeto de inspeccionar el proceso de fabricación u obtener información del avance de los trabajos.

Una vez los equipos sean puesto en servicio, será de exclusiva responsabilidad del Proveedor los daños provocados, presentes o emergentes, debido a errores de fabricación no detectados durante los ensayos y pruebas. El Proveedor deberá pagar, a Metro S.A., los costos totales que estén implícitos en la corrección de tales daños.

6. INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS

Con cada transformador se proveerán los instrumentos y accesorios que se indican a continuación:

- Placa de características
 - Número de serie
 - Tensión primaria / Tensión secundaria
 - kVA
 - Impedancia de cortocircuito
 - Frecuencia
 - Diagrama de conexión
 - Tipo de refrigeración
 - Líquido dieléctrico / Elevación de temperatura °C
 - Peso total kg
 - Fabricante
 - Fecha de fabricación
- Dos conexiones a tierra.
- Bushing del lado primario ubicado en tapa.
- Bushing del lado secundario ubicado en tapa.
- Termómetro para la temperatura de líquido dieléctrico, del tipo dial con aguja de arrastre, con contactos de alarma y disparo independientes.
- Válvula de sobrepresión, con contactos de alarma y disparo independientes. (*)
- Válvula de drenaje y de muestra, que pueden estar combinadas en una sola válvula.
- Manovacúmetro.
- Nivel de aceite, con contacto de alarma. (*)
- Caja de conexión para alarma y disparo.
- 4 ruedas tipo riel orientables.

Nota: El proponente podrá utilizar una protección integrada de seguridad, del tipo DGPT2, para presión y para nivel de dieléctrico, ambos con contacto de alarma y disparo independientes, en reemplazo de las indicadas con (*).

7. INFORMACION QUE DEBE PROPORCIONAR EL PROVEEDOR

7.1. Con la Oferta

El Proveedor deberá incluir en su oferta toda la información técnica disponible relativa a los transformadores (Completar Hoja de Datos adjuntas en “ANEXO E” del Título Segundo de las Bases Administrativas), más toda aquella que el Proveedor estime que contribuye a la evaluación técnica de su oferta.

Además deberá incluir plano que incluya las dimensiones principales de los transformadores propuestos.

7.2. Con el Suministro

El Proveedor deberá entregar, en un plazo máximo de treinta (30) días después de recibida la carta de intención, dos juegos, en papel y los archivos magnéticos correspondientes, de los planos siguientes:

- Dimensiones Generales, disposiciones y pesos de los componentes.
- Diagrama de Alambrado Interno y conexiones.
- Plano de los transformadores que incluya listado de piezas y partes con sus respectivas referencias técnicas, de tal forma de utilizarla para compras futuras de repuestos.

Los planos serán revisados por Metro S.A. en un plazo de siete (7) días, quien podrá aprobarlos o rechazarlos. En este último caso, El Proveedor dispondrá de un plazo de siete (7) días para realizar las correcciones y presentar nuevamente los planos.

El rechazo de los planos por parte de Metro S.A. no dará derecho al Proveedor para solicitar aumento del plazo.

Después de aprobados los planos y en un plazo de treinta (30) días, contabilizados desde la fecha de aprobación de los planos, el Proveedor entregará dos (2) copias de los planos debidamente certificados y dos (2) juegos de los manuales de uso, operación y mantención de los transformadores que incluyan datos técnicos y detalles para mantención mecánica y eléctrica.

8. EMBALAJE Y TRANSPORTE

Cada transformador deberá ser totalmente armado en fábrica para verificar que todas las partes del conjunto ensamblan adecuadamente, antes de ser entregado.

Para el embalaje y transporte desde fábrica deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El transformador y sus accesorios deberán ser embalados para transporte marítimo y/o terrestre, según corresponda, preparando el embalaje para evitar daños (golpes, corrosión, absorción de humedad, etc.) y robos.
- Los elementos desmontables deberán embalsarse separadamente del cuerpo principal, debiendo indicarse detalladamente el contenido de cada bulto y su peso.
- El embalaje de los accesorios delicados deberá prepararse especialmente para transporte y manipulación poco cuidadosa y tener indicaciones claras respecto a la fragilidad en su contenido.
- Dadas las condiciones de montaje, cada uno de los bultos deberá incluir facilidades para levantarlo mediante estrobos.
- Todos los bultos deberán tener los detalles necesarios de identificación y marcas para transporte y manipulación en forma clara e indeleble.
- El Proveedor debe considerar la entrega del transformador en la Plataforma de Pruebas de Talleres de Neptuno ubicada Avenida Dorsal N° 6252 de la Comuna de Lo Prado en Santiago de Chile.
- El transformador debe ser entregado completo y en condiciones de puesta en servicio inmediato.

9. GARANTÍA

El Proveedor garantizará los equipos y componentes suministrados, por defectos en los materiales, componentes y mano de obra, por un período de veinticuatro (24) meses a partir de la fecha de entrega.

El Proveedor será responsable por todas las garantías entregadas por terceras partes, que cubran materiales o componentes usados en el suministro, por tanto, cualquier reclamo deberá ser acogido por el Proveedor.

En caso de falla de cualquier parte del suministro, durante el periodo de garantía, el Proveedor deberá reemplazar la parte defectuosa, sin cargo alguno para Metro S.A. En este caso, el período de garantía para la parte reemplazada, se extenderá por veinticuatro (24) meses a partir de la fecha de realizado el reemplazo.

10. INTERCAMBIABILIDAD

Los transformadores a suministrar deben cumplir el requisito de ser intercambiable con las unidades de la misma potencia que existen en Metro S.A. Para ello el proponente deberá verificar, en la visita a terreno, las dimensiones de los actuales transformadores de 250 kVA que están instalados en las subestaciones de Metro S.A.

11. RESPUESTOS

El proponente en su oferta técnica y económica, deberá presentar un listado de repuestos para los transformadores en base a los accesorios solicitados en el Punto 5 de las presentes especificaciones.