



PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE SONORIZACIÓN EN  
ESTACIONES DE LÍNEA 1, LÍNEA 2 y LÍNEA 5

METRO DE SANTIAGO

ESPECIFICACIONES FUNCIONALES Y TÉCNICAS

SISTEMA DE SONORIZACION

## INDICE

ITEM	DESCRIPCION	PAGINA
1.	GENERALIDADES.....	5
1.1	Objetivo.....	5
1.2	Alcance .....	5
1.3	Normas .....	6
1.4	Condiciones de ejecución .....	6
1.5	Plazo estimado .....	7
1.6	Planos y Documentos del Proyecto.....	7
1.7	Programación de los trabajos.....	7
1.8	Materiales .....	7
1.9	Planos.....	8
1.10	Libro de Obras .....	8
1.11	Profesional a Cargo .....	9
1.12	Cuidado de Zonas de Trabajo.....	9
1.13	Actividades y Obligaciones del Contratista.....	9
1.14	Condiciones Ambientales.....	11
1.14.1	Condiciones Climáticas.....	11
1.14.2	Condiciones de Comportamiento Sísmico.....	12
1.14.3	Normativa de ruido para recintos .....	12
1.14.4	Normativa para eliminación de residuos electrónicos.....	13
1.15	Prevención de Riesgo .....	14
1.16	Procedimientos de Trabajo .....	15
1.17	Garantía.....	15
1.18	Asistencia técnica .....	16
2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES .....	17
2.1	Objetivo.....	17
2.2	Descripción breve del proyecto .....	17
2.3	Descripción del Sistema de Sonorización .....	17
2.4	Componentes del sistema de sonorización .....	17
2.4.1	Equipamiento Centro de Comunicaciones .....	18
2.4.2	Equipamiento Estaciones.....	18
2.5	Fuentes de sonorización .....	19
2.5.1	Sonorización Centro de Comunicaciones (CC) .....	19
2.5.2	Sonorización estación .....	19
2.6	Priorización de sonorización .....	20
2.7	Estado de la sonorización actual.....	20
3.	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS. ....	21
3.1	Objetivo.....	21
3.2	Suministro y Montaje Equipos de Sonorización.....	21

3.3	Sujecciones .....	22
3.3.1	Cargas Pesadas adosadas a hormigones .....	22
3.3.2	Cargas medianas y livianas en hormigón .....	22
3.4	Canalizaciones.....	22
3.4.1	Escalerillas y Bandejas .....	23
3.4.2	Cañerías de Acero Galvanizado.....	24
3.5	Protección partes Metálicas,Pinturas y Galvanizados .....	25
3.5.1	Tratamiento Previo de Superficies Metálicas.....	25
3.5.2	Pinturas.....	26
3.5.3	Galvanizado en Caliente .....	27
3.5.4	Galvanizado en Frío.....	28
3.6	Instalaciones eléctricas .....	28
3.7	Empalme de los Conductores. ....	29
3.8	Identificación Conductores. ....	29
3.8.1	Tendido de los Conductores. ....	30
3.8.2	Pruebas de Conductores.....	30
3.8.3	Puesta a Tierra de las Partes Metálicas. ....	30
3.9	Equipos y herramientas .....	30
3.10	Terminaciones .....	31
3.11	Pruebas Generales de Montaje.....	31
3.12	Retiro equipos sonorización, racks y materiales.....	32
3.13	Almacenamiento sustancias químicas.....	32
3.14	Características generales del sistema.....	33
3.15	Arquitectura del sistema de sonorización .....	33
3.15.1	Sistema Central de sonorización.....	34
3.16	Sonorización Estaciones .....	35
3.17	Disponibilidad.....	35
3.17.1	Alimentación de Respaldo (UPS) .....	35
3.18	Zonificación.....	36
3.19	Generación de mensajes .....	37
3.19.1	Características de los Mensajes.....	37
3.19.2	Prioridad de los Mensajes. ....	39
3.20	Base de Datos .....	40
3.21	Gabinets y Cajas.....	40
3.21.1	Índice de Protección.....	41
3.21.2	Resistencia al Fuego.....	42
3.22	Comunicaciones e interfaces del sistema de sonorización.....	42
3.22.1	Integración Sistema Sonorizacion con Red de comunicaciones RMS. ....	43
3.22.2	Integración con Radiocomunicaciones TETRA .....	43
3.22.3	Interfaces con otros sistemas.....	44
3.22.4	Integración cobertura sonora estaciones de combinación con nuevas líneas 6 y 3.....	44

3.22.5	Integración cobertura sonora en estaciones de combinación red actual.....	45
3.23	Características de los Equipos .....	45
3.23.1	Alimentación .....	46
3.23.2	Unidad de Gong.....	46
3.23.3	Altavoces .....	47
3.23.4	Microfonía .....	47
3.24	Monitoreo y Configuración de los Equipos .....	47
3.25	Características de Diseño .....	48
3.25.1	Requerimientos de inteligibilidad y audibilidad .....	48
3.25.2	Proyecto de diseño electroacústico.....	49
3.26	Pruebas específicas y puesta en servicio.....	52
3.26.1	Cuadernos de prueba .....	52
3.26.2	Pruebas de recepción en sitio. ....	52
3.26.3	Pruebas de conformidad de instalaciones.....	53
3.26.4	Pruebas estáticas .....	54
3.26.5	Pruebas Reales. ....	54
3.26.6	Pruebas de Integración .....	54
3.26.7	Pruebas de demostración .....	54
3.26.8	Pruebas de inteligibilidad y audibilidad.....	55
3.27	Repuestos.....	56
3.28	Migración al nuevo sistema.....	57
4.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	58
4.1	Objetivo.....	58
4.2	Límites de los Trabajos .....	58
5.	DOCUMENTACIÓN.....	59
5.1	Manual de Operación.....	59
5.2	Manual Técnico del Sistema .....	59
5.3	Manual de Mantenimiento .....	59
5.4	Plan de Mantenimiento .....	60
5.5	Licencias de Software .....	61
6.	CAPACITACIÓN .....	63
7.	LISTADO DE PLANOS DE REFERENCIA.....	64
7.1	Planos de arquitectura para el Proyecto de Sonorización .....	64

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Objetivo

La presente Especificación Funcional y Técnica está destinada a establecer los requerimientos mínimos para el Proyecto de la Ingeniería, Suministro, Montaje y Puesta en Servicio, además de la asistencia técnica y garantía del Sistema de Sonorización para las estaciones de los tramos más antiguos de Línea 1, Línea 2 y Línea 5 de Metro de Santiago.

### 1.2 Alcance

El Contratista es responsable del diseño, suministro y la ejecución de todos los trabajos que, aun no estando explícitamente señalados, sean necesarios para el correcto desarrollo de los trabajos y la puesta en servicio del Sistema de Sonorización.

Las zonas de ejecución de los trabajos comprenden cincuenta y un (51) estaciones, distribuidas en veinte y tres (23) estaciones de Línea 1, trece (13) estaciones de Línea 2 y quince (15) estaciones de Línea 5, además de la Sala de Comunicaciones ubicada en el 5° y 6° pisos del edificio SEAT y el Centro Integrado de Control (CIC) ubicado en el 7° piso del edificio SEAT.

Línea 1	Línea 2	Línea 5
<b>San Pablo L1</b>	Puente Cal y Canto	<b>Santa Ana L5</b>
Neptuno	<b>Santa Ana L2</b>	Plaza de Armas
Las Rejas	<b>Los Héroes L2</b>	Bellas Artes
Ecuador	Toesca	<b>Baquedano L5</b>
San Alberto Hurtado	Parque O'Higgins	Parque Bustamante
Universidad de Santiago	Rondizzoni	Santa Isabel
Estación Central	Franklin	Irarrázaval
U. L. A.	El Llano	Ñuble
República	San Miguel	Rodrigo de Araya
<b>Los Héroes L1</b>	Lo Vial	Carlos Valdovinos
La Moneda	Departamental	Camino Agrícola
Universidad de Chile	Ciudad del Niño	San Joaquín
Santa Lucía	Lo Ovalle	Pedrero
Universidad Católica		Mirador
<b>Baquedano L1</b>		Bellavista de La Florida
Salvador		
Manuel Montt		
Pedro de Valdivia		

Línea 1	Línea 2	Línea 5
Los Leones		
<b>Tobalaba L1</b>		
El Golf		
Alcántara		
Escuela Militar		

**Tabla 1.** Estaciones proyecto mejora de sonorización

### 1.3 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 que existan discrepancias entre ellas, Metro definirá cuál de ellas prevalecerá sobre la otra.

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
- Norma de ruido para recintos (DS 38/2011 del MMA)
- Normas de inteligibilidad del habla (BS EN 60268-16:2011 y UNE-EN 60849:2000)
- Norma de manejo de residuos (DS 148/04 del Minsal)

También se deberá cumplir con las instrucciones escritas de la Inspección Técnica de Obra, en adelante ITO, con las Reglamentos y Estándares de Seguridad de Metro S.A y con la Normativa Ambiental aplicable vigente en el país.

### 1.4 Condiciones de ejecución

El Contratista 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. y la ITO. Los horarios disponibles para dichos trabajos serán desde las 24:00 Hrs hasta las 04:30 Hrs del

día siguiente, 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 zonas y recintos, entre otras actividades parte de la ejecución de los trabajos. Si bien la totalidad de los trabajos de ejecución (montaje) se realizarán en horario nocturno, se podrán realizar trabajos menores de montaje en Salas Técnicas en horario diurno, los cuales deberán ser coordinados y aprobados por Metro.

Sin perjuicio de lo anterior, Metro enviará calendario de energización semanal por Línea, para que de acuerdo a dicho calendario el Contratista pueda programar sus intervenciones en terreno.

#### 1.5 Plazo estimado

El plazo de ejecución del Proyecto se estima en 30 meses, desde la firma del Contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Provisional de los trabajos.

#### 1.6 Planos y Documentos del Proyecto

Para el desarrollo de las obras, el Contratista se guiará por lo indicado en éste documento y en la documentación entregada por Metro en la etapa de Licitación.

#### 1.7 Programación de los trabajos.

El Contratista elaborará Programas de Trabajos, los que deberán presentarse semanalmente a la ITO, con arreglo al Programa de Desarrollo entregado en su Oferta. En este programa semanal quedará reflejada la coordinación con otras áreas, en caso de existir trabajos en esas estaciones.

El programa de trabajo será revisado por la ITO o por personal definido por Metro, los que podrán rechazar, modificar o aprobarlo. Sólo en esta última condición, el Contratista podrá llevar adelante los trabajos programados.

Dentro de los alcances del Contratista, se debe considerar la coordinación directa con otros Contratistas y áreas de Metro que se encuentren trabajando en áreas comunes, dando y gestionando las facilidades que resulten necesarias para el adecuado cumplimiento de los plazos y programas del Contrato. La ITO sólo actuará a solicitud del Contratista en el caso que se requiera dirimir situaciones en que la coordinación directa no haya sido posible.

#### 1.8 Materiales

Todos los materiales y equipos que suministre el Contratista serán de aplicación comercial-profesional, de primer uso, y de última tecnología vigente. En consecuencia, la ITO podrá rechazar cualquiera de estos elementos que a su simple juicio no cumpla con lo anterior.

Todo material o equipo rechazado será reemplazado con cargo y a cuenta del Contratista.

Todos los materiales que constituyan elementos prefabricados, tales como soportes, bastidores, etc. deberán ser presentados mediante un croquis o plano a la ITO para su aprobación, antes de iniciar su fabricación.

Todas las canalizaciones y elementos de sujeción deberán cumplir con lo establecido en el reglamento de instalaciones de baja tensión de Metro S.A.

### 1.9 Planos

El Contratista elaborará los planos y otros documentos técnicos (en adelante "Planos") que sean necesarios confeccionar para el diseño, suministro y ejecución de los trabajos, los que deberán ser entregados para la aprobación de Metro S.A. Para ello, el Contratista deberá entregar un plan de numeración de planos, el cual quedará aprobado por parte de Metro.

Todos los antecedentes, dimensiones e indicaciones numéricas de los Planos que provienen del Contratista, tendrán el carácter de "Información Certificada", a menos que el Contratista explícita y taxativamente excluya esta condición.

Metro entregará solo los planos con que cuenta de las 51 estaciones involucradas en el proyecto, siendo de entero costo y responsabilidad del contratista el levantamiento y confección de planos para el desarrollo de su ingeniería y modelos respectivos que requiera el proyecto

El Contratista deberá mantener en terreno un juego completo de planos y especificaciones técnicas, con el único fin de señalar en ellos en forma clara y destacada, las modificaciones al Diseño original. Estas modificaciones deberán contar con la aprobación escrita de la ITO. Los planos deberán señalar al menos la disposición física en planta de todos los equipos, indicando su nombre o número, el tipo de conductor de conexiónado y el circuito al que pertenece.

Una vez terminados los trabajos, los planos modificados serán entregados a Metro S.A. como planos "As-Built" de las instalaciones, antes de la Recepción Provisional de las Obras. Todos los Documentos técnicos que le corresponda al Contratista entregar a Metro S.A., deberán ser presentados en tres (3) copias en papel y en un juego completo en archivos magnéticos y en formatos compatibles con el software corporativo de Metro S.A.

El costo y responsabilidad de la confección de estos planos será de cargo del Contratista.

### 1.10 Libro de Obras

En terreno se llevará el Libro de Obras, el cual es un registro escrito único y cronológico, donde se dejará constancia breve del caso tratado, con indicación de planos y documentos aludidos, y la solución adoptada. Las anotaciones en el libro serán firmadas por el



Contratista y por la ITO para que tengan validez y ninguna de las partes se negará a firmar.

Las anotaciones en el libro se emitirán en cuadruplicado, quedando el original en poder de la ITO, la primera copia para Metro S.A., la segunda copia para el Contratista y la tercera copia permanecerá en el libro.

El Contratista suministrará y administrará el Libro de Obras, debiendo este libro permanecer en terreno.

#### 1.11 Profesional a Cargo

El Contratista deberá tener a cargo de los trabajos, bajo su total y exclusiva responsabilidad, a un Ingeniero Civil Electricista, Electrónico o de especialidad afín al sistema de sonorización con al menos cinco (5) años de experiencia comprobable en obras similares, el que deberá dirigir personalmente los trabajos en calidad de Ingeniero Residente de la Instalación.

Este profesional deberá permanecer en la obra durante todo el desarrollo de los trabajos y contará con plenas atribuciones para representar al Contratista ante Metro S.A. Cada frente de trabajo simultáneo deberá estar a cargo de un técnico o capataz especialista, con más de 5 años de experiencia en el rubro.

Metro S.A. podrá suspender la ejecución de los trabajos, toda vez que este profesional no se encuentre en la obra, sin que ello signifique justificación alguna de atraso para el Contratista.

El Contratista deberá enviar a la ITO los antecedentes del postulante para su aprobación.

Metro S.A. se reserva el derecho de solicitar al Contratista el cambio del Ingeniero Residente de la Instalación.

#### 1.12 Cuidado de Zonas de Trabajo

El Contratista deberá proteger baldosas, pisos, paneles y muros de los daños que se puedan ocasionar por el uso de maquinarias, andamios, escaleras, etc., dotando de una adecuada protección a cada una de las zonas de trabajo. En particular todos los andamios deberán contar con ruedas de goma.

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

#### 1.13 Actividades y Obligaciones del Contratista

El Contratista es el único responsable de la ejecución de todos los trabajos asociados al

proyecto, incluidas las pruebas parciales y totales de funcionamiento del sistema.

El personal del Contratista 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 Contratista deberá revisar cuidadosamente toda la información que le entregue Metro S.A. y deberá consultar oportunamente a la ITO o a personal definido por Metro, cualquier duda, discrepancia o problema de interpretación y aplicabilidad de alguna norma o criterio.

El Contratista 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. Todos los planos de Arquitectura entregados son sólo con carácter referencial, por lo tanto el Contratista deberá ajustar los trabajos conforme a las reales condiciones del terreno.

El Contratista deberá solicitar la aprobación escrita de la ITO o del personal definido por Metro, para los siguientes tipos de actividades:

- Programa de trabajo y sus revisiones.
- Documentos de avance y control de obras.
- Cambios o modificaciones acordados en los planos y documentos técnicos.
- Uso de materiales de su suministro no indicados en los planos.
- Cumplimiento de exigencias de calidad de ejecución de trabajo o manipulaciones de equipos y materiales que hayan sido motivo de observaciones o reparos.
- Fabricación de soportes para equipos.
- Pruebas parciales de funcionamiento.
- Pruebas finales, puesta en servicio y entrega final de las instalaciones.

El Contratista deberá ejecutar la instalación, conexión y pruebas de los equipos, de acuerdo con lo indicado en los planos e instrucciones de los fabricantes.

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

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

del fabricante y las Especificaciones Funcionales y Técnicas.

El Contratista deberá dar fiel cumplimiento, sin excepción alguna, a las Normas de Seguridad y Salud en el trabajo. Si es necesario, el Contratista deberá solicitar por escrito a la ITO la ratificación de la interpretación de algún aspecto particular de estas normas.

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

El Contratista 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.

#### 1.14 Condiciones Ambientales

##### 1.14.1 Condiciones Climáticas.

Se considerará la altitud de la ciudad de Santiago entre 550 y 600 metros sobre el nivel de mar. La tabla a continuación presenta las principales características climáticas<sup>1</sup> que deben tenerse en cuenta para el correcto funcionamiento de los equipos y para ser consideradas en el diseño según corresponda:

Datos	Valor	Unidad
Temperatura mínima	-5	°C
Temperatura máxima	37	°C
Temperatura media máxima	29	°C
Temperatura media mínima	-3	°C
Humedad relativa media máxima	90	%
Humedad relativa media mínima	50	%
Humedad media anual	72	%
<b>Contaminación urbana</b>		
SO <sub>2</sub> dióxido de azufre (promedio anual)	15	ug/m <sup>3</sup>
CO, monóxido de carbono (promedio anual)	15	mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> , Dióxido de Nitrógeno (promedio anual)	48	ug/m <sup>3</sup>
MP10, Fracción respirable (promedio anual)	70	ug/m <sup>3</sup>
Pico de ráfaga de viento máximo	80	km/h
Promedio de precipitaciones	357	mm/año
Nieve	10	mm/año
Altitud media	600	m

**Tabla 2.** Características climáticas ciudad de Santiago

<sup>1</sup> Estas condiciones ambientales no necesariamente son las que se encuentran en las dependencias técnicas en las cuales se instalarán los equipos a ser provistos como parte de esta licitación

#### 1.14.2 Condiciones de Comportamiento Sísmico.

La ciudad de Santiago debe ser considerada una zona propensa a sufrir sismos. Por este motivo se requiere que las instalaciones cumplan con los criterios antisísmicos definidos en el documento "Especificaciones técnicas generales de Diseño Sísmico, ETG 1.020 de ENDESA" y con las modificaciones correspondientes a las normativas sísmicas.

Todos los equipos mecánicos, las tuberías, las redes de ductos y sus fijaciones o soportes, suministrados deberán ser diseñados para soportar las tolerancias de movimiento permitidas.

Tolerancias permitidas:

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/s.
- Sobre 1,3 Hz: Aceleración máxima 0,5 g.

b) Movimiento Vertical:

- Bajo 0,78 Hz: 30 cm como desplazamiento máximo con respecto al punto de reposo.
- Sobre 0,78 Hz: Aceleración máxima 0,3 g.

Los equipos, las tuberías, los ductos y sus fijaciones o soportes correspondientes serán diseñados para soportar los esfuerzos originados por las aceleraciones sísmicas especificadas cuando dichos esfuerzos se suman a los esfuerzos estáticos y dinámicos generados en funcionamiento normal. Todos los equipos mecánicos, hidráulicos y eléctricos serán diseñados para permitir el funcionamiento normal de dichos equipos tanto durante como después del sismo.

#### 1.14.3 Normativa de ruido para recintos

Al contemplarse la intervención de estaciones en superficie (trinchera y viaducto) de Línea 1, Línea 2 y Línea 5, se debe dar cumplimiento a la normativa vigente en materia de ruido D.S. N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente "Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica", dado que las estaciones son consideradas como una fuente de ruido del tipo "fija" siendo regulada por esta norma, ante lo cual, el diseño del sistema, su ejecución, su posterior puesta en marcha y operación, se deberá enmarcar dentro de lo permitido por la normativa vigente tanto para horario diurno como nocturno. Las estaciones ubicadas en superficie abarcadas por el proyecto corresponden a:

Línea 1 (Trinchera)	Línea 2 (Trinchera)	Línea 5 (Viaducto)
San Pablo	Santa Ana	Ñuble
Neptuno	Los Héroes	Rodrigo de Araya

Línea 1 (Trinchera)	Línea 2 (Trinchera)	Línea 5 (Viaducto)
-	Toesca	Carlos Valdovinos
-	Parque O'Higgins	Camino Agrícola
-	Rondizzoni	San Joaquín
-	-	Pedrerros
-	-	Mirador

**Tabla 3.** Estaciones en Superficie Proyecto “Mejoramiento del Sistema de Sonorización en Estaciones” de L1, L2 y L5”

Para verificar el cumplimiento normativo, el Contratista deberá generar un Estudio de Impacto Acústico producto del funcionamiento del sistema de sonorización, tanto para horario diurno (07:00 a 21:00 hrs), como horario nocturno (21:00 a 07:00 hrs) para cada estación en superficie descrita anteriormente. El Estudio deberá ser desarrollado durante la etapa de ingeniería de detalle y verificado posteriormente durante la puesta en marcha de cada recinto, considerando la condición de funcionamiento durante día hábil (pruebas en horario diurno y nocturno). El estudio deberá ceñirse a lo indicado en el D.S. N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente y considerar los siguientes antecedentes:

- Identificación de receptores sensibles en el área de influencia directa en el entorno de las estaciones.
- Descripción de los usos de suelo permitidos y prohibidos en la ubicación de los receptores, lo cual permitirá establecer la homologación y límites sonoros de la normativa en cuestión.
- Definición del procedimiento utilizado para evaluar la sonorización (mensaje de prueba pregrabado, ruido de prueba, voz artificial, mensajes en vivo, entre otros).
- Desarrollo de las mediciones de acuerdo al procedimiento definido por la normativa.
- Evaluación de resultados alcanzados.
- Medidas de mejora (en el caso de requerirse).
- Anexo con Fichas de información, georreferenciación, medición y evaluación de acuerdo a lo estipulado por la normativa.
- Anexo con certificados de verificación de la calibración del instrumental utilizado, emitido por el Laboratorio de Calibración de Instrumentos Acústicos del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) según los establece la norma.

Finalmente, en el caso de requerirse interacción con comunidades aledañas a las estaciones en cuestión, para la etapa de pruebas del sistema y/u otras verificaciones, éstas se realizarán a través del área de Relaciones con la Comunidad de Metro previa coordinación con el ITO o personal definido por Metro de la obras.

#### 1.14.4 Normativa para eliminación de residuos electrónicos

El proyecto debe dar cumplimiento de la normativa vigente en materia de eliminación de residuos electrónicos D.S. N° 148/04 del Ministerio de Salud “*Reglamento Sanitario sobre*

*Manejo de Residuos Peligrosos*”, producto del retiro de equipamiento antiguo, dado el recambio de tecnología.

Metro S.A como generador de este tipo de residuos estará a cargo de realizar la declaración de los residuos peligrosos a través del Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), de acuerdo al DS N°1 del Ministerio de Medio Ambiente mediante el Registro de Emisión y Contaminantes (RETC). El Contratista deberá contar con esta declaración (entregada por Metro) y la guía de despacho respectiva al momento de realizar el retiro de los residuos electrónicos de las instalaciones de Metro S.A.

Estos elementos deberán ser almacenados posteriormente en bodegas temporales del contratista para su proceso de baja como activo, para su posterior disposición final.

El Contratista deberá transportar y disponer los residuos electrónicos generados con una empresa autorizada por la SEREMI de Salud RM, empresa que a su vez estará encargada de realizar el SIDREP correspondiente al transporte y disposición final.

El Contratista deberá gestionar en forma mensual o en la frecuencia determinada por la ITO del proyecto, la entrega de certificados de disposición final de los residuos electrónicos generados por Metro S.A. Además, deberá generar al inicio de las obras, un inventario por cada estación de todos los elementos retirados o fuera de uso del sistema sonorización a ser reemplazado, información base para la elaboración de las declaraciones mencionadas.

Todos los costos asociados al retiro, traslado, almacenamiento y disposición final de los residuos son de entero costo y responsabilidad del contratista. No así la declaración SIDREP que es de responsabilidad de Metro realizarla con información entregada por el contratista.

A modo de referencia, se presenta un detalle de las empresas autorizadas por la SEREMI de Salud RM para disponer residuos electrónicos, de acuerdo al “*Listado Destinatarios Autorizados de Residuos Peligrosos*” actualizado al 15 de junio de 2015.

Empresa	Contacto	Encargado
Sociedad Comercial Degraf Ltda	<a href="http://www.degraf.cl">www.degraf.cl</a>	Juan Pablo Pérez
Recycla Chile S.A	<a href="http://www.recycla.cl">www.recycla.cl</a>	Mauricio Nuñez
Fundación Todo Chile Enter	<a href="http://www.chilenter.com">www.chilenter.com</a>	Diego Castro

**Tabla 4.** Empresas para disposición final de residuos electrónicos.

#### 1.15 Prevención de Riesgo

El Contratista deberá elaborar un programa detallado de actividades relacionadas a la Prevención de Riesgos, para ello el Contratista deberá dar cumplimiento a lo indicado en el Reglamento Especial para Empresas Contratistas y Estándares de Seguridad vigentes en

Metro, los cuales se encuentran adjunto a las presentes Especificaciones. El Contratista deberá dar cumplimiento a cada una de las actividades definidas en su programa, entregando los informes correspondientes a Metro cada quince (15) días.

El Contratista deberá liderar las actividades relativas a la Prevención de Riesgos, dotando a todo su personal de los elementos de protección personal (EPP) adecuados a la faena y sus riesgos asociados. Cada trabajador deberá asistir a una charla dictada por el área de prevención de riesgos de Metro, antes de realizar cualquier trabajo o actividad en recintos de Metro.

En cada jornada de trabajo se deberán realizar charlas de 5 (cinco) minutos para informar a los trabajadores de los riesgos asociados a las actividades de la jornada. El Contratista será responsable de mantener un registro tangible de esta actividad. También el Contratista será responsable de toda la señalética necesaria para la prevención de accidentes o incidentes.

El Contratista deberá contar con un Profesional Experto de Prevención de Riesgos el cual deberá estar presente en cada jornada, durante la ejecución de los trabajos en terreno. En particular se deberán elaborar procedimientos de trabajo seguro para cada nueva actividad o lugar de trabajo. Estos procedimientos deberán ser presentados previamente a Metro, antes de dar inicio a trabajo alguno.

#### 1.16 Procedimientos de Trabajo

El Contratista 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 Contratista debe considerar que no se permitirá que las estaciones queden sin sonorización parcial o total en horarios de explotación, y que los trabajos se deban ejecutar solo en jornadas nocturnas de 4,5 horas, desde las 24:00 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

El Contratista deberá presentar un documento escrito, firmado por el Fabricante, aceptando reemplazar materiales defectuosos. El tiempo de respuesta solicitado para la aplicación de la garantía por el fabricante es de una semana.

Se entenderá la aplicación de la garantía cuando el equipo sufre una falla que lo deja fuera de servicio o presenta un funcionamiento por debajo de los mínimos requeridos, deterioro

excesivo, desgaste anormal considerando la intensidad del uso, condiciones inseguras, ruido o distorsión excesivos 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 Contratista o Fabricante.

El Período de Garantía será de dos (2) años, a contar de la Recepción Provisional total de las obras por parte de METRO S.A.

#### 1.18 Asistencia técnica

Posterior a la recepción y puesta en marcha de la primera estación, y hasta la puesta en marcha de la última estación y recepción Provisional del Contrato, el Contratista deberá mantener la continuidad operacional del sistema de sonorización. Para ello deberá considerar todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo necesarias para cumplir este requerimiento, cumpliendo los niveles de servicio y requerimientos indicados en ANEXO Asistencia Técnica del Sistema de Sonorización adjunto. En el caso que aplique garantía el proveedor deberá gestionar la aplicación.



## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INSTALACIONES

### 2.1 Objetivo

El objetivo del proyecto contempla el reemplazo de los equipos de sonorización dispuestos actualmente en las estaciones más antiguas de Línea 1, Línea 2 y Línea 5, permitiendo de esta forma una adecuada sonorización en cuanto al volumen, claridad e inteligibilidad del mensaje, permitiendo de esta manera mantener informado al usuario, entregando una información clara y oportuna.

### 2.2 Descripción breve del proyecto

En el Proyecto de Mejoramiento del Sistema de Sonorización se abordarán un total de 51 estaciones distribuidas entre Línea 1, Línea 2 y Línea 5. El detalle de las estaciones que incluye el proyecto se encuentra indicado en la Tabla.1 Estaciones proyecto mejora de sonorización del ítem 1.2 Alcance.

### 2.3 Descripción del Sistema de Sonorización

El objetivo principal del sistema de sonorización es poder entregar mensajes a los usuarios que se ubican en las estaciones de la Red de Metro, tanto en operación normal como en situaciones en las cuales se presenten irregularidades en el servicio o incidentes, que dada la naturaleza del evento requiera dar instrucciones al usuario. También entregar información al personal de Metro en cuanto a la operación a través de claves operativas.

### 2.4 Componentes del sistema de sonorización

En la actualidad la red de Metro cuenta con un sistema de sonorización con equipamiento instalado en las estaciones (armario de sonorización instalado en el local técnico y equipos de megafonía distribuidos en las estaciones) y en el edificio SE/AT (Subestación de Alta Tensión) ubicado en calle Lord Cochrane N°59 (interior de Av. Libertador Bernardo O'Higgins N° 1414).

En el edificio SE/AT, a nivel del 7º piso se concentran los equipos que emiten sonorización a las estaciones, los cuales son gestionados por un operador ubicado en el Centro de Comunicaciones. A nivel del 5º y 6º pisos se encuentran equipos centralizados que permiten monitorear y controlar funciones básicas a distancia de los equipos que se encuentran instalados en las estaciones de Línea 4 y Línea 4A y en las estaciones correspondientes al proyecto de extensión de Línea 5 y Línea 1, además de las redes de transporte (RMS) del sistema

Debido a que el sistema de sonorización actualmente en operación en las dependencias de Metro tiene más de 20 años en funcionamiento no se cuenta con Diagramas de conexión y

Fichas técnicas de los equipos de sonorización y equipos de transmisión de redes para las 51 estaciones involucradas en el proyecto.

#### 2.4.1 Equipamiento Centro de Comunicaciones

El equipamiento está dado según el tipo de sonorización que se quiera realizar, correspondientes al llamado general en boletería y a la sonorización de estaciones. Cada tipo de sonorización en cada Línea, cuenta con su equipo IHM (Interfaz Hombre Máquina) y un micrófono, denominada como IHM Llamado General e IHM Comando respectivamente, desde donde se realiza cada gestión.

El llamado general permite la sonorización sólo a nivel de boletería y es dirigido a personal que se encuentra dentro de esa dependencia. La sonorización de estaciones permite emitir sonorización a toda la estación y es dirigido a clientes y a personal operativo de la estación.

El micrófono es el medio por el cual se emite el mensaje realizado por el operador. Este audio se transmite a través de la red multiservicio hasta el rack de sonorización ubicado en el local técnico de la estación donde se quiere emitir el mensaje, el cual finalmente se difunde por los parlantes ubicados en mesanina y andenes.

Se debe proporcionar 1 IHM donde integre la sonorización en estaciones y llamado general de boleterías para la línea 1 y 2, la cual debe ser capaz de configurar y visualizar a lo menos (lista no exhaustiva):

- Una o varias Estaciones
- Una o varias Líneas
- Una o varias zonas de sonorización

Para las líneas L4, 4/A y L5 queda de forma opcional la integración a esta IHM a implementar, cabe señalar que no todas las líneas cuentan con la misma tecnología asociado al sistema de sonorización.

Por otro lado la platina del micrófono tiene selector de mensajes pregrabados (a excepción de la línea 5) que deben ser activados manualmente (seleccionando el botón respectivo).

Actualmente en el Centro de Comunicaciones existen controladores y mezcladores los cuales tienen por función mejorar la calidad del sonido emitido desde cada micrófono y para los mensajes pregrabados. El Proponente deberá entregar una solución de equipamiento que permita satisfacer los requerimientos de la presente licitación

#### 2.4.2 Equipamiento Estaciones

El equipamiento en estaciones se encuentra distribuido en boletería principal, mesanina,

andenes y locales técnicos.

Equipos Boletería: En ésta se encuentran el micrófono para emitir mensajes a la estación y equipamiento relacionados al llamado general como: altavoces para recibir mensajes emitido desde el Centro de Comunicaciones y el sistema escucha compuesto por el Money Clip y micrófono ambiente, sistema que al activarse permite al CC escuchar lo que suceda al interior de la boletería en caso de emergencia.

El Money Clip es un dispositivo de emergencia instalado en la caja de recaudación en las boleterías, y cuando es accionado, emite una alarma al circuito de escucha, abriéndose un canal de audio hacia el centro de comunicaciones de METRO.

Equipos Local Técnico: En este se encuentra un rack compuesto de equipos que conforman el sistema de sonorización, como amplificadores, controladores, etc.

Equipos Mesanina y andenes: En este se encuentran los altavoces por los cuales se emiten los mensajes y un micrófono ambiental para regular el ruido externo.

## 2.5 Fuentes de sonorización

La emisión de mensajes puede ser realizada a nivel local por el equipamiento que se encuentra instalado en boletería y a nivel remoto a través del equipamiento que se encuentra instalado en el Centro de Comunicaciones de Metro. El alcance del proyecto contempla el reemplazo y una solución del Sistema Llamado General de Boletería de las estaciones que son intervenidas en este proyecto. La función principal de este sistema es emitir y recibir mensajes desde el interior de la boletería.

### 2.5.1 Sonorización Centro de Comunicaciones (CC)

Los mensajes emitidos desde el Centro de Comunicaciones, son realizados por el operador según su línea, a través del uso de un micrófono y de la pantalla IHM Comando por Línea. Desde la IHM se selecciona el sector que se desea sonorizar, sea mesanina, andén, toda la estación o más de una estación.

La sonorización por el operador del centro de comunicaciones puede ser realizada por mensajes pregrabados o emitidos en tiempo real.

Es responsabilidad del proponente que todos los anuncios que se emiten desde el Centro a Comunicaciones a estaciones deben ser registrados en un equipo grabador de audio el cual está ubicado en el 5° piso del edificio SEAT.

### 2.5.2 Sonorización estación

En la estación la sonorización es realizada por el micrófono instalado en boletería principal. Los mensajes finalmente llegan por los parlantes ubicados a nivel de mesanina y andenes, sin embargo, actualmente existen sectores que no son cubiertos por elementos de

megafonía, tal es el caso de los accesos de la estación como también dependencias administrativas de ésta, por lo cual el proveedor deberá considerar la instalación de elementos dentro de las dependencias antes mencionadas

## 2.6 Priorización de sonorización

Actualmente el sistema de sonorización tiene por priorización sonorizar mensajes emitidos desde el Centro de Comunicaciones (CC) y luego la emisión de mensajes provenientes desde boletería.

## 2.7 Estado de la sonorización actual

Sumado a los problemas actuales de audibilidad e inteligibilidad del mensaje transmitido, existen zonas en la estación, como andenes y/o mesanina, que dada las características estructurales de la estación y ruidos externos, terminan afectando la calidad del mensaje.

### 3. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

#### 3.1 Objetivo

Este capítulo establece las condiciones, en términos genéricos, para la ejecución de los trabajos de Instalación, Pruebas y Puesta en Servicio de los equipos del Mejoramiento del Sistema de Sonorización para las estaciones de Línea 1, Línea 2 y Línea 5 de Metro de Santiago.

Los trabajos de montaje se realizarán siguiendo estrictamente las recomendaciones de los respectivos fabricantes de los equipos. En el caso de suscitarse disparidades entre los planos y estas Especificaciones, primarán las Especificaciones. Cualquier modificación que sea necesaria realizar debido a las, interferencias u otros motivos, deberá contar con la aprobación previa de la ITO o del personal designado por Metro.

#### 3.2 Suministro y Montaje Equipos de Sonorización

El Contratista deberá suministrar y montar todos los equipos de sonorización indicados en el diseño, parte del Alcance del Proyecto, a nivel de acceso, mesanina, andén, local técnico y boleterías, entre otros.

Los equipos suministrados deberán respetar las materialidades, las configuraciones y dimensiones definidas en la presente Especificación Técnica.

El montaje de los equipos de sonorización comprenderá la instalación, soportes especiales, conexión y pruebas de funcionamiento de cada equipo en particular y de los distintos circuitos que componen la instalación. Además, incluirá la remoción de los elementos que se utilicen para el transporte de equipos, cuerpos extraños y completa limpieza del sector intervenido. Es de responsabilidad del Contratista realizar las verificaciones en terreno necesarias, para que la instalación de los nuevos equipos cumpla con las funcionalidades actuales, por ejemplo conexiones eléctricas existentes, señales de interfaces, etc.

Antes de dar por recibidos y proceder al montaje de los equipos, el Contratista deberá comprobar el buen estado general de los mismos y su correcto funcionamiento.

Antes y después de instalados y hasta la Recepción Provisional total, los equipos deben ser protegidos de daños o golpes provenientes del desarrollo de las obras propias o de terceros. En ningún caso deben ser usados en otras ubicaciones o para otros fines que no sean los propios definidos por el proyecto.

El Contratista deberá dar fiel cumplimiento a cualquier acción correctiva que la ITO estime conveniente realizar, como consecuencia de anomalías detectadas o por aplicación de su

criterio técnico, además deberá considerar las disposiciones indicadas en el reglamento de Instalaciones de Baja Tensión de Metro S.A.

### 3.3 Sujeciones

En este punto se entregan los criterios generales que se adoptarán para el diseño de las sujeciones a la obra civil. Estos criterios deben entenderse como pautas generales y su aplicación final dependerá de cada caso particular y de la aprobación por parte de la ITO.

Los pernos que se utilizarán serán de acero galvanizado con cabeza hexagonal, salvo se indique otra cosa en planos

Todo perno que se instale estará provisto de golillas planas y de seguridad, con igual tratamiento al del perno. En aquellas partes expuestas a vibraciones deberán llevar contratuercas.

#### 3.3.1 Cargas Pesadas adosadas a hormigones

Para la sujeción de cargas pesadas (tableros, equipos, etc.) en hormigones se emplearán tacos metálicos de expansión, del tipo HDI marca Hilti o equivalente, de los diámetros adecuados a los requerimientos de los esfuerzos solicitados.

#### 3.3.2 Cargas medianas y livianas en hormigón

Las cargas medianas (soportes medianos, altavoces acústicos, etc.) se adosarán a los hormigones mediante tacos metálicos de expansión de 1/4", del tipo HDI marca Hilti o equivalente.

Las cargas livianas (cajas, soportes pequeños, etc.) podrán adosarse a los hormigones mediante tacos de nylon de 6 u 8 mm, del tipo S marca Fischer o equivalente.

En resumen, todo equipo (tableros, equipos, altavoces acústicos, canalizaciones, etc.) adosado a muro o techo debe quedar con su sujeción completamente asegurada, cumpliendo con las indicaciones para movimientos sísmicos y por sobre todo, con el objetivo de evitar accidentes por caídas de éstos. Es de responsabilidad del Contratista implementar una solución que cumpla con lo solicitado.

Este ítem será especialmente verificado por la ITO o por persona definida por Metro, quien rechazará toda sujeción que no cumpla la norma chilena al respecto y las indicaciones de este ítem.

### 3.4 Canalizaciones

La mayoría de las canalizaciones a utilizar son existentes. No obstante lo anterior, en los casos en que se requiera (sin espacio o muy saturada en canalización existente), el Contratista deberá instalar nuevas canalizaciones, ya sean bandejas, escalerillas o cañerías de acero galvanizadas.

Las pasadas de muros y losas para bandejas y escalerillas luego de la instalación de los conductores, se deberán sellar con un material resistente a la llama en base a una espuma de silicona expandible, RTV 3-6548 de Mathiesen o similar.

Todos los materiales necesarios para desarrollar las canalizaciones deben ser proporcionados por el Contratista a su costo y cargo.

Metro no cuenta con planos de canalizaciones de corrientes débiles de las 51 estaciones involucradas en el proyecto

#### 3.4.1 Escalerillas y Bandejas

Las escalerillas y bandejas serán de acero galvanizado en caliente, al igual que sus componentes y elementos de soporte. 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, los laterales de las escalerillas tendrán un espesor de 2,5 mm y los palillos se construirán con un espesor de 1,5 mm.

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

Los soportes, se instalarán de acuerdo a las condiciones del terreno y de manera tal que las bandejas y escalerillas puedan soportar una carga vertical de cien (100) kilos, en cualquier punto, sin presentar deformación.

Las separaciones entre los soportes de las escalerillas, no deberán exceder las distancias indicadas en los planos o recomendadas por el fabricante y en ningún caso ser mayores a 1,5 m.

Las escalerillas se fijarán a los rieles de soporte con mordazas u otros elementos adecuados de la misma línea de fabricación de las escalerillas o bandejas.

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 que cubran la bandeja.

Todas las bandejas y escalerillas deberán conectarse sólidamente a la tierra de protección, a través de un conductor copperweld desnudo de sección no inferior a 7x10 AWG (36 mm<sup>2</sup>) o según la sección indicada en planos. Este conductor se afianzará a la bandeja o escalerilla mediante prensas de bronce cada seis (6) metros de recorrido lineal. En el caso de llevar rack de bandejas o escalerillas, se unirán a este cable las restantes cada nueve (9) metros.

### 3.4.2 Cañerías de Acero Galvanizado

En los lugares que se requiera, el Contratista podrá instalar ductos metálicos de tipo cañería de pared gruesa, ya sea a la vista, embutidos y/o preembutidos. Estos ductos serán de acero galvanizado para uso eléctrico tipo "conduit" Norma ANSI C80-1. Por ningún motivo se permitirán otro tipo de ductos metálicos.

Los diámetros mínimos serán los siguientes:

- 1" para conduits subterráneos.
- 3/4" para conduits a la vista o preembutidos en circuitos de fuerza.

Las curvas por terreno sólo se ejecutarán con herramientas o curvadoras aprobadas por la ITO, 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.

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. 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 por el interior de las cajas con tuerca y boquilla o busching galvanizados. La terminación en bandejas o escalerillas también se hará con boquillas o busching.

Las cañerías que no se usen y las de reserva deben quedar protegidas con tapa-gorro y enlauchadas.

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:



Conduit	Separación [metros]
1" de diámetro o menos	1.5
1 1/4" de diámetro o más	2.0
Grupos de Conduits	1.5

**Tabla 5.** Separación de los soportes de conduits

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

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 el soporte de la canalización sin la aprobación de la ITO. 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 la corriente adecuada 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 antióxido 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.

Por cada conjunto de ductos, que siguen una trayectoria común, se dejarán ductos de reserva por el equivalente al 30% del conjunto, los diámetros de los ductos de reserva serán iguales al del ducto utilizado de mayor diámetro.

Para los ductos instalados a la vista u ocultos, los soportes deberán instalarse a una distancia no superior a 1,5 metros.

### 3.5 Protección partes Metálicas, Pinturas y Galvanizados

Todas las piezas y partes metálicas instaladas por el Contratista deberán estar convenientemente protegidas contra la corrosión.

En este punto se entregan las especificaciones técnicas para el tratamiento previo de las superficies, el galvanizado en caliente, la recuperación por galvanizado en frío y las pinturas anticorrosivas y de terminación que deben ser aplicadas a las distintas piezas según corresponda.

#### 3.5.1 Tratamiento Previo de Superficies Metálicas

En las superficies metálicas deberán eliminarse previamente todos los elementos extraños,

que impidan una buena adherencia y la larga duración del recubrimiento que se aplicará sobre ellas, como son grasas, aceites y polvo; capas de óxido de laminación y óxido rojo; estimulantes de la corrosión tales como cloruros, sulfatos, sales orgánicas, etc.

Por otra parte las uniones soldadas deberán estar libres de escoria y poros. Será importante, para evitar una terminación superficial imperfecta, eliminar las gotas de acero provenientes del proceso de soldadura y esmerilar todas las asperezas existentes en los bordes.

El tratamiento que debe efectuarse para la preparación de las superficies metálicas es el siguiente:

- a) Desengrasado: Destinado a eliminar las grasas, aceites y suciedad existentes en la superficie de la pieza. Se hará un desengrase con solventes clorados, Tricloroetano o Percloroetileno.
- b) Decapado: Destinado a eliminar los óxidos rojos y de laminación por inmersión de las piezas en una solución de ácido fosfórico. Posteriormente la superficie deberá lavarse y neutralizarse eliminando restos de ácido.
- c) Arenado: Destinado a preparar el metal base para la adecuada adherencia del tratamiento anticorrosivo. Se usará arena limpia, no salina y seca. El arenado se hará hasta metal blanco.

### 3.5.2 Pinturas

El tratamiento que debe efectuarse para el pintado de las partes metálicas es el siguiente:

- a) Fosfatizado: Para una mayor adherencia de la pintura se aplicará una mano de imprimación, con Wash Primer 2371 marca Ceresita o equivalente, de un espesor mínimo de 5 a 10 micrones.
- b) Fondo anticorrosivo: Aplicar antes de 5 horas sobre el fosfatizado, dos manos de pintura anticorrosiva en vehículo epóxico, Crominio Epoxil de marca Ceresita o equivalente, con espesor de 50 a 60 micrones película seca. El secado de la pintura anticorrosiva se efectuará al horno antes de aplicar la segunda mano y la pintura de terminación.
- c) Pintura terminación: Después del secado de la segunda mano anticorrosiva se aplicarán dos manos de Esmalte Epoxil de marca Ceresita o equivalente, con un espesor total de 100 a 120 micrones película seca.

El Contratista dará las facilidades a la ITO para efectuar las pruebas que certifiquen los espesores especificados. En particular, pondrá a disposición de la ITO un medidor de espesor de tipo magnético cuando ésta lo solicite.

De manera especial el Contratista deberá respetar las indicaciones dadas por el fabricante

de los distintos productos; en todo lo que se refiera a métodos de pintura, mezclas, vida útil de las mezclas, tiempos de secado y repintado, diluyentes, etc.

El color de las pinturas será definido oportunamente por la ITO de acuerdo a cartas de colores o muestras según corresponda.

Se efectuará una prueba de adherencia realizando un reticulado de 10 x 10 líneas con la punta afilada de una herramienta y separadas 1 milímetro una de otra. Si el desprendimiento de los cuadrados de pintura es menor del 50%, la prueba será satisfactoria y si es mayor se rechazará el pintado.

No se aceptará el uso de masilla de terminación en espesores mayores de 0,2 milímetros. Una vez realizadas las pruebas el Contratista deberá restaurar las piezas dañadas dejándolas con las mismas características exigidas originalmente.

### 3.5.3 Galvanizado en Caliente

Todas las piezas y estructuras metálicas que el Contratista deba galvanizar serán sometidas al proceso de galvanización en caliente de acuerdo a las prescripciones de la Norma ASTM A-123-84.

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

<b>Espesor de la Pieza</b>	<b>Espesor del recubrimiento de zinc (μ m)</b>
Bajo 2	47
2 – 3	65
3 – 6	86
Sobre 6	99

**Tabla 6.** Valor del espesor del recubrimiento de Zinc

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 en los agujeros, juntas y bordes. Además, no deben quedar áreas sin recubrimiento o con ampollas o depósitos de ácidos, manchas negras o escorias.

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. Esta adherencia se verificará aplicando sobre la superficie galvanizada, la presión de la punta de un cuchillo; si el recubrimiento se desprende en forma de capas que dejen expuesto el metal

base, se rechazará la pieza.

La medida del espesor del galvanizado se realizará mediante el uso de un instrumento de detección por campo magnético de acuerdo a la Norma ASTM-E-376-69. Será responsabilidad del Contratista poner este instrumento a disposición de la ITO para los efectos de control de calidad del material; además, el Contratista otorgará a la ITO todas las facilidades para la realización de los controles.

Finalmente, será la ITO quien aprobará la calidad de este material galvanizado por medio de un certificado. Sin esta aprobación el Contratista no podrá iniciar los montajes utilizando dicho material.

#### 3.5.4 Galvanizado en Frío

Todas las zonas de partes metálicas que hayan sufrido daño en su galvanizado en caliente después de su instalación, causados por soldaduras, cortes, doblado, manejo descuidado u otra razón, deberán ser sometidas a una reparación de su galvanizado en frío, de acuerdo a Norma ASTM A-780-80.

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  $\mu\text{m}$  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, deberán estar limpias, secas; libres de grasas, productos corrosivos y escorias.

### 3.6 Instalaciones eléctricas

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

- a) La aislación debe ser libre de halógenos, baja emisión de humos y que no produzcan gases tóxicos ni corrosivos, retardante a la llama. Además la aislación será de compuesto Etil-Vinil-Acetato (EVA) y la cubierta de compuesto EVA. Este conductor será fabricado bajo norma IEC 502 o similar.
- b) La sección mínima de los conductores en Alumbrado y Fuerza es de 2,5 mm<sup>2</sup>.
- c) El uso de conductores, en el tendido y conexión de los circuitos de alumbrado y fuerza deberá respetar el código de colores de los conductores de fase, neutro y tierra de los reglamentos de METRO S.A., es decir:
  - 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. La ITO rechazará toda instalación que contravenga el código de colores debiendo el Contratista 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), que se indican más adelante. No se permitirá el uso de letras para indicar los colores del código.

### 3.7 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 la ITO 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. La alimentación eléctrica y todos sus elementos asociados, serán realizada en el local técnico y será de responsabilidad del Contratista. Metro aprobará y supervisará esta conexión.

### 3.8 Identificación Conductores.

Todos los conductores que suministre e instale el Contratista, deberán ser identificados en De acuerdo a lo establecido en el punto 7.5 en el Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión de Metro S.A, el cual se adjunta como anexo a esta EETT.

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.

### 3.8.1 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, también debe considerar lo establecido en el Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión de Metro S.A el cual se adjunta como anexo a esta EETT.

### 3.8.2 Pruebas de Conductores.

Antes del conexionado definitivo de los conductores deberán realizarse las pruebas que se indica más adelante. Para estos efectos el Contratista someterá a aprobación de la ITO los protocolos de las pruebas que se realizarán.

El Contratista deberá demostrar, a plena satisfacción de la ITO, que:

- Todos los conductores de cada circuito de Sonorización, sean continuos y estén libres de cortocircuitos;
- Todos los conductores están libres de conexiones a tierra no especificadas;
- La resistencia a tierra de todos los conductores, no conectados a tierra, no sea inferior a mil (1.000) Ohm por Volt de régimen de servicio del conductor;
- La resistencia a tierra de la aislación de todos los conductores, no conectados a tierra, de los circuitos múltiples, no sea inferior a un (1) mega-Ohm;
- Los conductores estarán de acuerdo a las indicaciones de los planos y de las especificaciones, correspondiendo la sección, código de colores, identificación, etc.

### 3.8.3 Puesta a Tierra de las Partes Metálicas.

El Contratista 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.

## 3.9 Equipos y herramientas

El Contratista deberá disponer de todas las herramientas que necesite su personal, debiendo ser de primera calidad y encontrarse en buen estado. Además deberá disponer de equipos especiales tales como soldadoras, dobladoras hidráulicas de tubos, taladros y cualquier otro equipo o maquinaria que se necesite para la correcta ejecución de las obras, como vehículos de transporte y equipos alza hombres para trabajos en altura.

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

En especial el Contratista deberá dotar a su personal de elementos de protección personal tales como cascos, zapatos de seguridad, chalecos reflectantes, anteojos, protectores de oídos, guantes, etc. De igual forma debe preocuparse que las superficies de trabajo sean las adecuadas a la labor que realiza, como por ejemplo el uso de andamios, etc.

Los elementos antes descritos permiten a su vez la correcta manipulación de los residuos electrónicos, que son considerados peligrosos por ser tóxico extrínseco, lo que implica que su inadecuada disposición final puede contaminar el suelo, y por lo tanto poner en riesgo a la salud de la población.

Lo descrito anteriormente debe cumplir con las Normas Chilenas Oficiales mencionadas en el punto 1.3 Normas y la legislación vigente.

### 3.10 Terminaciones

En todos aquellos lugares en que se pique, el Contratista 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 Contratista deberá reponer todo aquello que resulte dañado a su entero costo.

En particular, el Contratista deberá repintar todas las zonas que queden descubiertas después del retiro de equipos de sonorización existentes.

### 3.11 Pruebas Generales de Montaje

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

Será responsabilidad del Contratista presentar a la ITO 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 Contratista. El protocolo de pruebas deberá contar con la aprobación de la ITO y el Contratista asumirá las sugerencias y observaciones que plantee.

El resultado de las pruebas deberá ser entregado por el Contratista 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 la ITO para su aprobación.

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.

### 3.12 Retiro equipos sonorización, racks y materiales

El Contratista deberá retirar todos los equipos de sonorización, como altavoces y equipos instalados en los racks, que queden fuera de servicio debido a la instalación de los nuevos equipos. En el caso de los conductores que queden fuera de servicio, el Contratista deberá sellar y etiquetar sus extremos.

Los equipos y materiales retirados desde los recintos de Metro deberán ser trasladados a bodegas temporales del Contratista para tales efectos. Las bodegas se ubicarán dentro del área urbana de la ciudad de Santiago. El retiro de los elementos desde estas bodegas para su disposición final deberá ser semanal para conservar el carácter de bodega temporal.

Posteriormente, resuelto el proceso de baja de activos fijos realizado por Metro, el Contratista deberá eliminar estos elementos mediante una empresa autorizada por la SEREMI de Salud RM para disponer residuos electrónicos, debiendo remitir a la ITO el certificado respectivo de las eliminaciones realizadas y realizar el procedimiento estipulado en sección 1.14.4 de las presentes EETT, con objeto de dar cumplimiento a la normativa en esta materia.

No obstante lo anterior, Metro podrá solicitar la entrega en un lugar que estime conveniente de parte de los elementos que se encuentren actualmente instalados en sus dependencias.

### 3.13 Almacenamiento sustancias químicas

Si el Contratista considera que para el desarrollo de los trabajos encomendados se requiere utilizar sustancias químicas como pintura, diluyente, adhesivo epóxico, entre otros, deberá dar cumplimiento a lo establecido en D.S. 43/2016 MINSAL (este decreto deroga D.S. 78/2009). El Contratista deberá asumir los costos respectivos de las medidas que deberá tomar para dar cumplimiento a dicho decreto. Se aclara que en faena el Contratista podrá almacenar los insumos asociados al uso diario, sin superar en ningún caso los 600 Kg o L de sustancias peligrosas en total, considerando las restricciones específicas por cada clase a almacenar.



#### 4. ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA DEL SISTEMA DE SONORIZACION.

##### 4.1 Características generales del sistema

El sistema deberá permitir enviar mensajes pregrabados de forma automática, manual o en tiempo real a las estaciones.

El sistema debe almacenar registros de los eventos de sonorización (hora, fecha, usuario y estación código contenido emitido), divididos en mensajes pregrabados y mensajes de viva voz, manteniendo un registro de todos los códigos de eventos o mensajes pregrabados emitidos desde el Centro de Comunicaciones (CC) y el sistema de grabación registrará y guardará los mensajes de viva voz, completos tal como fue emitido.

El volumen de los mensajes debe ser percibido de manera uniforme en todas las dependencias, en el rango entre los 65 dBA y 90 dBA, considerando el descriptor nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación “A” y respuesta lenta, debiendo el usuario siempre recibir una señal audible inferior o igual a los 90 dBA, con las consideraciones respectivas definidas en sección 4.12 de las presentes Especificaciones Técnicas.

El sistema de Sonorización trabajará en una plataforma compatible con tecnología Ethernet que le permite propagarse en la actual Red Multiservicio (RMS) disponible tanto en Línea 1, Línea 2 y Línea 5. La Red Multiservicio transporta servicios de voz, datos y video, que tendrán a disposición estas Líneas para establecer la comunicación entre todas las estaciones y edificio SE/AT.

##### 4.2 Arquitectura del sistema de sonorización

El sistema de sonorización debe ser centralizado, donde este debe considerar:

- Controlador de Red
- Estaciones de llamada (en caso que sea necesario como un micrófono en Boletería)
- Amplificadores en estaciones

Se busca un sistema que sea integrado, donde se minimicen al máximo los puntos de falla del sistema de sonorización, junto con ello se debe considerar que esta implementación es para algunas estaciones de las Líneas 1,2 y 5.

Los proponentes deberán presentar en su oferta junto con la información técnica del suministro un diagrama de arquitectura de la solución propuesta, incorporando en el diagrama el tipo de conexión (con colores diferenciados) y equipamiento ( modelo de

equipos y altavoces) en edificio SEAT pisos 5 y 7 y estación tipo (Anden, Mesanina, pasillos Acceso, Oficina JE y sala CPSS), se deberá destacar las interfaces respectivas para integración y el tipo de conexión (Scada, Money clip, Tetra, Grabador de audio SEAT 7 y RMS).

#### 4.2.1 Sistema Central de sonorización

En todas las zonas existentes en las 51 estaciones involucradas en el proyecto, el volumen del sistema de sonorización se ajustará de manera automática, de acuerdo al nivel de ruido existente en el área. Para esto se utilizarán micrófonos ambientales como señal de realimentación. Es responsabilidad del Contratista determinar la cantidad de realimentaciones necesaria y la distribución espacial de éstas. La relación señal ruido debe alcanzar el rango de 10 a 15 dBA por sobre el nivel de ruido ambiente interno. El volumen se ajustará de manera automática para mantener el rango recomendado.

Los lugares de operación del Sistema para efectos de emitir anuncios en tiempo real y/o mensajes pregrabados son el Centro de Comunicaciones y la boletería principal de cada estación. En estaciones en trinchera y viaducto mencionadas en sección 1.14.3 se deberá satisfacer el cumplimiento de la normativa de ruido D.S. N° 38/2011 del MMA.

A nivel de mantenimiento del sistema el control remoto de los equipos de cada estación será previsto desde el centro de mantenimiento ubicado en el 5° piso edificio SE/AT. Se deberá considerar control remoto de por lo menos, encendido, apagado, reinicio, control de volumen, muteo del sistema, acceso de configuración, log y monitoreo del equipamiento instalado en estación, que permita recibir información de averías en los equipos centralizado.

En esta misma zona (5° piso edificio SE/AT) se realizarán las grabaciones de los mensajes pregrabados, para lo cual el contratista deberá proveer la IHM, software de grabación y micrófono respectivo. La calidad de las grabaciones deberá ser tipo "CD audio" con 44,1 KHz a 16 bits.

Cualquier modificación será realizada con el sistema operando en línea, sin que esto signifique que el sistema tenga un funcionamiento degradado o bien interrumpido.

La inteligibilidad de los mensajes obtenida medida mediante el descriptor STI (*Speech Transmission Index*) debe alcanzar un STI 0,5 como valor mínimo en el 90% de las áreas presentes al interior de la estación, y un valor STI 0.45 para el 10% restante con las consideraciones respectivas definidas en sección 4.4.1 de las presentes Especificaciones Técnicas. El sistema de sonorización debe funcionar normalmente ante variaciones de +/- 20% del voltaje nominal de alimentación.

### 4.3 Sonorización Estaciones

El sistema de sonorización está basado en un esquema de transmisiones por una Red Multi Servicio, lo que implica, que desde diferentes lugares pueda emitirse un mensaje de audio o carga de configuraciones.

### 4.4 Disponibilidad

El sistema debe estar preparado para modificaciones (cambios en el hardware, cargas de mensajes, creación de nuevas zonas, ajustes de volumen, entre otros) durante su operación en la línea, lo cual significa que el sistema no debe presentar un funcionamiento degradado. El Contratista deberá considerar a lo menos dos (2) amplificadores por zona para que en caso de pérdida de una línea de altavoces, se asegure el 50% de sonorización de la zona.

Este requerimiento se debe considerar para el total de zonas que presente una estación, según se indica en sección 4.5 de la presente EETT.

La ubicación de los altavoces dentro de las zonas para la redundancia del 50% solicitada, deberá ser propuesta por el contratista y evidenciada en el estudio electroacústico respectivo de cada estación, a modo de visualizar la cobertura de los niveles sonoros generada.

La evaluación de los estándares de inteligibilidad y audibilidad requeridos para el sistema se realizara para el 100% del sistema operando, y no para el modo degradado que requiere una redundancia del 50%.

#### 4.4.1 Alimentación de Respaldo (UPS)

El sistema de sonorización en cada estación deberá estar alimentado desde una fuente UPS en caso de corte de energía, la cual será provisionada por METRO, donde el contratista deberá realizar la conexión.

La alimentación de respaldo de los equipos en el SEAT debe estar compuesta por un banco de baterías. Este banco de baterías debe entregar una autonomía de 4 (cuatro) horas como mínimo al equipamiento de Sonorización, frente a una emergencia por falta de energía eléctrica.

Las baterías deben cumplir con las siguientes características:

- Deben ser del tipo estacionarias
- Selladas, de libre mantenimiento

El Proveedor deberá entregar la información técnica proporcionada por el fabricante de estas baterías.

#### 4.5 Zonificación

Se deberá considerar todas las zonas de estaciones que tengan circulación de usuarios, tales como andenes, mesaninas, acceso de estaciones, pasillos de acceso y pasillos de combinaciones que actualmente tenga una estación.

En cada estación existirán zonas independientes para sonorizar. Ambos andenes de cada estación estarán agrupados en una zona y las áreas comunes de pasillos y mesaninas estarán agrupadas en otra zona. En el caso de varias mesaninas y pasillo(s) adyacente será considerado como una única zona de sonorización. Lo anterior aplica independiente de que las zonas mencionadas presenten locales comerciales u otros recintos administrativos colindantes.

En las áreas de servicios operacionales como sala CPSS<sup>2</sup> y oficina de jefe de estación, se deberá considerar la instalación de altavoces (altavoces) que permitan escuchar lo transmitido desde el Centro de Comunicaciones y boletería, estas áreas se deberán incorporar a las zonas de sonorización existentes de andenes o de mesaninas y pasillos dependiendo del lugar físico más cercano. El altavoz instalado en la sala CPSS y oficina del jefe de estación deberá estar siempre activo, contando con un switch para regular su volumen.

Los mensajes pregrabados desde el Centro de Comunicaciones podrán ser emitidos de manera automática por el sistema o de manera manual por el operador del CC.

Desde boletería existirá la posibilidad de emitir mensajes pregrabados, los cuales estarán almacenados en cada platina. El operador tendrá la cantidad de 3 (tres) mensajes disponibles almacenados en cada platina para transmitir.

La cantidad, tipo y ubicación de los altavoces a instalar en todas las zonas cubiertas por el sistema para cada estación, deberá ser determinado por medio de un estudio Electroacústico a realizar por el Contratista, estudio que será de su cargo y responsabilidad. No obstante, dicho estudio Electroacústico será presentado a Metro para su aprobación final.

La sonorización emitida desde el Centro de Comunicaciones o desde boletería principal, debe considerar la siguiente sectorización para la sonorización:

- General: Toda la estación.
- Andenes: andenes y pasillos de combinación (si aplica debe incluir oficinas

---

<sup>2</sup> CPSS: Centro de Preparación Servicio de Seguridad. Como parte del proyecto, las estaciones a intervenir serían:

- Línea 1: Universidad de Chile y Los Héroes.
- Línea 2: Cal y Canto.
- Línea 5: Bellavista La Florida, Santa Ana.

administrativas y sala CPSS).

- Mesanina: Mesanina y pasillos de accesos (si aplica, debe incluir oficinas administrativas y sala CPSS).

Adicionalmente, se debe considerar que en el marco del Proyecto de Implementación de Ascensores en L1, 2 y 5, un grupo de estaciones tendrán modificaciones en su arquitectura, consistentes en la incorporación de pasarelas sobre los niveles de andén, las cuales conectarán con mesaninas actuales. Estas áreas de cobertura deberán ser consideradas en el presente proyecto durante la etapa de diseño de este. El detalle de las estaciones se muestra en la siguiente tabla:

Estación	Línea	Intervención
San Alberto Hurtado	1	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al poniente
Universidad de Santiago	1	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al poniente
Estación Central	1	Pasarela que cruza vía 1 a vía 2
Unión Latinoamericana	1	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al oriente
República	1	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al poniente
Santa Lucía	1	Pasarela sobre andén en vía 2 desde mesanina al oriente
El Golf	1	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al oriente
Alcántara	1	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al oriente
Lo Vial	2	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al sur
Departamental	2	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al norte
Lo Ovalle	2	Pasarela sobre andén en ambas vías desde mesanina al sur
Parque Bustamante	5	Pasarela desde mesanina hacia el sur por eje de las vías y culmina con pasarela transversal al fin de la estación
Santa Isabel	5	Extensión de mesanina al sur hasta 2 metros del fin de ésta.
San Joaquín	5	Extensión losa Mesanina al sur

#### 4.6 Generación de mensajes

##### 4.6.1 Características de los Mensajes

El Sistema de Sonorización debe tener la capacidad de emitir los siguientes mensajes:

##### Anuncios desde el Centro de Comunicaciones

El operador del Centro de Comunicaciones podrá transmitir desde el micrófono respectivo de cada línea, mensajes en tiempo real o mensajes pregrabados, seleccionando una estación, grupos de estaciones, estaciones continuas o alternadas o bien emitir mensajes hacia todas las estaciones de una línea. Particularmente en el caso de mensajes pregrabados serán transmitidos a través de cada platina del micrófono, la cual tendrá la posibilidad de

almacenar la cantidad mínima de 10 (Diez) mensajes pregrabados. En caso de no existir un micrófono compatible con esta funcionalidad, el Contratista deberá realizar el reemplazo de éste para permitir la funcionalidad de emitir mensajes pregrabados.

Los 10 mensajes pregrabados que estarán en la platina del micrófono de cada línea, serán grabados con el equipo de grabación solicitado en la presente EETT, para luego ser seteados y ruteados por el Contratista desde la base de datos de mensajes pregrabados, para lo cual Metro entregará durante la ejecución del proyecto la definición y texto respecto de los 10 mensajes que deberán rutearse a cada platina de micrófono.

El mensaje en tiempo real tendrá mayor priorización que el mensaje pregrabado.

#### Anuncios desde la boletería

El operador del Sistema, en forma local, debe poder emitir un mensaje, a través de un micrófono instalado en boletería, a toda la estación a la cual pertenece la boletería emisora del mensaje.

Estos mensajes pueden ser en tiempo real o bien mensajes pregrabados. En boletería se dispondrá de un micrófono, desde el cual se podrán transmitir la cantidad de 3 (tres) mensajes pregrabados. Además, el micrófono deberá tener la opción de seleccionar la sectorización para la emisión de mensajes en las diferentes zonas de estación, las cuales se encuentran descritas en el ítem 4.5

Los 3 mensajes pregrabados que estarán en la platina del micrófono de la boletería, serán grabados con el equipo de grabación solicitado en la presente EETT, para luego ser seteados y ruteados por el Contratista desde la base de datos de mensajes pregrabados, para lo cual Metro entregara durante la ejecución del proyecto la definición y texto respecto de los 3 mensajes que deberán rutearse a cada platina de micrófono.

Las principales funciones del equipo proyectado por el Contratista para los mensajes pregrabados son las que se listan a continuación:

- Grabación de mensajes (a través de consola IHM técnica de mensajes ubicada en el 5° piso del edificio SEAT).
- Supresión de mensajes de audio (a través de consola IHM técnica de mensajes pregrabados ubicada en el 5° piso del edificio SEAT).
- Creación de un programa de difusión para mensajes automáticos.
- Gestión de un mensaje o programa de difusión.
- Edición del cronograma de difusión de audio para mensajes automáticos.
- Difusión de un mensaje en modo directo desde platina.
- Detención de la ejecución de un programa de difusión de mensajes automáticos (para la detención del programa de difusión, se debe terminar primeramente el mensaje en

- curso y luego continuar con la programación).
- Presentación del estado de difusiones de mensajes automáticos en un dashboard.
- Búsqueda de una difusión de mensajes automáticos en la base de archivos.

La grabación de mensajes debe considerar la incorporación de Metadata del tipo:

- Un identificador o nombre.
- Hora, fecha de creación.
- Duración del mensaje.
- Tipo de mensaje (evacuación, información corporativa, tráfico, viaje)
- Operador quien generó el mensaje
- Idioma (opcional).
- Perfilamiento de mensajes.

### Música

El operador del Sistema, desde el Centro de Comunicaciones, debe tener la facilidad de comandar una señal de música ambiental para ser emitida a las estaciones mediante la consola del sistema (IHM técnica), botonera en el micrófono u otra solución propuesta por el contratista. Esta señal provendrá de un receptor de radio emisora existente en el Edificio SEAT, o bien desde un archivo almacenado en el sistema.

#### 4.6.2 Prioridad de los Mensajes.

La prioridad que debe existir entre la difusión de anuncios y entre éstos y la música es la siguiente:

- |    |  |
|----|--|
| 1° | Anuncios del operador del Sistema desde el Centro de Comunicaciones.           |
| 2° | Anuncios del operador del Sistema a través del equipo tetra <sup>3</sup> .     |
| 3° | Anuncios del operador del Sistema desde la boletería principal de la estación. |
| 4° | Anuncios pregrabados desde el Centro de Comunicaciones.                        |
| 5° | Anuncios pregrabados desde boletería principal de la estación                  |
| 6° | Música desde el Edificio SEAT.   |

Los mensajes pregrabados que deberán considerarse en la platina de cada micrófono (10 para el CC y 3 para boletería), serán definidos por Metro durante la etapa de ejecución del proyecto, así como la prioridad entre estos.

---

<sup>3</sup> TETRA es un sistema de radiocomunicaciones digital, el cual será implementado en las líneas de la red de Metro. Este permite la transmisión de voz, mensajes de estado y datos cortos, cuyo sistema tiene la funcionalidad de la integración con el sistema de sonorización en estaciones.

#### 4.7 Base de Datos

El diseño debe considerar una Base de Datos (BD) de mensajes pregrabados, los mensajes podrán ser grabados desde IHM técnica ubicada en 5° piso edificio SE/AT en las condiciones señaladas en el punto 4.2.1 de la presente EETT referentes a calidad de audio.

El sistema debe tener la capacidad de almacenamiento para un mínimo de 100 grabaciones de 1 minuto de duración en calidad CD audio, la cual debe ser dimensionada para futuros crecimientos de la BD, tanto física como lógicamente. Se debe indicar la memoria considerada para cumplir el requerimiento técnico y la factibilidad de expansión de memoria del sistema.

La base de datos del sistema debe ubicarse en el 5° piso del edificio SE/AT, en un equipo de alta disponibilidad especialmente diseñado para esto

#### 4.8 Gabinets y Cajas

Todos los equipos del sistema instalados en el Local Técnico de cada estación y Centro de Mantenimiento del 5° piso del Edificio SE/AT, deberán ser montados en un armario tipo Rack estándar de 19 pulgadas (482 mm) de ancho y de 2000 mm de altura máxima.

Cada Rack deberá tener una identificación adosada al exterior del armario que indique que el Rack pertenece al sistema de Sonorización. El texto deberá ser presentado a Metro para aprobación.

Los equipos se montarán al interior del armario en forma de gavetas que puedan deslizarse sobre un perfil, de modo que su retiro o acceso sea rápido y fácil. Las unidades deben ir convenientemente identificadas y protegidas para evitar daños y cortocircuitos.

El armario debe tener iluminación interior propia y 2 enchufes hembra de 220 Vac, 50 Hz libres para labores de mantenimiento. Además, deberá incluir un compartimiento interior que permita el almacenamiento de fichas técnicas y planos. Asimismo, deberá poseer una ventilación forzada acorde a sus dimensiones para asegurar un adecuado flujo de ventilación.

Cada armario deberá tener puertas abatibles por la parte frontal y trasera. La puerta delantera deberá ser de vidrio opaco. Cada puerta deberá tener un sistema de cierre de 4 (cuatro) puntos, con un mínimo de 4 (cuatro) bisagras. Los laterales deberán ser desmontables, con pernos de sujeción del tipo estrella.

Todos los armarios deben tener chapas que actúen con una sola llave maestra.

El armario debe tener la posibilidad de entrada de cables superior o inferior, con bandejas móviles en riel para la sujeción de elementos no rackeables y bandejas pre perforadas para la fijación de elementos no rackeables.



Los armarios a instalarse, deberán cumplir con un índice de protección IP 55 o superior con ventiladores con rodamientos sellados. Todos los elementos complementarios de control eléctrico deberán cumplir normas de estanqueidad adecuadas a su condición de uso, en particular a prueba de polvo y humedad.

Cada armario debe ser fijado a la losa del suelo mediante pernos de expansión, sobre la escotilla reservada para el Sistema de Sonorización o sobre la trinchera para los sistemas de corrientes débiles, según corresponda.

Por esta escotilla o trinchera se distribuirán los cables hasta los diferentes puntos de la estación, de no existir escotilla disponible, el Contratista deberá realizar las perforaciones necesarias para el paso de los conductores.

En caso de no existir espacio disponible en alguna de las dependencias señaladas, el armario deberá ser instalado en otra dependencia y/o integrado con el sistema actualmente en uso, reemplazando el armario existente por uno nuevo.

El Contratista deberá prever un espacio suficiente para el tendido, la fijación y la identificación de los cables exteriores que llegan a cada armario. Para garantizar esta función, se recomienda la utilización de chapa perforada.

Todos los chasis, armarios y cajas que sean instalados en local técnico deberán ser pintados con el fin de protegerlo de la corrosión y del desgaste frente a las condiciones de servicio. El color deberá ser presentado a Metro para aprobación.

Los herrajes utilizados se galvanizarán en caliente después de todas las operaciones de corte, perforación y puesta en forma.

El Contratista deberá considerar la utilización de borneras para la llegada de los cables desde terreno, donde se realizará la distribución hacia los equipos del rack, dichas borneras deberán ser del tipo libre mantenimiento, es decir, sin tornillo. Queda excluida como solución, las borneras tipo KRONE.

Todo material de distribución y de conexión es suministrado por el Contratista, cualquiera sea el tipo de cable.

El Contratista deberá presentar a la METRO S.A. un croquis detallado del armario, para su aprobación, antes de su fabricación

#### 4.8.1 Índice de Protección.

El índice de protección, definido según la aplicación de la norma EN 60529 depende de las condiciones de uso de los equipos y del ambiente en el que operan:

- Aéreo, túnel, espacio cubierto, material perteneciente a instalaciones fijas o a bordo

de máquina.

- Intemperie (lluvia, nieve, proyección de agua)
- Agentes químicos (vapor de agua, aguas de infiltración, gas carbónico, residuos de ozono, hidrógeno sulfurado, grasas y aceites minerales en los materiales que se encuentran cerca de las vías).
- Los equipos instalados en andén y en los locales técnicos deben cumplir con los índices de protección (IP) indicados en la tabla más abajo.
- Cabe señalar que conviene adoptar un enfoque global para obtener un material homogéneo en la totalidad de las líneas, sean aéreas o en túnel.

Ubicación	Caja de derivación	Caja de Distribución	Chasis de Distribución	Armarios	Túnel	Otros Equipamientos
En la vía	56	56		54	67	54
Andén	54	54		54		54
Local Técnico	54	41	1	51		41

**Tabla 7.** Índice de Protección para los equipos

#### 4.8.2 Resistencia al Fuego.

En términos generales, todos los materiales (cables, tarjetas, circuitos, terminales, chasis, entre otros.) deben ser escogidos en función de la conformidad de su inflamabilidad, opacidad y velocidad de la producción de humo y toxicidad de los gases de combustión con la reglamentación y las especificaciones vigentes al momento del diseño del material.

Para los materiales que presentan una masa demasiado importante con respecto a las normas asociadas o cuya frecuencia de uso (cantidad de unidades empleadas, largo) cuestione en forma evidente la intención de estas normas, el Contratista deberá:

- Proceder a los ensayos de clasificación de reacción al fuego y al humo (índices F e I respectivamente).

#### 4.9 Comunicaciones e interfaces del sistema de sonorización

Dentro del desarrollo del proyecto el Contratista debe considerar las integraciones necesarias para la implementación del Sistema de Sonorización para las Líneas 1, 2 y 5 constituye un desafío técnicamente complejo, debido a la gran cantidad de sistemas involucrados. Por lo indicado, el manejo apropiado de las integraciones, tanto en la fase de diseño como en la fase de implementación y pruebas, es una de las claves fundamentales de su éxito.

Por lo anterior en este capítulo se declaran las diferentes integraciones que debe considerar

el contratista para el buen desarrollo del proyecto de sonorización.

#### 4.9.1 Integración Sistema Sonorización con Red de comunicaciones RMS.

A nivel de integración el Contratista debe considerar el transporte del sistema de sonorización por las redes existentes, donde Metro disponibilizará un punto TCP/IP para su conexión, en las actuales Líneas de Metro de Santiago, las cuales presentan diferentes soluciones a nivel de red de transporte de datos. Bajo esta condición el contratista debe considerar para el transporte del sistema de sonorización la utilización de las redes existentes en Línea 1, Línea 2 y Línea 5.

El proponente deberá indicar en su oferta la siguiente información del sistema de sonorización propuesto:

- Ancho de banda detallado utilizado por el sistema (por estación)
- Cantidad de puertos a conectar con RMS por estación y para SEAT
- Protocolo de comunicación con RMS
- Tipo de flujo (multicast, unicast)

Para el caso de Línea 1, METRO cuenta con una Red Multiservicio la que transporta distintos servicios, tales como Sonorización, EEMM, entre otros servicios.

La Línea 5 y Línea 2 también consta de una Red Multiservicio con una topología compuesta por anillos de fibra óptica.

Para las 3 líneas se asegura en cada nodo OTN de la estación a implementar, una disponibilidad de 2 puertos Ethernet y un ancho de banda total de 12 MB por nodo en estación.

#### 4.9.2 Integración con Radiocomunicaciones TETRA

El sistema de sonorización debe considerar la integración con el sistema de radiocomunicaciones TETRA (de HYTERA) en cada una de las estaciones a intervenir, de tal manera que se pueda sonorizar una estación o una zona de la estación a través del portátil TETRA, esta funcionalidad sólo será posible en la estación donde tenga cobertura el portátil TETRA, no se podrá sonorizar estaciones contiguas o grupos de estaciones.

En detalle, el controlador de audio posee entradas de lógica contacto-abierto/contacto-cerrado que definen cuál de las entradas de audio se seleccionará para su amplificación en la estación además de su interconexión con la RMS en la estación. Actualmente el sistema está configurado con la entrada 1 amplificada por defecto, pero al llegar algún comando en las otras entradas se amplifica el canal correspondiente.

El Contratista deberá dejar sus equipos preparados para una futura integración con el

sistema Tetra, en las líneas donde aún no se ha puesto en marcha el sistema TETRA.

#### 4.9.3 Interfaces con otros sistemas

El proveedor debe tomar en consideración, los sistemas que puedan tener una interface con el sistema de sonorización, como por ejemplo Alarmas y circuito de escucha en Boleterías (Money clip), TETRA, sistema de grabación de audio actual, entre otros. Será de responsabilidad del Contratista realizar la implementación y los ajustes necesarios para que estos sistemas no se vean afectados y queden operativos.

Por otra parte el proveedor adjudicado una vez realizado el trabajo de implementación de equipamiento de sonorización en una estación de combinación, este debe asegurar la ecualización de ambas estaciones.

El sistema de sonorización debe considerar una integración con el sistema SCADA de METRO, donde este sistema SCADA debe funcionar como capa superior del sistema de sonorización.

La integración con el sistema SCADA es a nivel del comando de habilitación de la estación y zona a sonorizar y del control del funcionamiento general del sistema, el cual actualmente es realizado a través de contactos secos. Esta integración se deberá mantener, ya que no se realizarán modificaciones al software del sistema SCADA.

#### 4.9.4 Integración cobertura sonora estaciones de combinación con nuevas líneas 6 y 3.

La implementación de las nuevas líneas 6 y 3 de Metro, generara que estaciones normales en la red actual se transformen en nuevas estaciones de combinación, las cuales corresponden a:

Nueva Estación Combinación	Línea
Los Leones	Línea 1
Universidad de Chile	Línea 1
Franklin	Línea 2
Puente Cal y Canto	Línea 2
Plaza de Armas	Línea 5
Irrázaval	Línea 5
Nuble	Línea 5

**Tabla 8.** Nuevas estaciones de combinación – líneas 6 y 3.

Todas estas estaciones de la red actual serán abordadas por el proyecto de sonorización.

El estudio electroacústico de estas estaciones, deberá considerar en el modelo el pasillo o recinto de conexión entre ambas estaciones, donde se deberá generar una zona buffer sin altavoces, con objeto de evitar que mensajes con contenido distinto emitidos al mismo

tiempo por ambas líneas, se vean enmascarados entre sí. La definición de las áreas sin altavoces se revisara en la etapa de diseño respectiva en conjunto con Metro.

#### 4.9.5 Integración cobertura sonora en estaciones de combinación red actual.

Las estaciones de combinación involucradas en el proyecto son consideradas como estaciones independientes según se aprecia en tabla 1 de la presente EETT.

Para el caso de las estaciones de combinación donde no se realizan trabajos de instalación de equipos, el Contratista deberá considerar realizar trabajos de regulación de niveles sonoros (volumen), solo en los pasillos o recintos de conexión entre ambas estaciones, regulación que deberá realizarse desde local técnico de la estación no intervenida en horario nocturno sin usuarios en la estación.

Las estaciones de combinación que caen en esta clasificación en donde se deberá regular el volumen corresponde a:

Estación a regular volumen	Línea
San Pablo	Línea 5
Tobalaba	Línea 4

**Tabla 9.** Estaciones de combinación para regulación volumen.

El estudio electroacústico de todas las estaciones de combinación involucradas en el proyecto, deberá considerar en el modelo el pasillo o recinto de conexión entre ambas estaciones, donde se deberá generar una zona buffer sin altavoces, con objeto de evitar que mensajes con contenido distinto emitidos al mismo tiempo por ambas líneas, se vean enmascarados entre sí. La definición de las áreas sin altavoces se revisara en la etapa de diseño respectiva en conjunto con Metro.

#### 4.10 Características de los Equipos

Todos los equipos tendrán una placa de identificación aprobada por Metro que incluya, en idioma español, las características esenciales del equipo de acuerdo a los requisitos de la norma bajo la cual éste fue fabricado.

Todos los equipos, aparatos, gabinetes, gavetas y sus componentes, conductores, cables, relés, cajas de bornes, estarán identificados por un código que les asignará una identificación individual y específica de su función. Estas identificaciones deberán ser idénticas a las dadas en los esquemas de principio y de cableado establecidos por el Contratista.

Una muestra del material ya grabado y una nota indicando la forma de fijación en cada caso será presentada a Metro.

Todo conductor será identificado en sus dos (2) extremos una rotulación, situadas sobre un soporte práctico y de conservación garantizada en el tiempo. Para conductores de longitud superior a 2m, el contratista deberá cumplir con las reglas de identificación solicitadas.

La identificación de los cables seguirá la siguiente regla:

- La identificación de los cables será de tipo direccional para todos los enlaces entre gabinetes y cajas.
- Una identificación cada 20 metros para los cables en bandejas del túnel.
- Una identificación cada 5 metros para los cables en estación.
  - A cada cambio de soporte de cable ó cambio de dirección.
- A la salida de cada andén.
- De cada lado de una pared atravesada.

Las etiquetas de los cables serán de material de polipropileno o similar aprobado y se ubicarán en cada cable que ingrese a una sala de equipos, agujero, boca de inspección o dispositivo al costado de la vía.

La etiqueta será de tipo envoltura sujeta alrededor del cuello del cable.

Las etiquetas para identificar conductores individuales serán tipo manga o tipo broche.

Las etiquetas para identificar componentes de sistema individuales serán un tipo de plástico plano.

#### 4.10.1 Alimentación

Las alimentaciones puestas a disposición del Contratista son de 220V/50Hz en modo asistido. Los equipos deben soportar este modo de alimentación en forma natural.

Los cables de enlace entre subconjuntos del sistema de Sonorización estarán marcados con anillos de identificación.

- Un código de colores definido según las normas eléctricas y coherente para todas las instalaciones del contrato
- Este código está sujeto a la aprobación del ITO en etapa de calificación del material.

#### 4.10.2 Unidad de Gong

El Proveedor propondrá la unidad más adecuada al Sistema ofrecido (indicar marca y modelo respectivo mediante ficha técnica), la cual deberá ser como mínimo de calidad similar a la unidad de Gong actualmente instalada. El gong sonará solamente en los sectores de la estación en las que se desea hacer el anuncio.

#### 4.10.3 Altavoces

Con objeto de mejorar la audibilidad e inteligibilidad del sistema, considerando que podrá existir la difusión de música ambiental, el proveedor deberá considerar un sistema de altavoces que permita alcanzar los requerimientos solicitados, dado lo cual deberá considerar al menos para los altavoces:

- Rango de frecuencia (-10 dB) de 150 Hz a 15 KHz.

Asimismo, en el caso de utilizarse altavoces tipo columnas en sectores específicos de la estación, de acuerdo lo requiera y defina el estudio electroacústico, dada las particularidades de las estaciones consideradas en el proyecto, se deberá considerar al menos para este tipo de altavoces:

- Rango de frecuencia (-10 dB) de 250 Hz a 15 KHz.

El proveedor deberá entregar los certificados emitidos por los fabricantes de los altavoces, en donde se demuestre que los valores alcanzados satisfacen el rango de frecuencia efectivo (-10 dB) y no para otro valor.

#### 4.10.4 Microfonía

La microfonía también es un elemento de la cadena electroacústica relevante, dado lo cual el proveedor deberá considerar al menos para todos los micrófonos involucrados en el proyecto:

- Respuesta en frecuencia (-3 dB) de 350 Hz a 14 KHz.
- Distorsión < 1%

Los micrófonos considerados deben ser sencillos en funcionamiento, sin otras características más que la emisión de mensajes pregrabados y selección de zonas mediante botoneras de acuerdo a lo indicado en las presentes EETT. Cualquier otra función o botoneras adicionales en el dispositivo que permitan intervenir otros comandos o funcionalidades, puede llevar a generar errores en el sistema por incorrecta manipulación, no siendo aptas para los requerimientos de Metro.

#### 4.11 Monitoreo y Configuración de los Equipos

El Contratista deberá considerar dentro de su solución tecnológica, el monitoreo de todas las variables del equipamiento a instalar. La solución implementada para esta funcionalidad, podrá ser realizada a través de un protocolo simple de administración de redes (SNMP Simple Network Management Protocol), u otra tecnología que cumpla con este requerimiento.

La solución de sonorización debe presentar el estado de los equipos y debe generar en caso de que un equipo pierda conexión o presente una avería 2 tipos de alerta, uno del tipo Buzzer y además un correo electrónico . Además, este monitoreo debe generar estadísticas del tiempo de funcionamiento de los equipos (tiempo de desconexión y tiempo de reconexión, nivel de servicio (SLA Service Level Agreement) por equipo y por estación).

El monitoreo debe reflejar a lo menos:

- Estado de los equipos de pre amplificación.
- Estado de los equipos de amplificación.
- Estado de la temperatura de los equipos.

El control remoto de los equipos de cada estación será previsto desde el Centro de mantenimiento ubicado en el 5° piso edificio SE/AT, en donde se deberá suministrar un equipos PC para realizar tales actividades. :

El control al menos debe permitir:

- Encendido, apagado, control de volumen, reinicio, acceso de configuración, log y monitoreo del equipamiento instalado en estación, reconfiguración, copia de la configuración de un equipo a otro, etc.

#### 4.12 Características de Diseño

##### 4.12.1 Requerimientos de inteligibilidad y audibilidad

La audibilidad del sistema para los mensajes hablados debe presentar un nivel sonoro uniforme en todas las dependencias de la estación abordadas por el proyecto, registrándose un nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeqA) entre 65 dBA y 90 dBA, con un tope de 90 dBA, considerando una señal de prueba del tipo ruido rosa o blanco sin público ni trenes en la estación.

Para los sistemas de alarma que Metro defina, se debe alcanzar un nivel de presión sonora máximo (NPS máx) no superior a 105 dBA, considerando una señal de prueba similar a la alarma definida, sin público ni trenes en la estación.

Este nivel sonoro debe ser medido a 1,5 metros de altura y al menos a 1 metro de superficies reflectantes colindantes, en una cantidad de puntos que representen de buena forma todas las áreas abordadas por el proyecto (grilla de 12x12 metros o similar), utilizando un ruido de prueba (rosa o blanco), y un tiempo de medición por punto que permita la estabilización del nivel sonoro. El contratista deberá elaborar el procedimiento respectivo para verificar la audibilidad del sistema durante la puesta en marcha, el cual deberá ser validado por Metro.

En todas las dependencias de la estación abordadas, agrupadas de acuerdo a lo definido por



el proyecto (andenes, mesaninas-pasillos), el volumen del sistema de sonorización se ajustará de manera automática mediante un equipo de control de ganancia, de acuerdo al nivel de ruido ambiente existente en la estación. Para esto se utilizarán micrófonos ambientales como señal de retroalimentación del sistema, donde la definición de la cantidad, ubicación y control respectivo será de responsabilidad del contratista, debiendo procurar establecer una relación señal ruido de 10 dBA a 15 dBA para todos los escenarios sonoros posibles de ocurrir al interior de la estación y respetando el tope de nivel sonoro señalado precedentemente. Se debe tener en consideración que la relación señal ruido puede verse disminuida en estaciones en trinchera y viaducto mencionadas en sección 1.14.3 de la presente EETT, debido a que se deberá dar cumplimiento a la normativa de ruido D.S. N° 38/2011 del MMA., en especial en el periodo nocturno producto del funcionamiento del sistema de sonorización. Esta condición deberá ser descrita por el contratista como parte de los estudios de ingeniería de detalle (estudio electroacústico y estudio de impacto acústico producto del funcionamiento del sistema de sonorización, ya que METRO no cuenta con estudios.

Los parámetros utilizados en el sistema de retroalimentación deberán estar contenidos en una ficha técnica parte del anexo del informe As Built que deberá presentar el Contratista, donde se indique el controlador y los principales parámetros que han sido definidos para el sistema, esto para cada estación, con objeto de contar con la información de base que permita a Metro realizar ajustes en caso que lo requiera.

La inteligibilidad de los mensajes emitidos por el sistema, deberá satisfacer el descriptor (Speech Transmission Index) STI 0,5 como valor mínimo en el 90% de las áreas presentes al interior de la estación, y un valor STI 0.45 para el 10% de las áreas con cobertura restantes, considerando una condición de ruido ambiente sin trenes en la estación y en horario punta. Además, la condición operativa de los equipos del sistema de sonorización definida como normal en términos de potencia y una condición de voz hablada normal como señal de evaluación (Método STIPA estándar 60 dBA SPL @ 1m).

Este parámetro debe ser medido de manera objetiva de acuerdo a norma BS EN 60268-16:2011 "Sound system equipment. Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index", a una altura de 1,5 metros desde el nivel de piso respectivo, en una cantidad de puntos que representen de buena forma todas las áreas abordadas por el proyecto (grilla de 12x12 metros o similar), utilizando el método STIPA y la señal modulada de prueba respectiva. Las pruebas se podrán realizar desde el micrófono de boletería y/o del Centro de Comunicaciones de Metro. El contratista deberá elaborar el procedimiento respectivo para verificar de manera objetiva la inteligibilidad de los mensajes emitidos por el sistema durante la puesta en marcha, el cual deberá ser validado por Metro.

#### 4.12.2 Proyecto de diseño electroacústico

El proyecto de diseño electroacústico es el estudio base para determinar la ubicación,

cantidad y tipo de altavoces, además de verificar el cumplimiento de los estándares de audibilidad e inteligibilidad de la palabra definidos por Metro.

El Contratista deberá realizar para cada estación, el proyecto de diseño electroacústico, el cual será sometido a revisión y aprobación por parte de Metro, antes de proceder a su materialización. No obstante lo anterior, el Contratista tendrá la responsabilidad global del diseño y el correcto funcionamiento de todo el sistema, que asegure los objetivos del proyecto.

Toda la información necesaria para un correcto desarrollo de este estudio, deberá ser levantada por el contratista a su entero costo y responsabilidad. Metro no cuenta con estudios de este tipo para las estaciones consideradas en el proyecto.

El estudio electroacústico para cada estación debe tomar en consideración los siguientes antecedentes:

- Cumplimiento de inteligibilidad de la palabra mediante el descriptor STI 0,5 (Speech Transmission Index) como valor mínimo en el 90% de las áreas presentes al interior de la estación, y un valor STI 0.45 para el 10% restante, considerando una condición de ruido ambiente sin trenes en la estación en periodo punta, y una señal de prueba con nivel de voz normal (SPL 60 dBA @ 1m) amplificada por el sistema de sonorización.
- Cumplimiento de audibilidad del sistema para mensajes hablados mediante el descriptor nivel de presión sonora continuo equivalente en dBA, alcanzando valores entre 65 y 90 dBA, con tope de 90 dBA para la condición operativa proyectada para el sistema.
- Cumplimiento de audibilidad del sistema para alarmas (definida por Metro) mediante el descriptor nivel de presión sonora máximo en dBA, con tope de 105 dBA para la condición operativa proyectada para el sistema.
- Todas las áreas de la estación donde se encuentre público deben ser representadas mediante un modelo de cálculo tridimensional. Las áreas presentes al interior de la estación corresponden a: pasillos (de conexión entre mesaninas, accesos, pasarelas), mesaninas, andenes (vía 1 y 2) y niveles de intercambio en estaciones de combinación. El área de cobertura para los cálculos se debe considerar a una altura de 1,5 metros desde el nivel de piso respectivo.
- La verificación de los valores alcanzados en el diseño para la inteligibilidad y audibilidad, deberán ser representados como mapas coloreados y gráficos de barra con distribución de valores alcanzados. Las figuras generadas deben ser claramente legibles y poseer una buena claridad en el informe respectivo. Para la inteligibilidad se deberán presentar los resultados para la frecuencia de 2000 Hz.
- El desarrollo del modelo de cálculo tridimensional, debe considerar la información entregada por Metro (planos de arquitectura) y la levantada por el contratista

(volumetría, áreas, materialidad, niveles de ruido ambiente, tiempo de reverberación, coeficiente de absorción sonora, entre otros), con objeto de representar de manera más fiable posible las condiciones existentes en las estaciones, Además de considerar las zonas definidas en conjunto (zonas buffer en estaciones de combinación).

- Los cálculos deberán ser realizados sin considerar público ni trenes al interior de las estaciones en el modelo tridimensional.
- Los cálculos deben considerar el ruido ambiente en bandas de frecuencia de tercio de octava, medido en horario punta, para la condición sin trenes en la estación.
- Los modelos de cálculo para cada estación deberán ser desarrollados en software EASE (Enhanced Acoustic Simulator for Engineers) versión 4.1 o superior, debiendo el contratista entregar el modelo desarrollado en un archivo denominado “pack project” con todos los antecedentes de la modelación para respaldo de Metro.
- El proyecto electroacústico generara un informe por cada estación diseñada, el cual será revisado y validado por Metro, debiendo considerar los siguientes puntos:
  - Introducción
  - Características físicas de la estación intervenida (volumetría, materialidad, cantidad accesos, dimensiones, entre otros).
  - Características acústicas de la estación intervenida (coeficientes de absorción sonora de revestimientos y áreas asociadas, tiempo de reverberación calculado, nivel de ruido ambiente, cantidad de altavoces, altura y áreas abarcadas situación original, entre otros).
  - Modelo digital realizado (imágenes en planta, corte y áreas de cobertura para los cálculos proyectadas).
  - Propuesta de diseño, equipos y parámetros utilizados (modelo de equipos, niveles sonoros por banda de frecuencia de altavoces, porcentaje respecto de la potencia total utilizada, ubicación, altura, cantidad y sectorización de altavoces, sistema de control de ganancia utilizado y cantidad de sensores, cálculo de potencia de amplificadores requeridos, direccionalidad de altavoces, delay, entre otros).
  - Resultados alcanzados (mapas coloreados de STI, NPS directo, NPS Total, Distancia Crítica y Tiempo de Arribo, además, gráficos de barra con distribución de los parámetros mencionados).
  - Diagramas de conexión y equipamiento requerido.
  - Conclusiones.
  - Anexos (fichas técnicas de equipos y parámetros seteados en estos)
  - Archivo “pack project” de software Ease con todos los antecedentes de la modelación realizada.

Los informes deben ser realizados primeramente en versión A, B, y correlativos siguientes en periodos de revisión por parte de Metro, hasta generar una versión 0 una vez subsanadas todas las consultas y aprobado el informe por parte de Metro.

Una vez finalizada la puesta en marcha del sistema, el proveedor deberá entregar un As Built en cuyo anexo, deberá entregar los parámetros seteados en el equipamiento del sistema de sonorización de cada estación, información base para futuros procesos de calibración o cambio que Metro requiera realizar.

No se contempla la realización de mejoras a nivel de infraestructura en las estaciones para alcanzar los valores de inteligibilidad y audibilidad requeridos por Metro, por ende el estudio electroacústico deberá reflejar de la mejor forma los parámetros acústicos de las estaciones contempladas en el proyecto. Asimismo, no se contempla la realización de medidas de mitigación de ruido a nivel de infraestructura en las estaciones para alcanzar el cumplimiento de la normativa de ruido D.S. N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente en las estaciones en superficie o viaducto.

La presente licitación no contempla cotizaciones adicionales en el caso que el estudio electroacústico entregue una cantidad distinta a la estimada para la cantidad, tipo y ubicación de altavoces, por ende mejoras o variaciones deberán ser asumidas por el contratista.

Pueden existir casos en donde se presenten altos niveles de ruido de fondo en algunas estaciones, en donde el control de volumen automático de volumen puede verse afectado, dado que se basa en la relación señal - ruido. Independiente de lo anterior la audibilidad máxima requerida no podrá superarse para no causar mayor molestia a los usuarios.

Asimismo, casos específicos que puedan suceder en algunas estaciones referentes a la imposibilidad de dar cumplimiento del D.S. 38/2011 del MMA al mismo tiempo que los estándares de audibilidad e inteligibilidad serán revisados caso a caso en la etapa de diseño para la toma de definiciones. El Contratista deberá presentar todos los antecedentes necesarios para este cometido.

#### 4.13 Pruebas específicas y puesta en servicio

Este capítulo contempla los requerimientos relativos a las pruebas de los Sistemas de Sonorización.

##### 4.13.1 Cuadernos de prueba

Los cuadernos de prueba serán responsabilidad del Contratista, su redacción y entrega a Metro de Santiago para su aprobación deberá ser al menos un mes antes de la fecha prevista para la realización de dichas pruebas.

##### 4.13.2 Pruebas de recepción en sitio.

Las pruebas de recepción en sitio se realizarán una vez que el Contratista:

- Informe a Metro tener dispuestos los equipos para tal efecto.
- Haya entregado los documentos y resultados de ensayos necesarios para la recepción de Metro.

El Contratista deberá realizar pruebas en sitio que garanticen el correcto funcionamiento del sistema. Además, debe entregar a Metro para su comentario y aprobación con una anticipación de un (1) mes mínimo antes de la fecha prevista para este ensayo, el cuaderno de pruebas en terreno que permite la verificación de la buena integración de todos los equipos y garantiza que todas las etapas de la instalación, integración y verificación por parte del Contratista en el sitio del equipo presentado se concluyeron satisfactoriamente.

Las pruebas de recepción se efectúan conjuntamente entre el Contratista y Metro, siendo el Contratista totalmente responsable de la conformidad de los materiales y equipos con esta especificación, así como del funcionamiento del sistema.

Para la realización de estas pruebas, el Contratista deberá poner a disposición de Metro.

- El personal necesario
- El conjunto de los medios y materiales de ejecución, tales como herramientas, equipos de medición, equipos de comunicación, entre otros
- Los documentos y planos aprobados por Metro, necesarios para las pruebas
- Los cuadernos de pruebas correspondientes con los resultados de los ensayos del Contratista. Metro se reserva el derecho de realizar pruebas adicionales que considere convenientes y/o comprobar por muestra (Para tal efecto, el Contratista deberá poner a disposición de Metro los medios humanos y materiales indicados en los cuatro puntos mencionados con anterioridad).

La coordinación de las pruebas se conciliará entre los participantes en reunión general de coordinación y a través de la ITO.

#### 4.13.3 Pruebas de conformidad de instalaciones

El Contratista debe realizar pruebas de conformidad que tienen por objeto verificar la calidad de las instalaciones en los locales técnicos, puestos de operación, en terreno, así como la conformidad de sus características con las especificaciones técnicas.

Durante estas pruebas se examinan entre otros puntos, los siguientes:

- El aspecto físico de los equipos.
- El respeto de las reglas del oficio.
- Las cantidades y tipos de material instalados.
- La naturaleza de las instalaciones.
- Las normas del proyecto.
- Entre otros.

#### 4.13.4 Pruebas estáticas

El Contratista debe realizar pruebas estáticas que tienen por objeto verificar el aspecto eléctrico y funcional de las instalaciones del sistema en los locales técnicos y en terreno, así como las interfaces con los otros sistemas, en conformidad con las especificaciones técnicas.

Estas pruebas estáticas incluyen:

- La continuidad en el cableado.
- Las mediciones eléctricas.
- La recepción de las interfaces con los sistemas externos (emisión y recepción).
- Simulación de las informaciones de entrada y de salida del sistema.
- Verificar el aspecto funcional del sistema en simulación.

En estas pruebas participan conjuntamente el Contratista y Metro (y/o su representante) quien dirige las pruebas; estas pruebas se efectúan en forma previa a las pruebas dinámicas.

#### 4.13.5 Pruebas Reales.

El Contratista debe realizar pruebas dinámicas que tienen por objeto verificar el funcionamiento del sistema en situaciones reales. Estas pruebas pueden ser:

- Técnicas para verificar el buen funcionamiento de los equipos del sistema de sonorización.
  - En funcionamiento nominal.
  - En carga máxima (máxima potencia de los equipos).
- Funcionales para verificar el buen cumplimiento de las presentes Especificaciones Funcionales y Técnicas.

En estas pruebas participan conjuntamente el Contratista y Metro quien dirige las pruebas.

#### 4.13.6 Pruebas de Integración

El Contratista debe realizar pruebas de integración en sitio que tienen por objeto verificar el funcionamiento del sistema de Sonorización completo y en su entorno de operación. Estas pruebas pueden realizarse una vez que las pruebas estáticas estén terminadas.

#### 4.13.7 Pruebas de demostración

El Contratista debe realizar pruebas de demostración que tienen como objeto demostrar el cumplimiento por parte del sistema de los siguientes requerimientos:

- Desempeño (correcto funcionamiento mensajes pregrabados, sonorización por zonas, money clip, grabación de mensajes pregrabados, entre otros).
- RAMS (redundancia 50% en modo falla, alerta de avería, modificación de parámetros de manera remota, entre otros).
- Ambientales (cobertura y variación nivel sonoro con ruido ambiente, ventilación de rack, entre otros).

#### 4.13.8 Pruebas de inteligibilidad y audibilidad

El Contratista a través de su especialista o la empresa que designe, deberá realizar pruebas de verificación de audibilidad de los mensajes emitidos por el sistema de sonorización para lo cual deberá:

- Realizar mediciones del nivel de presión sonora continuo equivalente, con ponderación “A” y respuesta lenta (NPSeqA), además del nivel de presión sonora máximo (NPS máx) en el intervalo de tiempo definido.
- Las mediciones deberán presentar una duración que garantice la estabilización de los niveles sonoros.
- Considerar como señal de prueba para las mediciones un ruido del tipo blanco o rosa, inyectado hacia el micrófono de boletería y/o del Centro de Comunicaciones de Metro, mediante la utilización de una boca artificial que cumpla con la recomendación P.51 de UIT-T, considerando un nivel sonoro de 60 dBA a 1 metro de distancia para la condición normal y un nivel de 70 dBA a 1 metro de distancia para la condición de voz elevada, lo cual ocurre en situaciones de emergencia.
- Considerar para las mediciones en los diferentes sectores de la estación una altura de 1,5 metros desde el nivel de piso respectivo y al menos 1 metro de distancia a superficies reflectantes colindantes, además de una cantidad de puntos que representen de buena forma todas las áreas abordadas por el proyecto (grilla 12x12 metros o similar) y sean concordantes con los puntos definidos en proyecto electroacústico.
- Considerar el desarrollo de las mediciones de audibilidad del sistema para los escenarios de voz normal y voz elevada en horario nocturno, fuera del periodo de explotación.
- Desarrollar el procedimiento respectivo para verificar de manera objetiva la inteligibilidad de los mensajes emitidos por el sistema, el cual deberá ser validado por Metro antes de su materialización.
- El Contratista deberá aprovisionar los recursos (técnicos y humanos) necesarios para realizar las pruebas solicitadas.

El Contratista a través de su especialista o la empresa que designe, deberá realizar pruebas de verificación de inteligibilidad de los mensajes emitidos por el sistema de sonorización para lo cual deberá:

- Utilizar método objetivo de acuerdo a norma BS EN 60268-16:2011 (edición 4)

*“Sound system equipment. Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index”*, mediante el método STIPA y la señal de prueba respectiva.

- La generación de la señal modula para el método STIPA deberá ser ingresada hacia el micrófono de boletería y/o del Centro de Comunicaciones de Metro, mediante la utilización de una boca artificial que cumpla con la recomendación P.51 de UIT-T, considerando un nivel sonoro de 60 dBA a 1 metro de distancia para la condición normal (STIPA estándar) y un nivel de 70 dBA a 1 metro de distancia para la condición de voz elevada (STIPA lombard), lo cual ocurre en situaciones de emergencia.
- Considerar para las mediciones en los diferentes sectores de la estación una altura de 1,5 metros desde el nivel de piso respectivo y al menos 1 metro de distancia a superficies reflectantes colindantes, además de una cantidad de puntos que representen de buena forma todas las áreas abordadas por el proyecto (grilla 12x12 metros o similar) y sean concordantes con los puntos definidos en proyecto electroacústico.
- Considerar el desarrollo de las mediciones de inteligibilidad del sistema para los escenarios de voz normal y voz elevada en horario nocturno, fuera del periodo de explotación.
- Considerar la obtención del ruido ambiente en periodo diurno, en horario punta, sin trenes en la estación.
- Desarrollar el procedimiento respectivo para verificar de manera objetiva la inteligibilidad de los mensajes emitidos por el sistema, el cual deberá ser validado por Metro antes de su materialización.
- El Contratista deberá provisionar los recursos (técnicos y humanos) necesarios para realizar las pruebas solicitadas.

Los informes deben ser realizados primeramente en versión A, B, y correlativos siguientes en periodos de revisión por parte de Metro, hasta generar una versión 0 una vez subsanadas todas las consultas y aprobado el informe por parte de Metro.

Metro supervisara el desarrollo de las pruebas de inteligibilidad y audibilidad, ya sea con personal propio o a través de alguna empresa designada que podrá también realizar mediciones

#### 4.14 Repuestos

El Contratista deberá entregar a Metro un set de repuestos que permitan mantener la continuidad operacional del sistema hasta que el suministro afectado sea repuesto por la garantía. La cantidad de repuestos que deberá considerar para la oferta será equivalente al 5% de la suma de todos los ítems que conforman el Equipamiento dentro de su oferta (2% para el caso de parlantes).



#### 4.15 Migración al nuevo sistema

El contratista deberá presentar en su oferta, una metodología para la migración del sistema actual al nuevo sistema de sonorización, considerando que durante el periodo de explotación el sistema siempre deberá estar operativo.

A metodología deberá detallar la forma de como abordará las distintas zonas de la estación y al interior del local técnico y edificio SEAT.

## 5. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

### 5.1 Objetivo

En este capítulo se detallan los límites de los trabajos que deberá realizar el Contratista. No obstante lo anterior, la responsabilidad del Contratista abarca hasta la Recepción Definitiva de las instalaciones del Sistema de Sonorización de las estaciones de la Línea 1, Línea 2 y Línea 5 y de los equipos del Sistema de Sonorización instalados en el edificio SEAT, por parte de la Administración de Metro S.A.

### 5.2 Límites de los Trabajos

Entre los trabajos que el Contratista debe desarrollar, se incluyen:

- Diseñar la Funcionalidad requerida del Sistema de Sonorización.
- Diseñar la distribución de sonido en cada estación de acuerdo a lo especificado.
- Presentar a la ITO., para su aprobación y comentarios, el Proyecto (Diseño) Electroacústico del Sistema de Sonorización.
- Desarrollar la Ingeniería de Detalles.
- Ordenar la fabricación del equipamiento, su transporte y almacenamiento.
- Suministrar el equipamiento del Sistema, el cual deberá ser nuevo, de aplicación comercial-profesional, y de última tecnología vigente. El correcto funcionamiento del Sistema será de responsabilidad del Contratista.
- Tener a cargo la instalación, la programación de trabajos, la coordinación con otros Proveedores, las pruebas, la marcha blanca y la puesta en servicio del equipamiento.
- Realizar las pruebas de verificación y puesta en servicio solicitadas
- Cumplir con las normativas de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Cumplir con las normativas de vigente en materia de ruido del Ministerio del Medio Ambiente “Norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica” para estaciones en trinchera y viaducto.
- Cumplir con las normativas del Ministerio de Salud en cuanto al “Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos”.
- Suministrar toda la información técnica de los equipos.
- Capacitar al personal que corresponda de Metro o de quién él indique.
- Suministrar los repuestos estipulados, que forman parte de la oferta.
- Mantener la continuidad operacional del sistema de sonorización desde la recepción provisional de cada etapa hasta el fin del contrato de suministro
- Certificar la Garantía del equipamiento del Sistema.
- Cualquier otra actividad o suministro, que sin estar explícitamente indicado sea necesario para llevar a buen término los trabajos relacionados con el Sistema de Sonorización para las estaciones de la Línea 1, Línea 2 y Línea 5 de Metro de Santiago.

## 6. DOCUMENTACIÓN

Junto al sistema en operación, se deberá hacer entrega de la siguiente documentación As-built (diseño) mínima:

### 6.1 Manual de Operación

El Manual de Operación debe describir en detalle las funcionalidades del sistema y sus componentes a nivel modular, las opciones de configuración que posea y las instrucciones de operación para el usuario para conseguir un desempeño óptimo. Este manual debe al menos:

- Especificar capacidades y desempeño funcionales.
- Describir procedimientos para puesta en servicio/puesta en marcha, rodaje, operación en servicio continuo, parada controlada, incidencias y emergencias.
- Hacer mención a las limitaciones de operación y precauciones.
- Procedimientos de verificación o diagnóstico a nivel funcional.

### 6.2 Manual Técnico del Sistema

El documento deberá describir en detalle el sistema y sus componentes, el cual debe contemplar lo siguiente:

- Datos de fabricación, como fabricante, origen, año de fabricación, modelo y serie, dimensiones, peso, capacidad, requisitos de potencia, entre otros.
- Descripción de componentes a nivel modular e interno.
- Procedimientos de verificación a nivel modular y componentes internos (placas electrónicas, sistemas mecánicos, etc.), incluyendo puntos de prueba, con datos de referencia. Este documento debe contener la información suficiente para realizar un proceso de detección y corrección de fallas.
- Debe hacer correcta referencia a planos, esquemáticos, diagramas y otros documentos que lo complementen.
- Fichas técnicas de equipos y parámetros configurados en estos.

### 6.3 Manual de Mantenimiento

El Manual de Mantenimiento es un manual descriptivo de las actividades de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo que el Sistema requiere, incluyendo procedimientos de verificación y diagnóstico a nivel funcional, uso de interfaces, tiempos que el sistema requiere para el mantenimiento preventivo y todo recurso asociado al mantenimiento. Este documento debe hacer referencia a toda documentación complementaria, incluido el plan de

mantenimiento.

#### 6.4 Plan de Mantenimiento

Este documento deberá incluir todo lo referido al plan de mantenimiento, el cual deberá contemplar lo siguiente:

**Periodicidad que puede ser asociada a:** tiempos de uso, ciclos de percusión, etc.

**Catálogo de partes y piezas:** documento que debe incluir un listado completo de todos los elementos y componentes del sistema en su totalidad. Por cada uno de ellos se debe indicar:

- Equipo, elementos de nivel superior y su desglose como arborización.
- Descripción de los componentes y elementos.
- Nivel de criticidad, según árbol de fallas y funcionalidad.
- Vida útil estimada para cada elemento/componente según aplique.
- Indicar modelo, fabricante, proveedor y garantía.
- Alternativas de proveedor para su reemplazo. Cuando no sea posible, indicar motivo.
- Alternativas de fabricante y modelo equivalente. Cuando no sea posible, indicar motivo.
- Plano esquemático donde se identifique cada sistema, sus componentes y para cada uno de estos, sus elementos.
- Clasificación como parte “reparable” o “desechable”.
- Clasificación como parte “Intercambiable” o “No Intercambiable”. En caso de ser intercambiable, se debe mencionar si fuese necesaria alguna reconfiguración o su intercambio es directo.

**Planos de Instalación:** documento CAD que incluye el detalle de montaje de cada uno de los componentes, indicando su ubicación, soportes, fijaciones, espacios utilizados, etc.

**Planos de Conexionado:** documento CAD que incluya diagramas esquemáticos de conexión de módulos, identificando con su etiquetado correspondiente, las señales involucradas. Para los planos de conexionado, se debe incorporar a los planos de Metro, considerando nomenclatura y estándares utilizados por Metro.

**Planos de Diseño:** en el caso de placas electrónicas u otros, se debe hacer entrega de los diagramas esquemáticos, planos de construcción de módulos y subsistemas, además de todos los componentes y diseños de placas impresas.

**Control de Calidad:** se debe incluir una copia de toda la documentación relativa al control de calidad del sistema llevado a cabo durante su ejecución, lo que debe incluir como mínimo:

- Procedimientos de pruebas realizados, que debe incluir una descripción de los puntos de inspección, variables verificadas, valores de referencia esperados, etc.
- Checklists de verificación de cada componente, que muestre el resultado de cada prueba.
- Actas o Certificados de recepción provisional.

**Garantía:** Debe incluir una copia de toda la documentación relativa al período de garantía, incluyendo la descripción completa de su alcance y términos contractuales.

- Periodo de Garantía de los equipamientos al menos de 2 años. De 5 años para equipos de grado Industrial.
- Tiempo de respuesta ante la restitución de equipos y/o componentes en falla en periodo de garantía, no mayor a una semana.
- Certificado de vigencia de los equipos y que no se encuentran obsoletos o fuera de fabricación al momento de la licitación. Se deberá indicar la vida útil y obsolescencia de los equipos.
- Certificado de pruebas de funcionamiento e integración de acuerdo a la Especificación.

**Gestión de Repuestos y Obsolescencia:** El Contratista deberá desarrollar los siguientes puntos referentes a la gestión de repuestos y obsolescencia:

- Repuestos: listado de repuestos críticos (nivel de stock), orientado a garantizar la máxima disponibilidad del equipo.
- Arborización del equipo hasta llegar a cada uno de sus elementos con la tasa de falla de cada uno de ellos o del menor componente posible. (Elaborar un listado de todos los elementos del sistema).
- Aspectos ambientales y de conservación.
- Proveedores (al menos dos) para cada uno de los componentes del equipo y el lead time de cada uno.
- Tasa de Fallas y Vida Útil de Repuestos.
- Fichas técnicas de cada uno de los elementos del sistema (a continuación un ejemplo)
- Repuestos a entregar en el contrato de suministro
- La cantidad de repuestos a suministrar debe permitir mantener la continuidad operacional del sistema hasta que el suministro afectado sea repuesto por la garantía.

## 6.5 Licencias de Software

El Contratista 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.

La IHM solicitada debe proporcionar herramientas de integración tales como; OCX, ACTIVE X, DLL, WEBSERVICE, Entre otros, y de esta forma permita la integración de sus funcionalidades con otros sistemas

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

## 7. CAPACITACIÓN

Como parte del suministro, el Contratista deberá considerar un ciclo de capacitación para dos tipos de usuarios, uno para el operador del sistema y otro para el mantenedor, considerando los siguientes aspectos mínimos:

Operador:

- Descripción funcional del sistema, sus componentes y su operación general.
- Funcionalidades estándar y específicas del sistema con IHM personalizable.

Mantenedor:

- Descripción funcional del sistema, sus componentes y su operación general.
- Configuración de funcionalidades estándar y específicas del sistema.
- Actividades de mantenimiento preventivo.
- Descripción detallada del Sistema, con una descomposición detallada del árbol de averías.
- Procedimiento de diagnóstico y detección de fallas para mantenimiento correctivo.
- Actividades de mantenimiento correctivo, guía de solución de averías.

Una semana antes de la capacitación se debe entregar al jefe del proyecto un documento autosuficiente que detalle el contenido de la capacitación a realizar.

Se deberá generar material audiovisual (video) de la capacitación el cual debe ser entregado en un CD o DVD.

## 8. LISTADO DE PLANOS DE REFERENCIA

### 8.1 Planos de arquitectura para el Proyecto de Sonorización

Se adjunta un listado de planos de referencia que serán entregados por Metro. Un listado más completo podrá ser entregado para complementar los actuales planos en el caso que fuese necesario. Sin embargo, es responsabilidad del Contratista realizar visitas a las estaciones que son alcance del proyecto para la confección de sus planos, con el objetivo de obtener toda la información necesaria para el desarrollo de sus estudios e ingeniería.

LÍNEA	ESTACION	Nº de Plano	DESCRIPCION
L1	San Pablo	30005 – 03 – 001	Mesaninas & Andenes San Pablo
	Ecuador	30005 – 03 – 009	Mesaninas & Andenes Ecuador
	República	Sin numeración	Mesaninas & Andenes Estación República
	Baquedano	30005 – 03 – 032	Mesaninas, Andenes & Transbordo Estación Baquedano
	Escuela Militar	30005 – 03 – 064	Mesaninas & Andenes Escuela Militar Actualizado
L2	Cal y Canto	30005 – 04 – 031	Mesanina Cal Y Canto
		2 5131 a 3	Planta Nivel Mesanina – Cuerpo A
		2 5131 a 4	Planta Nivel Mesanina – Cuerpo B y E
		2 5131 a 5	Planta Nivel Mesanina – Cuerpo C y D
		2 5131 a 6	Planta Nivel Andén Línea 2 – Cuerpo A
		2 5131 a 7	Planta Nivel Andén Línea 2 – Cuerpo B y E
		2 5131 a 17	Planta y cortes acceso norte, Línea 2 sector 3
		2 5131 a 18	Planta y cortes acceso sur, Línea 2 sector 3
		2 5131 a 19	Planta y cortes accesos poniente y nor poniente Línea 2, sector 3
		2 5131 a 20	Planta nivel mesanina cuerpo B y E 1era etapa, Línea 2, sector 3.
	Santa Ana	30005 – 04 – 026	Mesanina Santa Ana 2
		2 5107 a 50	Plantas mesanina y zona corriente
		2 5107 a 51	Elevaciones y cortes
		2 5107 a 53	Corte mesanina y pasarelas
		2 5107 a 54	Pasarela sur planta y corte
		2 5107 a 55_0001	Pasarela norte - planta
		2 5107 a 56	Mesanina sur – escalera
		2 5107 a 57	Mesanina norte – escalera
		2 5107 a 62	Sur y norte – ubicación peajes
		2-5107-A-50	Plantas mesanina y zona corriente
	Toesca	30005 – 04 – 006	12Mesanina Toesca
		2-5109-A-1-B	Corte mesanina y planta
		Planta Toesca 1	Planta nivel mesanina
		Planta Toesca	Planta nivel andén



LÍNEA	ESTACION	Nº de Plano	DESCRIPCION
	Franklin	30005 – 04 – 012 dem 1328 DEM 1329	09Mesanina Franklin Planta mesanina Planta andenes
	Lo Ovalle	30005 – 04 – 018 Sin numeración 2 5115 a 10 2 5118 a 3 42.127-30-008-A 30005 04 021-2 42127 30 016	Mesanina Lo Ovalle REV_03-08 - Lo Ovalle - Planta y Sección.dwg Planta y perfiles acceso Planta y perfiles acceso Ubicación torniquetes y puertas salida Planta N. andén y mesanina Planta primer subterráneo
L5	Santa Ana	Sin numeración Sin numeración 518 04 002 518 05 105 REV_03-11 - Santa Ana	Mesanina Santa Ana SANTA ANA (L2 y L5) Planta mesanina y servicios conductores L5 Interconexión L5 con L2, Planta andén L2 Planta y Sección
	Baquedano	Mesanina Baquedano 511 04 003 511 04 004 511 04 004-1 511 04 006 511 04 006-1 511 04 007 511 04 007-1	Planta nivel mesanina Planta nivel subterráneo Planta nivel andén Planta nivel andén Planta nivel intercambio Planta nivel intercambio Planta nivel locales comerciales Planta nivel locales comerciales
	Santa Isabel	Sin numeración Sin numeración	Mesanina Santa Isabel REV_03-15- Santa Isabel - Planta y Sección
	Carlos Valdovinos	518-IE-005 Sin numeración	Planta nivel andén / Planta nivel mesanina Planta nivel mesanina
	Pedrero	Mesanina Pedrero	Planta nivel mesanina Planta nivel andén y mesanina
	La Florida	515-14-021 FLORIDA1 Mesanina Bellavista de la Florida Sin numeración	Nivel Mesanina Planta Nivel mesanina / Planta Nivel andén Planta Nivel mesanina REV_03-17 - Bellavista de la Florida - Planta y Sección

**Tabla 8.** Listado de planos de estaciones