



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

Adquisición de Banco de Pruebas para el Mantenimiento de los Combinadores de
Arranque Electromecánico JH perteneciente al Sistema Tracción Frenado de los
Trenes NS-74 del Metro S.A.

Especificación Funcional y Técnica

GERENCIA CORPORATIVA DE INGENIERÍA

SANTIAGO DE CHILE

DICIEMBRE 2022**Contenido**

1. Glosario de Términos y abreviaturas.....	4
2. Introducción	4
3. Objetivo	4
4. Alcance	5
5. Referencias	5
6. Normativa aplicable	5
7. Condiciones y Requerimientos Generales de Operación	6
7.1 Generalidades.....	6
7.2 Funciones del Combinador de Arranque Electromecánico JH.....	8
7.2.1 Combinador de inversión sentido de marcha del tren:	12
7.2.2 Conmutador tracción frenado (TF)	12
7.2.3 Circuito de tracción de las diferentes levas de tracción del combinador de arranque y frenado	13
7.3 Circuito de tracción de las diferentes levas de frenado del combinador de arranque y frenado.....	15
8. Especificación Funcional y Técnica	18
8.1 Requerimientos funcionales particulares del nuevo banco	18
8.2 Requerimientos Ambientales	20
8.3 Requerimientos Eléctricos.....	20
8.4 Requerimientos Estructurales.....	21
8.5 Requerimientos de Seguridad.....	21
8.6 Vida Útil	21
9. Requerimientos de Mantenimiento	21
10. Requerimientos de Calidad.....	22
11. Personal para el desarrollo de los trabajos.....	22
12. Condiciones de Ejecución y Montaje.....	23
12.1 Plazo estimado.....	23
12.2 Programación de Trabajo	24
12.3 Equipos y Herramientas.	24
12.4 Actividades y Obligaciones del Contratista	24
13. Pruebas y Puesta en Servicio	24
14. Aceptación y Condiciones de Recepción	24
15. Capacitación	25
16. Garantías.....	25
17. Documentación.....	26

Listado de Tablas

Tabla 1: Glosario de Términos y abreviaturas.....	4
Tabla 2. Tabla de Referencias.....	5
Tabla 3. Tabla de Normativa	5

Listado de Figuras

Figura 1 Equipo JH.....	6
Figura 2 Contactores de Alta tensión	6
Figura 3 Circuito Puenteo resistencias Motor DC.....	7
Figura 4 Manipulador Tracción- Frenado	8
Figura 5 Cilindro Principal.....	9
Figura 6 Cilindro Secundario	9
Figura 7 Platillo con muescas	10
Figura 8 Esquema funcionamiento platillo vs servomotor	11
Figura 9 Mando Inverso / conmutador TF – Seccionadores TF.....	13
Figura 10 Conmutación de ruptores por levas (baja tensión). Plano 130.	16
Figura 11 Conmutación de ruptores por levas (baja tensión). Plano 128.	17

1. Glosario de Términos y abreviaturas

Abreviación	Significado
CH1	Interruptor levas de puenteo 1
CH2	Interruptor levas de puenteo 2
CHA	Contactador de puenteo A
CHB	Contactador de puenteo B
DET	Disyuntor de tracción
GAA	Generador Alimentación corriente Alterna
JH	Jeumont Heidmann
MAA	Motor Alimentación corriente Alterna
NS-74	Tren Neumático Santiago año fabricación 1974
SF1	Interruptor de frenado 1
SF2	Interruptor de frenado 2
SF3	Interruptor de frenado 3
ST1	Interruptor de tracción 1
ST2	Interruptor de tracción 2
TF	Tracción frenado

Tabla 1: Glosario de Términos y abreviaturas

2. Introducción

Metro de Santiago dentro de su Gerencia de Mantenimiento, cuenta con un centro de reparación de componentes, el cual tiene como principal función realizar el mantenimiento mayor de los trenes y de sus diversos componentes. Lo anterior con el objetivo de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de todos sus materiales y equipos.

En el marco del proyecto “Adquisición y/o Mejora de Bancos de Prueba para el Mantenimiento”, Metro de Santiago requiere adquirir un nuevo banco de pruebas que permita probar los combinadores de arranque electromecánicos JH perteneciente al sistema de tracción frenado de los trenes NS-74. Este sistema es uno de los más críticos del tren por la complejidad que tiene su funcionamiento, lo que conlleva una tasa mayor de averías en comparación al resto de los sistemas. La repercusión de un funcionamiento anormal de estos equipos es la no disponibilidad de trenes y evacuaciones lo que impacta directamente a los clientes de Metro de Santiago.

3. Objetivo

Las presentes especificaciones técnicas, tienen por objetivo describir los requerimientos y condiciones necesarias que debe tener el suministro del nuevo banco de prueba para los combinadores de arranque electromecánicos JH de los trenes NS-74A y NS-74B.

4. Alcance

Se requiere que el Contratista realice la ingeniería, fabricación, suministro, instalación, pruebas, puesta en marcha, capacitación e implementaciones necesarias para la instalación y el correcto funcionamiento de un banco de pruebas, su interfaz con los equipos JH antes descritos en la presente especificación y con el entorno donde debe ser instalado. El Contratista debe considerar dentro de su alcance todas estas actividades y todas aquellas descritas en los capítulos posteriores incluidas en esta especificación.

Será responsabilidad del Contratista verificar en terreno las dimensiones, alimentaciones eléctricas 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 y de conexión con otros sistemas, el equipo deberá operar con las condiciones existentes en las instalaciones de Metro S.A.

5. Referencias

N°	Título	Código del Documento
[R1]	Texto explicativo NS74 Folleto n°13	NS74-E050
[R2]	Documento explicativo planos colección A	Esquema NS-74-127
[R3]	Planos colección A	Plano n° 127,128,130

Tabla 2. Tabla de Referencias

6. Normativa aplicable

Para etapas eléctricas rige bajo la normativa de instalaciones eléctricas vigente a nivel nacional.

N°	Identificación	Nombre de la norma
[N1]	NCH Elec. 4/2003	Norma Eléctrica Chile Instalaciones de Baja Tensión.

Tabla 3. Tabla de Normativa

7. Condiciones y Requerimientos Generales de Operación

7.1 Generalidades

El equipo de tracción frenado (JH) tiene como función principal alimentar de alta tensión (750 VCC) los motores de tracción de corriente continua de cada coche motriz respectivo. Funciona electromecánicamente y mediante un árbol de levas (30 levas) accionado por un servomotor, realiza el cierre o apertura de 24 contactos (ver figura 2) que eliminan o agregan resistencias, para así variar la tensión hacia los motores y controlar el torque y la velocidad.



Figura 1 Equipo JH



Figura 2 Contactores de Alta tensión

En un sistema tracción-frenado JH, el motor es conectado en serie con un reóstato de campo, con el que se varía la resistencia en serie con la armadura y con el campo serie, variando así la corriente que pasa por ellos.

En paralelo con el devanado serie se conectan las resistencias de puenteo; y en la toma de la alimentación, se conecta un interruptor (disyuntor DET), complementado con una inductancia en serie y una capacitancia en paralelo que actúan como filtros del sistema.

En la figura 3 se ve el circuito básico de fuerza para un motor, sin embargo, un sistema de tracción-frenado JH controla cuatro motores:

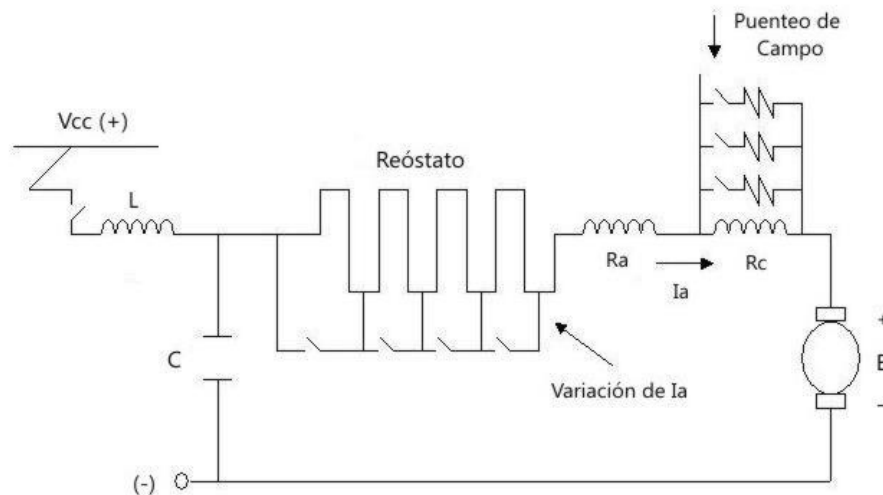


Figura 3 Circuito Punteo resistencias Motor DC

7.2 Funciones del Combinador de Arranque Electromecánico JH

Para poder conectar los motores en serie o serie paralelo, existe el equipo llamado “combinador de arranque electromecánico JH”.

El Sistema combinador JH recibe las órdenes de arranque y de frenado que provienen del manipulador tracción-frenado ubicado en la cabina de conducción y conecta los circuitos de potencia según las órdenes recibidas.

El manipulador posee las siguientes posiciones:

- Neutro
- Tracción: desde T1 a T5
- Frenado: desde F1 a F6, más una posición para aplicar un FU (freno de urgencia)



Figura 4 Manipulador Tracción- Frenado

El movimiento del combinador JH es controlado por un servomotor eléctrico y está compuesto por;

- Un árbol de levas principal que acciona los contactores de acoplamiento de puenteo y de eliminación de reóstatos (árbol de levas principal) del circuito de potencia. Ver figura n°5.
- Un árbol de levas secundario que acciona los contactos llamados ruptores que permiten el control en baja tensión. Ver figura 6.
- Un inversor de sentido de rotación (inversor)
- Un conmutador tracción frenado (conmutador TF)

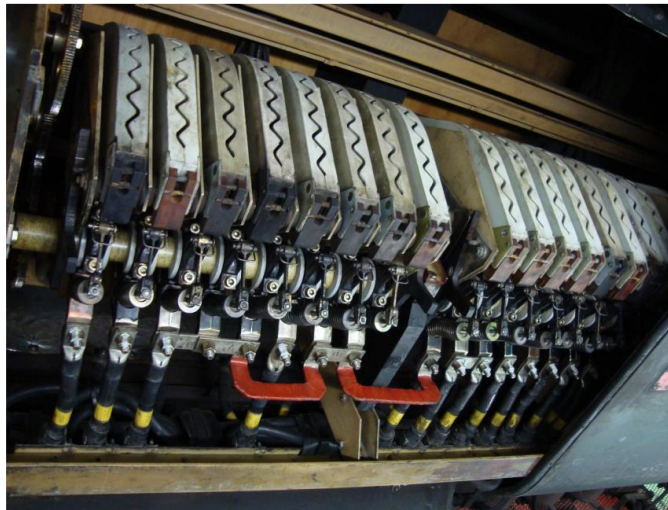


Figura 5 Cilindro Principal

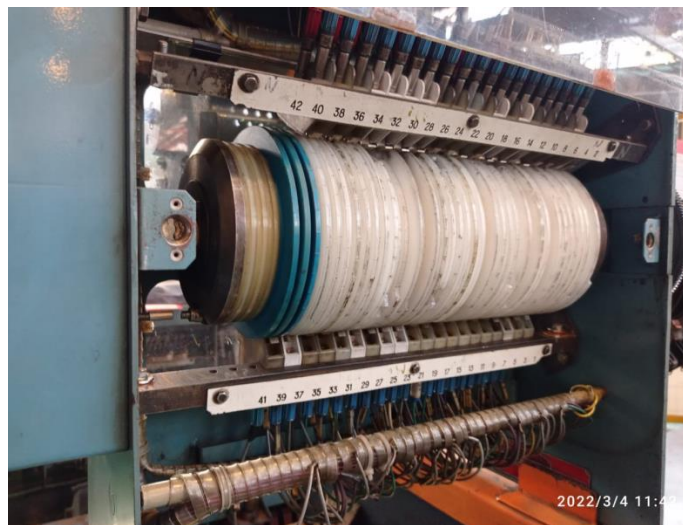


Figura 6 Cilindro Secundario

El control de los árboles de levas realiza la puesta en sitio de cada leva, sobre las numerosas posiciones necesarias que aseguren la apertura y cierre de los contactores y ruptores mediante las múltiples combinaciones para el arranque del tren, de la inversión del sentido de marcha y del puenteo de las resistencias del circuito de tracción.

El desplazamiento angular del Combinador JH de un punto a otro es pequeño, de unos 10° , y es necesario medirlo con precisión. Es realizado por un platillo P provisto de una corona en la cual son talladas tantas ranuras radiales (muescas o cranes) equidistantes como puntos a realizar (35 muescas).

Este platillo está enchavetado en el extremo del árbol;



Figura 7 Platillo con muescas

En frente de este platillo está montado el servomotor eléctrico (SME), cuyo árbol lleva un manguito manivela. El botón de la manivela lleva un rodillo D que se ajusta tangencialmente en las ranuras del platillo para moverlo.

Por otra parte, acciona una biela E y un segundo rodillo F, que guiado en su movimiento por una especie de tija I articulada en H, penetra también en las ranuras del platillo para enclavarlo. Cuando el servomotor hace una vuelta, el platillo es agarrado por el rodillo motor D, desenclavado por el rodillo de cierre F, activado por un diente, enclavado de nuevo por el rodillo de cierre y por fin abandonado por el rodillo motor.

El sistema presenta dos características esenciales:

- Instantaneidad de acción. Se dispone de sólo 0.03 segundos para detener el servomotor.
- Par adaptado a la velocidad.

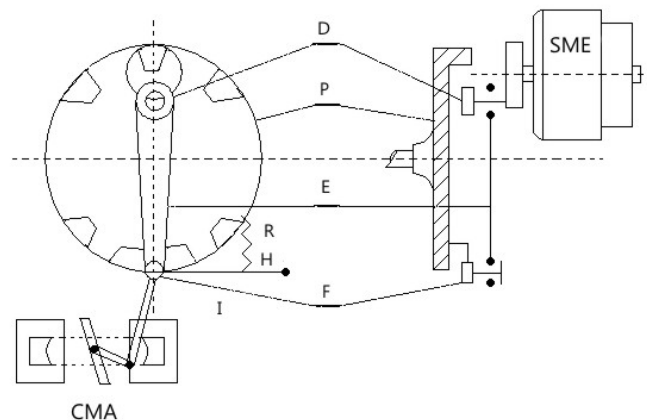


Figura 8 Esquema funcionamiento platillo vs servomotor

El servomotor es un motor de corriente continua de excitación compuesta. Gracias a su bobinado, esta máquina es un motor cuando se alimenta y un freno cuando se deja de alimentar. El frenado es instantáneo porque la excitación persiste igualmente que la corriente de frenado en el inductor, y el par es aproximadamente proporcional al cuadrado de la velocidad del motor.

La resistencia del circuito inductor determina el vigor del frenado para que el servomotor se pare poco más o menos a la mitad de su carrera muerta. Para realizar los dos sentidos de marcha (sentido horario: progresión y sentido anti horario: regresión), se invierte el sentido de paso de la corriente en el inducido del servomotor, los dos inductores siempre recorridos en el mismo sentido por la corriente.

Este equipo de control tracción frenado JH, que controla al grupo de cuatro motores de una motriz, realiza las siguientes operaciones en conducción manual:

- a) Partida reostática, de la leva de comando de maniobra, de serie o de serie paralelo, en forma automática bajo el control crono-amperimétrico, con posibilidad de shuntaje en fin de serie y en fin de serie paralelo de los bobinados de los motores de tracción.
- b) Paso de una marcha a otra, en progresión como en regresión.
- c) Frenado reostático, por excitación separada de los motores que trabajando como generadores disipan su energía en las resistencias del reóstato de arranque.
- d) Inversión del sentido de marcha del tren, al detenerse, al cambiar el sentido de la corriente en los inducidos de los motores.
- e) Conmutación tracción frenado
La conmutación desde tracción a frenado, combina los circuitos de alta tensión para que se realice un frenado reostático (los motores pasan a ser generadores y disipan la energía en los reóstatos). Se lleva a efecto solo si la velocidad es superior a 12 Km/h, cuando el manipulador pasa de una posición de tracción o neutro a una posición de frenado.

La conmutación desde frenado a tracción combina los circuitos de alta tensión para que produzca la tracción de los motores. Se lleva a efecto ya sea si la velocidad es inferior a 12 Km/h durante un frenado o una marcha en vacío, o ya sea por comando de una leva de tracción después de un frenado.

- f) Apertura del circuito de tracción por regresión del equipo hasta cero, comandado por el retorno a la posición neutro del manipulador. Este es el corte normal de la alimentación de los motores de tracción.

7.2.1 Combinador de inversión sentido de marcha del tren:

El combinador de inversión es una de las partes del combinador JH y está formado por un eje que gira siempre en el mismo sentido mediante octavos de vuelta mientras el JH efectúa un vaivén de las muescas 0, -1, -2, -1, 0.

El eje gira $\frac{1}{4}$ de vuelta y las levas producen entonces la inversión de corriente en los inducidos de los motores de tracción, lo que cambia el sentido de giro y por lo tanto el sentido de marcha del coche respectivo. El cilindro de accionamiento del inversor del inversor es solidario al eje de levas de este último.

7.2.2 Conmutador tracción frenado (TF)

El conmutador TF también es una de las partes del JH y es idéntico al combinador de inversión. Posee un eje que gira siempre en el mismo sentido y lo hace $\frac{1}{4}$ de vuelta cuando el JH efectúa el vaivén 0, -1, 0 una sola vez.

El cilindro de accionamiento del conmutador TF es solidario al eje de levas de este último.

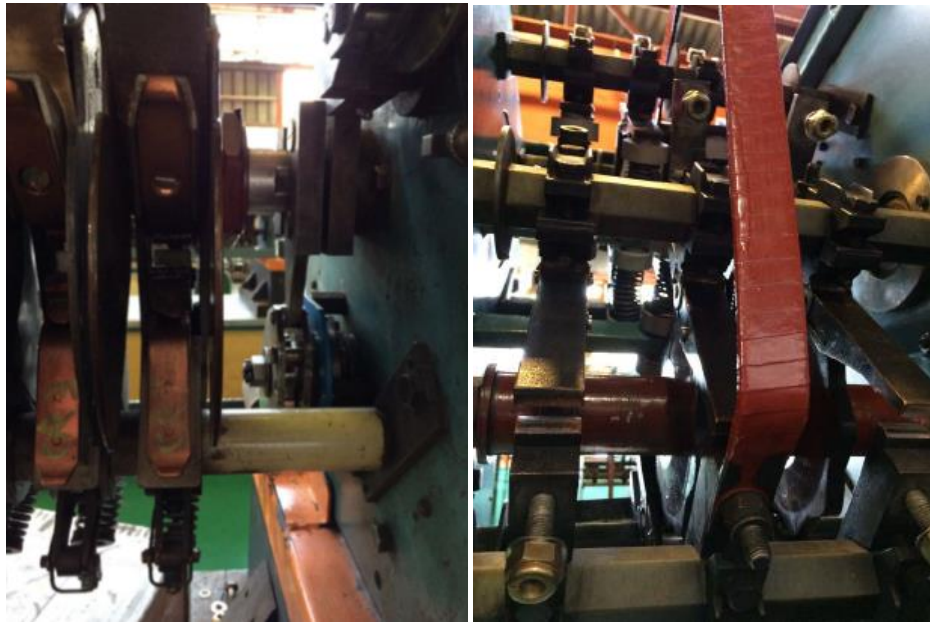


Figura 9 Mando Inverso / conmutador TF – Seccionadores TF

7.2.3 Circuito de tracción de las diferentes levas de tracción del combinador de arranque y frenado

Cada grupo de cuatro motores puede ser agrupado de dos formas:

- a) Acoplamiento serie: al estar los cuatro motores en serie, cada uno soporta un cuarto de la tensión de línea.
- b) Acoplamiento serie-paralelo: los dos motores de un mismo bogie están en serie y cada uno soporta la mitad de la tensión de la línea.

El circuito de tracción de cada motriz permite el arranque reostático de sus cuatro motores, por intermedio del combinador de arranque JH. Como se dijo anteriormente el combinador JH tiene 35 posiciones o muescas marcadas en el platillo solidario al eje y que es girado por el servomotor. Al girar el servomotor y llegar a algunas de estas muescas se llevan a efecto los diferentes puentes de las resistencias de los motores;

- muescas 0, -1, -2 : los motores no reciben alimentación.
- muesca 0 : leva de reposo
- muesca -1 : comanda el conmutador “tracción frenado” TF.
- muesca -2 : sirve para invertir el sentido de marcha.
- muesca 1 a 3 : comando de tracción T1, maniobra.
Arranca con la totalidad de las resistencias de arranque en serie con los cuatro motores y luego elimina una parte de ellos.
- muesca 4 a 15 : comando de tracción T2, serie pleno campo.

Eliminación progresiva de resistencias en el circuito de los motores. Al llegar a la muesca 15, todas las resistencias han sido eliminadas.

- muescas 15 y 16 : comando de tracción T3, serie campo reducido.

- Para JH Santiago A:

Cuando el manipulador está en T3, los contactores CHA y CHB se conectan sucesivamente y producen en la muesca 15 un shuntaje de la corriente inductora y luego al pasar a la muesca 16, los contactores CH1 y CH2 aumentan el shuntaje.

- Para JH Santiago B:

Cuando el manipulador está en T3, los contactores CHA, CHAB y CHC se conectan sucesivamente y producen en la muesca 15 un shuntaje de la corriente inductora y luego al pasar a la leva 16, los contactores CH1 y CH2 aumentan el shuntaje.

- muesca 17 : Transición.

Cuando el manipulador está en comando de tracción T4 o T5, antes del shuntaje de fin serie, el paso de las levas 15-16-17 se lleva a cabo sin shuntaje. Si el shuntaje se produce, o es comandado, él es eliminado antes de la progresión hacia la muesca 17. En consecuencia, durante el periodo delicado de la transición, no hay jamás shuntaje en progresión o en regresión.

En progresión como en regresión, el eje de levas no puede normalmente detenerse durante la transición (en caso de detención intempestiva del eje, el disyuntor DET se abre y no puede volver a cerrarse antes que el equipo haya vuelto a cero)

- muesca 18 a 29 : Comando de tracción T4 serie-paralelo pleno campo.

Los motores 1 y 2 por una parte y los motores 3 y 4 por otra, están en serie cada uno con la mitad de las resistencias del reóstato. El JH elimina enseguida en forma progresiva y completa las resistencias de los reóstatos.

- muesca 29 y 30 : comando de tracción T5 serie-paralelo campo reducido.

Cuando el manipulador está en T5, como en el fin de serie, hay shuntaje de corriente inductora, luego aumenta en la leva 29 y después aumenta nuevamente en la leva 30.

Para Santiago A: Se cierran contactores CHA y CHB

Para Santiago B: Se cierran contactores CHA, CHB y CHC

Nota: Se han agregado dos muescas de seguridad, levas 31 y 32, y no se utilizan salvo en caso de falla del equipo. En dicho caso, provocan el corte de la alimentación del servomotor y la apertura del disyuntor DET.

El equipo sólo puede permanecer fijo en las muescas de marcha 3, 15, 16, 29 y 30, el resto de las muescas solo son de transición de un paso a otro.

7.3 Circuito de tracción de las diferentes levas de frenado del combinador de arranque y frenado

Los circuitos de freno reostático sólo se ponen en servicio sobre 12 Km/h. El frenado se obtiene por medio de los cuatro motores de cada motriz, acoplados en serie por medio del combinador de arranque y freno:

- Los cuatro inducidos se acoplan en serie y descargan en el reóstato de tracción.
- Los inductores conectados en serie en grupos de dos son excitados separadamente por una generatriz GAA, movida por el motor del grupo convertidor MAA.

Cuando el manipulador está en alguna de las posiciones de frenado F1 a F6, el freno reostático se pone en servicio automáticamente, los seccionadores ST1 y ST2 se abren y los seccionadores SF1, SF2 y SF3 se cierran por medio del combinador de tracción-frenado TF parte del JH. Los cuatro motores son conectados en serie con la totalidad de las resistencias. El esfuerzo de frenado comandado de acuerdo al punto escogido (F1 a F6) se mantiene constante mediante el sistema de regulación-freno que elimina progresivamente las resistencias del reóstato de arranque –frenado.

Solo existen tres valores diferentes de esfuerzo de frenado F1, F2 o F3, los puntos superiores F4 a F6 se obtienen agregando al esfuerzo de frenado del freno reostático (F3) un esfuerzo complementario producido por el freno neumático de aire, de forma que la suma de ambos esfuerzos de la desaceleración correspondiente al punto escogido.

Nota: Cuando la velocidad baja de 12 Km/h, el freno reostático queda fuera de servicio y solo el freno neumático asegura el frenado del punto seleccionado, es la sustitución.

A continuación, se presenta el estado del árbol de levas secundario (cilindro de ruptores) y el estado de cada ruptor (abierto o cerrado) para cada muesca (-2 a la 32) para un combinador JH tren NS74A;

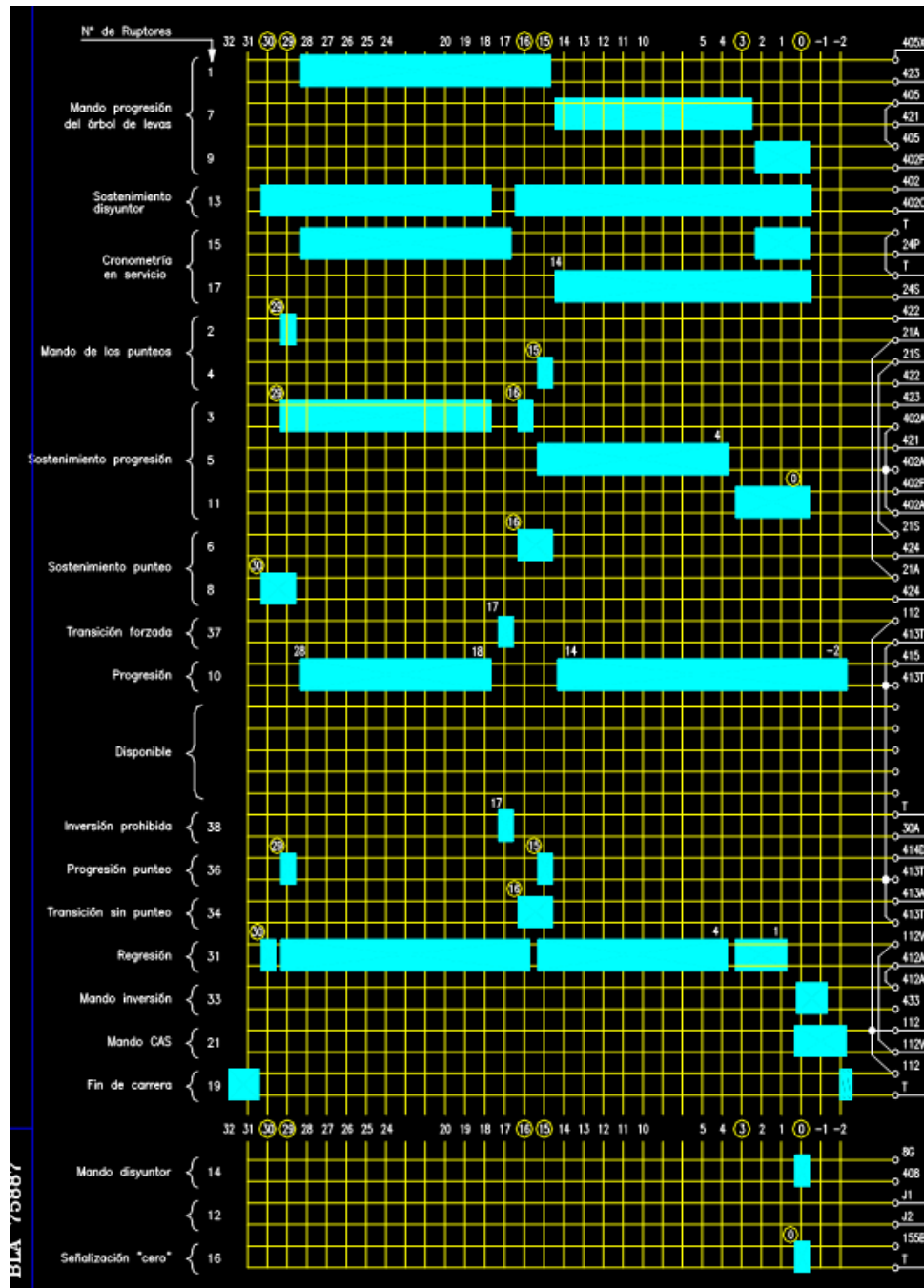


Figura 10 Conmutación de ruptores por levas (baja tensión). Plano 130.

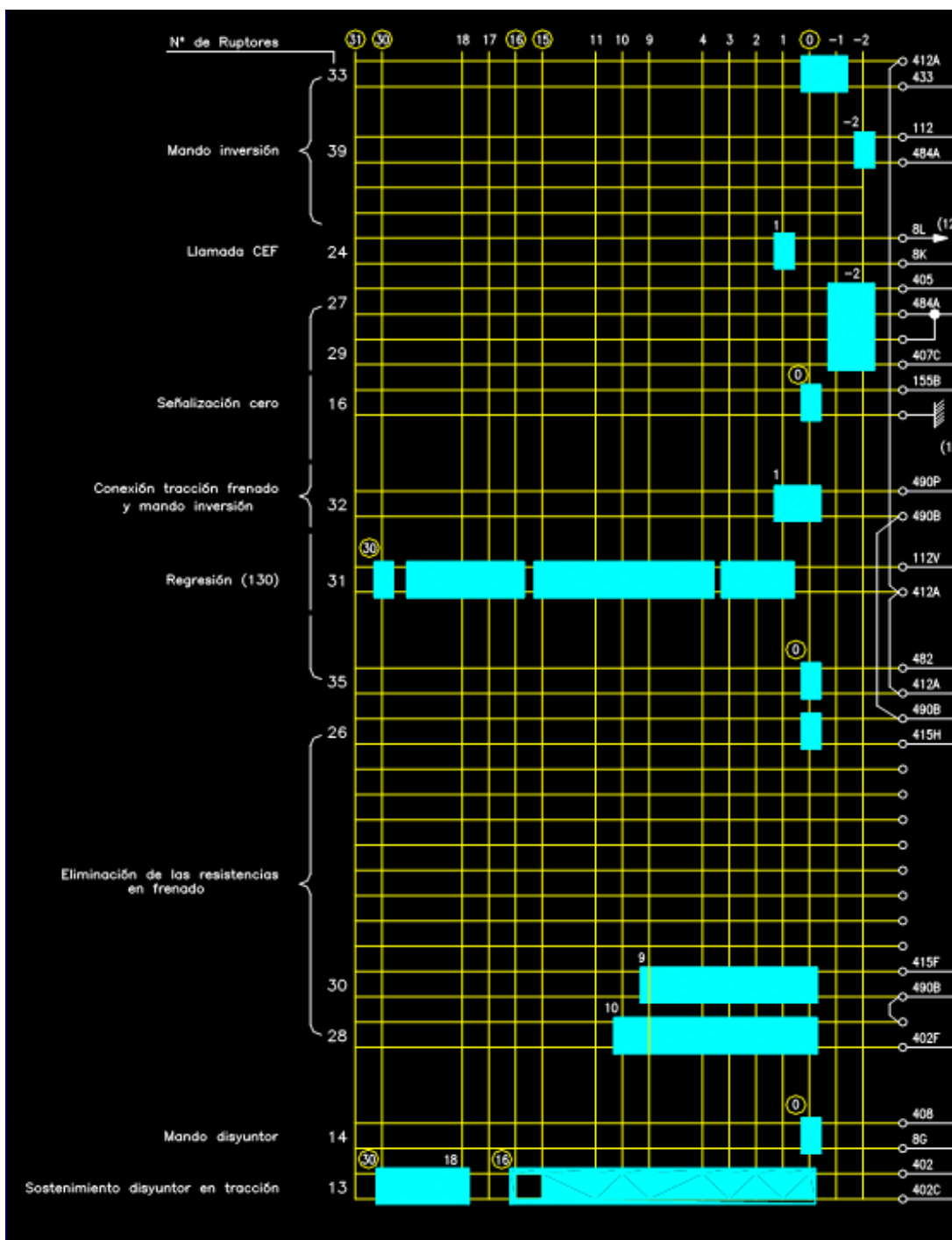


Figura 11 Conmutación de ruptores por levas (baja tensión). Plano 128.

8. Especificación Funcional y Técnica

REQ-1

El proponente, debe desarrollar la descripción de su oferta, respondiendo a todos y cada uno de los requerimientos expuestos en la presente especificación técnica en forma clara y con la información necesaria para entender a cabalidad el cumplimiento.

REQ-2

Se requiere que el Contratista elabore un banco de pruebas para los combinadores de arranque electromecánicos JH, de ambos tipos de trenes NS74 A y NS74 B

De forma general el banco debe; medir, verificar y registrar el estado de cada ruptor del árbol de levas secundario, para cada una de las combinaciones de las 35 posiciones que posee cada combinador JH (muesca -2 a la 32)

Todo esto se debe verificar en baja tensión continua.

REQ-3

El contratista debe considerar la fabricación de una estructura metálica que contenga todos los elementos del banco de pruebas.

REQ-4

El banco debe estar desarrollado en base a un controlador de lógica programable (PLC, FPGA u otro)

Debe incluir:

- El suministro de todos los dispositivos visuales (pantalla, leds, etc), luminosos y de control que permitan conocer cada estado de la prueba en curso y sus resultados
- Además, debe registrar y almacenar los resultados de cada test con el número del JH verificado.
- La construcción completa del banco y de los elementos suministrados por el contratista, debe ser en base a elementos del tipo industrial y normalizados.
- Todos los elementos que son parte del banco deben ser nuevos.

8.1 Requerimientos funcionales particulares del nuevo banco

REQ-5

El banco propuesto debe poder realizar las pruebas simulando los grados de tracción y frenado:

- Tracción; comandos de tracción desde T1 hasta T5
- Frenado; comandos de frenado desde F1 hasta F6

Además de:

- Inversiones de sentido de marcha
- y conmutaciones de tracción- frenado

Para tal efecto el banco debe contar con las siguientes características:

REQ-6

El banco de pruebas debe ser capaz de efectuar revisiones automáticas y manuales según lo requerido por el operador.

Cuando se refiere a operaciones automáticas, el operador del banco debe ser capaz de comandar un grado de tracción o frenado de acuerdo lo descrito en el **REQ-5**. El combinador JH debe progresar hasta la muesca correspondiente para cada grado de tracción o frenado y verificar el estado de cada ruptor del cilindro secundario. El banco debe ser capaz de acusar en pantalla el estado de los ruptores defectuosos y el número de la muesca en la cual su operación es incorrecta.

Además, poder comandar de forma sucesiva ciclos de inversión o conmutación por un tiempo determinado.

Para el caso de pruebas manuales, el operador es capaz de mover el servomotor de forma manual por medio de una manivela que se introduce en el eje del motor. El operador hace girar la manivela y el banco debe ser capaz de revisar el estado de los ruptores muesca a muesca. El operador puede detenerse en cualquiera de las muescas, el banco le debe indicar el estado de los ruptores en esa posición.

REQ-7

El banco de prueba debe ser capaz de verificar los dos modelos de JH; Trenes Santiago A y Trenes Santiago B.

REQ-8

El banco debe verificar:

- Estado de los ruptores (cilindro secundario, conmutación e inversión), para cada nivel de tracción o frenado, además durante las conmutaciones e inversiones entre tracción/frenado.

- Verificación de cable a masa.

REQ-9

El banco debe contar con un Pulsador de alimentación general y otro de parada de emergencia que establezca o corte la alimentación del todo el equipo. Estos pulsadores deben estar a un costado del panel frontal de control.

REQ-10

El banco debe contar con un pupitre de Comando y Control y todos los dispositivos (interruptor, pulsadores, lámparas, instrumentos, controlador, protecciones) deben contar con una etiqueta identificadora de material resistente e inscripción con relieve para que se mantenga legible.

REQ-11

Debe contar con una pantalla y señales que permitan visualizar los estados de operación y fallas. El detalle de las indicaciones en pantalla debe ser analizado en conjunto con Metro durante el desarrollo del banco.

REQ-12

La tensión de alimentación del banco debe ser 220 V AC 50 Hz y con conexión a tierra de todo el chasis que lo compone.

REQ-13

El banco debe tener Protecciones eléctricas que resguarden y aíslen al operador, el banco y equipos en prueba.

REQ-14

El contratista deberá levantar toda la información necesaria para conocer las variables operativas a controlar. Metro pondrá personal técnico a disposición del contratista para el completo entendimiento del funcionamiento del banco durante el desarrollo del mismo. El contratista deberá presentar en su etapa de diseño un documento con los procedimientos de todas las pruebas que el banco podrá efectuar. Este documento debe ser aprobado por Metro S.A.

REQ-15

El contratista debe suministrar la fuente de alimentación del banco de prueba, considerando el consumo eléctrico del servomotor del eje y de los circuitos de control.

8.2 Requerimientos Ambientales**REQ-16**

El banco de pruebas debe ser apto para operar bajo las condiciones climáticas de la ciudad de Santiago de Chile y del Taller Neptuno.

El banco de pruebas no debe emitir vibraciones ni ruidos que sean perjudiciales para el operador y el entorno de trabajo. Para esto debe cumplirse el DS 594 "REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BASICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO"

El banco de pruebas no debe verse afectado ni emitir radiación eléctrica ni contaminación de ningún tipo que sea nociva para la salud humana ni afectar equipos en el entorno.

8.3 Requerimientos Eléctricos**REQ-17**

El banco debe ser capaz de conectarse al empalme eléctrico que disponga Metro, esto bajo Norma Eléctrica Chilena 4 / 2003, apropiado para incorporarlo en el Centro de Reparaciones de Componentes (CRC) de Metro S.A.

REQ-18

Las conexiones eléctricas a través de bornes, enchufes, conectores, regletas, puntas, grapas, fijación, protecciones y otros componentes, deben ser de fácil adquisición en el mercado nacional (que tengan representante y stock en el mercado chileno).

REQ-19

El contratista debe suministrar cables nuevos y calculados en su capacidad y aislación y también contar con protecciones y/o aislaciones especiales para la seguridad del operador, de los equipos y del entorno.

REQ-20

Todos los elementos que son parte del banco, deben ser de uso industrial.

8.4 Requerimientos Estructurales**REQ-21**

La estructura para el montaje y soporte de los componentes del banco, debe cumplir los siguientes requerimientos:

- Módulo y/o Estructura en acero armable (tipo mecano), libre de soldaduras. Comprenderá paneles que se podrán fácilmente desmontar o abrir permitiendo garantizar el mantenimiento y la reparación de los órganos ubicados en el interior.
- Estructura montada sobre ruedas (sistema de ruedas robustas) que permitan desplazamiento y bloqueo de ellas.
- Las dimensiones del banco deben considerar el espacio habilitado en el Taller de Mantenimiento CRC.

8.5 Requerimientos de Seguridad**REQ-22**

El contratista además de suministrar el banco de pruebas en su conjunto, suministrará las protecciones necesarias para que el personal de Metro pueda operar el banco de pruebas con seguridad.

8.6 Vida Útil**REQ-23**

El contratista deberá especificar en su oferta técnica-económica las condiciones generales que a su juicio Metro S.A debe tener en conocimiento sobre la conservación, almacenaje, mantenimiento, calibración entre otros, que aseguren la vida útil solicitada y el buen funcionamiento del equipo.

El equipo al igual que sus componentes debe tener una vida útil y obsolescencia mínima de 10 años.

9. Requerimientos de Mantenimiento**REQ-24**

Como parte del suministro, el contratista debe diseñar y entregar a Metro un Plan de Mantenimiento, que incluya una descripción de todas las actividades preventivas necesarias para mantener su sistema 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, lubricación, sustitución de componentes, etc.) y la frecuencia con la que deben ser ejecutados, esto para cada uno de los componentes del sistema.
- Se debe considerar una perspectiva de diseño estándar en tres aspectos:
 1. En cuanto a la compatibilidad, se deben considerar elementos funcionalmente equivalentes para el sistema de tal forma que sean homologables para su reemplazo.
 2. Debe respetarse la instalación del banco de pruebas de modo que sea fácil el acceso a cualquier etapa del equipo. El banco propuesto debe adaptarse a los espacios existentes, y debe ser de estructura modular para facilitar las actividades de mantenimiento y reemplazo de los componentes.
 3. Para cada uno de los elementos se debe garantizar la disponibilidad de más de un proveedor para su reemplazo.

10. Requerimientos de Calidad

REQ-25

El proponente debe ser especialista en el desarrollo, diseño e ingeniería para aplicaciones como las que hacen mención en este documento. Esta experiencia deberá ser acreditada mediante un detalle de los proyectos ejecutados de tipo similar al especificado.

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

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.

11. Personal para el desarrollo de los trabajos

REQ-26

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.

REQ-27

El Administrador del Contrato debe ser, al menos, un Ingeniero de Ejecución con especialidad técnica afín al proyecto, con un mínimo de 5 años de experiencia profesional trabajando en gestión de proyectos de similares características.

REQ-28

El Líder Técnico debe ser, al menos, un profesional con título de Ingeniero de ejecución electrónico o eléctrico con un mínimo de 3 años de experiencia profesional trabajando en proyectos de similares características.

REQ-29

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.

REQ-30

Para el caso de las instalaciones eléctricas al interior de las dependencias de Metro, estas deben ser realizadas por técnicos eléctricos autorizados y certificados por la autoridad nacional competente (Superintendencia de Electricidad y Combustibles S.E.C.).

12. Condiciones de Ejecución y Montaje**REQ-31**

El contratista debe considerar, dentro del alcance de sus trabajos todas las actividades relacionadas con la ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, además debe ser realizado siempre en coordinación con Metro S.A.

REQ-32

El contratista debe elaborar y someter a la aprobación de Metro la metodología de trabajo que aplicará en la ingeniería, diseño, suministro, instalación, puesta en marcha y capacitación, en el plazo de veinticinco (25) días contabilizados desde el inicio del Contrato.

REQ-33

Es de cargo del contratista todo aquello que es necesario para la ejecución de los trabajos, sin desmedro de lo anterior Metro dispondrá al contratista de los dispositivos ferroviarios y documentación del tren que estimen necesarios para la ejecución del proyecto.

REQ-34

El personal del contratista debe estar en conocimiento de la normativa y reglamentación de Metro S.A., la cual será entregada al proveedor adjudicado, además de las debidas inducciones de la Mutual de Seguridad.

El contratista debe asegurarse que el personal que realice trabajos en las dependencias de Metro S.A. cuenta efectivamente con las inducciones y autorizaciones necesarias.

12.1 Plazo estimado**REQ-35**

El plazo de entrega del banco se debe realizar como máximo en 12 meses, desde la firma del contrato hasta la firma del Certificado de Recepción Conforme del Trabajo.

12.2 Programación de Trabajo

REQ-36

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

El horario del suministro, montaje y en general, la ejecución de los servicios será diurno, de lunes a viernes, pudiendo cambiar según necesidad y disponibilidad de Metro. Los trabajos a realizar en las instalaciones de Metro, serán con previa autorización y coordinación, teniendo la certeza de no afectar la operación de Metro S.A. y sus áreas de mantenimiento, sin que sean retrasadas o suspendidas bajo ninguna causa o circunstancias.

12.3 Equipos y Herramientas.

REQ-37

El contratista deberá disponer de todas las herramientas y elementos de protección personal que necesite su personal, debiendo ser de primera calidad y encontrarse en buen estado para asegurar la correcta ejecución de los trabajos.

12.4 Actividades y Obligaciones del Contratista

REQ-38

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

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

Cualquier detalle en el documento, no libera al contratista de su obligación de ejecutar en forma correcta, segura y completa todos los trabajos respectivos.

13. Pruebas y Puesta en Servicio

REQ-39

El contratista deberá considerar dentro de los trabajos las pruebas necesarias que verifiquen el cumplimiento de todos los requerimientos técnicos y funcionales especificados. Además, deberá probar el funcionamiento de los mecanismos de seguridad del banco de prueba.

14. Aceptación y Condiciones de Recepción

REQ-40

Lo descrito en el presente capítulo forma parte de los Requerimientos de Mantenimiento cuyo cumplimiento será requisito para la recepción final del banco de pruebas. Respecto a esto, el protocolo considera:

- **Recepción Provisional:** Se deberá establecer un protocolo detallado que considere: fecha de montaje, personal que participó en la instalación, pruebas efectuadas y su resultado, observaciones y firmas de los responsables, entre otros a definir. En caso de quedar temas pendientes, se debe definir un responsable y fecha de cierre del pendiente.
- **Recepción final del Proyecto:** Se deberá entregar un informe final que considere todas las actividades realizadas durante el proyecto y la documentación que se solicita en la presente especificación.

15. Capacitación

REQ-41

Como parte del suministro, el contratista deberá considerar un ciclo de capacitación práctica y teórica para el área de mantenimiento (2 técnicos), considerando los siguientes aspectos mínimos:

- Descripción funcional del sistema, sus componentes y su operación general.
- Modo de uso del sistema, el detalle de sus características y capacidades.
- Actividades de mantenimiento preventivo.
- Procedimiento de diagnóstico y detección de fallas para mantenimiento correctivo.
- Actividades de mantenimiento correctivo, guía de solución de averías.

Tras finalizar la capacitación, los técnicos deberán entender el modo de funcionamiento del banco de pruebas, conocer los parámetros relevantes a evaluar en las pruebas y ser capaces de operar el banco de pruebas utilizando todas las funcionalidades que este posea. Además, deben tener conocimiento de todas las posibles fallas que puede tener el equipo y saber la forma en la cual hay que abordarlas.

16. Garantías

REQ-42

El contratista 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, funcionamiento por debajo de lo requerido, deterioro excesivo, evidencia que el sistema no será razonablemente mantenible durante la vida útil del resto de las instalaciones, desgaste anormal considerando la intensidad del uso, condiciones inseguras y otras condiciones similarmente insatisfactorias, inusuales o inesperadas. No se incluyen defectos ocasionados por alteraciones de las condiciones originales de los sistemas, uso abusivo, vandalismo, falla en suministro eléctrico y causas similares más allá del control del Contratista o Fabricante.

REQ-43

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.

REQ-44

El Período de Garantía debe ser de 6 meses, a contar de la firma del Certificado de Recepción Provisional del banco de pruebas.

17. Documentación**REQ-45**

De acuerdo con los requerimientos y consideraciones descritas en los puntos anteriores y en conjunto con la puesta en marcha proyecto, el contratista debe hacer entrega como mínimo de la siguiente documentación, la cual debe venir en idioma español. Esta documentación será revisada y validada por Metro de Santiago durante la ingeniería de detalle:

- **Manual de Operación:** Documento que debe describir en detalle las funcionalidades del Banco de prueba y sus componentes en términos generales y a nivel modular, las opciones de configuración que posea y las instrucciones de operación para el usuario para conseguir un desempeño óptimo. El contenido en detalle de este manual será consensuado entre el contratista y Metro de Santiago en la etapa de ingeniería de detalle.
Este manual debe al menos:
 - Especificar capacidades y las funcionalidades que posee el banco de prueba.
 - 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.
 - Indicar procedimientos de verificación o diagnóstico a nivel funcional.
- **Manual Técnico del sistema:** Documento que describe en detalle el sistema y sus componentes, el cual debe contemplar lo siguiente:
 - Datos de fabricación: 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.

-
- **Manual de Mantenimiento:** Manual descriptivo de las actividades de mantenimiento preventivo que el sistema requiera, 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 y el catálogo de repuestos. Este Manual de Mantenimiento será revisado y validado por el área de Mantenimiento de Equipos de Metro de Santiago.
 - **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 y tasa de falla estimada para cada elemento/componente según aplique.
 - Indicar modelo, fabricante y proveedor.
 - **Planos de Instalación:** Documento CAD y PDF que incluye el detalle de montaje de cada uno de los componentes, indicando su ubicación, soportes, fijaciones, espacios utilizados, toma eléctrica, etc.
 - **Planos de Conexión:** Documento CAD y PDF que incluya diagramas esquemáticos de conexión de módulos, identificando con su etiquetado correspondiente las señales y conexiones involucradas. Debe considerar los puntos de conexión a la red eléctrica.
 - **Planos de Diseño:** En el caso de placas electrónicas desarrolladas por el contratista, se debe hacer entrega de los diagramas esquemáticos y planos de construcción de módulos y subsistemas.
 - **Software:** El contratista debe entregar cualquier software o desarrollo de aplicativo que se utilice para la operación del banco.
 - **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.
 - Acta de Conformidad de usuario final.