

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE CUATRO BANCOS AUTOMATIZADOS DE PRUEBAS PARA VÁLVULAS DE CIRCUITOS NEUMÁTICOS FERROVIARIOS EN LAS INSTALACIONES DEL TALLER INTEGRAL DE REPARACIONES (TIR) DE METRO DE MADRID S.A.

CODIGO: 20



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

ÍNDICE

1	OBJETO	2
2	ALCANCE.....	2
3	CONDICIONES DE SERVICIO.....	4
4	LÍMITES DE SUMINISTRO.....	4
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.....	5
5.1	VÁLVULAS A MANTENER	6
5.2	PRUEBAS A REALIZAR.....	6
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	8
5.3.1	Requisitos principales.....	9
5.3.2	Útiles de sujeción y pruebas de válvulas.....	10
5.3.3	Mantenimiento y calibración	11
5.3.4	Control de ruido	12
5.3.5	Iluminación	13
5.3.6	Pintura	13
5.3.7	Identificaciones	13
5.3.8	Placa de características	13
5.3.9	Otros requisitos	14
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	14
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	14
5.4.1	Mantenimiento automático	24
5.4.2	Requerimientos de seguridad	25
6	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	26
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	26
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	26
7	FORMACIÓN	27
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	27
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	30
9.1	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN LA FASE DE OFERTA	30
10	REPUESTOS.....	33
11	GARANTÍA.....	33
	ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.....	34
	ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	34

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 cuatro (4) bancos automatizados de pruebas de válvulas de circuitos neumáticos ferroviarios** a instalar en el Taller Integral de Reparaciones (en adelante T.I.R.) de Metro de Madrid, S.A. (en adelante METRO). Cada banco deberá estar diseñado para ensayar los distintos tipos de válvulas 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 los bancos automatizados de pruebas de válvulas de circuitos neumáticos ferroviarios, incluyendo las que se indican en el apartado 4 LÍMITES DE SUMINISTRO del presente PPT.
- Diseño, fabricación y suministro de útiles necesarios para posicionar, asegurar y probar las diversas válvulas en los bancos de pruebas. Dichos útiles deberán disponer de número de identificación grabado y se encuentran descritos en el apartado 5.3.2 Útiles de sujeción y pruebas de válvulas.
- 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 cada banco de pruebas, en su plataforma hardware y en los sistemas informáticos de METRO.
- El suministro de un (1) juego de repuestos por cada banco para el mantenimiento correctivo y preventivo 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 6.4.3 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 la máquina.

- 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**. Dichos elementos y/o patrones de calibrado especiales deberán disponer de número de serie.
- 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**.
- Cada banco de pruebas deberá 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. 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 los bancos para que cumplan dicha normativa.
- Se deberá entregar un certificado emitido por una empresa acreditada por la ENAC o por el propio fabricante de las válvulas, de forma que acredite que los equipos de pruebas cumplen y siguen las normas técnicas de mantenimiento asociadas a los componentes que se mantendrán en el mismo.
- 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 válvulas 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 % \pm 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 10 y 11,5 bar.
- Toma de red LAN.

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.

A disposición del CONTRATISTA se situarán, en puntos cercanos a la ubicación de la máquina, a no más de 15 metros, las tomas para la acometida eléctrica, neumática, hidráulica y de red necesarias para su funcionamiento.

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

- Todas las instalaciones y actuaciones complementarias que se necesiten desde los puntos de suministro al equipo (bornes de conexión en cuadros eléctricos, conexión a la red neumática del T.I.R., conexión a la red hidráulica, bandejas de rejilla tipo Rejiband con todos los soportes y accesorios necesarios, etc.), incluyendo mangueras, cableados

y protecciones eléctricas de cabecera en el cuadro de fuerza y locales en cada banco de pruebas.

- Las protecciones deberán ser superinmunizadas. Dichas protecciones deberán ser validadas previamente por Metro de Madrid para su instalación.
- Si bajo requerimiento de Metro, la conexión del equipo se realizara finalmente en la blindobarra existente (3P+N+T), será responsabilidad del contratista el suministro e instalación de la caja de conexiones a ésta donde irán alojadas las correspondientes protecciones.
- Tuberías de canalizaciones de cableado necesarias de plástico, auto-extinguible, no emisor de gases tóxicos y libre de halógenos, con p.p. de elementos de sujeción y de conexión.
- Los cables eléctricos a utilizar serán de alta seguridad (siglas AS), adecuados para su instalación en locales de pública concurrencia (ITC-BT-28).
- Respecto al conexionado de los bancos al sistema neumático del T.I.R. de METRO, se deberá realizar con las protecciones y filtros necesarios que garanticen la seguridad y condiciones de funcionamiento de cada banco de pruebas y de los equipos a ensayar.
- Todos los anclajes necesarios para la fijación e instalación del equipo.
- 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.
- Cualquier elemento o puntos para el izado necesarios para la descarga, transporte y manipulación de cada banco dentro del taller. El contratista deberá incluir entre la documentación a entregar, el manual de izado y transporte.
- Cualquier otra actuación complementaria, que sea necesaria para el funcionamiento de las máquinas.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

Los bancos de pruebas de válvulas deberán diseñarse para realizar, **de manera semi-automatizada**, los trabajos de verificación funcional de las válvulas 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 válvula. 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 de cada 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, tipo, etc. de válvula) y la emisión de informes de prueba.

5.1 VÁLVULAS A MANTENER

Los bancos de pruebas de válvulas deberán diseñarse para probar las válvulas definidas en el ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

La tabla de características de las válvulas a ensayar en los bancos de pruebas se encuentran en el

ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA para la consulta por parte del oferente. Cada banco de pruebas deberá ser compatible con todas las válvulas a ensayar.

5.2 PRUEBAS A REALIZAR

Cada banco de pruebas de válvulas deberá diseñarse de forma que permita realizar todos los ensayos indicados en las normas técnicas de mantenimiento del fabricante de las mismas para cada una de las referencias.

Los protocolos de prueba y las normas técnicas de mantenimiento de los componentes a ensayar serán entregados en fase de proyecto, previa firma de un contrato de confidencialidad.

El contratista deberá emitir una certificación por un organismo acreditado por la ENAC o por el propio fabricante de las válvulas, que asegure que los bancos de ensayo siguen los protocolos de prueba y/o normas técnicas de mantenimiento del fabricante para cada una de las referencias.

A continuación, se listan algunas pruebas (o parametrizaciones) que deben realizarse a las válvulas especificadas en el

ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

- Operaciones previas:
 - El banco tendrá modo manual para permitir probar al operario ciertas válvulas para su ajuste antes de comenzar el ensayo.
- Operaciones manuales: Todas las operaciones sobre el componente a probar las realizará el operario de forma manual. El software deberá indicar al operario en qué momento debe realizarlas para poderlas realizar bajo condiciones seguras. Estas operaciones podrán ser:
 - Abrir o cerrar ciertas válvulas con accionamiento manual del componente a probar, antes o durante el ensayo.
 - Permitir al operario rociar el componente con agua jabonosa para verificar la estanqueidad.
- Pruebas neumáticas y eléctricas automáticas:
 - Verificación de hermeticidad de la válvula a ensayar.
 - Verificación del correcto funcionamiento de la válvula a ensayar siguiendo el protocolo de pruebas indicado en las normas técnicas de mantenimiento del fabricante.

Adicionalmente:

- Se deberá poder elegir en el display de los bancos de ensayo la matrícula o tipo de válvula a ensayar. Otra forma para introducir la matrícula deberá ser mediante la lectura de la etiqueta RFID de la válvula.
- El operario debe introducir de forma manual la orden de trabajo asociada a las pruebas que va a realizar.
- Cada 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 de la válvula.
- Cada 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. 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 fijar la válvula de forma rápida y segura.

- 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 la presión aplicada, la presión medida durante la prueba, el tiempo transcurrido de ensayo y el tiempo restante para terminar.
- El programa también validará si todos los resultados de las operaciones se encuentran dentro de las tolerancias establecidas en las plantillas para esa válvula. 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 de la válvula de METRO (matrícula)
 - Número de trazabilidad de Metro.
 - Serie del tren a la que pertenece la válvula.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Resultado de las pruebas de hermeticidad de la válvula a ensayar.
 - Resultado de las pruebas de funcionamiento de la válvula a ensayar.
 - Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).
 - Observaciones.

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El equipo de pruebas de válvulas se utilizará exclusivamente para comprobar que las válvulas están bien montadas, se encuentran en buen estado y funcionan correctamente.

La bancada electromecánica se compondrá por el conjunto de elementos electromecánicos tales como sensores, actuadores, transductores, etc. así como los elementos mecánicos asociados como los útiles de sujeción, etc.

5.3.1 Requisitos principales

Los requerimientos principales asociados a esta bancada serán los siguientes:

1. Dimensiones: Cada banco no deberá superar las siguientes dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura): 2500 x 1800 x 3000 mm. Dentro de dicho dimensionamiento se incluye el panel de control, los sistemas neumáticos y eléctricos del banco y la zona de pruebas de válvulas. Cada banco deberá diseñarse de acuerdo a la ubicación prevista e indicada en el
2. ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE [REFERENCIA](#).
3. Todos los componentes internos necesarios para el funcionamiento del banco de pruebas (calderines, mangueras neumáticas, electroválvulas, cableado eléctrico, etc.) deben quedar ocultos y protegidos bajo llave, de forma que el banco sea una estructura cerrada que guarde una estética general con el resto de los equipos del taller. Que estos componentes internos queden ocultos y bajo llave, no exime de que sean fácilmente accesibles para el mantenimiento.
4. Junto con los bancos, se deberán suministrar los útiles necesarios para la fijación de las válvulas a la bancada. Estos útiles se describen en el apartado 5.3.2 Útiles de sujeción y pruebas de válvulas.
5. La zona de pruebas de válvulas constará de dos espacios, una mesa de pruebas y una zona de pruebas con perfiles ranurados Bosch o similar.
6. La zona de pruebas compuesta por perfiles ranurados Bosch o similar se diseñará de forma que se puedan fijar a estos perfiles los útiles, zócalos o válvulas cuando se vayan a utilizar/ensayar. Estos perfiles también permitirán retirar los útiles o zócalos para poder guardarlos cuando no se vayan a usar.
7. La mesa de pruebas estará destinada para aquellas válvulas que no necesiten colocarse en los perfiles ranurados, ya sea porque no requieren útil o zócalo o porque la geometría de la válvula no lo permite. Esta mesa de pruebas contará también con un tornillo de banco con giro para la sujeción de las válvulas que así lo permitan. Este tornillo tendrá base giratoria que permitirá posicionar el tornillo hasta un giro de 360 grados. Poseerá

- unas mordazas de una longitud mínima de 125mm y el rango de apertura de las mismas será, como mínimo, de 0 a 135mm.
8. Se deberán suministrar todas las tomas, mangueras y útiles necesarios para conectar las válvulas a los bancos de ensayos. Las tomas de los bancos, tanto para los ensayos como para la calibración de los manómetros deberán ser tomas rápidas hembra del tipo RCS 06 de la marca Staübli o equivalente. Las mangueras serán lo suficientemente largas como para llegar a los puntos de entrada y salida de los circuitos neumáticos de cada válvula a probar.
 9. Se deben poder suministrar a las válvulas presiones constantes en cada toma de entre **0 y 10 bares**. Por lo tanto, se pide que la presión de cada banco pueda variar entre 0 y 16 bares. Se podrán parametrizar presiones con una precisión de una centésima de bares.
 10. La precisión total de medición de la presión deberá ser menor o igual a 1% del valor medido.
 11. Cada banco contará con una fuente de alimentación para conectar y ensayar las distintas válvulas. La tensión será regulable hasta un máximo de **110 Vdc**. La corriente será **1 A**.
 12. La tensión deberá poderse medir con una precisión de, al menos, **0,01 V**.
 13. 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. Estos parámetros podrán ser la presión, la tensión y el tiempo, entre otros.
 14. Cada banco debe contar con un escape para despresurizar las válvulas una vez finalizadas las pruebas.
 15. El banco dispondrá en su parte inferior de espacios para el almacenamiento de racores, mangueras, útiles y accesorios, de forma que estos queden accesibles desde la parte frontal del equipo y protegidos bajo llave.
 16. Si la realización de la oferta requiere disponer de algún dato técnico adicional sobre los paneles este deberá ser solicitado por escrito a Metro de Madrid, el cual tendrá la potestad de dar contestación al mismo o remitir al fabricante de los mismos. Así mismo si el oferente considera necesario algún dato adicional a los planteados y este no ha sido aclarado por Metro de Madrid deberá aparecer especificado, como suposición por parte del oferente.

5.3.2 Útiles de sujeción y pruebas de válvulas

El CONTRATISTA deberá diseñar, fabricar y suministrar un (1) juego de útiles necesarios por equipo para sujetar, posicionar, asegurar y probar las válvulas, definidas en el apartado 5.1 VÁLVULAS A MANTENER.

Estos útiles deberán diseñarse con el fin de que la fijación de las válvulas sea fácil, sencilla y que los tiempos de fijación de la válvula al banco y a las tomas neumáticas del mismo se minimicen.

Si alguna de las válvulas a ensayar requiere de un zócalo del fabricante de las mismas para ser ensayada, el zócalo será suministrado por METRO. Para más aclaración, se entiende como zócalo: aquel elemento incluido en el tren necesario para probar las válvulas de forma individual que tiene número de referencia comercial para su compra al mismo fabricante de las válvulas. La existencia de zócalo no implica el no desarrollo del útil de sujeción y pruebas, a no ser que el propio zócalo pueda colocarse en cualquier zona de prueba del banco.

Los tipos de útil necesarios por equipo se han estimado en el

ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA en base a los útiles empleados actualmente en los bancos de prueba existentes. Todas las válvulas descritas en ese anexo deberán poderse mantener en el banco.

Todos los útiles fabricados deberán disponer de un número de identificación que definirá METRO.

El Contratista será responsable de realizar y entregar planos de fabricación de estos útiles.

Dentro del manual del banco de pruebas se deben incluir los manuales de uso de los útiles.

5.3.3 Mantenimiento y calibración

Se deberá suministrar un (1) juego para todos los bancos 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.

Con respecto a la calibración, el contratista deberá diseñar cada banco incluyendo las tomas para la calibración de los manómetros de los bancos. Estas tomas para la calibración de los manómetros serán enchufes rápidos tipo RCS 06 de la marca Staübli 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 del banco 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 digitales de cada 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 aplicable 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 de los bancos 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, llenado y vaciado de agua de los calderines que haya que retimbrar, etc.

Cada banco deberá 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.

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.

5.3.4 Control de ruido

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**.

El ruido medido a una distancia de **1 metro** desde el equipo y en la **zona de uso del panel de control**, deberá ser como máximo de **78dB(A)**.

5.3.5 Iluminación

Las zonas de los bancos donde el operario trabaje deberán estar correctamente iluminadas conforme al **RD 486/1997**, por el que se establecen **las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo**. Debiendo el CONTRATISTA añadir la iluminación que necesite cada banco para que se cumpla el nivel mínimo de iluminación en las siguientes zonas, según el tipo de tarea a realizar:

- Interior de los cuadros eléctricos. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **300 luxes**.
- Zona del panel de control. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **300 luxes**.
- Zona de prueba de válvulas. La intensidad mínima de luz en esta zona deberá ser de **500 luxes**.

La iluminación debe ser LED, con luz neutra entre 2700 y 4000K. La iluminación de cada zona debe poderse encender y apagar mediante interruptores independientes.

Se deberá tener en consideración que no se generen brillos o reflejos indeseados que impidan al operario visualizar los displays mientras se utilizan los bancos.

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 cada banco 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. Cada banco incorporará los habitáculos necesarios para contener los diversos utillajes y herramientas especiales fabricados para el uso, mantenimiento y calibración de los bancos, de forma que queden protegidos bajo llave cuando no se estén utilizando.
2. El tipo de protección mínima de los diversos elementos será IP-54, debiendo en cualquier caso respetarse lo establecido por la legislación vigente.
3. Todos los riesgos de manipulación, operativos y potenciales de los equipos se identificarán con etiquetas de advertencia en castellano.
4. Se integrarán indicadores luminosos que indiquen de errores o avisos durante la utilización de la máquina. Se indicará si disponen de indicadores sonoros de advertencia o error.

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 de cada banco de pruebas, la cual controle los bancos 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's 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.

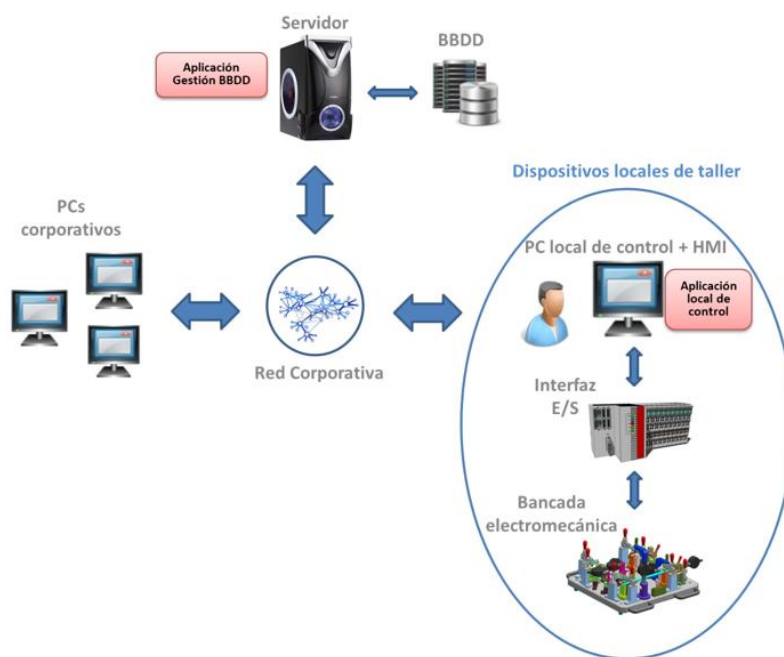


Figura 1. Arquitectura general de los bancos de pruebas.

5.4.1.2 PC local de control

METRO de Madrid proporcionará al Adjudicatario cuatro (4) PCs en total (uno para cada banco de pruebas) 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 las válvulas. 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.

En caso de que para controlar el PC se requiera un teclado y/o un ratón, el contratista será responsable de su suministro y el equipo deberá integrar una bandeja extraíble donde éstos se podrán colocar y proteger bajo llave. De esta forma, se podrán escamotear mientras no se estén utilizando para prolongar su vida útil, al estar protegidos frente a posibles salpicaduras de líquido buscafugas. También sería válida una solución donde el teclado y el ratón se encuentren integrados en el banco con una protección frente a posibles salpicaduras, o una solución que sea mezcla de ambas propuestas. La solución final adoptada tendrá que ser validada por Metro.

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.

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 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.

▪ PLANTILLAS:

1. Los usuarios que tengan permiso tendrán la opción de crear plantillas para pruebas de cada referencia de válvula de forma fácil e intuitiva.
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 (medidas a realizar, mangueras a conectar, etc.), como los pasos que va a realizar cada banco automáticamente (presiones aplicadas para la prueba de estanqueidad, pruebas de funcionamiento, 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 de la válvula, resultado de las pruebas de estanqueidad, resultado de las pruebas de funcionamiento, día, hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, por código de válvula, filtrar los tests 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.

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 los bancos.

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 las válvulas, 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 a cada válvula 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 de esa válvula.
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 el paso o continuar con el paso siguiente.
12. El programa deberá analizar 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 y 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 de la válvula de METRO (matrícula)
 - Número de trazabilidad de Metro.
 - Serie del tren a la que pertenece la válvula.
 - Modelo y número de serie del fabricante.

- Resultado de las pruebas de hermeticidad de la válvula a ensayar.
- Resultado de las pruebas de funcionamiento de la válvula a ensayar.
- 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 de la bancada electromecánica. 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 los bancos 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 cada 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**.

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 equivalente**.
- El software deberá estar instalado y programado en el PC para poder trabajar con las válvulas descritas 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

Cada banco de pruebas deberá 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.

5.4.1 Mantenimiento automático

Se deberá implementar un sistema para probar de forma automática los circuitos neumáticos de los equipos. Servirá para verificar la integridad de los sistemas neumáticos, incluyendo válvulas, circuitos neumáticos, transductores de presión, etc.

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

La prueba deberá poderse controlar y seleccionar desde el panel de control de cada equipo. A su vez, debe haber una interfaz intuitiva para la visualización de resultados y alertas en caso de fallos.

5.4.2 Requerimientos de seguridad

Cada banco de pruebas deberá 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, será responsabilidad del contratista su adaptación.

En todo caso, el oferente deberá detallar en su oferta para los contratos basados los sistemas de seguridad que poseen los bancos.

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 los bancos 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** para la prevención del juego de desconexión.

Se suministrará la siguiente referencia:

- Las tomas rápidas que debe tener cada banco para los ensayos de las válvulas, así como para la calibración de los manómetros de los bancos, serán enchufes de Staübli tipo RCS 06 o equivalente



Figura 2. Enchufe rápido RCS06 Staübli 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.

6 ENSAYOS Y PRUEBAS

6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, los bancos de pruebas de válvulas deberán ser probados y verificados 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 banco de

pruebas de válvulas y el cumplimiento de las garantías establecidas en las instalaciones de METRO. En esta puesta en servicio, se comprobará la correcta instalación de los bancos de pruebas de válvulas.

Una vez llevada a cabo la puesta en marcha (COMMISSIONING), se realizarán unas pruebas en METRO (SAT). Una de las pruebas a realizar durante el SAT deberá ser una prueba de ensayo real con componentes que se prueban en el banco de ensayo. Metro prestará estos componentes para la realización de las pruebas 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 cada banco de pruebas pueda ser aceptado y darse por terminado, será necesario que el contratista certifique los bancos de pruebas y sus accesorios, a través de una empresa acreditada por la ENAC, según los Anexos I y II del RD 1215/1997. El contratista se hará cargo de las modificaciones que haya que realizarle a cada banco para cumplir con las normativas que se le apliquen, incluido el RD 1215. Así mismo, se deberá entregar el certificado por un organismo acreditado por la ENAC o por el propio fabricante de los componentes a probar, que asegure que el banco de ensayo sigue los protocolos de prueba y/o normas técnicas de mantenimiento del fabricante para cada una de las referencias.

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:

- 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. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo o equivalente.**
 - **UNE-EN ISO 13849:2016 Seguridad de las máquinas. 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. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales o equivalente.**
- **UNE-EN ISO 4413:2011 Transmisiones hidráulicas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes o equivalente.**
- 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 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración o equivalente.**
- 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.**
- Las zonas de los bancos donde el operario trabaje deberán estar correctamente iluminadas conforme al **RD 486/1997**, por el que se establecen **las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.**
- 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, cada 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 los bancos para que cumplan con la normativa aplicable.

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

Toda la documentación técnica indicada en los siguientes apartados deberá entregarse en castellano.

9.1 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN LA FASE DE OFERTA

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

- Planos definitivos de la obra civil, si la hubiera.
- 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 presiones, voltaje, intensidades, precisiones, 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 de cada 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**.
- Manual de instalación.
- Manual de izado y transporte de los bancos dentro del taller.
- Manual 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, para insertarlos en los planos de layout del taller.
- 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 de cada 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.
- Lista de componentes instalados en la máquina con referencias comerciales .
- Catálogos comerciales de los aparatos y equipamiento instalado en los equipos.
- Listado de herramientas especiales y útiles suministrados con el equipo.
- Documentación de software: 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 software desarrollados exclusivamente para Metro.
- 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.
 - Declaración de Conformidad CE emitida y firmada por el fabricante.
- Homologaciones.
 - Todos los certificados necesarios para el uso de los bancos de pruebas.
 - Certificado por un organismo acreditado por la ENAC o por el propio fabricante de las válvulas, que asegure que el banco de ensayo sigue los protocolos de prueba y/o normas técnicas de mantenimiento del fabricante para cada una de las referencias.
 - Certificado según el RD 1215/1997 anexo I y II, 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 correctivo y preventivo 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 todos los repuestos necesarios para el mantenimiento correctivo y preventivo de todos los bancos de pruebas de válvulas 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 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 dos (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, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA