



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

BANCOS DE PRUEBAS PARA SECADORES DE AIRE COMPRIMIDO  
TRENES NS-74 Y NS-93

**Especificación Funcional y Técnica**

**DOCUMENTO EMITIDO PARA LICITACIÓN**

GERENCIA DE INGENIERÍA Y PROYECTOS OPERACIONALES

**SANTIAGO DE CHILE**

**OCTUBRE 2017**

## Contenido

<b>1. Glosario de Términos y abreviaturas.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Objetivo .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Alcance.....</b>	<b>3</b>
<b>5. Exclusiones .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Referencias.....</b>	<b>4</b>
<b>7. Normativa aplicable.....</b>	<b>4</b>
<b>8. Condiciones y Requerimientos Generales de Operación .....</b>	<b>4</b>
8.1 Sistema Neumático trenes NS-93 y NS-74 .....	4
8.2 Características del Sistema Neumático NS-74.....	5
8.3 Características del sistema Neumático NS-93 .....	5
8.4 Secadores de Aire Comprimido .....	6
<b>9. Especificación Funcional y Técnica .....</b>	<b>8</b>
9.1 Requerimientos Generales .....	8
9.2 Requerimientos Eléctricos .....	10
9.3 Requerimientos Mecánicos .....	10
<b>10. Requerimientos Ambientales .....</b>	<b>11</b>
<b>11. Requerimientos de Mantenimiento .....</b>	<b>11</b>
<b>12. Interfaces .....</b>	<b>11</b>
<b>13. Personal para el desarrollo de los trabajos.....</b>	<b>11</b>
<b>14. Transporte y embalaje .....</b>	<b>12</b>
<b>15. Condiciones de Ejecución y Montaje .....</b>	<b>12</b>
15.1 Plazo estimado .....	12
15.2 Programación de los Trabajos.....	12
<b>16. Pruebas y Puesta en Servicio .....</b>	<b>13</b>
<b>17. Aceptación y Condiciones de Recepción.....</b>	<b>13</b>
<b>18. Capacitación .....</b>	<b>13</b>
<b>19. Garantías .....</b>	<b>14</b>
<b>20. Documentación.....</b>	<b>14</b>
<b>21. Gestión y Control de la Ingeniería.....</b>	<b>14</b>
<b>22. Anexos .....</b>	<b>14</b>
22.1 Anexo 1, Secador NS-74 .....	14
22.2 Anexo 2, Requerimientos de Mantenimiento V2.....	14

---

## 1. Glosario de Términos y abreviaturas

- NS-74, NS-93: Series de trenes del Metro de Santiago.
- Adsorción: Fenómeno por el cual un sólido retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos.

## 2. Introducción

En la actualidad Metro de Santiago, requiere un banco de prueba para los secadores de aire comprimido del sistema neumático embarcado de los trenes NS-74 y NS-93, que opera el personal de Gran Revisión de la Gerencia de Mantenimiento.

Este banco de pruebas hoy se encuentra operativo, pero se requiere uno nuevo que mejore el estándar de seguridad, tecnología y registro en cada prueba realizada. El equipo actual se encuentra obsoleto, por estos motivos se requiere realizar un reemplazo de este equipo dada la importancia que tiene en la fiabilización de repuestos del tren.

## 3. Objetivo

Como objetivo general de estas especificaciones, se plantea el diseñar, implementar y poner en marcha un banco de prueba para los secadores de aire comprimido del sistema neumático de los trenes series NS-74 y NS-93 del Metro de Santiago.

El banco propuesto debe quedar operativo y probado; también el personal de Metro calificado en su uso, operación, mantenimiento y programación de software, siempre y cuando el equipo considere software en su desarrollo para poder realizar las modificaciones en el tiempo que Metro considere necesarias.

La solución que se presente se debe integrar perfectamente a los requerimientos, a la infraestructura y a los equipos que se requiere probar.

## 4. Alcance

Se requiere que el Contratista realice las acciones necesarias, que permitan suministrar un equipo de pruebas neumático, que certifique bajo los rangos apropiados el funcionamiento o rechazo de un equipo secador de aire comprimido del sistema neumático de los trenes NS-74 y NS-93, descritos en las presentes Especificaciones Técnicas. Para lograr este cometido, el contratista deberá tener en cuenta las siguientes etapas que son consideradas en estas Especificaciones Técnicas y deben ser consideradas en la valoración económica de la propuesta:

- Ingeniería
- Diseño
- Suministro
- Instalación

- Puesta en marcha
- Capacitación del Banco de Pruebas (Operación del banco/Mantenimiento del banco)
- Garantía
- Entrega de Documentación asociada al suministro

## 5. Exclusiones

- Será de responsabilidad del Contratista verificar en terreno las dimensiones, alimentaciones eléctricas, neumáticas y otras que permitan al banco propuesto adaptarse a los espacios existentes, debe ser modular, lo anterior para determinar la solución óptima de instalación y puesta en servicio.
- El Contratista tendrá especial cuidado en el trabajo de interfaces, de conexión, etc. con otros sistemas, el equipo deberá operar con las condiciones existentes en las instalaciones de Metro S.A.
- Modificaciones a la propiedad de Metro sin su consentimiento expreso.

## 6. Referencias

Manual de Mantenimiento. Descripción de los sistemas neumáticos de los trenes NS-74 y NS-93. Esquemas Eléctricos Trenes NS-74 y NS-93.

## 7. Normativa aplicable

Para etapas eléctricas rige bajo la normativa de instalaciones eléctricas vigente a nivel nacional. Para las instalaciones neumáticas respetará los funcionamientos que presenta el tren en su diseño.

## 8. Condiciones y Requerimientos Generales de Operación

### 8.1 Sistema Neumático trenes NS-93 y NS-74

El sistema neumático de los trenes tiene la finalidad de poder abastecer de aire comprimido a los siguientes sistemas dependiendo del tipo de tren:

NS-74	NS-93
FRENO	FRENO
PUERTAS (APERTURA, CIERRE, ENCLAVAMIENTO)	SUSPENSIÓN SECUNDARIA
LIMPIAPARABRISAS	BOCINA

La presión de trabajo viene dada por el diseño de los distintos modelos de trenes.

Un sistema neumático se compone de los siguientes elementos:

- Motocompresor: Accionamiento a través de un motor eléctrico del compresor.
- Circuito neumático y acumuladores: Compuesto por las tuberías que recorren cada sistema y la extensión completa del tren, cuenta también con estanques principales y secundarios de distintas capacidades.

- 
- Secador: Dispositivo que permite disminuir el nivel de humedad del aire comprimido producido por el compresor.
  - Elementos de control y regulación: Que determinan la partida o detención del Motocompresor entre otras funciones de seguridad y también considera manómetros en cabina para información al operador.
  - Filtro de Aire: Que permite que el aire a comprimir sea limpio.

## 8.2 Características del Sistema Neumático NS-74

El tren NS74 posee el siguiente compresor:

### Marca Ingersoll Rand

- Alimentación Eléctrica:
  - 750Vcc 25A
  - Partida en dos tiempos por medio de contactores y resistencias.
- Característica Neumáticas:
  - Presión de trabajo nominal 6,8 a 8,2 Bar
  - Casos extremos hasta 9,1 Bar
  - El caudal efectivo por minuto que entrega el compresor es de 1000 litros de aire

## 8.3 Características del sistema Neumático NS-93

Si bien este tren tiene dos modelos de compresores instalados en algunos trenes, ambos entregan las mismas características neumáticas como se puede apreciar:

### Marca SAB WABCO 241 VC

- Alimentación Eléctrica:
  - 230 VCA 50 Hz trifásicos, Potencia 19 KW
  - Partida en dos tiempos por medio de contactores y resistencias
- Característica Neumáticas:
  - Caudal estable de 50 m<sup>3</sup>/h a una presión de 9 bar
  - Caudal máximo 1259 l/min

### Marca FEFE 160 M4 B3

- Alimentación Eléctrica:
  - 400 VCA 50 Hz trifásicos, Potencia 6.75 KW
  - Partida directa
- Característica Neumáticas:

- Caudal estable de 50 m<sup>3</sup>/h a una presión de 9 bar
- Caudal máximo 1259 l/min

## 8.4 Secadores de Aire Comprimido

En instalaciones de aire comprimido, la humedad en el aire originará frecuentemente, averías y desgaste prematuro del aparato neumático.

Durante mucho tiempo, no fue posible eliminar totalmente esa humedad del aire, pero hoy los secadores de aire de cámara doble, ofrecen la posibilidad de secar el aire comprimido hasta una tasa de humedad residual insignificante.

El aire atmosférico contiene siempre vapor de agua, en cuanto la humedad permanece en la forma de vapor, estará contenida en el aire. Luego que sea traspasado el límite de saturación (= 100% de humedad relativa), el agua se precipita bajo la forma de gotas.

El límite de saturación varía con la temperatura, de manera que el aire puede admitir más humedad en la medida que aumenta la temperatura. De este modo, se explica también el hecho de que no se precipita agua en el compresor de aire durante el proceso de compresión, debido al aumento de temperatura. Esta entonces, solo surge cuando el aire comprimido vuelve a ser enfriado en el enfriador.

Los secadores de aire de los trenes de Metro de Santiago, trabajan según el proceso de adsorción, proceso que ha dado buenos resultados, especialmente en vehículos ferroviarios, y que constituye un método económico de disminución de los niveles de humedad del aire comprimido.

Principio de funcionamiento:

Un secador por ADSORCIÓN con regeneración del tipo de cámaras dobles, trabaja simultáneamente en dos fases distintas, esto es, la fase de secado y la de regeneración ocurren simultáneamente. En cuanto el flujo principal del aire es secado en una torre secadora, el elemento secante de la otra torre es regenerado.

El aire comprimido, húmedo, proveniente del compresor de aire, después de entrar en el secador pasa primero por el separador de aceite para la remoción del aceite, y a continuación por el elemento secante, contenido en la torre secadora. Al atravesar, el producto adsorbente, el agua contenida en el aire es extraída de modo que en la salida del secador del aire, la humedad relativa del aire es < 35%.

Una parte del aire seco, cerca de 13 a 18%, es desviada y expandida a través de una restricción de regeneración y atraviesa el elemento secante saturado de la torre en regeneración, retirando la humedad retenida en él regenerándolo, en seguida ese aire ya saturado pasa por el separador de aceite, retirando los residuos de aceite retenidos en él y es descargado a la atmósfera. Las torres son conmutadas de acuerdo con un periodo de conmutación establecido que en algunos casos es de 120 seg. ±5 seg.

Existen tres tipos de secadores que se requiere fiabilizar en el banco de pruebas solicitado:

Tren NS-74		Tren NS-93
<p>Tipo: Electrónico  Marca: Domnick Hunter  Modelo: PNEUDRI Railway  Presión Máxima: 10 BAR  Presión Mínima: 4 BAR  Tensión de Control: 24 Vcc  Peso Máximo: 56 Kg</p>	<p>Tipo: Electro-Neumático Atlas Copco  Presión Máxima: 10 BAR</p>	<p>Marca: Sab Wabco  Peso: 47 Kg.  Caudal: 820 L/min  Presión Servicio: 9 BAR  Tensión Alimentación: 72 Vcc  Capacidad de Elemento de Filtro: 3 L.</p>

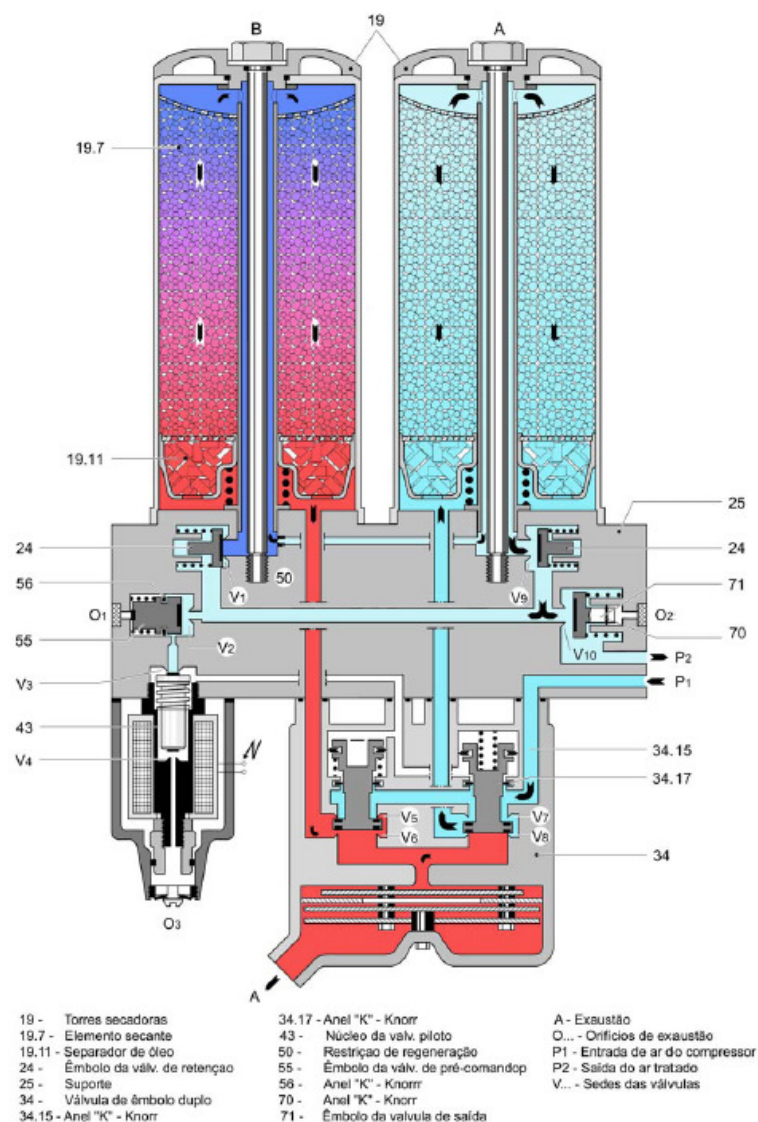


Figura: Ejemplo de funcionamiento y partes de un secador.

---

## **9. Especificación Funcional y Técnica**

### **9.1 Requerimientos Generales**

#### **REQ-1**

Se requiere fabricar un banco de pruebas de características similares al banco existente, que compruebe el buen funcionamiento neumático y control de los tres tipos de secadores.

#### **REQ-2**

Debe fabricarse con tecnología actual, indicadores electrónicos y niveles de seguridad en sus conexiones e interfaces.

#### **REQ-3**

Para esta labor, se requiere que el banco de pruebas cuente con un módulo neumático y otro electrónico, que controle y señalice mediante diodos LED los estados en los que se encuentra la parte eléctrica del dispositivo en pruebas. Estos estados corresponderán a contactos abiertos o cerrados, banco energizado o desenergizado, y lo que se necesite indicar, para esto se entregará al contratista los respectivos planos eléctricos para la interpretación del dispositivo en el tren.

Respetará los ciclos de prueba de cada elemento que corresponde al proceso de cada secador y sus tiempos de conmutación para cada uno de ellos, de modo general: llenado de cubas, regeneración de cubas, purga de cubas y cambio.

#### **REQ-4**

Se conectará neumáticamente a la red existente en Taller Neptuno que entrega 10 BAR.

#### **REQ-5**

Adaptará sus niveles de presión de entrada para cada secador con un regulador propio. Y controlara automáticamente el nivel de presión ante la regeneración.

#### **REQ-6**

Se requiere que incorpore diodos LED para la señalización de comportamientos eléctricos y sus cambios, ya que el banco actual no señala todos los estados de las pruebas.

#### **REQ-7**

Se respetará el valor mínimo de presión para que ocurra la conmutación de cubas.

Contará con filtros, deshumidificador, regulador e indicadores electrónicos del nivel de presión en cada una de sus etapas.

#### **REQ-8**

Contará con llaves neumáticas de similares características al banco actual, de alta calidad y que sean seguras en su operación.

#### **REQ-9**

Para las conexiones neumáticas a la red de 10 bar, se debe contar con un acople rápido y de alta seguridad. No se permitirán sujeciones de mangueras o tuberías neumáticas mediante abrazaderas, sino que serán del tipo emballetado.



**REQ-10**

Contará con las protecciones neumáticas por sobrepresión y eléctricas por sobre tensión o sobrecorrientes, necesarias para proteger tanto al operador, los secadores en prueba y al mismo banco de prueba.

**REQ-11**

Si hay nuevas funciones que el proponente cree por su expertiz deberían estar presentes en su solución, se deberán detallar a Metro S.A. en etapa de diseño.

**REQ-12**

Será de responsabilidad del oferente realizar el levantamiento y análisis para determinar y confirmar cada uno de los rangos y lógicas de trabajo asociados a las funciones de cada secador que se requiere fiabilizar en el banco de pruebas.

**REQ-13**

El contratista se responsabiliza por normalizar o estandarizar: alimentaciones, conexiones y disciplina (eléctrica, neumática, mecánica, etc.), para asegurar que la propuesta se integra en un 100% a lo solicitado y a las instalaciones existentes y a los dispositivos que se desea probar.

**REQ-14**

No utilizará tecnología, código, software, y/o elementos propietarios, sino que será del tipo estándar, es decir, que se comercialice ampliamente en el mercado nacional, esto con el fin de no quedar desabastecidos en caso de requerir algún repuesto. En caso de utilizar software o firmware no comercial o desarrollado para o por el contratista, deberá entregar los programas fuentes, sin ocultar la identificación de los integrados o chip utilizados o la encriptación de los mismos. Presentará una obsolescencia no menor a 10 años.

**REQ-15**

Producto de la Ingeniería de Detalle que realizará el contratista, se definirán los parámetros de aprobación y rechazo para cada elemento a probar.

**REQ-16**

En cada etapa del diseño y con una periodicidad de una vez por semana, se presentará a Metro S.A. un avance de la ingeniería y de cada etapa del desarrollo para que Metro pueda realizar sus observaciones.

**REQ-17**

El banco de pruebas debe realizar un autotest de inicio e informará su estado al operador mediante alguno de los indicadores electrónicos o la solución que el contratista presente.

**REQ-18**

El plazo de ejecución del Proyecto debe ser de 6 meses, desde la firma del Contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Provisional de los trabajos.

**REQ-19**

La propuesta debe quedar instalada, probada y funcionando al 100% al interior de Gran Revisión, Talleres Neptuno propiedad de Metro S.A.

**REQ-20**

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

**REQ-21**

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

**REQ-22**

El Contratista deberá considerar dentro de la puesta en servicio los trabajos y pruebas necesarias que certifiquen el correcto funcionamiento e instalación del banco de prueba.

El Contratista deberá suministrar los Certificados de Calibración del Banco de Prueba y cada uno de los componentes que así lo requieran (ejemplo: indicadores de presión, temperatura, caudal, velocidad, potencia, etc.).

**REQ-23**

Los elementos y materiales que se utilicen para la fabricación del banco de pruebas, deben ser ignífugos, libres de halógenos, lo que será fácilmente comprobable si Metro lo exige.

**REQ-24**

Luego de terminado el autotest del equipo, no requerirá más que montaje del secador a probar para hacer uso del banco y comenzar las pruebas.

**REQ-25**

Cada instrumento, diodo led, botonera, etc. tendrá una etiqueta de alta resistencia que identifique el elemento.

**REQ-26**

El contratista podrá revisar el equipo actual que se encuentra en funcionamiento en Gran Revisión, pero en ningún caso lo dejará fuera de servicio y accederá a él siempre y cuando Metro lo autorice.

**REQ-27**

El Contratista deberá dotar a su personal de elementos de protección personal tales como casco, zapatos de seguridad dieléctricos, chaleco reflectante, anteojos. En forma extraordinaria se podría utilizar protectores de oídos, guantes, u otros.

## **9.2 Requerimientos Eléctricos**

**REQ-28**

La tensión de alimentación del módulo electrónico, será la tensión domiciliar utilizada en Chile, 220 Vac 50 Hz.

## **9.3 Requerimientos Mecánicos**

**REQ-29**

El Banco de Pruebas no puede exceder las dimensiones que en conjunto con el área de Gran Revisión se informen en etapa de licitación.

**REQ-30**

El Contratista tendrá especial cuidado con los conectores donde se conecta cada secador que se prueba en el banco a fabricar, ya que es el banco de pruebas el que debe adaptarse y considerar la interfaz necesaria para conectar cada secador a probar.

**REQ-31**

El contratista, incorporará en su oferta la estantería o mobiliario necesario para la instalación de todos los elementos del banco de pruebas y también de los secadores con sus conexiones respectivas de modo que este dispositivo quede instalado con seguridad y de manera que todas las pruebas no sufran ninguna desviación producto de la instalación y el sistema se mantenga sin pérdidas (estanco).

**REQ-32**

Se rotulará con etiquetas los conectores, cables y elementos. Las etiquetas serán ignífugas y de alta durabilidad.

**REQ-33**

El mobiliario o rack, permitirá soltar sus anclajes, si es que los tiene de manera fácil ante un cambio posterior del layout del taller.

**REQ-34**

Se debe poder acceder sin dificultad a cualquier parte del banco de pruebas para efectos de mantenimiento. El banco propuesto debe adaptarse a los espacios existentes, asimismo debe ser de Estructura Modular para facilitar las actividades de mantenimiento y reemplazo de los componentes del banco de pruebas.

**10. Requerimientos Ambientales****REQ-35**

Los equipos a instalar deberán estar diseñados para funcionar en los rangos de temperatura ambiente y humedad de la ciudad de Santiago de Chile y en particular de Gran Revisión de Metro de Santiago ubicado en Talleres Neptuno.

**REQ-36**

El banco no deberá generar emisiones contaminantes ni radiación electromagnética que interfiera con los demás equipos del taller, ni tampoco se verá afectado por radiaciones que otros equipos pudieran emitir.

**11. Requerimientos de Mantenimiento****REQ-37**

Se presentan en el anexo 2 (Requerimientos de Mantenimiento V2.pdf)

**12. Interfaces**

Ante cualquier modificación de los arranques eléctricos o neumáticos, el contratista debe programar con el jefe de proyecto Metro.

**13. Personal para el desarrollo de los trabajos**

El contratista contará con personal idóneo para las labores solicitadas. Esto se certificará mediante los curriculum y certificados de estudios en las disciplinas o especialidades de los técnicos o profesionales que desarrollarán el equipo.

## **14. Transporte y embalaje**

El contratista se hará cargo del transporte e instalación del banco de pruebas solicitado en Gran Revisión, Taller Neptuno.

## **15. Condiciones de Ejecución y Montaje**

El Contratista debe considerar, dentro de los costos globales de su oferta técnico-económica, que todas las actividades relacionadas con la ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, deberá ser realizado siempre en coordinación con Metro S.A.

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

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

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

Corre a cargo del contratista todo aquello que es necesario para la ejecución de los trabajos.

El contratista deberá asegurarse que el personal de su responsabilidad, que realice trabajos en los edificios o cualquier recinto de Metro S.A, cuenta efectivamente con las autorizaciones e inducciones necesarias para el tránsito y trabajos en talleres además de los Elementos de Protección Personal (EPP) de cada uno.

El personal del contratista deberá estar en conocimiento de la normativa y reglamentación de Metro además de las debidas inducciones de la Mutual de Seguridad.

### **15.1 Plazo estimado**

El plazo de ejecución del Proyecto debe ser como máximo de 6 meses, desde la firma del Contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Provisional de los trabajos.

### **15.2 Programación de los Trabajos**

El contratista elaborará y someterá a la aprobación de Metro los procedimientos de trabajo que aplicará en la ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, en el plazo de diez (10) días hábiles contabilizados desde la firma del contrato.

El contratista debe confirmar su programas de trabajo semanalmente, los que deberán ser informados y aprobados por Metro S.A con una semana de anticipación, esto con el fin de poder coordinar con las otras especialidades o contratista.

En la elaboración de los procedimientos el contratista debe considerar que no se permitirá dejar sin funcionamiento la infraestructura actual del taller de Gran Revisión.

Los horarios disponibles para dichos trabajos serán desde las 08:30 Hrs hasta las 17:30 Hrs del día, pudiendo cambiar según necesidad del contratista y disponibilidad de Metro S.A.

Se deben definir las condiciones para el desarrollo de las distintas actividades de trabajos, considerando los insumos a disposición, horarios de trabajos, entre otros.

#### **16. Pruebas y Puesta en Servicio**

El Contratista deberá considerar dentro de la puesta en servicio los trabajos y pruebas necesarias que certifiquen el correcto funcionamiento del banco de prueba, junto a su funcionalidad. Para estos efectos, se desarrollará en conjunto con el contratista un procedimiento de pruebas para verificar su óptimo funcionamiento antes de la puesta en servicio.

#### **17. Aceptación y Condiciones de Recepción**

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).

#### **18. Capacitación**

La capacitación será para 10 personas que Metro señalará. Será a nivel de usuario y mantenedor, incluye teoría, práctica y todas las funcionalidades del banco diseñado. Luego de esta capacitación los operadores serán capaces tanto de operar como de mantener preventiva y correctivamente el banco de pruebas, llevar el control de la periodicidad de las calibraciones, etc.

El contratista presentará un Plan de Capacitación Formal con personal que tenga el nivel de experto en el sistema a presentar. El contratista entregará el material didáctico de apoyo y manuales necesarios para cada uno de los asistentes.

La capacitación, se podrá realizar de lunes a viernes de 8:30 a 17:30 hrs. Se planificará en conjunto con Metro, para permitir la normal operación de Gran Revisión.

## **19. Garantías**

El período de garantía será de un (1) año, a contar de la puesta en servicio del equipo que será documentada con el documento Recepción Provisional.

El Contratista deberá presentar un documento escrito, aceptando reparar o reemplazar materiales defectuosos, que presenten desgaste acelerado y/o anormal considerando la intensidad de su uso, condiciones inseguras. Deberá aportar mano de obra, durante todo el período de garantía y sin costo para METRO S.A. Además, el Contratista deberá proporcionar un Plan de Mantenimiento Preventivo, este Plan de Mantenimiento deberá contener entre otros, la cantidad de horas-hombre comprometidas y el protocolo de pruebas a realizar en cada visita.

El tiempo de solución de una avería del banco de prueba debe ser menor a 6 horas desde que se da el aviso.

## **20. Documentación**

Se requiere que al término del proyecto, el proveedor, entregue la documentación AS-BUILT de diseño, descriptivos, mantenimiento, operación, listado partes y piezas, memoria de cálculo, planos esquemáticos eléctricos, neumáticos, mecánicos de componentes y montaje, catálogos.

## **21. Gestión y Control de la Ingeniería**

Semanalmente se realizarán reuniones para revisar el avance de la Ingeniería.

## **22. Anexos**

### **22.1 Anexo 1, Secador NS-74**



Secador ns74..pdf

### **22.2 Anexo 2, Requerimientos de Mantenimiento V2**



Requerimientos de  
Mantenimiento v2.pdf