



**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
METRO S.A.
GERENCIA CORPORATIVA DE INGENIERÍA**

**ESPECIFICACION FUNCIONAL Y TÉCNICA
CANALIZACIONES
BAJA TENSIÓN, MEDIA TENSIÓN Y TRACCIÓN**

**REFUERZO SUBESTACIONES DE RECTIFICACIÓN DE LÍNEA 2
DEL METRO DE SANTIAGO**

A	11/04/19	Revisión	A. R. N / F. E. J.	F. E. J	S. F. T.
B	29/04/19	Revisión	A. R. N / F. E. J.	F. E. J	S. F. T.
0	12/06/19	Uso	A. R. N / F. E. J.	F. E. J	S. F. T.
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
			L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0008		Página 1 de 16
					Revisión 0

Este Documento es propiedad de METRO S.A.

Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de METRO S.A.

El Documento, una vez impreso, se considera una copia NO CONTROLADA y puede estar obsoleta

Consulte la revisión actual en Departamento de Procesos y Calidad



APROBACIONES

GERENCIA COORPORATIVA DE INGENIERÍA		FIRMAS	FECHA
PREPARADO POR	A. R. N. / F. E. J.		12.06.2019
REVISADO POR	F. E. J.		12.06.2019
APROBADO POR	S. F. T.		12.06.2019



CONTENIDO

CONTENIDO.....	3
CONTROL DE CAMBIOS.....	4
REFERENCIAS.....	5
1. OBJETIVO	7
2. ALCANCE	7
3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LAS CANALIZACIONES	8
4. NORMAS APLICABLES	8
5. ESPECIFICACIONES DE CANALIZACIONES	8
5.1. Escalerillas	9
5.2. Bandejas	9
5.3. Soportes de Bandejas y Escalerillas.....	10
5.4. Ductos	11
6. GALVANIZADO	13
7. PRUEBAS Y ENSAYOS EN FÁBRICA.....	14
8. CONDUCTOR DE TIERRA	16



CONTROL DE CAMBIOS

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada



REFERENCIAS

Ref. [N°]	Ref. [ID]	Nombre
	Documentos	
D1	Refuerzo SER L2 – EETT General	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0003
D2	Refuerzo SER L2 – EETT Sistema Distribución Media Tensión	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0004
D3	Refuerzo SER L2 – EETT Subestaciones de Rectificación	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0005
D4	Refuerzo SER L2 – EETT Sistema de Ventilación SER	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0006
D5	Refuerzo SER L2 – EETT Normas Sistema Eléctrico	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0007
D6	Refuerzo SER L2 – EETT Canalizaciones MT, BT y Tracción	L2-150200-IB-0-5EN-ETG-0008
D7	Refuerzo SER L2 – Espacios Disponibles y Estado Situación Actual de las SER	L2-1507013-00-5EN81-INF-0004
D8	Refuerzo SER L2 – Matriz de Requerimientos	L2-1507013-00-5EN81-MAT-0001
	Planos	
P1	Franklin Ubicación Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0005
P2	Franklin Ubicación Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0006
P3	Franklin Diagrama Unilineal Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0007
P4	Franklin Diagrama Unilineal Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0008
P5	Departamental Ubicación Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0001
P6	Departamental Ubicación Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0002
P7	Departamental Diagrama Unilineal Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0003
P8	Departamental Diagrama Unilineal Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0004
P9	La Cisterna Ubicación Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0009
P10	La Cisterna Ubicación Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0010
P11	La Cisterna Diagrama Unilineal Situación actual	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0011
P12	La Cisterna Diagrama Unilineal Situación futura	L2-1507013-00-5EN81-PLA-0012



P13	Refuerzo SER L2 - Diagrama Unilineal General MT	L2-150200-00-5EN-PLA-0001
P14	Refuerzo SER L2 - Diagrama Auxiliar BT Grupo Trafo-Rect SER	L2-150200-00-5EN-PLA-0002
P15	Refuerzo SER L2 - Modificación Sistema de Ventilación SER Franklin/Departamental	L2-150200-00-5EN-PLA-0003
P16	Refuerzo SER L2 - Recorrido de cables MT	L2-150200-00-5EN-PLA-0004
P17	Refuerzo SER L2 –Detalles canalizaciones CDC Franklin 2	L2-150200-ID-0-5EN-PLA-0001



1. OBJETIVO

La presente especificación técnica está orientada a establecer los requerimientos mínimos para el suministro e instalación de las bandejas, escalerillas y ductos porta-conductores destinadas a la canalización de los conductores de baja tensión, media tensión y de tracción en todos los recintos técnicos donde se requieran canalizaciones secundarias y otros lugares, para permitir la interconexión entre los equipos del sistema de energía o acometer a las vías (rieles y barras guías).

Las bandejas, escalerillas y ductos de la presente especificación serán suministradas e instaladas por el Contratista a cargo de las obras.

2. ALCANCE

Corresponde al Contratista la fabricación, suministro, pruebas y montaje de las bandejas, escalerillas y ductos porta-conductores y sus accesorios, necesarios para la canalización de conductores eléctricos de la red eléctrica de baja tensión, de media tensión y de tracción.

Al interior de los recintos de las SER's se instalarán canalizaciones secundarias en aquellos lugares que se requieran, ya sea porque no existan canalizaciones o se encuentren en interferencias, las que se deben empalmar a las canalizaciones primarias. El recorrido de estas canalizaciones debe ser tal que permita llegar y acometer a cada uno de los equipos del sistema de energía. En general, se tratan de canalizaciones para cables BT y MT, y adicionalmente se debe considerar canalizaciones que permita a los cables de tracción salir del recinto SER para llegar a los diferentes equipos de tracción.

Antes de instalar cualquier tipo de canalización, el Contratista debe realizar una ingeniería de detalle del montaje de manera de identificar previamente las condiciones y requerimientos necesarios para la correcta ejecución de su instalación.



3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DE LAS CANALIZACIONES

SEL 197

El sistema de canalizaciones será suministrado por el Contratista y estará constituido por bandejas, escalerillas y ductos porta-conductores de acero galvanizado en caliente y por todos los accesorios de soporte, fijación y protección necesarios para que este sistema provea el mejor medio para el tendido ordenado y seguro (respetando las capacidades de transporte de los conductores) a lo largo de sus recorridos.

[FIN]

SEL 198

El Contratista será responsable de la correcta instalación de las canalizaciones secundarias y podrá introducir ligeras modificaciones de terreno o proponer cambios cuando las interferencias que se presenten en terreno impidan la ejecución del trazado normalmente previsto.

[FIN]

El Contratista deberá emitir todos los planos que involucren el recorrido de las distintas canalizaciones según la ubicación final de los equipos.

4. NORMAS APLICABLES

SEL 199

El suministro y montaje deberá estar de acuerdo con las ediciones vigentes de las normas siguientes:

- NCH 4/2003 Electricidad- Instalaciones de consumo en Baja Tensión
- ASTM A-153-95 Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
- ASTM A-123-89 Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
- ASTM E-376-89 Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic-Field or Eddy Current (Electromagnetic) Testing Methods

[FIN]



5. ESPECIFICACIONES DE CANALIZACIONES

5.1. Escalerillas

SEL 200

Todas las escalerillas deben ser de modelo reforzadas, de acero galvanizado en caliente, de un largo de 3000 mm y de altura y ancho adecuado definido por las condiciones de terreno, la cantidad y el tipo de cable que se canaliza. Los laterales estarán formados por un canal plegado de 2.5 mm de espesor, unidos por palillos (travesaños) en forma de omega de 1.5 mm separados cada 150 mm.

[FIN]

Las tapas de las escalerillas serán galvanizadas en caliente con un largo de 1500 mm, con un espesor de 1.5 mm antes del galvanizado.

La unión de escalerillas se realizará mediante eclisas perforadas y pernos tipo coche, montadas en uno de los extremos de la escalerilla.

Las piezas que se corten o modifiquen en terreno no deberán contener aristas que puedan dañar los cables, se suavizarán y se terminarán con galvanizado en frío.

Las escalerillas se fijarán a los rieles de soporte con mordazas u otros elementos adecuados.

Los componentes de los soportes para escalerilla y sus elementos de fijación serán tipo estándar (rieles, pernos, mordazas, abrazaderas, etc.). En tramos rectos que superen los cincuenta (50) metros de longitud, las bandejas y escalerillas deberán llevar juntas de dilatación y además, en los recorridos o disposición vertical, se deberá considerar tapas.

5.2. Bandejas

SEL 201

Las bandejas serán ranuradas y fabricadas en chapas de acero laminado, plegadas y galvanizadas en caliente. Se exigirá ausencia total de asperezas en la superficie de apoyo de los conductores. El espesor del acero antes de galvanizar será de 1.9 mm; el largo de cada bandeja será de 3000 mm con una altura y ancho adecuado para la cantidad y tipo de cable que se canalizará.

[FIN]



Las piezas que se corten o modifiquen en terreno no deberán contener aristas que puedan dañar los cables, se suavizarán y se terminarán con galvanizado en frío.

La continuidad o unión de bandejas se realizará mediante eclisas perforadas, montadas en uno de los extremos de la bandeja.

Las bandejas dispuestas en forma vertical llevarán necesariamente tapas de protección.

5.3. Soportes de Bandejas y Escalerillas

SEL 202

Los soportes para bandejas y escalerillas serán fabricados con platinas de acero de 6 mm de espesor y galvanizados en caliente. Se instalarán de acuerdo a las condiciones del terreno y de manera tal que las bandejas y escalerillas puedan soportar, a lo menos, una carga vertical de cien (100) kilos, en cualquier punto, sin presentar deformación.

Las separaciones entre los soportes de las bandejas en ningún caso deben ser mayores a 1.5 m.

Entre los tipos de soportes a suministrar se deben contemplar los necesarios para instalar las bandejas y escalerillas en las pasadas de puntos singulares.

[FIN]

El ensamble entre bandeja y su fijación a los soportes se hará con pernos, arandelas y tuercas electro-galvanizadas. Los pernos electro-galvanizados serán de cabeza roma sin asperezas y estarán dispuestos siempre hacia el interior de la bandeja.



5.4. Ductos

SEL 203

En caso de que se requieran ductos para canalización, estos serán metálicos de tipo cañería de pared gruesa. Estos ductos serán de acero galvanizado para uso eléctrico tipo conduit Norma ANSI C80-1. Por ningún motivo se permitirá otro tipo de ductos metálicos.

Los diámetros mínimos serán los siguientes:

- 1" para conduits subterráneos.
- 3/4" para conduits a la vista o preembutidos.

Las curvas por terreno sólo se ejecutarán con herramientas o curvadoras apropiadas para tales usos, de modo de no dañar ni disminuir el diámetro efectivo de los conduits. Se deberá tener especial cuidado de respetar el radio de curvatura mínimo exigido por las normas.

[FIN]

Las curvas se ajustarán a lo indicado en los planos del proyecto. En todo caso no se permitirán más de dos curvas de 90° entre cajas o accesorios o más del equivalente a 180° en curvas. Si así ocurriera deberán usarse cajas de paso y/o condulets. El Contratista deberá determinar en terreno la ubicación de las cajas de paso, de acuerdo a lo descrito en los reglamentos y normas eléctricas.

Los conduits se unirán con coplas roscadas galvanizadas, con a lo menos cinco hilos pasados en la copla; estas uniones deberán sellarse con masilla especial o con pintura de zinc. En el caso de conduits embutidos en concreto no se aceptarán uniones no herméticas.

En la necesidad de hacer hilos, estos deberán realizarse con tornos automáticos para hilo estándar. Los extremos de los conduits deberán repasarse con limatón, de modo de eliminar toda rebaba o elemento cortante que pueda dañar la aislación de los conductores.

La superficie interior de los conduits debe ser suave y limpia. Antes de instalarse debe revisarse para eliminar rebabas o incrustaciones interiores. No se aceptarán ductos con incrustaciones que puedan dañar la aislación de los conductores.

Los conduits que lleguen a cajas sin entradas con hilo, se afianzarán a éstas mediante contratuerca por el exterior y tuerca y boquilla por el interior de las



cajas, todas estas piezas galvanizadas. La terminación en bandejas o escalerillas también se hará con boquillas.

Las cañerías que no se usen y las de reserva deben quedar protegidas con tapagorro y enluchadas.

SEL 204

Los conduits a la vista se fijarán a los soportes con abrazaderas de acero galvanizado tipo estándar para montaje a riel Unistrut.

La separación máxima de los soportes de conduits será la siguiente:

- Para conduits de 1" de diámetro o menos : 1.5 m
- Para conduits de 1 1/4" de diámetro o más : 2.0 m
- Grupos de Conduits : 1.5 m

[FIN]

SEL 205

Todas las cajas de paso o derivación deberán ser estancas, a prueba de polvo y humedad. La soportación de las cajas debe ser independiente de los ductos que llegan a ellas.

[FIN]

Los conduits a la vista deberán disponerse en forma ordenada, los recorridos serán verticales u horizontales y quedar estéticamente presentables.

No podrán efectuarse perforaciones a las estructuras metálicas para la soportación de la canalización sin la aprobación de Metro S.A. La fijación de soportes a estructuras metálicas se hará preferentemente mediante soldaduras o prensas adecuadas para este uso.

Cuando los soportes se suelden a las estructuras se deberá tener especial cuidado de usar el amperaje adecuado para no perforar la pared de los perfiles. Una vez soldados, se removerá la escoria y se hará limpieza con escobilla de acero y se pintará la superficie afectada con dos (2) manos de pintura antioxidante y dos (2) manos de pintura para galvanizado en frío.

Las pasadas de muros en salas, canaletas o cámaras deben ser selladas. El tamaño de la pasada deberá ser suficiente para disponer de espacio para el sello.



6. GALVANIZADO

SEL 206

Todas las piezas y partes metálicas instaladas por el Contratista deberán estar convenientemente protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente y tratamiento superficial previo, de acuerdo a la Norma ASTM A-123-89.

El espesor del recubrimiento de zinc deberá ser como mínimo el que se indica en la tabla siguiente:

Tabla 1. Espesores de galvanizado

Espesor de la pieza (mm)	Espesor recubrimiento de zinc (µm)
< 2	47
2 – 3	65
3 – 6	86
> 6	99

[FIN]

La composición del metal fundido en el baño de galvanizado no debe ser menor que 98% de zinc por peso.

El recubrimiento deberá ser continuo y liso, con espesor uniforme y libre de excesos de galvanizado en los agujeros, juntas y bordes. Además, las piezas galvanizadas no deben presentar áreas sin recubrimiento, ampollas, depósitos de ácidos, manchas negras y escorias.

No se permitirán en las superficies las proyecciones, globos o acumulaciones de zinc que interfieran con el uso normal de la pieza.

El recubrimiento de zinc deberá tener una adherencia que resista el manejo asociado al normal uso de la pieza de modo que no resulten en ella ralladuras o escamas.

Para reparar todas las zonas dañadas del galvanizado en caliente después de su instalación, causados por soldaduras, cortes, doblado, manejo descuidado u otra razón, se utilizará la aplicación del galvanizado en frío. La reparación deberá hacerse de acuerdo a Norma ASTM A-780-92.

El material a usar será en base a pinturas enriquecidas de zinc en vehículo orgánico, premezcladas y formuladas específicamente para el uso en superficie de acero. La película seca debe contener un mínimo de 94% de zinc polvo por peso. Una aplicación de pintura de galvanizado en frío debe asegurar un recubrimiento



de al menos 50 μm y el total debe corresponder a los valores de la tabla de galvanizado en caliente.

El área dañada requerirá de un tratamiento superficial previo al galvanizado en frío, de manera que quede limpia, seca, libre de grasas, productos corrosivos y escorias.

7. PRUEBAS Y ENSAYOS EN FÁBRICA

SEL 207

Las bandejas, escalerillas, ductos y soportes serán sometidos a pruebas y ensayos en fábrica en presencia del Proveedor, del Contratista y de Metro S.A. Los resultados deberán contar con la total conformidad de Metro S.A. para autorizar su recepción y traslado a terreno aprobadas para montaje.

[FIN]

Especial precaución deberá tomarse para efectos del traslado del material a terreno. El traslado será autorizado por Inspección Técnica de Obras (ITO) de Metro S.A. si ha sido convenientemente amarrado con flejes de acero, en cantidades transportables por dos personas y tal que durante el transporte y posterior distribución a los puntos de trabajo no se produzcan deformaciones o daños superficiales.

Los costos asociados a las pruebas, ensayos y traslados a terreno serán de cargo del Contratista.

Antes de iniciar las pruebas será requisito necesario disponer de la siguiente condición: la cantidad de bandejas, escalerillas, ductos y/o soportes en estado terminado y listas para su recepción se ordenarán adecuadamente en lotes de 100 unidades cada uno, perfectamente identificables y numerados. Será obligación para el Contratista convenir con su Proveedor el requisito de ordenamiento planteado; no se realizarán las pruebas de recepción si no se han dispuesto las piezas en dicha forma.

Las pruebas y ensayos que se deberá realizar son las de tres tipos que se indican a continuación, respetando el procedimiento que se señala:

- **Dimensional**

Esta prueba se aplica sobre una pieza por lote y máximo sobre dos piezas por lote.



Del lote N° 1 se escogerá una pieza al azar y se verificará la correspondencia de todas sus medidas con relación a las determinadas por especificación; entre ellas: largo, ancho, altura, espesor, posición y dimensión de las ranuras, posición y dimensión de las perforaciones, largo de las eclisas, calados especiales y toda cota especificada en plano de la pieza. Al mismo tiempo se verificará el aspecto de la pieza, linealidad, aspereza al tacto, presencia de aristas, cortes, manchas y cualquiera otra condición especificada como no permitida.

Si no cumple las especificaciones dimensionales será rechazará la pieza y se repetirá la prueba sobre una segunda pieza escogida al azar del mismo lote. Si la segunda pieza no cumple con las especificaciones dimensionales, se rechazará el lote completo de 100 unidades y el Contratista con su Proveedor deberán resolver las causas del rechazo e incluir la recepción de dicho lote una vez hechas las reparaciones.

- **Adherencia del galvanizado**

Esta prueba se aplica sobre una pieza por lote y máximo sobre dos piezas por lote.

Con la punta de un cuchillo grueso se aplicará presión sobre una superficie cualquiera de una pieza escogida al azar del lote N° 1 y se deslizará el cuchillo de manera de remover una porción del recubrimiento. La adherencia será considerada inadecuada si el recubrimiento se desprende dejando expuesto el metal base en el sentido de avance del cuchillo y se rechazará la pieza. Si una segunda pieza escogida al azar del lote N° 1 no pasa la prueba, se rechaza todo el lote de 100 unidades y el Contratista con su Proveedor deberán repetir el proceso de galvanizado para dicho lote.

- **Espesor del galvanizado**

Esta prueba se aplica sobre una pieza por lote y máximo sobre dos piezas por lote.

Mediante el uso de un instrumento de detección de espesor por campo magnético, calibrado en presencia de los participantes y puesto a disposición por el Contratista o por el Proveedor, se medirá el espesor del galvanizado de una pieza escogida al azar de lote N° 1.

Se tomarán y registrarán las mediciones sobre 10 puntos cualquiera de la pieza; el promedio simple de las 10 mediciones deberá indicar un valor mayor o igual al espesor establecido en la Tabla 1. En caso contrario se rechazará la pieza y se repetirán estas mediciones sobre una segunda pieza del lote N° 1; si esta segunda pieza no cumple con el espesor mínimo, se



rechazará todo el lote de 100 unidades y el Contratista con su Proveedor deberán repetir el proceso de galvanizado para dicho lote.

Si las piezas escogidas al azar del lote N°1, pasan satisfactoriamente las pruebas tipo A), B) y C) se acepta el lote de 100 unidades y se marcará como recibido conforme para ser trasladado a terreno. A continuación, se repetirá el procedimiento descrito con el lote N°2, y así sucesivamente hasta completar el total de lotes correspondiente a la partida.

Para una nueva partida, puesta en pruebas de recepción en fábrica, se repetirá exactamente el mismo procedimiento.

El Contratista otorgará a la ITO todas las facilidades para la realización de los controles en fábrica, incluyendo visitas en las etapas de fabricación y/o galvanizado.

8. CONDUCTOR DE TIERRA

SEL 208

Todas las canalizaciones instaladas por el Contratista deberán conectarse sólidamente a la tierra de protección, a través de un conductor Copperweld desnudo de sección no inferior a 70 mm² o su equivalente en cable de cobre (en adelante solo se hará referencia al conductor copperweld independiente que se pueda reemplazar por uno equivalente de cobre). Este conductor se afianzará a la bandeja o escalerilla mediante prensas de bronce cada 3 metros de recorrido lineal.

El porcentaje de conductividad a considerar para el cable copperweld es: 40% IACS.

[FIN]