



**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS
METRO S.A.**

DIVISIÓN DE PROYECTOS

**ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL Y TÉCNICA
SUMINISTRO Y PUESTA EN SERVICIO DE BANCO DE PRUEBA DE
MOTOCOMPRESORES DE AIRE TRENES NS04 Y NS16**

0	18-04-2024	USO	Subgerencia de Ingeniería Trenes y Sistemas		
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
		SITS-OPE-114-IB-MR-EFT-0022			Página 1 de 19
					Revisión 0

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVO	3
3. ALCANCE	4
4. NORMATIVAS	4
5. REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA OPERACIÓN	5
6. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y TECNICOS	6
6.1 Cantidad.....	6
6.2 Características Técnicas.....	6
6.3 Características de seguridad del banco de pruebas.....	11
7. DOCUMENTACION TECNICA	12
8. PLAZOS DE EJECUCION	13
9. REQUERIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO	13
9.1 Manual Técnico del Sistema.....	14
9.2 Manual de Mantenimiento	14
9.3 Plan de Mantenimiento.....	15
9.4 Catálogo de Partes y Piezas.....	15
9.5 Repuestos.....	16
9.6 Control de Calidad	16
10. GARANTIA TÉCNICA	16
11. PERSONAL PARA LA PUESTA SERVICIO DEL SUMINISTRO.....	18
12. CAPACITACIÓN DE USO Y MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS .	19
13. TRANSPORTE Y EMBALAJE	20

Lista de Tablas

Tabla 1. Listado de Normativas.....	5
-------------------------------------	---

1. INTRODUCCIÓN

Los trenes de las tecnologías NS-04 y NS-16 están próximos a cumplir con el kilometraje de ingreso a actividades de mantenimiento de Gran Revisión. Por lo anterior, se requiere contar con infraestructura y equipos para la ejecución de estas tareas de mantenimiento en Taller Neptuno.

En la actualidad, las instalaciones existentes en el taller Neptuno, si bien, tienen equipamiento compatible para ejecutar las labores de mantenimiento de Gran Revisión de trenes NS-04 y NS-16, estas se encuentran al límite de su capacidad instalada, considerando las actividades de mantenimiento para los trenes NS-74 y NS-93.

Por lo descrito anteriormente, es necesario incorporar nuevo equipamiento, con el fin de que se puedan ejecutar todas las actividades de mantenimiento necesarias para cumplir con la programación del plan de la Gran Revisión NS-04 y NS-16.

Las labores de mantenimiento de gran revisión garantizan el óptimo funcionamiento de todos los sistemas del material rodante, manteniendo la seguridad de circulación y el óptimo confort para nuestros pasajeros.

2. OBJETIVO

La presente Especificación Funcional y Técnica tienen por objetivo definir las condiciones que rigen para cumplir el desarrollo de la fabricación, documentación, transporte, puesta sobre piso, instalación de equipo en terreno, puesta en servicio, capacitación y garantía de un (1) banco de pruebas para motocompresores de aire, necesarios para la ejecución del Mantenimiento Mayor de la flota de trenes NS-04 y NS-16.

3. ALCANCE

REQ-01

Se requiere el suministro de un banco de pruebas para motocompresores de aire del sistema neumático de los trenes NS04 – NS16. Este banco será utilizado para realizar las pruebas de funcionamiento de los motocompresores de aire luego de su proceso de mantenimiento mayor. El suministro debe ser entregado en Taller Neptuno, en Avenida Dorsal 6252 comuna de Lo Prado, Santiago. El banco debe ser entregado a Metro con todas las pruebas de funcionamiento ejecutadas de forma satisfactoria y en óptimas condiciones. Adicional al suministro del banco, el proveedor debe entregar toda la documentación técnica que se solicita en el presente documento.

REQ-02

Forma parte del alcance del contrato el acopio de materiales, ejecución de inspecciones, pruebas, ensayos, pinturas, protecciones, embalajes normales y especiales, repuestos y herramientas especiales para la puesta en servicio del banco de pruebas de motocompresores. Es decir, el Proponente es responsable de todo lo necesario para la puesta en servicio del Banco de Pruebas en taller de Metro.

4. NORMATIVAS

REQ-03

El banco de prueba para motocompresores debe ser diseñado, fabricado y probado en conformidad a las normativas internacionales vigentes. El proveedor o fabricante deberá cumplir, sin limitarse, entre otras con la siguiente normativa:

N°	Identificación	Nombre de la norma
[N1]	NCH Elec. 4/2003	Norma Eléctrica Chile Instalaciones de Baja Tensión
[N2]	UNE EN 13306	Terminología de Mantenimiento
[N3]	ISO 9001:2015	Gestión de Calidad

Tabla 1. Listado de Normativas

5. REQUERIMIENTOS GENERALES DE LA OPERACIÓN

Los trenes del Metro de Santiago, utilizan energía neumática para el funcionamiento de algunos de sus sistemas, de los cuales, el más importante es el frenado. Para generar esta energía, los trenes utilizan motocompresores de aire y diversos elementos para el control de presión.

Las características de los motocompresores a probar se entregan a continuación:

Compresor Trenes NS-04

FabricanteKNORR-BREMSE
Modelo VV 120
Capacidad..... >600 l/min a 950 RPM a 10 Bar y 25°C
Construcción3 cilindros en W
Rotación de operación900 a 1800 rpm
Motor TipoKB/04-132M
Potencia nominal Motor..... 8,6 kW
Frecuencia Motor50 Hz
Tensión Motor380 Vca - 3Ø
Factor de potencia0,83
Corriente nominal.....31,5 A

Compresor Trenes NS-16

FabricanteKNORR-BREMSE
Modelo VV 180-T
Capacidad..... > 1410 l/min a 1500 RPM a 10 Bar y 25°C
Construcción3 cilindros en W
Rotación de operación900 a 1800 rpm
Potencia nominal Motor..... 12,5 kW
Frecuencia Motor50 Hz
Tensión Motor400 Vca - 3Ø
Factor de potencia0,85
Corriente nominal.....24 A

6. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES Y TECNICOS

6.1 Cantidad

REQ-04

El proveedor debe suministrar un (1) banco de pruebas, el cual debe ser capaz de realizar las pruebas de buen funcionamiento a los motocompresores del tren NS-04 (motocompresor modelo VV 120) y al motocompresor del tren NS-16 (motocompresor modelo VV 180-T)

6.2 Características Técnicas

REQ-05

El banco de prueba de motocompresores debe ser del tipo semi-automático, lo que implica la presencia y comando por parte de un operador de mantenimiento, para la realización de las pruebas.

REQ-06

El banco de prueba de motocompresores debe permitir la verificación de los siguientes equipos del fabricante KNORR BREMSE:

- Compresores trenes NS-04 modelo VV 120 (ver figura 1 y figura 3)
- Compresores trenes NS-16 modelo VV 180 T (figura 2 y figura 4)

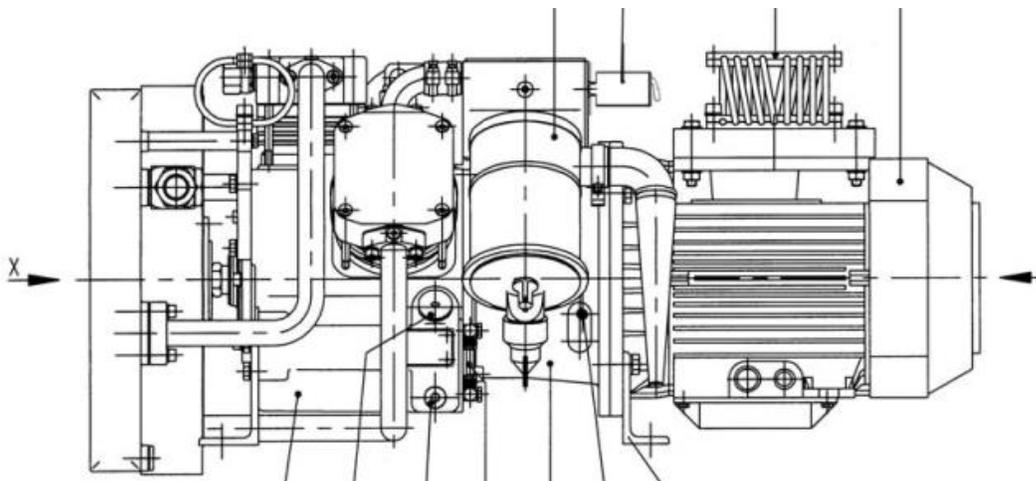


Figura 1. Esquema motocompresor VV 120

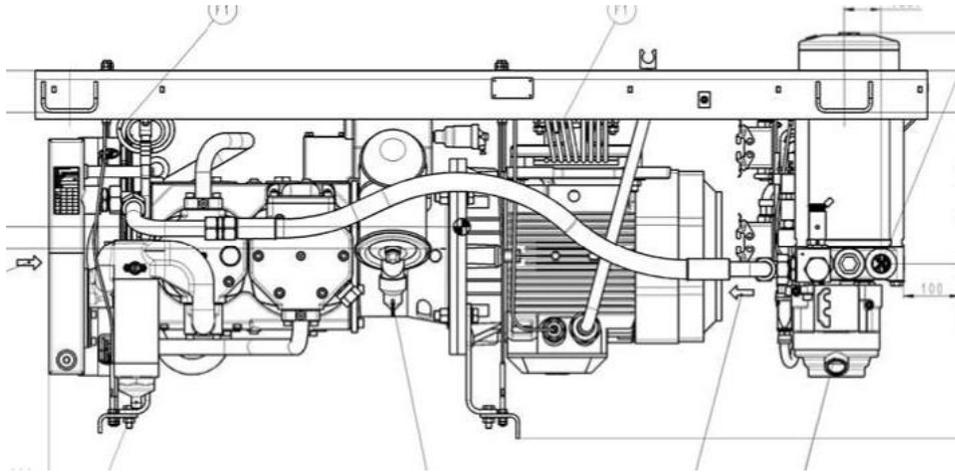


Figura 2. Esquema motocompresor VV 180-T

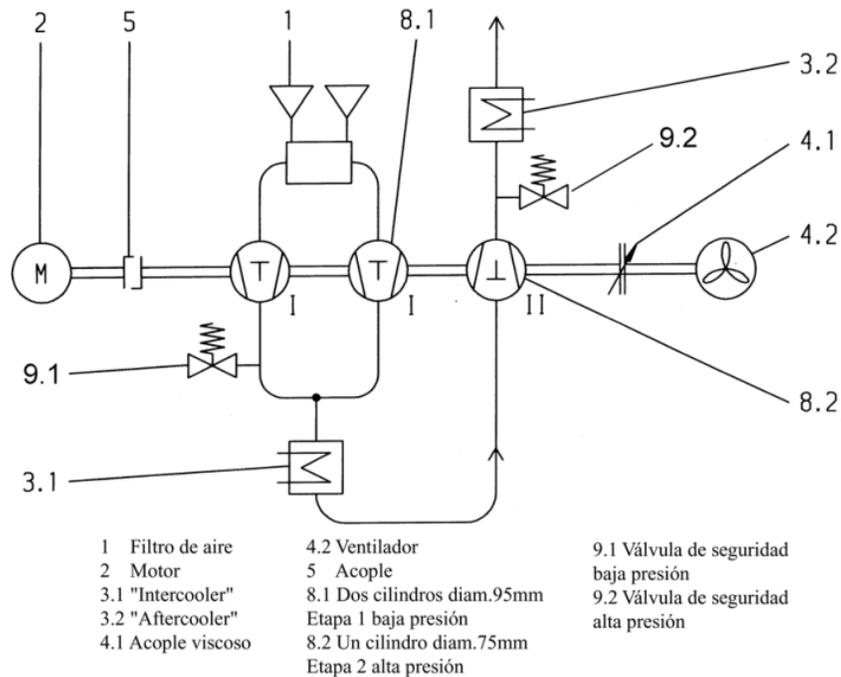


Figura 3. Sistema de circulación de aire del motocompresor VV 120

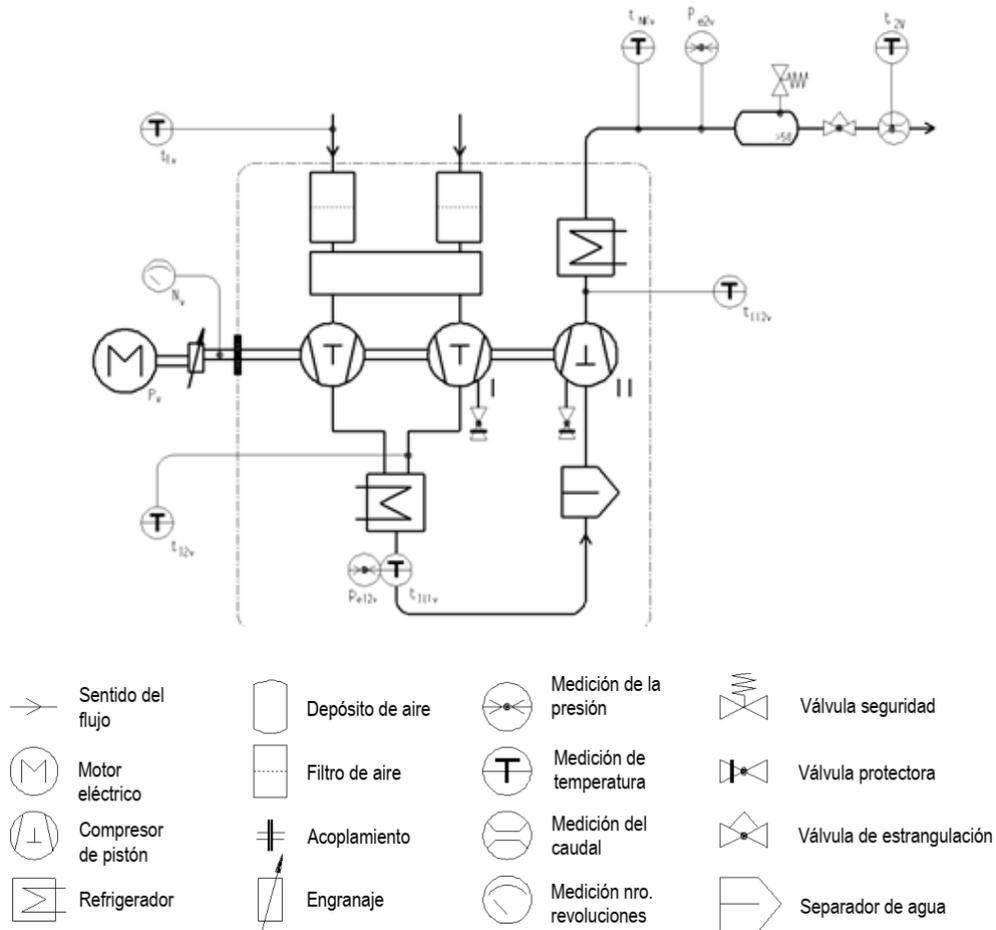


Figura 4. Sistema de circulación de aire motocompresor VV 180-T

REQ-07

El suministro del banco de prueba de motocompresores debe incluir todos los accesorios y herramientas necesarias para realizar las pruebas a los equipos.

REQ-08

El banco de pruebas debe permitir realizar pruebas de verificación de funcionamiento luego del mantenimiento, como para operaciones de diagnóstico y

peritaje sobre los compresores. Debe contar con un panel de control para visualizar los parámetros de funcionamiento del compresor:

- Caudal.
- Presiones.
- Corrientes.
- Voltajes.
- Revoluciones por minuto.
- Tiempo.

REQ-09

El banco de pruebas para motocompresores debe operar bajo las siguientes condiciones:

- Alimentación eléctrica: 380/400VAC – 50/60Hz.
- Condición de utilización: +0°C a +50°C
- Condición de almacenamiento: -10°C a +55°C
- Humedad: un 10% al 90% relativa, sin condensación

REQ-010

El banco de pruebas debe estar constituido por los siguientes módulos:

- Pantalla de visualización
- Captadores de presión
- Unidad eléctrica
- Unidad neumático
- Filtros y regulador de presión de entrada
- Estanque acumulador principal de 200 litros.
- Interfaces mecánicas
- Interfaces eléctricas
- Fuentes de alimentación de CC
- Disyuntores, disyuntores diferenciales, protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

-
- Estructura para el montaje del motocompresor a probar con todas las interfaces neumáticas y eléctricas para la correcta conexión con el banco de pruebas.

REQ-011

La precisión de las medidas de presión y caudal debe ser menor a 0,5% del rango de presión utilizado (0 a 12 bares).

REQ-012

La precisión de las medidas de intensidad de corriente debe ser +/- a 1%.

REQ-013

Todas las lecturas de las presiones, caudales, tensiones, corrientes y tiempos se deben realizar a través de indicadores digitales.

REQ-014

El banco de pruebas debe permitir realizar para cada modelo de motocompresor, como mínimo, las siguientes pruebas:

- Medida del caudal de aire (l/min)
- Medida de RPM
- Medida de la presión de salida
- Medida de la corriente consumida por el motor eléctrico
- Medida del voltaje en el motor eléctrico
- Medida de la Potencia consumida (kW)
- Comprobación de la estanqueidad
- Verificación Giro del motor
- Monitoreo de tiempo de subida de presión.

REQ-015

El control del banco de pruebas se debe realizar mediante botones eléctricos, o mediante botones neumáticos o llaves, o una mezcla de todos estos modos de control.

REQ-016

Al término del ciclo de pruebas, el banco debe generar un reporte general con el resultado de cada una de las pruebas indicadas en el REQ-14, el que debe visualizarse en pantalla HMI. Los resultados deben quedar almacenados en memoria por al menos 30 días. Además, debe permitir la exportación de archivo de datos a través de unidad USB, en formato PDF y/o MS Excel.

6.3 Características de seguridad del banco de pruebas

En cuanto a la seguridad, el banco de prueba de motocompresores deberá cumplir como mínimo los siguientes requerimientos:

REQ-017

El banco de prueba de motocompresores debe ser diseñado y probado de acuerdo con las normas y directrices internacionales vigentes para este tipo de equipamiento, las cuales deben ser indicadas por el proponente en la oferta técnica.

REQ-018

El armario del banco de pruebas debe contar con un sistema de sujeción o freno

REQ-019

El banco debe equipar todas las protecciones eléctricas necesarias para garantizar la seguridad del operador, entre otras, disyuntor diferencial, disyuntor termo magnético, de acuerdo a las características eléctricas del mismo.

REQ-020

El banco debe contar con sistema de parada de emergencia mediante un pulsador tipo seta.

REQ-021

El banco deberá contar con todas las válvulas neumáticas de seguridad necesarias para garantizar la seguridad de operación del banco en caso de una sobre presión en el sistema.

REQ-022

El banco debe ser capaz de conectarse al empalme eléctrico que disponga Metro, esto bajo Norma Eléctrica Chilena vigente.

7. DOCUMENTACION TECNICA**REQ-023**

Durante la oferta el proveedor debe entregar los datos, planos e información técnica a Metro para su evaluación, en idioma español, entre ellos:

- Descripción del funcionamiento del equipo.
- Ficha Técnica
- Planos de conjunto y subconjuntos principales con tolerancias, normativas internacionales y equivalencias, acabados, etc. La entrega de información deberá en formato digital editable.
- Planes de mantenimiento y frecuencias asociadas.

8. PLAZOS DE EJECUCION

REQ-024

Los plazos de entrega y puesta en servicio del banco de prueba de compresores será los indicados en las bases de la licitación.

9. REQUERIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO

REQ-025

De acuerdo a los requerimientos y consideraciones descritas en los puntos anteriores y en conjunto con la puesta en servicio del banco de prueba de motocompresores, el proveedor debe hacer entrega como mínimo de la siguiente documentación (REQ-26, REQ-27, REQ-28, REQ-29, REQ-30, REQ-31) As-Built (*tal como está construido*) en idioma español:

Manual de Operación

REQ-026

El documento Manual de Operación debe describir en detalle las funcionalidades del banco de prueba de motocompresores 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, operación en servicio continuo, parada controlada, incidencias y emergencias.
- Hacer mención a las limitaciones de operación y precauciones.
- Indicar procedimientos de verificación o diagnóstico a nivel funcional.

REQ-027

El proveedor deberá proponer un plan de capacitación para el uso seguro del banco de pruebas.

9.1 Manual Técnico del Sistema

REQ-028

El documento Manual Técnico del equipo debe 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, 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.
- Todos los planos, entre ellos, eléctricos, mecánicos, neumáticos, hidráulicos, estructurales, entre otros, actualizados.
- Planos de Conexionado o Unilineal
- Debe hacer correcta referencia a planos, esquemáticos, diagramas y otros documentos que lo complementen.
- El catálogo de las piezas de repuesto.

9.2 Manual de Mantenimiento

REQ-029

El proveedor debe entregar el documento "Manual de Mantenimiento" el cual estará sujeto a la norma UNE EN 13306 "Terminología de Mantenimiento". En él se describirán las actividades de mantenimiento preventivo del equipo, incluyendo

procedimientos de verificación y diagnóstico a nivel funcional, uso de interfaces y todo recurso asociado al mantenimiento. Este documento debe hacer referencia a toda otra documentación complementaria, incluido el plan de mantenimiento.

9.3 Plan de Mantenimiento

REQ-030

El documento de Planificación de Mantenimiento, debe incluir una descripción de todas las actividades preventivas necesarias para mantener el banco de pruebas en operación normal. En este plan se debe considerar los siguientes aspectos mínimos:

- Se debe incorporar las actividades necesarias para mantenimiento preventivo (inspecciones, calibraciones/ajustes, limpieza, sustitución de componentes, entre otros) y la frecuencia con la que deben ser ejecutados, esto para cada uno de los componentes del sistema.
- Deberá generar un protocolo de verificación funcional del sistema y sus subcomponentes, incluyendo un árbol de fallas para la identificación de estas (árbol causa-efecto). Se debe incluir las instrucciones para desmontaje/montaje y reparaciones.
- Deberá confeccionar un listado de las herramientas necesarias para el mantenimiento preventivo y correctivo.

9.4 Catálogo de Partes y Piezas

REQ-031

El documento de Catálogo de Partes y Piezas debe incluir:

- Listado completo de todos los elementos y componentes del equipo
- Descripción de los componentes y elementos.
- Indicar modelo, fabricante y proveedor.
- Planos esquemáticos donde se identifique cada sistema, sus componentes y para cada uno de estos, sus elementos.

-
- Listado de insumos para mantenimiento preventivo.
 - Listado de repuestos, con numero de parte, para realizar el mantenimiento preventivo.

9.5 Repuestos

REQ-032

El proveedor debe entregar un stock de repuestos básicos para realizar los mantenimientos preventivos iniciales y reparaciones correctivas básicas.

9.6 Control de Calidad

REQ-033

El documento de Control de Calidad debe incluir una copia de toda la documentación relativa al control de calidad del banco de pruebas, llevado a cabo durante su fabricación, 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.

10.GARANTIA TÉCNICA

REQ-034

El proveedor debe considerar todas las pruebas necesarias que verifiquen el correcto funcionamiento de todos los sistemas y su puesta en servicio.

REQ-035

Cumplida satisfactoriamente la puesta en servicio del banco de pruebas y emitida el Acta de Recepción Provisional, se dará inicio al Período de Garantía, el cual será de 24 meses.

REQ-036

Se debe entregar toda la documentación relativa al período de garantía, incluyendo la descripción completa de su alcance y términos contractuales:

- Tiempo de respuesta ante la restitución de equipos y/o componentes en falla en periodo de garantía, este tiempo debe ser consensuado con Metro S.A.
- Certificado de vigencia de los equipos y que no se encuentran obsoletos o fuera de fabricación al momento de la licitación. (indicar la vida útil y obsolescencia de los equipos)
- Certificado de pruebas de funcionamiento y puesta en marcha de acuerdo a la especificación.

REQ-037

El proveedor debe reemplazar materiales defectuosos y suministrar mano de obra, partes y piezas de repuesto y herramientas sin costo para Metro S.A, cuando se presenten fallas operacionales, de funcionamiento por debajo de los mínimos requeridos, deterioro excesivo, evidencia de que el banco de prueba de motocompresores no será razonablemente mantenible durante la vida útil, desgaste anormal considerando la intensidad del uso, condiciones inseguras y otras condiciones similarmente insatisfactorias, inusuales o inesperadas. No se incluyen defectos ocasionados por alteraciones de las condiciones originales de equipo, uso abusivo, vandalismo y causas similares más allá del control del Proveedor o Fabricante.

11. PERSONAL PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

REQ-038

Para todo el personal que forma parte del equipo de trabajo se debe adjuntar a los antecedentes de la propuesta el respectivo currículum vitae, certificado de título y acreditaciones correspondientes.

El ADMINISTRADOR DEL CONTRATO debe ser un Ingeniero Civil con un mínimo de 3 años de experiencia profesional O Ingeniero de Ejecución con un mínimo de 5 años de experiencia trabajando en gestión de proyectos de similares características.

El LÍDER TÉCNICO para la debe ser un ingeniero experto preparado y certificado por el fabricante de a lo menos 3 años, con de experiencia en puesta en servicio y capacitación de este tipo de equipamientos.

El proveedor o representante técnico debe tener permanencia en Chile durante la puesta en servicio del banco de compresores.

Por concepto de SST (Seguridad y Salud en el Trabajo) durante el ingreso del Proveedor a terreno de Metro se solicitará un Profesional Experto en Prevención de Riesgos con al menos 5 años de experiencia, para lo cual se debe presentar:

- Currículum Vitae.
- Certificado de Título.
- Registro SNS.
- Resolución SNS.

REQ-039

La puesta en servicio del equipo debe ser realizada por un ingeniero experto del fabricante del suministro, según características de Líder Técnico precedentemente indicadas .

12.CAPACITACIÓN DE USO Y MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS**REQ-040**

El proveedor o representante técnico deberá desarrollar un plan de capacitación en la operación y mantención del suministro. Esta capacitación será consensuada y aprobada por Metro y debe incluir todos los aspectos técnicos necesarios para el uso, funcionamiento seguro y mantención del suministro. Será impartida por parte del proveedor una vez terminada la etapa de puesta en servicio. La capacitación debe estar considerada para 4 técnicos de mantenimiento de Metro y 2 ingenieros de soporte Metro. La capacitación se realizará en talleres Neptuno y en idioma español.

REQ-041

Para el cumplimiento de lo anterior, el proveedor deberá considerar al menos:

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

REQ-042

Las capacitaciones deben ser dictadas por personal altamente especializado y experto del fabricante.

13. TRANSPORTE Y EMBALAJE**REQ-043**

El proveedor debe hacer entrega del banco de prueba de motocompresores, puestas a nivel de piso, en las dependencias del Metro de Santiago, ubicadas en Taller Neptuno en avenida Dorsal 6252, comuna de Lo Prado, Santiago.

REQ-044

El Proveedor debe garantizar que el sistema de embalaje del banco de pruebas proporcione la protección necesaria para asegurar su integridad y que estos no presenten deformaciones, golpes ni fisuras. En caso de que el equipo presente algunas de las condiciones anteriores, Metro S.A. podrá rechazar el equipo.

Metro S.A. y/o la inspección técnica efectuará la revisión del suministro antes de iniciar el proceso de puesta en servicio. Será causal de rechazo cualquier deformación encontrada, por ejemplo, producto de fallas en el transporte, cortes, roturas u otros.