



EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS METRO S.A.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONALES

“OBSOLESCENCIA DE PLC ALSPA 8035 e IHM’s PML LÍNEAS 2, 5, 4 y 4A”

| | Nombre | Fecha | Status de Revisión |
|----------------------------|-----------|-------------|-----------------------|
| Documento desarrollado por | Metro S.A | 07/11 /2016 | |
| Subgerencia | SGISI | | |

CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | GENERALIDADES..... | 4 |
| 1.1 | OBJETIVO | 4 |
| 1.2 | ALCANCE | 4 |
| 1.3 | NORMAS | 5 |
| 1.4 | CONDICIONES DE EJECUCIÓN | 5 |
| 1.5 | PLAZO ESTIMADO | 6 |
| 1.6 | PROGRAMACIÓN DE LOS TRABAJO | 6 |
| 1.7 | CONDICIONES DE TRABAJO..... | 6 |
| 1.8 | TERMINACIONES..... | 7 |
| 1.9 | EQUIPOS Y HERRAMIENTAS..... | 7 |
| 1.10 | DOCUMENTACIÓN Y PLANOS | 8 |
| 1.11 | DESARROLLO DE LAS OBRAS | 8 |
| 1.12 | PERTURBACIÓN EN LA OPERACIÓN..... | 8 |
| 1.13 | ACTIVIDADES Y OBLIGACIONES DEL PROVEEDOR..... | 9 |
| 1.14 | MEDIO AMBIENTE | 9 |
| 1.15 | PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO..... | 10 |
| 1.16 | GARANTÍA DE CALIDAD | 10 |
| 1.17 | GARANTÍAS..... | 11 |
| 2. | DESCRIPCION GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL..... | 12 |
| 3. | ESPECIFICACIONES DE LOS SUMINISTROS Y TRABAJOS..... | 22 |
| 3.1 | ALCANCE DE LOS TRABAJOS..... | 22 |
| 3.2 | REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS | 25 |
| 3.3 | REPUESTOS..... | 27 |
| 3.4 | LICENCIAS DE SOFTWARE | 27 |
| 3.5 | RETIRO DE CABLES Y EQUIPOS | 28 |
| 3.6 | INSTALACIONES ELÉCTRICAS..... | 29 |
| 3.6.1 | EMPALME DE LOS CONDUCTORES..... | 29 |
| 3.6.2 | IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES | 30 |
| 3.6.3 | TENDIDO DE LOS CONDUCTORES | 30 |
| 3.6.4 | PUESTA A TIERRA DE LAS PARTES METÁLICAS..... | 30 |
| 3.7 | INSPECCIONES PREVIAS | 31 |
| 3.8 | INSTALACIÓN | 31 |
| 3.9 | TRANSPORTE Y EMBALAJE. | 31 |
| 4. | DOCUMENTACIÓN | 32 |
| 4.1 | INFORMACIÓN TÉCNICA EN ETAPA DE OFERTA..... | 32 |
| 4.2 | INFORMACIÓN TÉCNICA EN ETAPA DE FABRICACIÓN Y MONTAJE. | 32 |
| 4.2.1 | INGENIERÍA DE DETALLE PARA LA INSTALACIÓN..... | 32 |
| 4.2.2 | MANUAL DE MANTENIMIENTO | 33 |
| 5. | CONSIDERACIONES PARTICULARES | 34 |
| 5.1 | ALCANCE DE LOS SUMINISTROS | 34 |
| 5.2 | CABLES..... | 34 |
| 5.3 | CABLEADO Y CONDUCTORES..... | 34 |
| 5.4 | PRINCIPIOS DE INSTALACIÓN | 34 |

| | | |
|-------|---------------------------------|----|
| 6. | CONSIDERACIONES GENERALES | 35 |
| 6.1 | GENERALIDADES | 35 |
| 6.2 | PRUEBAS | 35 |
| 6.2.1 | PRUEBAS FUNCIONALES | 36 |
| 7. | CAPACITACIÓN..... | 37 |

GLOSARIO

| | |
|------|--|
| ASCV | : Sistema Vital de Interbloqueo del Procesador |
| CBI | : Interbloqueo basado en informática |
| IHM | : Interfaz Hombre Máquina |
| LATS | : Supervisión automática del tren local |
| LT | : Local Técnico |
| PCC | : Puesto de Comando Centralizado |
| PML | : Puesto de Maniobra Local |
| PMZI | : Puesto de Maniobra de Zona Intermedia |
| PMT | : Puesto de Maniobra de Talleres |
| PLC | : Controlador Lógico Programable |

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Metro de Santiago requiere dar solución al problema de obsolescencia técnica de los siguientes equipos del sistema de señalización en líneas de la red de Metro:

- PLC ALSPA 8035 en Línea 5 y extensión de Línea 2.
- IHM's de tráfico de los Puestos de Mando Local (PML) de Líneas 2, 4/4A y 5.

1.2 Objetivo

La presente Especificación Funcional y Técnica está destinada a establecer como base los requerimientos mínimos para el conjunto de actividades asociadas a la modernización o reemplazo del PLC ALSPA 8035 e IHM's PML ubicados en la extensión Línea 2, Línea 5 y Línea 4-4A del Metro de Santiago. También define el alcance de los trabajos que deben ser ejecutados como parte del sistema indicado.

1.3 Alcance

Las prescripciones que se señalan en el presente documento deben entenderse como los requerimientos mínimos necesarios con que se deben realizar todas las actividades relacionadas con el Proyecto como son: ingeniería, suministro, instalación, transporte, almacenamiento, pruebas, marcha blanca, capacitación, información técnica, repuestos, garantía y puesta en servicio de los PLC y las IHM PML ubicados en la extensión de la Línea 2, Línea 5 y Línea 4-4A del Metro de Santiago. Por lo tanto, el proveedor deberá poner a disposición su experiencia y colaborar al máximo en la realización del proyecto.

Es de responsabilidad del Proveedor el suministro y la ejecución de todos los trabajos que, aún no estando explícitamente señalados, sean necesarios para el correcto desarrollo de los trabajos y la puesta en servicio del Sistema.

1.4 Normas

Todos los materiales, equipos o métodos de trabajo deberán estar de acuerdo con la última revisión de las normas o recomendaciones que se señalan más adelante. En el caso de discrepancias entre ellas, prevalecerá la más exigente. En todo caso, las presentes especificaciones prevalecerán sobre toda norma.

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

- Normas Chilenas Oficiales (NCh)
- Instituto Nacional de Normalización (INN).
- Instalaciones Eléctricas en Baja Tensión (NCh 4/84).
- International Standard Organization (ISO)
- Recomendaciones de la UIT
- National Electrical Code (NEC).
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).
- Normas EN

1.5 Condiciones de ejecución

El Proveedor 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, deberán ser realizadas en jornadas nocturnas, en coordinación con Metro S.A. Los horarios disponibles para dichos trabajos serán desde las 00:30 Hrs hasta las 04:00 Hrs del día, considerando en este horario la preparación de los equipos de trabajo, el aseo del sector intervenido y la habilitación de espacios para la operación diaria de los recintos, entre otras actividades parte de la ejecución de los trabajos. Sin perjuicio de lo anterior, Metro enviará calendario de energización semanal por Línea, para que de acuerdo a dicho calendario el Proveedor pueda programar sus intervenciones en terreno.

1.6 Plazo estimado

El plazo de ejecución del Proyecto se estima en 14 meses, desde la firma del Contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Provisional de los trabajos.

1.7 Programación de los Trabajo

El Proveedor debe elaborar programas de trabajo, los que deberán ser informados a Metro S.A semanalmente, esto con el fin de poder coordinar con las otras especialidades o proveedores.

En el desarrollo de las obras se debe considerar trabajos nocturnos. Además, si el Proveedor lo requiere deberá contemplar trabajos durante el fin de semana y festivos con el fin de cumplir con los plazos requeridos por Metro S.A.

1.8 Condiciones de trabajo

El Proveedor deberá respetar las condiciones, el escalonamiento y el fraccionamiento de los trabajos, las horas y los puntos de introducción del material y de almacenamiento de este último, sin poder pretender ninguna indemnización y plazo suplementario debido a los atrasos causados por las dificultades de aprovisionamiento.

El Proveedor deberá aceptar la ejecución del trabajo, incluso en presencia de otros Proveedores que trabajan también en el sitio. No deberá causar molestia a esos otros Proveedores en la medida de lo posible.

Las detenciones o suspensiones que pudieran resultar para el Proveedor de la ejecución de todos los otros trabajos, corren a su cargo.

En ciertos casos particulares, se podrán acordar derogaciones particulares, si son solicitadas a tiempo.

Corre a cargo del Proveedor todo aquello que es necesario para la ejecución de los trabajos (iluminación, fuerza motriz, transportes, etc.).

Para iniciar una obra, el Proveedor deberá comunicar al responsable de los trabajos de Metro S.A. con al menos 15 días de anticipación, para permitir todas las medidas eventuales de señalización y protección de esta nueva obra.

El Proveedor deberá asegurarse que su personal que tiene que trabajar en los edificios o en los recintos y vías de Metro S.A. cuenta efectivamente con las autorizaciones necesarias. Las solicitudes deberán ser presentadas dentro los plazos previstos por Metro S.A.

1.9 Terminaciones.

En todos los lugares donde el proveedor producto de sus trabajos realice algún cambio o modificación o por accidente deberá reponer todo aquello que resulte dañado a su entero costo.

En todos aquellos lugares en que se pique, el Proveedor deberá estucar nuevamente, repintando o reponiendo el revestimiento de acuerdo al estado primitivo de la zona afectada. Del mismo modo, en todos aquellos lugares en que se produzcan derramamientos de solventes o lubricantes, el Proveedor deberá reponer todo aquello que resulte dañado a su entero costo.

1.10 Equipos y Herramientas.

El Proveedor deberá disponer de todas las herramientas que necesite su personal, debiendo ser de primera calidad y encontrarse en buen estado para asegurar la correcta ejecución de las obras.

El Proveedor deberá estar en condiciones de proporcionar todos los instrumentos que se requieran para efectuar las pruebas, controles y mediciones.

En especial el Proveedor deberá dotar a su personal de elementos de protección personal tales como cascos, zapatos de seguridad, chalecos reflectantes, anteojos, protectores de oídos, guantes, etc.

1.11 Documentación y Planos

El Proveedor presentará la documentación y planos relacionados a las diferentes etapas de trabajo del presente proyecto. El contenido y la forma de presentación de los documentos, protocolos de pruebas y planos deberán ser sometidos a la aprobación de Metro S.A.

Al finalizar los trabajos de instalación y pruebas de cada etapa del proyecto, el proveedor deberá traspasar a sus documentos y planos originales, las últimas observaciones de Metro S.A. y las modificaciones necesarias para obtener una documentación fiel a la realidad, tal "Como Construido". Además, se deben actualizar los planos de ejecución de los sistemas de Señalización, entre otros.

Se deberán presentar dos (2) juegos de discos (CD/DVD) o pendriver y 2 copias en papel, con toda la información As-built del proyecto (documentos y planos).

1.12 Desarrollo de las obras

Todos los materiales combustibles que no presenten utilidad en la obra, así como las cajas y embalajes vacíos que puedan propagar el fuego, deberán ser evacuados sistemáticamente y en los plazos más breves.

Después de la terminación de los trabajos, las instalaciones y sus accesos deberán ser dejados por el Proveedor en perfecto estado de limpieza, las instalaciones dañadas deberán ser reparadas en los plazos más breves (reparación de cemento, pintura, etc.).

1.13 Perturbación en la operación

Los trabajos que se realicen en partes de líneas en operación, o ejecutados con posterioridad a la puesta en operación de las líneas, no deberán ocasionar ningún trastorno a dicha operación y no podrá dar lugar a un costo suplementario o postergación de plazos.

1.14 Actividades y Obligaciones del Proveedor

El Proveedor es el único responsable de la ejecución de todos los trabajos asociados al proyecto, incluidas las pruebas parciales y totales de funcionamiento.

El personal del Proveedor debe ser calificado e idóneo para las funciones específicas que realice. Esto considera disponer del mejor equipo de profesionales para cubrir todos los requerimientos que sean necesarios para la buena ejecución y terminación del proyecto.

Antes de iniciar las obras, el Proveedor deberá revisar cuidadosamente toda la información que le entregue Metro S.A. y deberá consultar oportunamente a personal definido por Metro, cualquier duda, discrepancia o problema de interpretación y aplicabilidad de alguna norma o criterio.

El Proveedor deberá verificar los datos, ubicación exacta, distancias y niveles indicados en los planos (en su última revisión), con objeto de tener una clara visión de las condiciones reales de terreno.

Cualquier detalle en los planos o manuales, no libera al Proveedor de su obligación de ejecutar en forma correcta, segura y completa, esta parte del trabajo.

El Proveedor deberá mantener la limpieza diaria 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 facilitadas.

1.15 Medio Ambiente

Los equipos deberán estar diseñados para funcionar en un rango de temperatura ambiente comprendido entre -0 y +45 °C.

El Proveedor debe tener en cuenta que el medio ambiente de la ciudad de Santiago posee una atmósfera oxidante cargada de anhídrido sulfuroso, SO₂ y un 84 % de humedad máxima.

1.16 Procedimientos de Trabajo

El Proveedor elaborará y someterá a la aprobación de Metro los procedimientos de trabajo que aplicará 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 Proveedor debe considerar que no se permitirá dejar sin funcionamiento los PLC e IHM's en forma parcial o total en horarios de explotación, y que los trabajos se deben ejecutar solo en jornadas nocturnas de 4 horas, desde las 00:30 hrs hasta las 04:30 hrs.

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.

1.17 Garantía de Calidad

El Fabricante debe corresponder a una firma experimentada en la fabricación de autómatas programable e IHM's. Esta experiencia deberá ser acreditada mediante un detalle de las instalaciones ejecutadas de tipo similar al especificado. El Fabricante debe contar con al menos 10 años de experiencia, en el diseño, la fabricación, la instalación, la puesta en servicio y el mantenimiento de sistemas similares.

El Proveedor a cargo de la instalación de los equipos, deberá ser una firma debidamente autorizada por el fabricante para instalar el equipamiento suministrado.

Deberá acreditar experiencia en el montaje de instalaciones de tipo similar. No obstante lo anterior, será el Proveedor quien tendrá la absoluta responsabilidad ante METRO S.A. del diseño, de la forma de ejecución de las instalaciones y su resultado final.

1.18 Garantías

El Proveedor deberá presentar un documento escrito, firmado por el Fabricante, aceptando reparar o reemplazar materiales defectuosos. Deberá aportar mano de obra, durante todo el período de garantía y sin costo para METRO S.A. Además, el Proveedor deberá proporcionar un Plan de Mantenimiento Preventivo, con un mínimo de dos (2) visitas al año, para realizar durante el tiempo de vigencia de la garantía. Este Plan de Mantenimiento deberá indicar la cantidad de horas-hombre comprometidas y el protocolo de pruebas a realizar en cada visita.

El citado documento deberá indicar explícitamente al menos la siguiente cobertura:

Se reemplazarán materiales defectuosos y suministrará mano de obra cuando se presenten fallas operacionales, funcionamiento por debajo de los mínimos requeridos, deterioro excesivo, evidencia que el sistema no será razonablemente mantenible durante la vida útil del resto de las instalaciones, desgaste anormal considerando la intensidad del uso, condiciones inseguras y otras condiciones similarmente insatisfactorias, inusuales o inesperadas. No se incluyen defectos ocasionados por alteraciones de las condiciones originales de los Sistemas, uso abusivo, vandalismo, falla en suministro eléctrico y causas similares más allá del control del Proveedor o Fabricante.

El Período de Garantía será de un (1) año, a contar de la Recepción Provisional de las obras por parte de METRO S.A.

2. DESCRIPCION GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad Metro de Santiago cuenta con un sistema de Señalización que tiene como objetivo principal garantizar que los trenes se desplacen en forma segura. Este sistema está compuesto por enclavamientos, circuitos de vía, cambios, entre otros.

Respecto al enclavamiento podemos decir que es un mecanismo que permite asegurar que el movimiento de los trenes se realice sin riesgos. En las líneas de Metro de Santiago hay instalados tres tipos de enclavamientos:

- Enclavamientos de tecnología «a todo relé»: parcialmente en L1, L2 y estaciones de paso de L5.
- Enclavamientos de tecnología «alternada - híbrida» (relé + PLC (Controlador Lógico Programable)): parcialmente en L2 y L5.
- Enclavamientos de tecnología «Electrónica – informática»: parcialmente en L1, L5 y totalmente en L4/4A.

El enclavamiento de tecnología híbrida tal como fue mencionado está compuesto de relés y PLC (Controlador Lógico Programable).

Los PLC o Automatas Programables son equipos diseñados para aplicaciones industriales. Estos reciben las señales a través de tarjetas o módulos de entradas y son procesadas mediante un software instalado en el propio PLC, para entregar finalmente las respuestas a través de tarjetas o módulos de salidas.

En la actualidad en la red de Metro de Santiago existen equipos que se encuentran en obsolescencia técnica, dentro de las cuales están los PLC ALSPA 8035. Estos PLC fueron instalados en Metro de Santiago entre el año 2004 y 2007, pero el modelo ALSPA 8035 fue diseñado en el año 1996.

Los PLC ALSPA 8035 forman parte del sistema de Señalización que tiene como objetivo principal garantizar que los trenes se desplacen en forma segura. Es

importante señalar que la lógica de seguridad del enclavamiento se encuentra en los relés del enclavamiento.

Los PLC ALSPA 8035 están presentes en Línea 5 y Extensiones de Línea 2 y son asociados e implementados en las estaciones de maniobra, con el fin de disminuir el alto grado de complejidad de la lógica de Señalización. En la Figura 1, se puede apreciar la imagen de los Autómatas Programables ALSPA 8035.

Estos Autómatas Programables aparte de realizar funciones de comando y control tienen la capacidad de transmitir información mediante los módulos de comunicación, estos a su vez permiten comandar y visualizar el estado de toda la zona de maniobra gracias a los puestos de supervisión locales ubicados en los recintos PML y remotos ubicados en el PCC (Puesto de Control y Comando).



Figura 1. PLC ALSPA 8035 Alstom.

El Software utilizado en la actualidad para la Programación y Configuración de Autómatas Programables se conoce como P8. Este software, que se ejecuta en entorno DOS, permite realizar la programación y configuración de los PLC para su arranque o puesta en servicio. Este software también se encuentra obsoleto debido a que este se ejecuta en sistema operativo DOS discontinuado y en un entorno de usuario poco amigable.

Los equipos autómatas programables (PLC) asociados e implementados en las estaciones de maniobra están instalados en los locales técnicos de las estaciones y están conformados por dos autómatas que trabajan en forma simultánea e independiente llamados Normal y Socorro de tal forma de asegurar la continuidad de la operación en las zonas de maniobras por su redundancia, esto se puede apreciar en la Figura 2.

Estos PLC entregan la misma información y facilitan a cada puesto de supervisión local la visualización de la zona mediante información serial (IHM Normal y Socorro). Distinto es para la información que va hacia el puesto de supervisión a distancia, ya que solo uno de los dos PLC (Normal o Socorro) es quien entrega la información serial al Puesto de Comando y Supervisión (PCC) por medio de un conmutador de señales, al que llega a través del equipamiento de Comando Centralizado, que a su vez se comunica con el PCC a través de la red OTN.

Básicamente, el autómata está compuesto por una base para contener los diferentes módulos, un módulo de alimentación del Autómata 24/48 Vcc 30 Watts IC693PWR325, una unidad procesadora UC tipo 341 IC693CPU341, un módulo de comunicación para la integración de ambos Autómatas N80 IC693CMM305, una unidad de comunicación para el enlace serial de periféricos IC693PCM301, unidades de entradas IC693MDL655 y de salidas discretas IC693MDL940 ó IC693MDL931 (hilo a hilo).

La información hilo a hilo adquirida por los módulos de entrada son ingresadas al PLC mediante borneros de entrada, los que entregarán al Autómata las condiciones necesarias para el comando de itinerarios (básicamente controles de circuitos de vía, posición de cambios y aspectos de señales). Las respuestas generadas por el Autómata son entregadas a los módulos de salida, y estos conectados a los borneros de salida, para entregar la información hilo a hilo a los distintos actuadores presentes en el Local Técnico (enclavamientos Relés NS1, ver Figura 2).

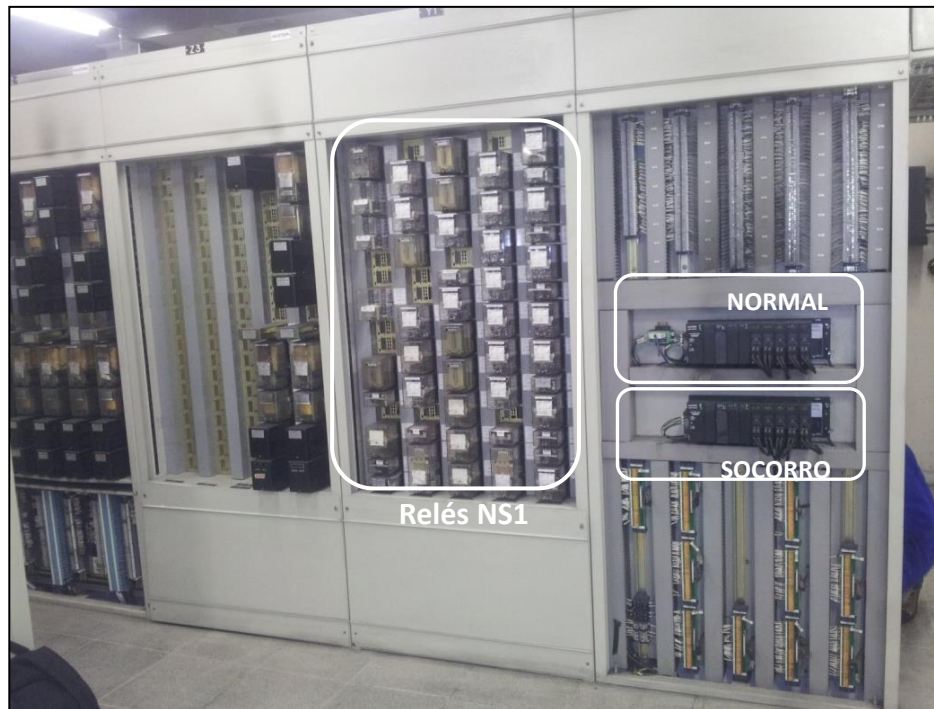


Figura 2. PLC ALSPA Normal y Socorro en Local Técnico.

Para una mayor comprensión en la Figura 3, se puede observar la arquitectura del sistema de supervisión. Este se compone por los dos autómatas programables ALSPA 8035, borneros y bastidores de cableado para la comunicación hilo a hilo y serial con el exterior, y por los puestos de Supervisión Local y a Distancia.

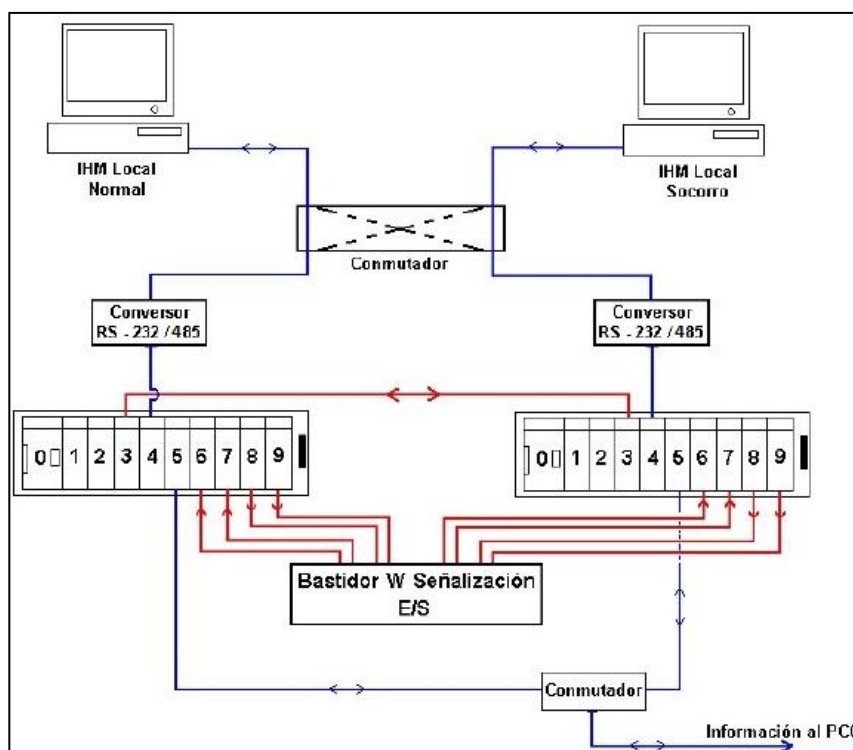


Figura 3. PLC ALSPA Normal y Socorro en Local Técnico.

Como se indicó anteriormente estos PLC permiten ejecutar comandos y controles. Esto lo realizan mediante módulos de comunicación, permitiendo con ello visualizar el estado de la zona de maniobra, comandar y controlar la zona gracias a los puestos de supervisión. Estos puestos de supervisión están compuestos por IHM's locales y remotas, en la Figura 3 se puede apreciar la arquitectura del sistema con sus IHM locales.

En general, los puestos de supervisión local se comunican con el PLC ALSPA (para Línea 2 y 5) por medio de puerto serie y están compuestos de dos computadores de escritorio llamados IHM Normal y Socorro. Estas IHM's permiten realizar comandos de itinerarios asociados a la zona de maniobra correspondiente y visualizar los estados (circuitos de vía, cambios, etc.) y alarmas de dicha zona.

Cada PC (IHM L2 y L5) contiene un software visual llamado Sigview. Este software cuenta con funciones de ayuda para el mantenimiento. En él se pueden configurar los

usuarios del sistema, la conmutación Normal–Socorro, puesta al día del contador de destrucciones, entre otras.

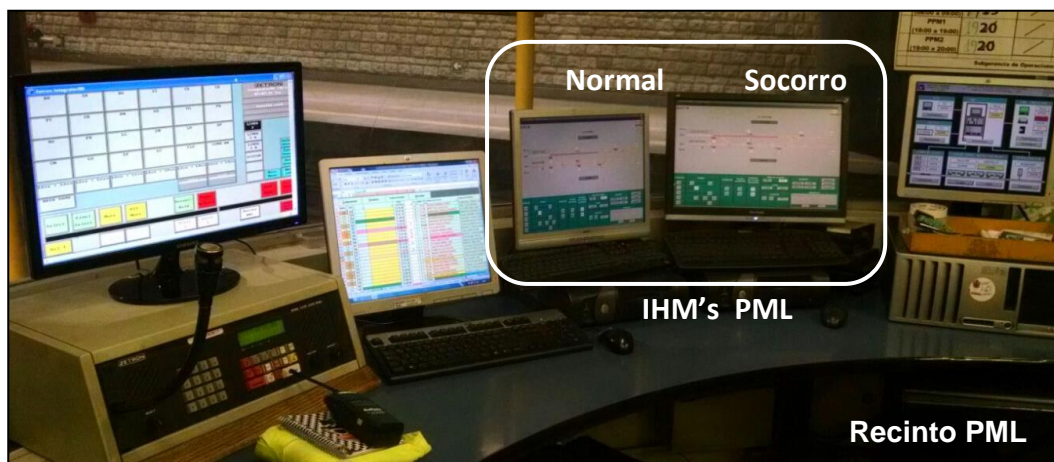


Figura 4. IHM's PML (Línea 2 y 5) Normal y Socorro.

Por otra parte, en los recintos PML (Puestos de maniobra) existe un conmutador que se utiliza, en régimen normal, para transferir la información entre Autómata Normal e IHM Normal, y entre Autómata Socorro e IHM Socorro. En caso de que se produzca una anomalía en un IHM y Autómata adyacente, este se puede forzar para que la comunicación sea del tipo cruzada. Por tanto se puede generar la información entre Autómata Normal e IHM Socorro, o Autómata Socorro e IHM Normal.

Al igual que en las Líneas 2 y 5 de Metro de Santiago, en las Líneas 4 y 4A también existen IHM locales para casos degradados que están instaladas en los recintos PML. Las IHM están asociadas a los equipos FEP el cual asegura la operación e interfase de comunicación con los IHM ATS y PML.

A continuación, se presenta en la Figura 5, la arquitectura general del sistema de supervisión de Línea 4-4A, donde se puede observar los dos equipos Procesadores Frontales FEP, la unidad de conmutación, el KVM y la comunicación con los distintos equipos, entre ellos las IHM Locales (PML y PMT) Normal y Socorro.

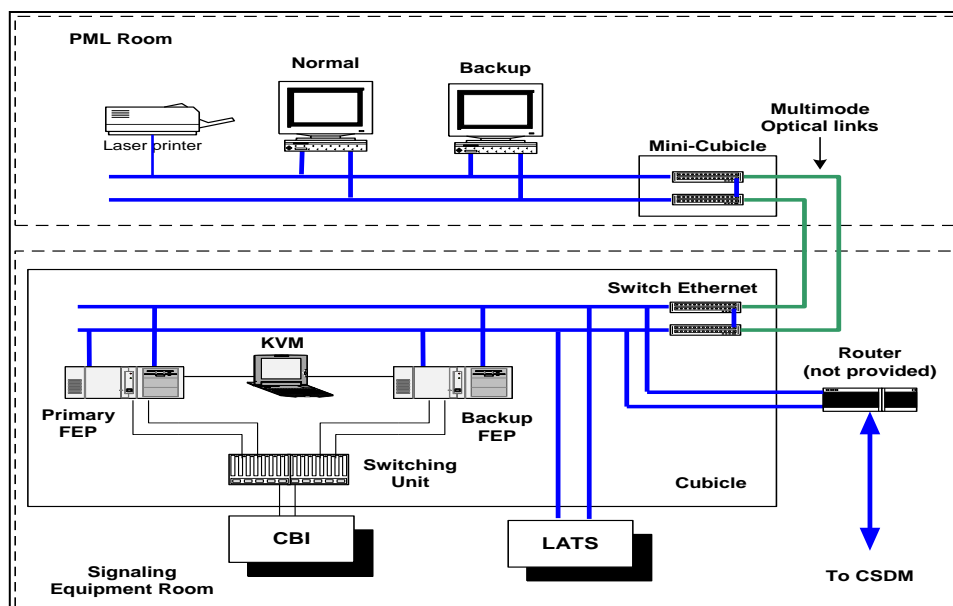


Figura 5. Arquitectura general del sistema de supervisión de Línea 4-4A.

El sistema de Señalización tal como presentado en la Figura 5, posee IHM's Locales que permiten en casos degradados, ya sea por falla u otro, tomar los mandos de la zona de Señalización correspondiente (visualización, comandos, control, etc.).

En general los puestos de supervisión de los PML están compuestos por procesadores frontales redundantes (FEP) y estaciones de trabajo o IHM dobles.

Cada estación de trabajo o IHM contiene un software visual asociado a la zona de maniobra, en el que se puede visualizar el estado de la zona y realizar comandos de itinerarios, tal como se aprecia en la Figura 6.

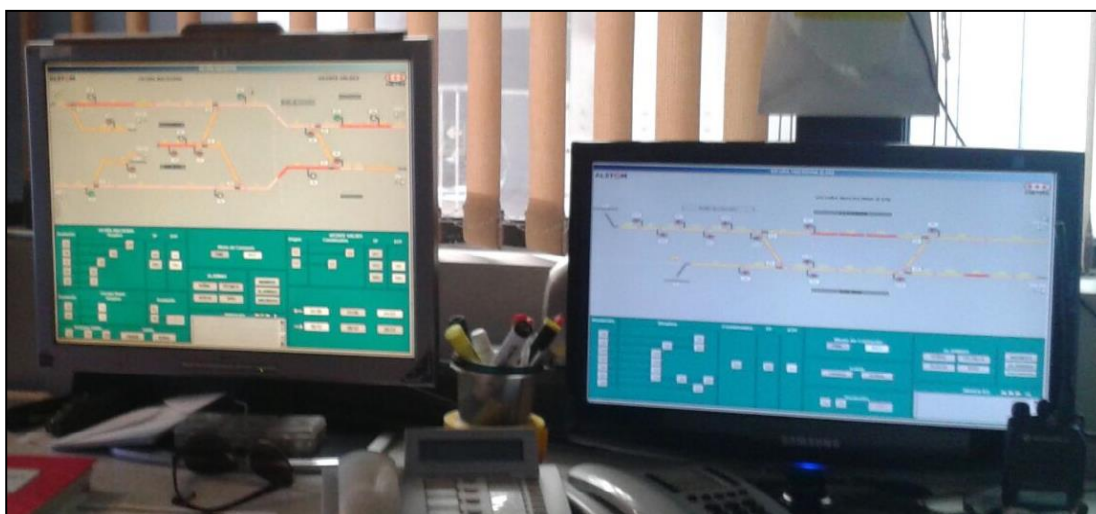


Figura 6. PC o IHM de PML Línea 4-4A.

En la Línea 4-4A existen tres tipos de configuraciones de equipos en los Puestos de Maniobra Local:

- PML (Puesto de Maniobra Local), instalados en cada estación terminal.
- PMT (Puesto de Maniobra Talleres), instalado en las cocheras.
- PMZI (Puesto de Maniobra de Zona Intermedia), instalado en las otras estaciones principales (uso de una sola estación de trabajo, en vez de HMI normal y de respaldo).

Configuración de equipo en PML:

El subsistema PML debe proporcionar control local a las estaciones locales y tendrá todo el conjunto de recursos que se desplegarán en las siguientes estaciones:

Tres estaciones terminales de señalización de la línea 4. Ellas son:

- Plaza de Puente Alto
- Vicuña Mackenna
- Tobalaba

En la línea 4A existen los PML en las siguientes 2 estaciones:

- Vicuña Mackenna
- La Cisterna

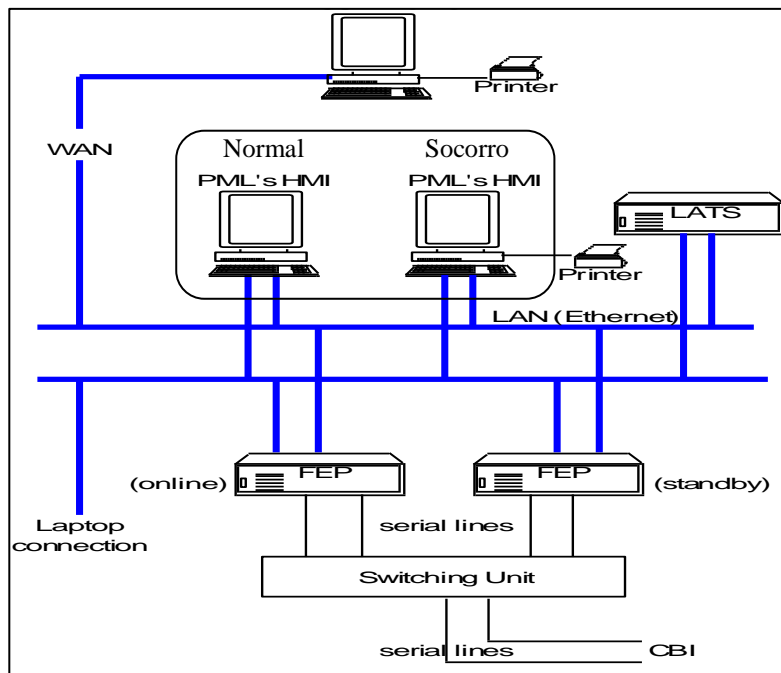


Figura 7. Configuración Puestos de Maniobra Línea 4-4A.

Configuración del equipo PMZI:

También hay una implementación de PML para zonas intermedias de maniobras llamadas PMZI (Puesto de Maniobra de Zona Intermedia), que se instalarán en las siguientes estaciones de la Línea 4:

- Hospital Sotero Del Rio
- Rotonda Quilín
- Rotonda Grecia

PMZI se distingue del PML por el hecho que sólo tiene una posición IHM en vez de dos configuraciones IHM (normal y respaldo) como el PML. Ver en la figura siguiente su configuración:

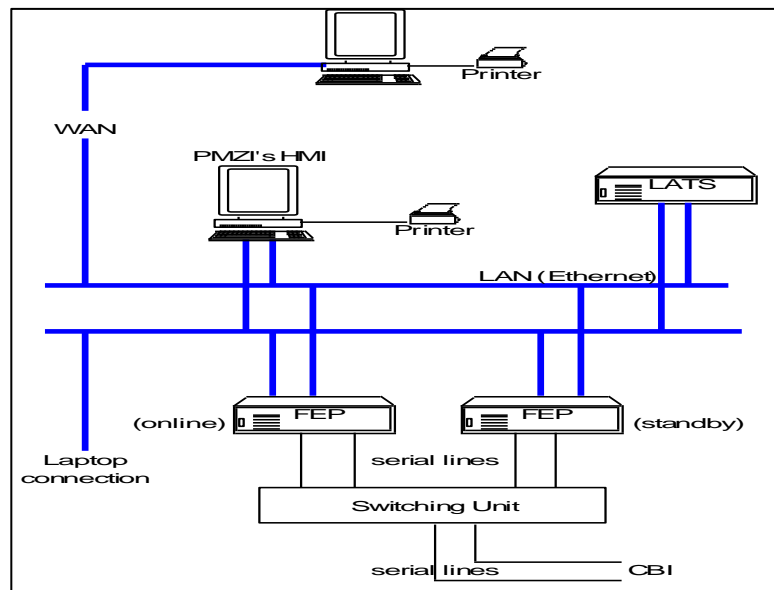


Figura 8. Configuración Puestos de Maniobra Zona Intermedia Línea 4-4A.

Configuración del equipo PMT:

Para Talleres Puente Alto y Cocheras Intermedias se efectuará otra implementación especial de PML llamada PMT (Puesto de Maniobra de Talleres). PMT se distingue de PML porque no tiene una interfaz con LATS.

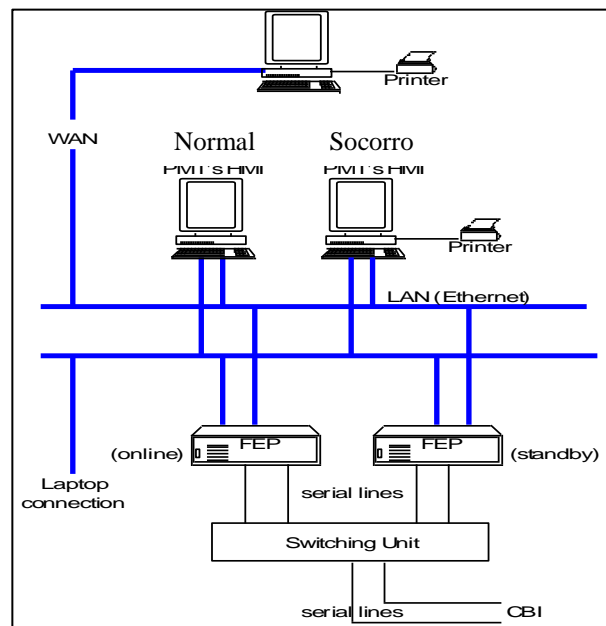


Figura 9. Configuración Puesto de Maniobra Talleres Línea 4-4A.

Cabe mencionar que en forma nominal el sistema de Señalización de las Líneas 2, 5, 4 Y 4A son controladas desde el Puesto de Comando Central (PCC). Sin embargo, en caso de falla de la transmisión de información, el sistema de Señalización puede ser controlado de forma local desde las IHM PML de las estaciones.

3. ESPECIFICACIONES DE LOS SUMINISTROS Y TRABAJOS

3.1 Alcance de los Trabajos

3.1.1 Modernización o Reemplazo de los PLC's

El proveedor tendrá a su cargo todas las tareas necesarias para el desarrollo de los trabajos, como es la ingeniería, suministros, instalación, pruebas, contingencias, puesta en servicio y garantía de las modificaciones e instalaciones efectuadas, necesarias para las etapas previstas de trabajo.

Dentro del alcance se encuentra:

- Realización de ingeniería inversa en caso de ser necesario
- Levantamiento de cables y equipos en caso de ser necesario
- Desarrollar ingeniería de detalles
- Diseñar la funcionalidad requerida por el sistema señalización
- Planificación y metodologías de trabajo
- Retiro de equipamiento obsoleto
- Suministro e instalación de equipamientos necesarios para el correcto funcionamiento
- Instalación de nuevas tarjetas, módulos, equipamientos, rack, etc.
- Configuración y programación
- Repuestos
- Planos
- Pruebas

El listado anterior se debe considerar como requerimientos mínimos para realizar todas las actividades relacionadas con el Proyecto.

A continuación se detalla la cantidad y ubicación de los autómatas programables ALSPA 8035 a reemplazar o modernizar que se encuentran actualmente instalados en la red de Metro:

| LINEA 2 | | LINEA 5 | |
|--------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Vespucio Norte (Local Técnico) | 2 | Santa Ana (Local Técnico) | 2 |
| Einstein (Local Técnico) | 2 | Baquedano (Local Técnico) | 2 |
| Cerro Blanco (Local Técnico) | 2 | Ñuble (Local Técnico) | 2 |
| Cal y Canto (Local Técnico) | 2 | Bellavista Florida (Local Técnico) | 2 |
| Lo Ovalle (Local Técnico) | 2 | Vicente Valdés (Local Técnico) | 2 |
| La Cisterna (Local Técnico) | 2 | Talleres San Eugenio (Local Técnico) | 2 |

Tabla 1. Ubicación de los PLC ALSPA 8035 en Línea 2 y 5.

Sumado a los 24 autómatas programables a reemplazar o modernizar se debe considerar como mínimo 3 (tres) equipos Notebook que tengan instalados el software que permite programar y configurar los PLC para la puesta en servicio o arranque de los mismos, esto para ser utilizado por personal de mantenimiento e ingeniería de Metro.

Los equipos Notebook deben ser de última generación (actualmente en el mercado) y tener una de las últimas versiones de sistema operativo estable, vigentes y con soporte del fabricante. El software instalado en los Notebook de programación y configuración de los autómatas debe ser entregado a Metro para tener un respaldo en caso de problemas futuros. Se debe permitir reinstalar aplicación sin mayores intervenciones y costos.

3.1.2 Interfaz Hombre Máquina

Por otra parte, se requiere el suministro, configuración, programación de las IHM PML (puestos de maniobra local) en las Líneas 2, 5, 4 y 4A.

Como se indicó anteriormente, estas IHM's tienen por finalidad visualizar el entorno de una zona de maniobra, en lo que respecta el estado de los circuitos de vía, estado de

los cambios y las señales, así como también realizar los comandos de itinerarios ejecutados por un operador para el desplazamiento de trenes.

Las nuevas IHM o puestos de trabajo deben mantener las mismas funcionalidades técnicas y funcionales que los puestos de trabajo a reemplazar.

La cantidad y los lugares donde se encuentran instaladas las IHM's obsoletas son las que se muestran a continuación:

| | Línea 2 | | | | | | | |
|-----------|----------------------|---------------------|---------------|-------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|
| Equipo | Vespucio Norte (PML) | Vespucio Norte (LT) | Einstein (LT) | Cerro Blanco (LT) | Cal y Canto (LT) | Lo Ovalle (LT) | La Cisterna (LT) | La Cisterna (PML) |
| IHM's PML | 2 | | 2 | 2 | 1 | 2 | | 2 |

Tabla 2. Ubicación de las IHM PML en Línea 2.

| | Línea 5 | | | | | | | |
|-----------|----------------|----------------|------------|-------------------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Equipo | Santa Ana (LT) | Baquedano (LT) | Ñuble (LT) | Bellavista Florida (LT) | Mirador (LT) | Vicente Valdés (LT) | Vicente Valdés (PML) | T. San Eugenio (LT) |
| IHM's PML | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 2 | 1 |

Tabla 3. Ubicación de las IHM PML en Línea 5.

| | Línea 4 y 4A | | | | | | | | | |
|--------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Equipo | PPA | VMA | TOB | VIM | LCI | HSR | RQU | RGR | TPA | CIN |
| IHM | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |

Tabla 4. Ubicación de las IHM PML y PMT en Línea 4 y 4A.

Los suministros de cargo del Proveedor 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 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 S.A.

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

El suministro incluirá todos los accesorios necesarios para el montaje e instalación de los equipos, tanto para los autómatas programables como para las consolas SCADA locales (IHM PML).

3.2 Requerimientos Específicos

Se debe mantener las mismas funcionalidades técnicas y funcionales del sistema que se va a intervenir sin alterar la lógica de seguridad del sistema de Señalización. Para ello se debe mantener las funcionalidades de los PLC ALSPA 8035 y de todos los puestos de supervisión locales (IHM PML) en su 100%.

Las modificaciones que se realicen no deben afectar la estabilidad, rendimiento y funciones del sistema actual, como por ejemplo el sistema de redundancia actual.

En términos generales todos los equipos informáticos computadores o estaciones de trabajo deben ser modernas y estar actualmente en el mercado. También tener una de las últimas versiones de Sistema Operativo Estable, vigente y con soporte del fabricante. Los nuevos puestos de trabajo locales o IHM PML deben comunicarse a través de puerto Ethernet con los nuevos PLC (reemplazados o modernizados) y FEP para el caso de Línea 4 y no sufrir ningún tipo de modificación en las comunicaciones que van hacia el PCC tanto para las Líneas 2, 4, 4A y 5.

Con respecto a la obsolescencia técnica de los equipos, el proveedor debe presentar un documento o certificado del Fabricante que indique, respalde y asegure a Metro una obsolescencia técnica de no menor a 10 años.

Para los puestos de trabajo locales o IHM PML locales, el proveedor en caso de ser necesario deberá obtener y rescatar todas las variables o tags para realizar la programación, configuración u otro, con el fin de replicar las mismas funcionalidades de los antiguos puestos de trabajo locales (IHM's).

El proveedor deberá entregar a mantenimiento de Metro la(s) aplicación(es), ejecutables y configuración(es) instalada(s) en las nuevas IHM y los programas instalados en cada uno de los PLC.

Como parte de la oferta el Proveedor debe considerar el suministro de armarios o rack acorde a las dimensiones de las CPU y monitores de las máquinas IHM PML a suministrar. Los monitores no deben ser inferiores a 20 pulgadas.

Los armarios o rack deben cumplir como mínimo con índice de protección IP21 y el color debe ser RAL7035.

A continuación, en las Tablas 5 y 6, se detallan los armarios que se deben suministrar:

| Línea | Estación | Detalle Local | Cantidad | Equipo | Armario o Rack a instalar |
|--------------|--------------------|----------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| 2 | Vespucio Norte | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 2 | Einstein | LT | 2 | IHM | NO |
| 2 | Cerro Blanco | LT | 2 | IHM | NO |
| 2 | Cal y Canto | LT | 1 | IHM | NO |
| 2 | Lo Ovalle | LT | 2 | IHM | NO |
| 2 | La Cisterna | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 5 | Santa Ana | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 5 | Baquedano | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 5 | Ñuble | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 5 | Bellavista Florida | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 5 | Vicente Valdes | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 5 | T. San Eugenio | LT | 1 | IHM | SI (CPU y |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|----------|
| | | | | | Monitor) |
|--|--|--|--|--|----------|

Tabla 5. Armarios o Rack Línea 2 y 5.

| Línea | Estación | Detalle Local | Cantidad | Equipo | Armario o Rack a instalar |
|----------------|-------------------------|----------------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| 4 | Puente Alto | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 4 | Vicuña Mackenna (VMA) | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 4 | Tobalaba | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 4 ^a | Vicuña Mackenna (VIM) | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 4 ^a | La Cisterna | PML | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 4 | Hospital Sotero del Rio | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 4 | Rotonda Quilín | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 4 | Rotonda Grecia | LT | 1 | IHM | SI (CPU y Monitor) |
| 4 | Talleres Puente Alto | PMT | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |
| 4 | Cocheras intermedias | PMT | 2 | IHM | SI (Solo CPU) |

Tabla 6. Armarios o Rack Línea 4 y 4A.

3.3 Repuestos

El Proveedor como parte integrante del suministro, deberá entregar a METRO S.A. el 20 % de repuestos para los equipos PLC y en la misma proporción repuestos para los puestos de trabajo locales o IHM PML.

El suministro de los repuestos estipulados forma parte de la oferta.

3.4 Licencias de Software

El Proveedor deberá entregar todas las licencias de software y documentación de hardware original del fabricante de los equipamientos y/o que hayan sido desarrollados por el integrador. Estos deben estar documentados, en el caso que las licencias sean dejadas en los equipos, se debe dejar una copia fotográfica detallando donde fue instalado.

Todas las licencias de software que requiera adquirir el Proveedor para el suministro del sistema, las debe adquirir a nombre de Metro S.A.

3.5 Retiro de cables y equipos

El proveedor tendrá a su cargo el retiro de cables, canalizaciones provisorias, traslado y funcionalidad de los equipamientos, que producto de los trabajos asociados queden inoperantes.

3.6 Tratamiento de residuos

El proveedor adjudicado deberá contemplar que la ejecución del Proyecto implica la generación de residuos sólidos asimilables a domiciliarios (RAD) y residuos electrónicos según el siguiente detalle:

| ID | Equipos | Tipo de Residuo |
|----|----------------------------------|--|
| 1 | PLC ALSPA 8035 | Electrónico |
| 2 | Computadores de escritorio (IHM) | Electrónico |
| 3 | Cables | Residuos Sólidos Asimilables a Domiciliarios |

Tabla 7. Tipo de residuo generado en el Proyecto.

Para el tratamiento de estos residuos el Proveedor deberá disponer de una zona de almacenamiento, delimitada, identificada y de acceso restringido.

El retiro y disposición final de los residuos no peligrosos deberán cumplir con la normativa vigente en lo que respecta al traslado en transporte autorizado por la SEREMI de Salud RM y sitios de disposición final autorizados también por la SEREMI de Salud RM.

3.7 Instalaciones Eléctricas

El Proveedor deberá respetar estrictamente las secciones de los conductores que se indica en planos, a menos que, previamente, exista acuerdo escrito distinto con Metro.

El uso de los conductores se regirá por el código de colores siguiente:

- | | | |
|---------------------|---|--------|
| - Fase 1, A o R | : | Negro |
| - Fase 2, B o S | : | Azul |
| - Fase 3, C o T | : | Rojo |
| - Neutro | : | Blanco |
| - Tierra Protección | : | Verde |
| - Positivo c.c. | : | Rojo |
| - Negativo c.c. | : | Negro |

El código de colores deberá respetarse en todas las instalaciones. Metro rechazará toda instalación que contravenga el código de colores debiendo el Proveedor cambiar los conductores por otros que si lo cumplan, a su cuenta y cargo.

Si el tipo de aislación de algunos conductores no es coloreado, ésta se podrá indicar con los colores del código mediante cintas coloreadas (cinta aisladora plástica). No se permitirá el uso de letras para indicar los colores del código.

3.7.1 Empalme de los Conductores

La unión o empalme de los conductores a equipos o cajas, debe efectuarse mediante el uso de terminales de compresión. Se exceptúa esta exigencia en aquellos casos en que el equipo traiga sus propios elementos de conexión o las regletas sean del tipo mordaza.

Las conexiones flexibles de cableado deberán tener suficiente juego para permitir cualquier maniobra.

Se evitará que los conductores tengan uniones en su recorrido. Si esto no fuera posible, se pondrá en conocimiento de Metro esta situación, quien podrá autorizar

la ejecución de un empalme mediante conectores de compresión en mufas tipo Scotch-Cast marca 3M, o equivalente. Bajo ninguna circunstancia quedarán uniones de conductores dentro de ductos.

3.7.2 Identificación de Conductores

Todos los conductores que suministre e instale el Proveedor, deberán ser identificados en sus extremos.

Las etiquetas de identificación serán del tipo PLM, Marker Ties marca Panduit o equivalente. El código puesto en las etiquetas debe corresponder exactamente al indicado en planos y debe ser escrito en letra imprenta con tinta indeleble.

La ubicación exacta de las etiquetas de identificación se acordará entre el Proveedor y Metro.

3.7.3 Tendido de los Conductores

En términos generales, los conductores se tenderán en canaletas, bandejas y ductos. Los conductores deben fijarse a sus soportes mediante collares inaflojables de material aislante flexible. Si los esfuerzos lo exigen se usarán collares de cerrado mecánico.

Las amarras de los conductores deberán ubicarse al menos cada cuatro metros y en cada cambio de dirección. De la misma manera, las marcas de los circuitos deberán estar presentes en cada cambio de dirección u otra situación en que se requiera.

3.7.4 Puesta a Tierra de las Partes Metálicas

El Proveedor deberá aterrizar, mediante cables de calibres adecuados según NCh 4/84, todas aquellas estructuras y partes metálicas susceptibles de estar en contacto con los usuarios o personal de mantenimiento. Para ello se hará una

prolongación del circuito de puesta a tierra existente en las bandejas de Alumbrado y Fuerza que se encuentre más accesible.

3.8 Inspecciones Previas

Previo al inicio de los trabajos de instalación, el Proveedor deberá reconocer las condiciones de terreno para la instalación del sistema, verificando dimensiones críticas. El Proveedor deberá realizar cualquier modificación menor a la obra civil, a su costo, que sea necesaria para la correcta instalación del sistema. No obstante se requiere la aprobación de Metro, previamente a cualquier intervención.

3.9 Instalación

La instalación de los equipos deberá realizarse siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante de los equipos. El trabajo deberá ser desarrollado por personal competente, debidamente entrenado. METRO S.A. podrá solicitar el cambio de cualquier trabajador o supervisor, si a su solo juicio no cumple con lo requerido para el buen desarrollo de los trabajos.

El Proveedor deberá contar en terreno con toda la información técnica, tales como manuales, planos, etc., necesaria para la instalación de los equipos. Además el Proveedor deberá contar con todas las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos.

Una vez terminadas las etapas de instalación, el Proveedor deberá efectuar las pruebas de funcionalidad, con presencia de personal de Metro, de acuerdo al protocolo preestablecido. El Proveedor deberá inspeccionar y probar los equipos también de acuerdo a sus procedimientos estándares. Una vez terminada esta etapa de pruebas, el Proveedor podrá solicitar la Marcha Blanca del sistema.

3.10 Transporte y Embalaje.

El Proveedor deberá considerar dentro de su oferta, los embalajes necesarios para asegurar que los equipos lleguen a destino en forma segura. Éstos serán lo suficientemente robustos para resistir el transporte desde los lugares de fabricación y deben estar compuestos por cajas de madera o similar, con protección interior contra la humedad.

4. DOCUMENTACIÓN

4.1 Información Técnica en Etapa de Oferta.

El proponente deberá entregar una descripción de su oferta, en idioma español, que incluya al menos la siguiente información:

- Presentación de las especificaciones técnicas e instrucciones de instalación para el sistema completo y para aquellos componentes de importancia.
- Listado completo de componentes y descripción de funcionamiento del Sistema, además de sus características de operación.
- Ficha Técnica, debidamente completada.
- Experiencia del Fabricante.
- Cronograma detallado de actividades.
- Cualquier otra información que el proponente estime de interés para METRO S.A.

4.2 Información Técnica en Etapa de Fabricación y Montaje.

El proponente favorecido, en adelante Proveedor, deberá entregar dentro de los 40 (cuarenta) días posteriores a la firma del Contrato, al menos la siguiente información técnica, en 3 copias:

4.2.1 Ingeniería de Detalle para la Instalación.

El Proveedor deberá entregar los documentos certificados (documentos “vendedor”), para todos los equipos autómatas programables e IHM's PML propuestos, incluyendo detalles típicos de montaje, planos circuitales, etc.

Presentar en la menor escala, detalles de los planos generales y planos de conexionado.

Incluir los diagramas de conexionado para todo el equipamiento de armarios y consolas.

4.2.2 Manual de Mantenimiento

El Proveedor deberá presentar 3 copias debidamente encuadradas del Manual de Mantenimiento de los equipos suministrados.

El Manual de Mantenimiento deberá incluir todas las instrucciones de operación y mantenimiento recomendadas por el Fabricante, listado de piezas, partes de repuesto recomendadas y las fuentes de adquisición e información similar.

También se deberá incorporar un Plan de Mantenimiento donde aparezca la actividad a realizar y la periodicidad con la que se debe realizar.

Adicionalmente, y en los plazos declarados en el Cronograma deberá entregar:

- Plan de gestión de proyecto
- Documentos de instalación, esquemas
- Plan de pruebas de los equipos
- Detalle de prevención de riesgos
- Plan de formación del personal detallado

5. CONSIDERACIONES PARTICULARES

5.1 Alcance de los Suministros

El suministro de canalizaciones, cables, cofres y otros elementos, deben tener iguales características que los elementos existentes en Línea 2, 5, 4 y 4A. La aprobación para la fabricación o compra debe ser indicada por Metro S.A.

5.2 Cables

Los cables necesarios para ejecutar las distintas etapas del presente proyecto, serán suministrados por el Proveedor.

5.3 Cableado y Conductores

Se entiende por cableado el tendido de los cables eléctricos por las escalerillas, bandejas y ductos, con sus conexiones a los equipos correspondientes.

Todo cableado se realizará en forma manual o con equipos y herramientas de fabricación específica para estos usos, previa autorización de Metro.

Para tender cualquier cable debe estar terminado totalmente el montaje de los ductos, escalerillas, bandejas y soportes correspondientes.

No se permitirá cambios de sección de los conductores de un mismo circuito, excepto, que esté expresamente mostrado en los planos de detalle.

5.4 Principios de Instalación

Todos los materiales y equipos que suministre el Proveedor deberán ser de la mejor calidad conforme al servicio requerido y deberán cumplir con las Normas vigentes que apliquen a estos trabajos. Metro S.A podrá rechazar cualquiera de estos elementos que a su simple juicio no cumpla con lo anterior. Todo material o equipo rechazado será con cargo y a cuenta del proveedor.

6. CONSIDERACIONES GENERALES

6.1 Generalidades

El Proveedor deberá cumplir con el reglamento vigente relativo a la instalación, la seguridad y la higiene de los sitios de las obras.

El Proveedor será el único responsable de todas las consecuencias directas o indirectas de las infracciones a dichas disposiciones y no tendrá derecho a ningún recurso en contra de Metro S.A., la presencia en el sitio de la obra de un representante de Metro S.A. no disminuye de ningún modo la responsabilidad del Proveedor.

Será responsable de las instalaciones que realiza, hasta su recepción provisional y de los daños que pueda ocasionar su personal, y sus consecuencias.

Metro S.A. se reserva el derecho de suspender todo trabajo en ejecución que no respete las consignas de seguridad en vigencia.

El Proveedor se asegurará contra los riesgos de robo o de daños que puedan producirse tanto en las instalaciones como en sus propias herramientas y hará su asunto personal cualquier hecho de esta índole, por todo el periodo de duración de su responsabilidad.

6.2 Pruebas

El Proveedor estará obligado a participar en horario diurno y nocturno, en todas las pruebas y los controles destinados a garantizar la buena ejecución de los trabajos.

Será responsabilidad del Proveedor presentar a Metro el protocolo de pruebas, incluyendo los medios y programación para la ejecución paso a paso, que permita desarrollar las mediciones y comprobaciones necesarias para verificar el correcto montaje, funcionalidad, operación, seguridades, respuesta a solicitudes máximas,

etc. de todas y cada una de las instalaciones realizadas por el Proveedor. El protocolo de pruebas deberá contar con la aprobación de Metro y el Proveedor asumirá las sugerencias y observaciones que plantee.

Las pruebas se fijarán en detalle para los diferentes equipos y tendrán como fin verificar la calidad del montaje y el buen funcionamiento de la instalación.

El resultado de las pruebas deberá ser entregado por el Proveedor en un informe técnico que incluya valores y aspectos verificados y la correspondiente comparación con los estándares propios de instalaciones nuevas. No se permitirán discrepancias por bajo los estándares. El informe se presentará a Metro para su aprobación.

6.2.1 Pruebas Funcionales

De la misma forma, es parte de los trabajos del proveedor, planificar pruebas funcionales de todas las modificaciones que se realicen antes del término del horario de trabajo asignado, para asegurar a operaciones todas las funcionalidades descritas en el estudio de levantamiento antes del comienzo de explotación, cuyas pruebas serán validadas por personal de Metro S.A.

Se debe considerar dar cumpliendo a los horarios de trabajo otorgados por la operación de Metro, bajo ningún caso los trabajos involucrados deben interferir la normal circulación de trenes.

Durante todo el alcance de este proyecto, en caso de presentarse alguna falla o degradación de funcionalidades en alguno de los sistemas involucrados, el proveedor deberá priorizar una inmediata solución al problema, estableciendo con personal de Metro los pasos a seguir.

7. CAPACITACIÓN

El Proveedor deberá proporcionar instrucción con carácter teórico y práctico al personal de Metro S.A, que quedará a cargo de la operación del sistema y de su mantenimiento terminado el período de garantía de los equipos.

Como parte del suministro, el proveedor deberá considerar los siguientes aspectos mínimos:

- Descripción funcional del sistema, sus componentes y su operación en general.
- Actividades de mantenimiento preventivo.
- Descripción detallada del sistema, con una descomposición detallada de su árbol de fallas.
- Procedimiento de diagnóstico y detección de fallas para mantenimiento correctivo.
- Actividades de mantenimiento correctivo.
- Definición de pruebas funcionales de salida.