

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE TRES BANCOS DE PRUEBAS NEUMÁTICAS PARA VERIFICACIÓN DE ESTANQUEIDAD DE LOS CIRCUITOS NEUMÁTICOS DE LOS BOGIES DE METRO DE MADRID S.A.

CODIGO: 02



División de Material Móvil
Área de Mantenimiento de Material Móvil
Servicio de Mantenimiento de Talleres Centrales

ÍNDICE

1	OBJETO	3
2	ALCANCE.....	3
3	CONDICIONES DE SERVICIO.....	5
4	LÍMITES DE SUMINISTRO	5
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO	6
5.1	BOGIES A MANTENER	7
5.2	PRUEBAS A REALIZAR.....	7
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	9
5.3.1	Requisitos principales.....	10
5.3.2	Útiles para pruebas neumáticas	11
5.3.3	Almacenamiento del banco.....	12
5.3.4	Mantenimiento y calibración	13
5.3.5	Control de ruido	14
5.3.6	Pintura	15
5.3.7	Identificaciones	15
5.3.8	Placa de características	15
5.3.9	Otros requisitos	15
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	15
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	15
5.4.2	Requerimientos de seguridad	26
5.4.3	Mantenimiento automático	27
6	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	28
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	28
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	28
7	FORMACIÓN	29
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	29
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	31
10	REPUESTOS.....	34
11	GARANTÍA.....	34
	ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.....	35
	ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA	36

1 OBJETO

El objeto del presente Pliego es definir los requisitos y características técnicas mínimas para la **contratación del diseño, fabricación, pruebas, preparación para transporte, transporte, montaje, instalación, puesta en servicio a plena satisfacción y pruebas finales de recepción de tres (3) bancos de pruebas de estanqueidad de los circuitos neumáticos de los bogies ferroviarios** a instalar en el Taller Integral de Reparaciones (en adelante T.I.R.) de Metro de Madrid, S.A. (en adelante METRO). El banco deberá ser diseñado para ensayar los distintos tipos de bogies de las distintas series del Material Móvil de la red de METRO.

2 ALCANCE

El contrato debe ser “llave en mano” y su alcance deberá contemplar:

- El diseño, fabricación, pruebas (FAT), preparación para transporte, transporte, descarga, suministro, montaje, instalación, puesta en servicio, pruebas finales de recepción (commissioning y SAT), formación y todas las demás actuaciones necesarias para la completa implantación de tres (3) bancos de pruebas de estanqueidad de bogies, incluyendo las que se indican en el apartado 4 LÍMITES DE SUMINISTRO del presente PPT.
- Diseño, fabricación y suministro del utillaje necesario para probar los diversos circuitos de los bogies en el banco de pruebas. Dichos utillajes deberán disponer de número de identificación grabado.
- El diseño, desarrollo y suministro del software descrito en el apartado 5.4.1 Sistema informático e integración con servidor, así como su completa integración e implantación en los bancos de pruebas, en su plataforma hardware y en los sistemas informáticos de METRO.
- El suministro de un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo de cada banco de pruebas de estanqueidad para un periodo de cinco (5) años. Los repuestos deberán incluir una (1) unidad de Autómata con el programa cargado (más accesorios) en caso de optar por una solución basada en Autómata programable, tal y como se especifica en el apartado 5.4.3 Interfaz de E/S.
- El suministro de un juego de cualquier utillaje o herramienta especial, en caso de existir, necesario para el montaje, desmontaje, mantenimiento, revisiones y reparaciones de

cualquiera de los equipos o componentes de su suministro y para la calibración de las máquinas.

- El suministro de los elementos y/o patrones de calibrado especiales, si es que esta operación fuera necesaria, incluyendo para dichos elementos y/o patrones de su correspondiente certificado de calibración según requerimientos de la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración** o equivalente en su último estado de revisión.
- Disposición de los medios materiales y humanos necesarios para todas las operaciones de transporte y descarga necesarias, desde y con destino, a las dependencias de Metro de Madrid.
- Todo suministro (equipo, accesorios, útiles, herramientas especiales, ...), instalación y puesta en servicio relativo a las medidas de prevención, protección, advertencias y cuantas disposiciones adicionales se requieran para asegurar los requisitos esenciales de seguridad y salud de las máquinas marcados por el **Real Decreto 1644/2008**, de 10 de octubre, del Ministerio de la Presidencia por el que se establecen las normas para la **comercialización y puesta en servicio de las máquinas** (Certificación de conformidad CE según directiva de Máquina 2006/42/CE), o equivalente en su último estado de revisión.
- Los bancos de pruebas deberán cumplir con todas las normativas del apartado 8, en el que se incluye también la certificación en cuanto al Anexo I y II del RD1215/1997, o equivalente en su último estado de revisión. El CONTRATISTA deberá entregar todos los certificados de cumplimiento de las normativas especificadas. El contratista deberá justificar la aplicación de las normativas. En caso de que se detecte un incumplimiento de algún punto de las normativas aplicables, el CONTRATISTA deberá modificar el banco para que cumpla dicha normativa.
- Documentación. A título enunciativo, pero no limitativo: planos, informes, programas, códigos fuente y software, manuales, libros de instrucciones de uso y de mantenimiento (incluyendo procedimientos de calibración), procedimientos, protocolos, herramientas especiales y demás documentación especificada en el apartado 9 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA. Toda la documentación que se entregue deberá estar en castellano, incluida la información de las placas de características, etiquetas, esquemas, planos, manuales, catálogo de repuestos, documentos para la formación, etc.

- Todas otras actuaciones no mencionadas anteriormente que sean necesarias para la explotación y mantenimiento de los bancos de prueba de estanqueidad por parte del personal del SMTC.

3 CONDICIONES DE SERVICIO

El equipamiento deberá estar dimensionado para las condiciones de servicio en las que funcionará:

- Situación: Nave del T.I.R. del recinto de Canillejas.
- Condiciones ambientales: Los márgenes de temperatura ambiente entre los que podrá trabajar la máquina serán entre 0º y +50ºC. La humedad relativa (H.R.) será del 40 % ± 10% de H.R. El equipo suministrado operará en el interior de la nave del T.I.R.
- Suministro eléctrico disponible: Suministro trifásico (Fase-fase) 400 V – 50 Hz y monofásico (fase-neutro) 240 V – 50 Hz. Neutro y toma de tierra.
- Suministro neumático disponible: Instalación general del T.I.R. entre 5 y 7,5 bar (no constante).
- Red Wi-Fi

4 LÍMITES DE SUMINISTRO

Los bancos fabricados se instalarán en las dependencias del T.I.R. de METRO, situado en la calle Néctar, 44 de Madrid.

Cada equipo debe contar con una toma tipo RCS 11 para que Metro pueda conectar las diferentes mangueras neumáticas del taller.

Para su funcionamiento, cada banco de pruebas requiere de una toma para la conexión eléctrica monofásica. El cable de suministro eléctrico desde el taller al banco de pruebas lo proporciona Metro.

Por último, Metro pondrá a disposición del contratista los puntos Wi-Fi para la conexión del equipo de pruebas a la red interna de Metro.

Serán competencia del CONTRATISTA y entrarán dentro del alcance del Contrato:

- Cada banco deberá contar con las protecciones y filtros necesarios que garanticen la seguridad y condiciones de funcionamiento del mismo y de los equipos a ensayar.
- La provisión del transporte de cualquier material, pieza, conjunto o componente, desde el T.I.R. hasta sus instalaciones, y a la inversa, en caso de que el CONTRATISTA lo requiriese.
- El contratista deberá incluir entre la documentación a entregar el manual de elevación y transporte.
- Cualquier otra actuación complementaria, que sea necesaria para el funcionamiento de las máquinas.

METRO pone a disposición de los oferentes el poder realizar una visita a las instalaciones del T.I.R. de Canillejas para analizar la situación y ubicación prevista de cada banco de pruebas.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

Los bancos de prueba de estanqueidad de bogies deben ser portátiles (con ruedas) para poder trasladarlos de forma manual por el operario, y autónomos, es decir, se podrán poner en funcionamiento en cualquier ubicación del taller.

Deberán diseñarse para realizar, **de manera semi-automatizada**, los trabajos de verificación funcional de los diferentes circuitos neumáticos de los bogies y que aseguren su correcto funcionamiento como parte de las tareas de revisión y mantenimiento preventivo y/o correctivo realizado sobre los mismos.

Los trabajos de verificación funcional se estructurarán como ensayos de prueba convenientemente parametrizados para cada tipo de bogie. Estos ensayos de prueba se encontrarán previamente definidos y alojados en una base de datos (en adelante BBDD), debiendo ser importados por la aplicación local de control del propio banco de pruebas.

La aplicación local de control deberá ir registrando los resultados de los ensayos para almacenarlos posteriormente en la BBDD, a fin de mantener el histórico y trazabilidad de las pruebas realizadas (por matrícula, número de serie, serie del tren, etc.) y la emisión de informes de prueba.

5.1 BOGIES A MANTENER

Los bancos de pruebas de bogies deberá diseñarse para probar los tipos de bogies actualmente disponibles en Metro de Madrid:

Los planos y la tabla de características de los bogies a ensayar en el banco de pruebas se encuentran en el ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA para la consulta por parte del oferente. El banco de pruebas deberá ser compatible con todos los bogies a ensayar.

5.2 PRUEBAS A REALIZAR

Los bancos de pruebas de estanqueidad de bogies deberán diseñarse de forma que permita realizar todas las pruebas de funcionamiento indicadas en las normas técnicas de mantenimiento. Para la realización de las pruebas de estanqueidad, cada banco deberá disponer de una entrada de aire tipo RCS 11 de la marca Stäubli o equivalente que se conectará a la red neumática del taller, y 5 salidas tipo RCS 06 de la marca Stäubli o equivalente.

Se deberán poder realizar las principales pruebas (o parametrizaciones) listadas a continuación:

- Mediciones u operaciones manuales no registrables:
 - Hacer pruebas neumáticas de manera manual, con la secuencia deseada por el operario, de los diferentes circuitos del bogie para comprobar que todas las válvulas, cilindro de freno, sirga, balonas y demás componentes del circuito funcionan correctamente. Esta debe ser la primera prueba a realizar.
 - Utilización del spray de detección de fugas. Este spray lo suministra Metro. Para su utilización, se debe llenar de aire el circuito previamente hasta la presión deseada y la máquina tendrá que avisar al operario para utilizar este líquido.
 - Tirar manualmente de la sirga.
- Pruebas neumáticas automáticas: Consistentes en la presurización de cada uno de los circuitos con la presión de prueba. Una vez presurizados, aislar los circuitos durante el tiempo indicado. Se deberán registrar todos los parámetros intervinientes, como la presión inicial, presión final, presión de fuga, para evaluar si la prueba es APTA / NO APTA.
 - Prueba de estanqueidad en los diferentes circuitos:

- Suspensión secundaria.
- Freno de servicio.
- Freno con estacionamiento.
- Sirga automática.
- Limpiador de bandaje.
- Hay circuitos de los bogies con calderines con una capacidad total de hasta 100 litros de aire.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la sirga automática.
- No todos los bogies disponen de los 5 circuitos. Ver ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Adicionalmente:

- Se deberá poder elegir en el display del banco de ensayo la matrícula del bogie a ensayar. Otra forma para introducir la matrícula deberá ser mediante la lectura de la etiqueta RFID del bogie con una pistola o similar. La pistola RFID se podrá desmontar del banco en caso de que no se prevea su uso en un largo periodo de tiempo.
- El operario debe introducir de forma manual la orden de trabajo asociada a las pruebas que va a realizar.
- El banco de ensayo deberá guiar al operario. En el display deberán indicarse todos los pasos que debe seguir el operario en cada momento para el mantenimiento del bogie.
- El banco de ensayo, a partir de la matrícula, seleccionará de forma automática la plantilla asociada. Esta plantilla contendrá los datos y parámetros de los ensayos, como la presión y la duración de los ensayos de estanqueidad, la cantidad de pruebas que deben hacerse, la secuencia, etc. También se podrán introducir los parámetros de forma manual, en caso de que quieran realizarse pruebas adicionales a las establecidas en la plantilla.
- La máquina deberá permitir al operario conectar las mangueras de forma rápida y segura.
- Una vez terminadas las pruebas, se deben vaciar los circuitos neumáticos antes de desacoplar los zócalos. El display debe indicar que ya no existe peligro para realizar esta operación.
- Se le debe permitir al operario decidir entre parar, repetir el último paso realizado o continuar con el siguiente paso de la prueba.

- Durante las pruebas de estanqueidad, el operario podrá visualizar todos los parámetros intervinientes en la prueba como, por ejemplo, la presión aplicada, la presión medida durante la prueba de estanqueidad, el tiempo transcurrido de ensayo y el tiempo restante para terminar.
- El programa también validará si todos los resultados de las operaciones, tanto los introducidos manualmente, como los obtenidos automáticamente, se encuentran dentro de las tolerancias establecidas en las plantillas para ese bogie. Debiendo dar el ensayo o la prueba como NO APTA en caso de que el valor resultante quede fuera de las tolerancias.
- Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
- Cuando todas las pruebas del ensayo se hayan realizado, se guardarán todos los datos del ensayo en la BBDD del servidor interno de Metro. Los datos a guardar deberán definirse entre el contratista y Metro tras la adjudicación. Entre otros, estos datos podrán ser:
 - Fecha y hora del ensayo.
 - Identificador del agente que realiza el ensayo.
 - Orden de trabajo asociada.
 - Referencia del bogie de Metro (matrícula).
 - Serie del tren a la que pertenece el bogie.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Pérdida de presión en los circuitos.
 - Tiempo de prueba.
 - Presión de entrada.
 - Presión final medida.
 - Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).
 - Observaciones.

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Cada máquina de pruebas de bogies se utilizará exclusivamente para comprobar que los circuitos neumáticos del bogie están bien montados, se encuentran en buen estado y funcionan correctamente.

Las bancadas se compondrán por el conjunto de elementos tales como sensores, actuadores, transductores, conexiones rápidas, reguladores de presión, electroválvulas, etc.

5.3.1 Requisitos principales

Los requerimientos principales asociados a estas bancadas serán los siguientes:

1. Dimensiones: No deberá superar las siguientes dimensiones aproximadas (Longitud x Ancho x Altura): 1000 x 1000 x 1500 mm. Dentro de dicho dimensionamiento se incluye los espacios necesarios para el almacenamiento de todos los útiles y accesorios incluidos en el apartado 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO. El banco deberá diseñarse de acuerdo a la ubicación prevista e indicada en el ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.
2. Este banco debe contar con una entrada de aire para que Metro conecte sus mangueras propias de la red neumática del taller. Esta toma será de tipo RCS 11 de la marca Stäubli o equivalente.
3. Debe ser portátil, transportable a mano por un operario empujando o arrastrando desde las asas (sin ruedas motrices). Exteriormente debe ser compacto y robusto, para que no haya riesgos de seguridad durante su transporte por los espacios delimitados entre bogies.
4. Cada banco contará con 4 ruedas pivotantes con freno. Estas deben ser de goma maciza con un diámetro aproximado de 10-20 cm, para asegurar que el carro sea estable cuando se pone en movimiento en cualquiera de sus direcciones. El material tendrá que ser super elástico tipo Vulkollan® o equivalente, previa consulta a Metro. No se admitirán ruedas de fibra.
5. La pistola RFID, la pantalla y resto de componentes del banco no deberá sobresalir de la estructura del banco portátil para evitar riesgos de golpes, roturas y de estabilidad durante el movimiento del banco portátil por el taller.
6. El banco de ensayo debe tener 5 salidas para cada uno de los 5 circuitos del bogie y estas serán tipo RCS 06 de la marca Stäubli o equivalente. No todas estas tomas se utilizarán para probar todos los bogies. Ver ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA. Las tomas del banco para la calibración de los manómetros también deberán ser tomas rápidas hembra del tipo RCS 06 de la marca Stäubli o equivalente.
7. Este sistema deberá hacer las pruebas de estanqueidad de todos los circuitos de un mismo bogie de manera secuencial/simultánea. Se debe poder elegir el modo de

funcionamiento (secuencial/simultánea). Dependiendo del tipo de bogie, se deberán cerrar automáticamente los circuitos que no se tengan que ensayar. Para cada tipo de bogie se deberá programar la presión para cada uno de los circuitos.

8. Se debe poder suministrar a los circuitos presiones constantes en cada toma de entre **0 y 8 bares**. Por lo tanto, se pide que la presión del banco pueda variar entre 0 y 10 bares. Se deberá permitir incrementos de 0,1 bares.
9. No se admitirá una solución con compresor integrado en el equipo de pruebas. El equipo debe tener admisión directa de la red neumática del taller, con los multiplicadores y resto de sistemas de regulación necesarios.
10. La precisión total de medición de la presión deberá ser menor o igual a 1% del valor medido.
11. El tiempo de las pruebas de estanqueidad debe poderse visualizar en tiempo real en el display.
12. El equipo deberá tener un receptor Wi-Fi para conectarse a la red interna de Metro.
13. Deberán suministrarse mangueras de 2 metros para cada uno de los 5 circuitos para conectar las tomas del banco a los zócalos o entradas roscadas de los diferentes bogies.
14. Todos los parámetros intervinientes en la prueba, así como los resultados de las mismas deben poderse visualizar en tiempo real en el display del banco.
15. Cuando se finalizan los test, el equipo debe contar con uno o varios escapes para vaciar los circuitos neumáticos antes de separar los zócalos. El display debe indicarlo con una señal de advertencia.

5.3.2 Útiles para pruebas neumáticas

Para que cada banco de pruebas pueda conectarse a los circuitos del bogie, Metro suministrará los diferentes tipos de zócalos:

- Bogie tipo 1: 1 zócalo de 3 circuitos.
- Bogie tipo 2: 1 zócalo de 4 circuitos.
- Bogie tipo 3: 2 zócalos: uno con 3 circuitos y otro con 2.

Para los bogies de la serie 5000, no habrá zócalo. Los bogies tienen una toma roscada tipo racor de Gas ½" (Figura 1) para cada uno de los circuitos que se prueban. Los planos de estas tomas se pueden consultar en el ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.



Figura 1. Ejemplo de toma roscada tipo racor Gas ½”.

Los zócalos suministrados por Metro y las tomas roscadas de la serie 5000 se conectarán a las mangueras del banco de prueba mediante una toma RCS 06 de la marca Stäubli o equivalente. La conexión entre la toma rápida del final de la manguera del banco de pruebas y el zócalo/rosca la deberá diseñar, fabricar y suministrarla el CONTRATISTA de la máquina. El zócalo dispone de conexión ½ BSP Cilíndrico. Los planos de los zócalos se pueden consultar en el ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Todas las tomas rápidas existentes entre los circuitos del bogies y el banco de pruebas deberán ser fácilmente identificables mediante un código de color para evitar que se puedan intercambiar por error las conexiones y sobrecargar de presión algún circuito.

Las mangueras también deben ser fácilmente identificables mediante un código de color, coincidente con el código de color de las tomas rápidas.

Los manómetros y las llaves de paso asociadas a estos útiles deberán digitalizarse, de forma que se accionen y visualicen desde el panel de control.

El Contratista será responsable de realizar y entregar los planos de fabricación de los útiles que diseñen.

Estos útiles se almacenarán en el habitáculo del banco diseñado para este fin. Se protegerán bajo llave cuando no se estén utilizando.

5.3.3 Almacenamiento del banco

Los bancos incorporarán las cajoneras necesarias para contener los diversos utillajes y herramientas que se muestran en la Figura 2, de forma que queden protegidos bajo llave cuando no se esté utilizando el banco. También deberán almacenarse las mangueras neumáticas y útiles para las pruebas y los diferentes zócalos.

Estas cajoneras se colocarán en la parte inferior del banco y estarán accesibles desde la parte frontal del mismo.

En el interior de las cajoneras se incluirán separadores ajustables para dividir los espacios del interior de los cajones y poder asignar un hueco por cada herramienta o útil a almacenar. En el fondo de cada hueco habrá etiquetas plastificadas que identifiquen el objeto que deba colocarse. El contratista y Metro definirán conjuntamente las etiquetas.



Figura 2. Útiles y herramientas que se almacenarán en las cajoneras del banco de prueba

5.3.4 Mantenimiento y calibración

Se deberán suministrar dos (2) juegos en total de cualquier utillaje o herramienta especial, en caso de existir, necesario para el montaje, desmontaje, mantenimiento, revisiones y reparaciones de cualquiera de los equipos o componentes de su suministro y para la calibración de la máquina. Dichos utillajes y herramientas especiales deberán disponer de número de identificación.

Tras la adjudicación, se presentará el listado de las herramientas y equipos, tanto estándar como especiales necesarios para todas las operaciones de mantenimiento y calibración de los bancos.

Con respecto a la calibración, el contratista deberá diseñar el equipo incluyendo las tomas para la calibración de los manómetros del banco. Estas tomas para la calibración de los manómetros serán enchufes rápidos tipo RCS 06 de la marca Stäubli o equivalente, con tecnología antilatigazo, definidas en el apartado 5.4.2.1 Enchufes rápidos con tecnología antilatigazo.

Las tomas para la calibración de los manómetros deberán integrarse en la parte frontal del panel de control, cerca del display, de forma que queden accesibles y se pueda ver la medición de cada manómetro en el display mientras se usan. Estas tomas deberán identificarse como tomas de calibración para evitar confusiones de los operarios. Los manómetros para la calibración de los manómetros del banco no serán objeto de este suministro.

El oferente, como mejor conocedor de los medios y equipos por él suministrados, aportará el plan de mantenimiento periódico con sus consistencias y periodicidades, incluyendo el mantenimiento legal, en caso de que aplique, así como el plan de calibración aplicables a sus productos de acuerdo con la normativa.

Se deberá diseñar cada banco de tal forma que requiera el menor número de operaciones de mantenimiento y calibración posibles. Además, se valorará que el tiempo entre mantenimientos o calibraciones sea el máximo posible.

El diseño de los bancos se realizará de tal forma que se facilite el acceso a todos los elementos del banco que requieran ajustes o revisiones periódicas de mantenimiento o calibración o sean susceptibles a ser reemplazados por el uso. Entre estas operaciones se encuentran las realizadas por el correspondiente Organismo de Control Autorizado (OCA), como las revisiones de las válvulas de seguridad que incorporen, etc.

Los bancos deberán disponer de un contador horario de funcionamiento real del equipo. Además, se deberán emitir avisos en el display con la periodicidad y antelación que Metro decida para avisar a los mantenedores y/o departamento de calibración de que se aproximan las fechas límite para realizar sus trabajos. Estos avisos impedirán el uso de la máquina, hasta que un perfil “Mantenedor” visualice el aviso y lo posponga hasta poder realizar el trabajo que corresponda.

El display del PC deberá mostrar un mensaje de error de forma automática si se detectase que los parámetros esenciales para el correcto funcionamiento del equipo estuvieran fuera de los límites establecidos por el fabricante del equipo.

Todos los elementos de los bancos que requieran ajustes o revisiones periódicas de mantenimiento o sean susceptibles a ser reemplazados por el uso deberán estar en un lugar accesible.

5.3.5 Control de ruido

El equipo debe diseñarse para no superar el ruido medido máximo en la zona de trabajo.

Los equipos y sistemas mecánicos deberán ser diseñados de forma que el ruido máximo transmitido por los sistemas no supere el admisible por el **RD 286/2006**, sobre la **protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido** o equivalente en su último estado de revisión.

El ruido medido en la **zona de uso del panel de control** de los bancos de pruebas deberá ser como máximo de **78dB(A)**.

5.3.6 Pintura

La limpieza, preparación y pintado deberá realizarse de acuerdo con los requisitos en los que prestarán servicio.

5.3.7 Identificaciones

Todos los útiles y accesorios suministrados con los bancos de pruebas deberán identificarse con un código de identificación. Este código lo definirá Metro.

5.3.8 Placa de características

Las placas de características deberán fijarse en los bancos y en aquellos componentes que debido a sus características así lo requieran.

5.3.9 Otros requisitos

1. El tipo de protección mínima de los diversos elementos será IP-54, debiendo en cualquier caso respetarse lo establecido por la legislación vigente.
2. Todos los riesgos de manipulación, operativos y potenciales de los equipos se identificarán con etiquetas de advertencia en castellano.
3. Se integrarán indicadores luminosos que indiquen errores o avisos durante la utilización de la máquina. Estos indicadores deben integrarse dentro de la estructura compacta del equipo o, en su defecto, colocarse de forma que no puedan servir de colgador.
4. Se indicará si el equipo dispone de indicadores sonoros de advertencia o error. Estos indicadores sonoros se podrán silenciar desde el panel de control.

5.4 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

5.4.1 Sistema informático e integración con servidor

Todo el sistema informático e integración con el servidor deberá seguir la línea base en los ámbitos de desarrollo, sistemas, comunicaciones y seguridad actualmente existentes en Metro de Madrid, y adjuntada en el ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID. Cualquier tarea que implique la necesidad de salirse de esta línea deberá ser sometida a aprobación por parte de Metro de Madrid mediante la provisión por parte del contratista de un informe justificativo y de posibles alternativas. La solución tecnológica propuesta quedará integrada dentro del sistema informático de METRO,

por lo que se deberá tener en cuenta en el análisis las relaciones de esta solución con el resto de las aplicaciones y entornos, con el fin de garantizar la perfecta integración con éstos. Con carácter posterior a la adjudicación, y previo a la fase de inicio del proyecto se determinará, de acuerdo con el equipo de Sistemas de Metro de Madrid, el entorno tecnológico y las herramientas con las que se desarrollará la BBDD y la aplicación en entorno .net.

Puede considerarse la posibilidad que sea .Net Framework y/o .Net Core (aunque no se especifique en la Línea Base). Puede proponerse utilizar Angular en la aplicación cliente web.

En ningún caso se admitirán tecnologías obsoletas y/o sin soporte, aunque se hayan incluido en la Línea Base, que se encuentra en el ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.

5.4.1.1 Requisitos informáticos principales

- Leer la etiqueta RFID del componente para escoger de forma automática la plantilla de pruebas a ejecutar en la aplicación local de cada banco. También deberá poderse ejecutar introduciendo manualmente el código del componente.
- Se deberá crear una aplicación web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro. Desde la aplicación, se podrá acceder a una BBDD interna de Metro para diseñar y crear plantillas para pruebas nuevas o existentes, y buscar los resultados de pruebas realizadas.
- Deberá crearse una aplicación local en el PC del equipo de pruebas, la cual controle el equipo y acceda a las plantillas de la BBDD del servidor de Metro para ejecutar la correspondiente al componente a ensayar. La base de datos no puede ser local, debe estar en red y la aplicación local deberá utilizar servicios web (API web) para intercambiar información con la base de datos en red.
- Permitir la realización de ensayos de forma manual, sin plantillas.
- El acceso a las aplicaciones podrá ser:
 - En local: Desde el PC local de control se podrá acceder a la aplicación local de control.
 - En remoto: Desde el navegador de Internet de los PC corporativos se podrá acceder a la aplicación web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro.

- Los datos de los resultados, informes generados y las plantillas creadas para las pruebas se guardarán en la BBDD interna.
- Permitir acceso remoto VPN al fabricante a la aplicación del servidor y la aplicación local de control para la solución de fallos. Metro definirá el alcance de este acceso con carácter posterior a la adjudicación.
- Toda interfaz hombre-máquina deberá implementarse en idioma español.
- Los permisos de red que Metro dará a los usuarios son de usuario estándar, nunca se darán permisos de administrador. Metro facilitará las herramientas de desarrollo que se necesiten y realizará las tareas que se requieran desde los perfiles de administrador, como instalaciones y configuración. Estas tareas serán realizadas siguiendo los manuales y con soporte del proveedor. Se podrán llegar a dar permisos de administración a procesos con usuarios de sistema (en local), nunca se darán a usuarios conectados en el equipo donde se encuentra la aplicación.
- La propiedad intelectual e industrial de todos los productos desarrollados específicamente para Metro durante el proyecto será exclusiva de Metro. Todos los productos que queden fuera de este ámbito se tendrán que especificar en la oferta.
- A continuación, se presenta la arquitectura general de los bancos de pruebas y que ayudará en los sucesivos apartados a describir los alcances específicos del suministro para cada una de sus partes.

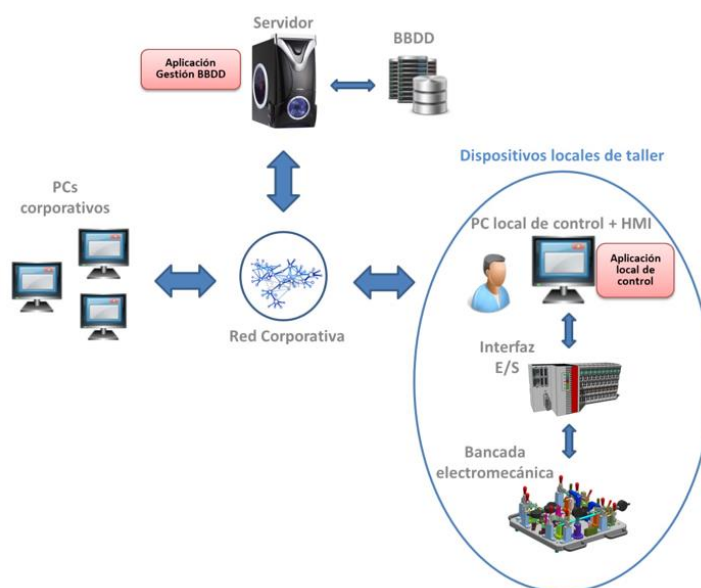


Figura 3. Arquitectura general del banco de pruebas.

5.4.1.2 PC local de control

Metro de Madrid proporcionará al Adjudicatario un PC sobre el que el Adjudicatario deberá desarrollar e integrar una aplicación local de control cuyas características se definirán a continuación. El PC servirá para proporcionar al operario la información y el control necesarios para que éste lleve a cabo las tareas de pruebas sobre la estanqueidad de los circuitos neumáticos de los bogies. Esto se llevará a cabo a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.

Metro homologará en sus instalaciones tanto el Software que se desarrolle como el Software de terceros que deba instalarse en el PC. Es importante destacar que el Sistema Operativo Windows 10 debe ser Windows 10 LTS Enterprise, es decir, licencia empresarial de índole industrial. En ningún caso se pondrá un Windows 10 con licencia “profesional” y esta licencia ni es la recomendada por Microsoft ni tampoco está dentro del actual contrato de mantenimiento para nuestro entorno empresarial.

No hay unas características concretas de PC (maqueta), Metro comprará el PC en base a la necesidad que se especifique tras la adjudicación por el adjudicatario. El adjudicatario deberá definir las características mínimas necesarias del PC.

El PC, al ser un equipo corporativo propiedad de Metro, no podrá salir de las instalaciones del TIR. El fabricante deberá disponer de un equipo propio para realizar los desarrollos en fábrica que necesite. El personal de Metro replicará en el PC corporativo la instalación del programa mediante el seguimiento de las instrucciones correspondientes aportadas por el contratista.

Se incluye en el ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID de este PTT la línea base para la configuración del entorno tecnológico y los requisitos para puesto cliente.

En caso de haya un inconveniente con que Metro suministre el PC, el contratista deberá aportar un informe justificando los motivos. En este caso, Metro valorará y decidirá si se admite que el PC sea suministrado por el adjudicatario, debiendo siempre de tener en cuenta y ajustarse a los requisitos y línea base del puesto cliente.

5.4.1.3 BBDD del servidor

La base de datos debe ser única y residir en un servidor en red, tanto para la aplicación local como la web. Deberá acudirse a estrategias de desarrollo (utilización de caches en local, por

ejemplo) para cubrir la necesidad en la que se haya perdido conexión con la base de datos. Hay que tener en cuenta que la infraestructura de comunicaciones de la que dispone en la actualidad Metro es bastante robusta y tiene muy pocas pérdidas.

En la base de datos del servidor se guardarán los informes en formato .pdf de los test realizados de forma automática para después almacenarlos con el resto de los informes de los test realizados a los diferentes componentes del bogie.

5.4.1.4 Aplicación Web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro de Madrid

El contratista elaborará una aplicación para generar nuevas plantillas para la configuración de parámetros y mantenimiento de datos maestros. Desde esta aplicación también se podrán visualizar y extraer los datos de las pruebas realizadas y generar informes de prueba.

Se elaborará la documentación necesaria para poder operar y mantener la aplicación. Dicha documentación abarcará aspectos como catálogo de requisitos, análisis y diseño de la solución, arquitectura, perfiles, explotación y mantenimiento. También será necesario elaborar un manual de usuario detallado para el perfil administrador y otro manual para usuario estándar.

1. Podrán acceder a la aplicación aquellos terminales remotos o clientes que se encuentren conectados a la red corporativa de Metro, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con el repositorio de usuario en el Directorio Activo.
2. Existirán como mínimo tres entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, pre-producción y producción. El sistema/aplicación deberá estar preparado para trabajar contra cualquiera de ellos a través de mecanismos flexibles. La aplicación se desarrollará en un entorno de 'desarrollo', bien en las instalaciones del Contratista o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en las instalaciones de METRO, en todos los entornos empezando por desarrollo, siguiendo los procedimientos de despliegue de Metro, si fuera necesario debería generarse un instalador y hacer las pruebas necesarias para comprobar que dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución de la aplicación. Adicionalmente deberá entregarse

previo a su aceptación la documentación técnica que permita a Metro la instalación, mantenimiento y soporte de la aplicación.

Una vez realizada la entrega correcta del código en desarrollo, Metro de Madrid realizará todas las pruebas necesarias para validar que la aplicación entregada está completa, correcta, libre de fallos y responde a los requisitos de funcionamiento requeridos. Estas pruebas se deberán realizar con datos reales, por lo que será obligación del Contratista garantizar que los Ficheros, Bases de datos y demás sistemas de almacenamiento de datos, usados en las pruebas, se encuentren cargados correctamente, así como que los datos reales no se perderán o alterarán en toda la fase de ejecución del proyecto.

▪ PLANTILLAS:

1. Los usuarios que tengan permiso tendrán la opción de crear plantillas para pruebas de cada referencia de bogie de forma fácil e intuitiva. Esto incluye nuevas plantillas o pruebas para otros bogies que no estén en el listado de pruebas inicial. El software debe permitir crear plantillas o ensayos nuevos y/o modificar los existentes (solo perfil administrador).
2. En estas plantillas se diseñará la prueba a realizar. El operario deberá estar guiado en todo momento. A través de las plantillas, se podrá definir lo que se va a mostrar en el display durante el ensayo, tanto los pasos que deba seguir el usuario manualmente (mangueras a conectar, utilización de líquido busca fugas, zócalos a utilizar, accionamiento de la sirga, etc.), como los pasos que va a realizar cada banco automáticamente (presiones aplicadas para la prueba de estanqueidad, tiempo transcurrido durante la fase de la prueba, etc.).
3. Se podrá programar, entre otros aspectos, el número de pruebas, la secuencia de las mismas, los parámetros de cada prueba, las indicaciones al operario, los datos de los resultados que se guardarán en la BBDD del servidor, etc.
4. También se podrá definir en estas plantillas si es necesaria la generación de un informe con los datos y resultados del ensayo. En cada plantilla, el informe podrá configurarse en función de las preferencias, es decir, se podrá decidir entre otros:
 - Resultados de los ensayos a mostrar.
 - Datos que se consideren relevantes.

5. Las plantillas se podrán editar actualizando su versión, duplicar y borrar desde uno de los perfiles con el permiso para ello.
6. Las plantillas se almacenarán en la BBDD del servidor interno.

▪ **BUSCADOR EN BBDD DEL SERVIDOR:**

1. Se podrán buscar los resultados de las pruebas almacenados en la BBDD interna, mediante una serie de filtros preestablecidos. Metro definirá tras la adjudicación los datos de los resultados que deben aparecer en el buscador (referencia del bogie, resultado de las pruebas, presiones finales de cada circuito, día, hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, filtrar los test realizados entre dos fechas concretas, etc.).
2. Se podrá descargar el informe de resultados o los datos de los ensayos que se seleccionen para su posterior análisis. El informe se descargará en formato .pdf y los datos se descargarán en formato .xlsx / .csv.
3. Los informes podrán editarse por el administrador, siendo SOLO editables los campos de la cabecera, es decir, número de serie del bogie, orden de trabajo, comentarios, etc. No se podrán editar datos como la matrícula del bogie, fecha, parámetros de ensayo o los datos recogidos por el banco de pruebas a través de sus sensores. Solo el perfil con el permiso correspondiente podrá realizar esta modificación.
4. Se podrán visualizar estadísticas en la aplicación. Se necesita poder visualizar la media y la desviación típica de la pérdida de presión de los circuitos de los bogies, de todos los test realizados y/o de los test seleccionados.

5.4.1.5 Aplicación local de control

El contratista elaborará una aplicación que se instalará en el PC local de control para el control de cada banco.

Se elaborará la documentación necesaria para poder operar y mantener la aplicación. Dicha documentación abarcará aspectos como catálogo de requisitos, análisis y diseño de la solución,

arquitectura, perfiles, explotación y mantenimiento. También será necesario elaborar un manual de usuario detallado para el perfil administrador y otro manual para usuario estándar.

1. Se podrá acceder a ella a través del PC local de control.
2. Se le proporcionará al operario la información y el control a nivel local necesarios para que éste lleve a cabo las tareas de pruebas sobre los bogies, a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.
3. Podrán acceder a la aplicación aquellos terminales remotos o clientes que se encuentren conectados a la red corporativa, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con el repositorio de usuario en el Directorio Activo.
4. Permitirá, al menos, tres perfiles de acceso a la aplicación de control con diferentes privilegios: Usuario, Mantenedor y Administrador. Los privilegios asociados a cada perfil serán definidos por METRO con carácter posterior a la adjudicación.
5. La aplicación deberá disponer de la opción, mediante usuario y clave, de habilitar los privilegios de administrador en cualquier momento, o de cambiar de usuario.
6. Existirán como mínimo tres entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, pre-producción y producción. El sistema/aplicación deberá estar preparada para trabajar contra cualquiera de ellos a través de mecanismos flexibles. La aplicación se desarrollará en un entorno de 'desarrollo', bien en las instalaciones del Contratista o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en las instalaciones de METRO, en todos los entornos empezando por desarrollo, siguiendo los procedimientos de despliegue de Metro, si fuera necesario debería generarse un instalador y hacer las pruebas necesarias para comprobar que dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución de la aplicación. Adicionalmente deberá entregarse previo a su aceptación la documentación técnica que permita a Metro la instalación, mantenimiento y soporte de la aplicación.

Una vez realizada la entrega correcta del código en desarrollo, Metro de Madrid realizará todas las pruebas necesarias para validar que la aplicación entregada está completa, correcta, libre de fallos y responde a los requisitos de funcionamiento requeridos. Estas pruebas se deberán realizar con datos reales, por lo que será obligación del Contratista garantizar que los Ficheros, Bases de datos y demás

sistemas de almacenamiento de datos, usados en las pruebas, se encuentren cargados correctamente, así como que los datos reales no se perderán o alterarán en toda la fase de ejecución del proyecto.

7. Deberá tener acceso a la BBDD del servidor, especificada en el apartado 5.4.1.3 BBDD del servidor, para la descarga en últimas versiones de los ensayos predefinidos con sus parametrizaciones asociadas. La última versión de la plantilla asociada al bogie a ensayar deberá seleccionarse y ejecutarse de forma automática a través de la lectura de la etiqueta RFID o mediante la introducción manual de la matrícula del bogie.
8. En caso de que no sea posible la conexión con la BBDD en el punto anterior, la aplicación deberá avisar de este hecho y tendrá la posibilidad de seleccionar los ensayos predefinidos almacenados a nivel local. Para posibilitar este punto, la aplicación deberá haberse descargado previamente en memoria local los ensayos predefinidos en la BBDD en sus últimas versiones en conexiones previas.
9. La aplicación también permitirá introducir los datos de forma manual para poder realizar ensayos que no estén definidos en la BBDD del servidor.
10. A través del lector RFID, se seleccionará automáticamente el ensayo concreto a realizar. A partir de ese momento, la aplicación irá indicando en pantalla los pasos de prueba que se tienen que realizar y cuál se encuentra en ejecución en cada momento. La aplicación detectará, a través de sus sensores, y siempre que sea posible, cuando se ha completado cada etapa del ensayo y actuará en consecuencia pasando a la siguiente notificándolo en el display del PC local mediante una indicación visual o acústica.
11. Se le debe permitir al operario decidir entre parar, repetir la prueba o continuar con la prueba siguiente. El operario podrá también introducir los valores de las operaciones manuales (si se han encontrado fugas con el spray buscador de fugas, etc).
12. El programa deberá analizar los parámetros introducidos manualmente por el operario y los valores obtenidos de las pruebas automáticas, e indicar si se encuentran o no dentro de las tolerancias establecidas. Se irán registrando todos los parámetros requeridos en las pruebas y comparándolos con los valores límites. Debiendo dar como NO APTO el ensayo en caso de que el valor medido sobrepase los límites máximos o mínimos admisibles.

13. En el display del panel de control se podrán visualizar los resultados de cada prueba, así como los valores máximos y mínimos admisibles.
14. Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
15. Cuando todas las pruebas del ensayo se hayan realizado, se guardarán todos los datos del ensayo en la BBDD del servidor interno de Metro con el fin de conseguir una perfecta trazabilidad, incluyendo los parámetros requeridos en las pruebas funcionales mencionados anteriormente y todos aquellos datos de índole identificativo. Los datos a guardar deberán definirse entre el contratista y Metro tras la adjudicación. Entre otros, estos datos podrán ser:
 - Fecha y hora del ensayo.
 - Identificador del agente que realiza el ensayo.
 - Orden de trabajo asociada.
 - Referencia del bogie de Metro (matrícula).
 - Serie del tren a la que pertenece el bogie.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Pérdida de presión en los circuitos.
 - Tiempo de prueba.
 - Presión de entrada.
 - Presión final medida.
 - Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).
 - Observaciones.
16. En caso de que no sea posible la conexión con la BBDD a la hora de guardar los datos de los resultados, la aplicación deberá avisar de este hecho. Si se produce esta situación, puede indicarse que la aplicación local guarde en caché la información (preferiblemente en ficheros temporales) y actualice cuando tenga la conexión con la base de datos. Adicionalmente la aplicación local controlará con logs los errores de conexión.

5.4.1.6 Interfaz de E/S

Como interfaz de Entrada/Salida se entiende la parte de cada banco de pruebas de carácter eminentemente eléctrico y electrónico encargada de la adaptación y condicionamiento de señales entre el PC local de control y el conjunto de sensores y actuadores del equipo. Dentro

de esta parte se incluirán, por ejemplo, posibles implementaciones basadas en autómatas de control, tarjetas de entradas/salidas digitales y analógicas, tarjetas de comunicaciones de buses industriales, etc.

Los conjuntos de dispositivos constituyentes de esta interfaz deberán cumplir con los siguientes requisitos:

1. En ningún caso el fabricante de los dispositivos a integrar habrá emitido a fecha actual ninguna carta de Interrupción de suministro de producto y final del ciclo de vida asociado a éstos, ni a cualquiera de sus accesorios a integrar en el banco de pruebas. Este aspecto será aplicable y extrapolable tanto para la parte Hardware como para la del Software, incluyendo cualquier componente o elemento mecánico, eléctrico o electrónico a integrar en el banco de pruebas en su conjunto.
2. Cualquier sistema de seguridad autónomo basado en la supervisión o monitorización activa de sensores, actuadores, etc. se deberá implementar mediante módulos de seguridad de fabricantes de reconocido prestigio a nivel internacional, como los módulos SIGUARD de SIEMENS, o PNOZ de PILZ. Los elementos constituyentes de dicho sistema deberán estar en conformidad con la normativa vigente que les fuera de aplicación para poder ser integrados en sistemas de control cuya seguridad sea conforme con los niveles establecidos según las normativas de seguridad de máquinas EN ISO 13849-1 y la EN 62061, o equivalente en su último estado de revisión.
3. En el caso que se opte por una solución de control basada en **autómata programable**, éste deberá ser de un fabricante de reconocido prestigio a nivel internacional, de Siemens o similar. Respecto a este Autómata:
 - Se deberá especificar en la oferta técnica el modelo del Autómata elegido, así como la de sus componentes asociados (tarjetas de entradas/salidas, comunicaciones, etc.) y la versión de Software de Sistema a cargar en el Autómata.
 - Si el autómata integra la funcionalidad de supervisión y/o actuación de seguridades, éste deberá estar en conformidad con la normativa que le fuera de aplicación para poder ser integrado en sistemas de control cuya seguridad sea conforme con niveles de seguridad de categoría PL e, o SIL 3, según las normativas de seguridad de máquinas EN ISO 13849-1 y la EN 62061 respectivamente, o equivalentes en su último estado de revisión.

- El software deberá estar instalado y programado en el PC para poder trabajar con los bogies descritos en la licitación.
 - Se deberá aportar, en relación al software asociado al Autómata, lo siguiente:
 - Aplicación e instrucciones de carga de software.
 - Archivos fuente y compilados de la aplicación cliente.
 - Aplicación de compilación e instrucciones de uso de la misma.
 - Licencias software necesarias.
4. En caso de que no se opte por un control basado en Autómata, el oferente deberá citar este aspecto de forma expresa en su oferta técnica.

5.4.1.7 Acceso remoto externo

Los bancos de pruebas deberán disponer de acceso remoto, que permitirá al fabricante conectarse a la máquina desde cualquier lugar para el mantenimiento o resolución de incidencias durante el periodo de garantía. Esto facilitará la resolución de los diferentes tipos de problemas relacionados con el software del equipo.

El acceso remoto se realizará mediante una VPN con un sistema de claves, donde las conexiones deberán ser autorizadas por METRO. Se deberán seguir las políticas que estén vigentes en el momento de la adjudicación del proyecto.

5.4.2 *Requerimientos de seguridad*

Los bancos de pruebas deberán disponer de los sistemas de seguridad y protección necesarios, que cumplan con los requerimientos de las normativas que apliquen, definidas en el apartado 8 DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN. En caso de ser necesario adaptar el equipo para el cumplimiento de cualquier normativa, incluido el RD1215/97 anexo I y II, o equivalente en su último estado de revisión, será responsabilidad del contratista su adaptación.

5.4.2.1 Enchufes rápidos con tecnología antilatigazo

Por motivos de seguridad, de estandarización y de reducción de repuestos, se pide que todos los enchufes rápidos de cada banco sean de la marca Stäubli o equivalente y dispongan de tecnología antilatigazo.

Estos enchufes rápidos deben cumplir la normativa **ISO 6150 serie C**, en relación a las clavijas de conexión y la normativa **ISO 4414** de **Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos**

de seguridad para los sistemas y sus componentes o equivalente en su último estado de revisión, para la prevención del juego de desconexión.

Se suministrará la siguiente referencia:

- Las tomas rápidas que debe tener el banco para los ensayos de los circuitos de los bogies, así como para la calibración de los manómetros del banco, serán enchufes de Stäubli tipo RCS 06 o equivalente. Para la entrada de suministro de aire neumático, esta será Stäubli tipo RCS 11 o equivalente.



Figura 4. Enchufe rápido RCS 06 Stäubli o equivalente con tecnología antilatigazo.

Cualquier necesidad de salirse de estos requerimientos deberá ser sometida a aprobación por parte de Metro de Madrid, mediante la provisión de un informe justificativo en el que también se indiquen las alternativas.

5.4.3 Mantenimiento automático

Se deberá implementar un sistema para probar de forma automática los circuitos neumáticos del equipo de pruebas. Servirá para verificar la integridad del equipo neumático, incluyendo válvulas, circuitos neumáticos, transductores de presión, etc. sin intervención humana.

Se debe automatizar la secuencia de las pruebas, incluyendo sensores para la detección de fugas y medición de presión en los diferentes puntos del circuito.

A su vez, debe haber una interfaz intuitiva para la visualización de resultados y alertas en caso de fallos.

6 ENSAYOS Y PRUEBAS

6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, los bancos de pruebas de bogies deberán ser probado y verificado por el fabricante antes de su envío para asegurar que sus características están de acuerdo con la especificación técnica.

El CONTRATISTA enviará por escrito a METRO y/o a la Asistencia Técnica un protocolo con la relación de controles, inspecciones y pruebas a realizar para la supervisión, revisión y aceptación de las pruebas FAT.

En caso de un FAT no apto, el contratista deberá solventar con anterioridad al envío las incidencias detectadas.

6.2 PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT)

Una vez finalizada la instalación de los bancos, el CONTRATISTA llevará a cabo una puesta en servicio (COMMISSIONING) para comprobar el correcto funcionamiento de cada uno de ellos y el cumplimiento de las garantías establecidas en las instalaciones de Metro. En esta puesta en servicio, se comprobará la correcta instalación de cada uno de los bancos de pruebas de bogies.

Una vez llevada a cabo la puesta en marcha (COMMISSIONING), se realizarán unas pruebas en Metro (SAT).

El CONTRATISTA enviará por escrito a METRO y/o a la Asistencia Técnica un protocolo con la relación de controles, inspecciones y pruebas a realizar para la supervisión, revisión y aceptación de las pruebas SAT y commissioning. El método de prueba estará de acuerdo con los procedimientos recogidos en los reglamentos, códigos y normas aplicables.

Para que el banco de pruebas pueda ser aceptado y darse por terminado, será necesario que el contratista certifique el banco de pruebas, a través de una empresa acreditada por la ENAC, según los Anexos I y II del RD 1215/1997, o equivalente en su último estado de revisión. El contratista se hará cargo de las modificaciones que haya que realizarle al banco para cumplir con las normativas que se le apliquen, incluido el RD 1215.

7 FORMACIÓN

El plan formación deberá incluir cursos presenciales para todos los tipos de perfiles: usuarios, administradores, mantenedores, personal del departamento de calibración y personal del Área de Sistemas de Información. Los cursos para los diferentes perfiles deberán ser completamente diferenciados y con un carácter eminentemente práctico. Para cada asistente al curso se deberá aportar documentación adecuada y orientada al contenido de cada curso, en castellano.

8 DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Los trabajos objeto del presente contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones jurídicas vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de normas, reglamentaciones, ordenanzas, instrucciones o cualquier otro rango, y tanto tengan carácter o ámbito europeo, nacional, autonómico o local.

Cada banco de pruebas deberá fabricarse y certificarse en conformidad a la siguiente normativa aplicable o equivalente en su último estado de revisión:

- Deberá certificarse con CE y diseñarse y fabricarse de acuerdo con las siguientes Directivas:
 - Directiva Europea sobre Maquinaria 2006/42/CE, cuya transposición al derecho interno español se realiza a través del **RD 1644/2008 de Comercialización y Puesta en Servicio de las máquinas**. En caso de que el nuevo equipo se suministre a partir del 14 de enero de 2027, el reglamento de aplicación sería el **Reglamento (UE) 2023/1230**, de 14 de junio de 2023, relativo a las máquinas, que sustituye a la directiva 2006/42/CE.
 - En materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión, deberán ajustarse en lo dispuesto en la Directiva Europea de bajo voltaje 2014/35/UE cuya transposición al derecho interno español se realiza a través del **RD 187/2016**, de 6 de mayo, por el que se regulan **las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión**.
 - En materia de compatibilidad electromagnética deberán ajustarse en lo dispuesto en la Directiva Europea sobre la Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE cuya transposición al derecho interno español se realiza a través

del **RD 186/2016**, de 6 de mayo, por el que se regula **la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos**.

- En materia de reglamentación de equipos a deberá adecuarse a lo establecido al **Real Decreto 809/2021**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba **Reglamento de equipos a presión e instrucciones técnicas complementarias**.
- En materia de Seguridad de las máquinas deberán ajustarse en lo dispuesto en las normas:
 - **UNE-EN ISO 12100:2012 Seguridad de las máquinas o equivalente. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.**
 - **UNE-EN ISO 13849:2016 Seguridad de las máquinas o equivalente. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.**
 - **UNE-EN ISO 60204-1:2019 Seguridad de las máquinas o equivalente. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.**
 - **UNE-EN ISO 4413:2011 Transmisiones hidráulicas o equivalente. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes.**
- Se debe cumplir y entregar el certificado de calibración de elementos y/o patrones de calibrado según requerimientos de la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 o equivalente Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración**.
- El CONTRATISTA deberá certificar el conjunto conforme al Anexo I y II del **RD 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**. Esta certificación correrá a cargo del CONTRATISTA y deberá realizarla una empresa acreditada por ENAC. Deberán entregarse a Metro los informes y certificados emitidos por la empresa acreditada y será responsabilidad del CONTRATISTA solventar las incidencias detectadas durante el proceso de certificación.
- Los equipos y sistemas mecánicos deberán ser diseñados de forma que el ruido máximo transmitido por los sistemas no supere el admisible por el **RD 286/2006**, sobre la **protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**.
- Los cables eléctricos a utilizar serán de alta seguridad (siglas AS), adecuados para su instalación en locales de pública concurrencia (ITC-BT-28) según los siguientes estándares:



- El oferente deberá disponer de un sistema de gestión de la calidad según la normativa **ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad o equivalente**.
- Adicionalmente a la aplicación de la normativa expuesta en los puntos anteriores y diferentes reseñas a normativa realizada a lo largo de este PPT, el banco de prueba deberá estar conforme a cualquier normativa, disposición legal o reglamentaria que les fuera de aplicación.

El oferente deberá indicar cualquier diferencia existente entre este Pliego y sus códigos y normas de referencia. En caso de desacuerdo entre los requisitos citados en este Pliego y los códigos y normas aplicables, o con la reglamentación española, se aplicará el criterio más restrictivo con necesidad de comunicación por escrito a METRO.

El CONTRATISTA deberá entregar todos los certificados de cumplimiento de las normativas anteriormente especificadas en castellano. En caso de que se detecte un incumplimiento de algún punto de las normativas, el CONTRATISTA deberá modificar el banco para que cumpla con la normativa aplicable o equivalente en su último estado de revisión.

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva 2014/25/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva.

9 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Se indica a continuación, de forma no limitativa, la documentación en castellano a entregar con carácter posterior a la adjudicación.

- Especificaciones técnicas definitivas. En la especificación técnica de la máquina debe incluirse la Evaluación de Riesgos de la misma, con las inclusiones siguientes:
 - Los requisitos esenciales de seguridad y salud de aplicación a la máquina.
 - Medidas preventivas para reducir riesgos.
- Ficha técnica (información sobre fuerzas, recorrido, velocidades, tolerancias, etc.).
- Plano detallado del equipo.
- Manual de operación y descripción del funcionamiento.
- Instrucciones de seguridad y precauciones específicas.
- Plan de mantenimiento y de calibración. El plan de mantenimiento deberá incluir las revisiones periódicas a realizar sobre los equipos a presión constituyentes del banco de pruebas (detallando los elementos del banco que les sea de aplicación) y cuyo mantenimiento legal sea de obligado cumplimiento según requerimientos del **Real Decreto 2060/2008** de 12 de diciembre, por el que se aprueba **Reglamento de equipos a presión e instrucciones técnicas complementarias**, o equivalente en su último estado de revisión.
- Manual de instalación.
- Manual de izado y transporte del banco dentro del taller
- Manual de uso de útiles
- Procedimientos de pruebas en fábrica (FAT), y en destino final (SAT, commissioning).
- Planos del equipo y de los accesorios en 2D en formato .CAD y .pdf y 3D en formato .stp. final.
- Planos de fabricación de utillajes.
- Esquemas eléctricos y de control y esquemas neumáticos
- Listado de entradas y salidas (digitales y analógicas).
- Listado y especificaciones del Hardware usado en el control del banco.
- Documentación de controles, comprobaciones y verificaciones.
- Interfaces (necesidades de suministro eléctrico, neumático y descripción de aplicaciones y equipos informáticos, ...).
- Certificados de calibración de todos los componentes que apliquen.

- Documentación de mantenimiento legal de la máquina (reglamentaciones de ámbito estatal o autonómico, periodicidades, consistencias y gestiones administrativas a formalizar en cada caso).
- Esquemas de los subconjuntos mecánicos con nomenclaturas.
- Catálogos comerciales de los aparatos y equipamiento instalado en los equipos.
- Documentación de software (final): Metro de Madrid aportará unas plantillas donde el adjudicatario deberá incluir la información. Los documentos a entregar serán los siguientes:
 - Catálogo de Requisitos.
 - Documento de Análisis Funcional.
 - Manual Común de Arquitectura.
 - Documento de Diseño Técnico.
 - Manuales de Explotación de los aplicativos. Manual aplicación web y manual aplicación local.
 - Plan de Pruebas.
 - Manual de Mantenimiento del desarrollo.
 - Plan de Paso a pre-producción/producción.
- Código fuente de los softwares desarrollados.
- Licencia de uso del software para toda la vida útil del equipo. Las licencias deberán ser instaladas en el equipo, no se aceptará que la licencia esté conectada de forma permanente con soportes físicos.
- Como documentación a aportar referente al marcado CE se exigirá la entrega de la siguiente documentación:
 - Expediente Técnico del producto según exigencias incluidas en el Anexo VII parte A del RD 1644/2008, o equivalente en su último estado de revisión.
 - Declaración de Conformidad CE emitida y firmada por el fabricante.
- Homologaciones.
- Todos los certificados necesarios para el uso del banco de pruebas.

- Certificado según el RD 1215/1997 anexo I y II, o equivalente en su último estado de revisión, así como los informes de evaluación del organismo acreditado por ENAC donde se recoja la información de las inspecciones y análisis de riesgos del equipo, así como de los accesorios y útiles.

Conviene señalar que la entrega de documentación técnica será condición necesaria para formalizar la Recepción Definitiva.

10 REPUESTOS

El Contratista aportará una lista de los repuestos recomendados para las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo para un período de cinco (5) años. Por otro lado, el fabricante se comprometerá a mantener la disponibilidad de los repuestos por un período no inferior a 10 años.

El CONTRATISTA deberá suministrar un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo para un periodo de cinco (5) años.

Los repuestos deberán incluir una (1) unidad de Autómata para cada uno de los bancos con el programa cargado (más accesorios) en caso de optar por una solución basada en Autómata programable, tal y como se especifica en el apartado 6.4.3 Interfaz de E/S.

11 GARANTÍA

Periodo de garantía. El Contratista garantizará el cumplimiento de todas las características ofertadas durante un tiempo que nunca será inferior a un (2) años. Este periodo comenzará a contarse desde la finalización satisfactoria de la recepción provisional en instalaciones de METRO DE MADRID, S.A.

ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID

ANEXO II – DATOS, PLANOS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DATOS DE LAS PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD DE BOGIES DEL TIR DE METRO DE MADRID

Notas:

**acoplamiento directo con manguera

Matrícula	Modelo	Fabricante	Descripción	Serie del tren
-	-	-	BOGIE 2000 MOTOR	2000 MOTOR
-	-	-	BOGIE 2000 REMOLQUE	2000 REMOLQUE
-	-	-	BOGIE 3000 1ª	3000 1ª
-	-	-	BOGIE 3000 lote	3000 lote
-	-	CAF	BOGIE 3000 lote (Impulsiador)	3000 lote (Impulsiador)
-	-	-	BOGIE 5000 **	5000 **
-	-	-	BOGIE 6000	6000
-	-	-	BOGIE 7000	7000
-	-	-	BOGIE 8000 1ª	8000 1ª
-	-	-	BOGIE 8000 lote	8000 lote
-	-	-	BOGIE 9000	9000

SUSPENSIÓN SECUNDARIA				FRENO SERVICIO				FRENO CON ESTACIONAMIENTO				SIRGA AUTOMÁTICA				LIMPIADOR BANDAJE			
Presión prueba [kg/cm ²]	Tolerancia (+/-)	Tiempo (minutos)	Pérdida máxima [kg/cm ²]	Presión prueba [kg/cm ²]	Tolerancia (+/-)	Tiempo (minutos)	Pérdida máxima [kg/cm ²]	Presión prueba [kg/cm ²]	Tolerancia (+/-)	Tiempo (minutos)	Pérdida máxima [kg/cm ²]	Presión prueba [kg/cm ²]	Tolerancia (+/-)	Tiempo (minutos)	Pérdida máxima [kg/cm ²]	Presión prueba [kg/cm ²]	Tolerancia (+/-)	Tiempo (minutos)	Pérdida máxima [kg/cm ²]
1,5	0,1	20	0,3	3	0,3	20	0,6	6	0,3	20	1,2					3	0,2	20	0,6
1,5	0,1	20	0,3	3	0,3	20	0,6	6	0,3	20	1,2								
1,5	0,1	15	0,1	3,8	0,3	15	0,3	6,3	0,3	15	0,3								
1,5	0,1	15	0,1	3,8	0,3	15	0,3	6,3	0,3	15	0,3	5	0,3	0,5	verificar que actúa				
1,5	0,1	15	0,1	3,8	0,3	15	0,3	6,3	0,3	15	0,3	5	0,3	0,5	verificar que actúa	5	0,3	15	0,3
5	0,3	20	1	1,5		20	0,3	5	0,3	20	1								
1,5	0,1	15	0,1	3,8	0,3	15	0,3	6,3	0,3	15	0,3					5	0,3	15	0,1
1,5	0,1	20	0,3	3,8	0,3	20	0,76	6,8		20	1,25					5	0,3	20	1
1,5	0,1	15	0,1	3,8	0,3	15	0,3	6,3	3	15	0,3					5	0,3	15	0,1
1,5	0,1	15	0,1	3,8	0,3	15	0,3	6,3	0,3	15	0,3	5	0,3	0,5	verificar que actúa	5	0,3	15	0,1
1,5	0,1	20	0,3	3,8	0,3	20	0,76	6,8	0,3	20	1,25					5	0,3	20	1

