

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA TORRES DE SECADO FERROVIARIAS EN LAS INSTALACIONES DEL TALLER INTEGRAL DE REPARACIONES (TIR) DE METRO DE MADRID S.A.

CODIGO: 18



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	COMPONENTES A MANTENER.....	6
5.1.1	Torres de secado a mantener	6
5.1.2	Válvulas de torres de secado a mantener	6
5.2	PRUEBAS A REALIZAR.....	7
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	10
5.3.1	Requisitos principales.....	10
5.3.2	Útiles.....	12
5.3.3	Mantenimiento y calibración	14
5.3.4	Control de ruido	15
5.3.5	Iluminación	15
5.3.6	Pintura	16
5.3.7	Identificaciones	16
5.3.8	Placa de características	16
5.3.9	Otros requisitos	16
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	17
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	17
5.4.1	Mantenimiento automático	28
5.4.2	Requerimientos de seguridad	28
6	ENSAYOS Y PRUEBAS	30
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	30
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	30
7	FORMACIÓN	31
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	31
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	34
10	REPUESTOS.....	36
11	GARANTÍA.....	36
	ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.....	37
	ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	0

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 un (1) banco de pruebas de torres de secado ferroviarias** 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 torres de secado 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 del banco de pruebas de torres de secado, incluyendo las que se indican en el apartado 4 LÍMITES DE SUMINISTRO del presente PPT.
- Diseño, fabricación y suministro del utillaje necesario para posicionar, asegurar y probar las diversas torres de secado en el banco de pruebas. Dichos utillajes deberán disponer de número de identificación grabado y se encuentran descritos en el apartado 5.3.2 Útiles.
- 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 el banco 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 del banco de pruebas de torres de secado 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 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**.
- El 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 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 del banco de prueba de torres de secado 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

El banco fabricado se instalará 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., 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 el propio 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 suportación y de conexión.
- Respecto al conexionado del banco 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 del 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 del 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

El banco de pruebas de torres de secado deberá diseñarse para realizar, **de manera semi-automatizada**, los trabajos de verificación funcional de las torres de secado, válvulas de purga y válvulas de émbolo doble 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 torre de secado, válvula de purga y válvula de émbolo doble. 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, tipo, etc. de componente) y la emisión de informes de prueba.

5.1 COMPONENTES A MANTENER

La tabla de características de las torres de secado, válvulas de purga y válvulas de doble émbolo a ensayar en el banco de pruebas se encuentra en el ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA para la consulta por parte del oferente. El banco de pruebas deberá ser compatible con las torres de secado a ensayar.

5.1.1 Torres de secado a mantener

El banco de pruebas de torres de secado deberá diseñarse para probar los siguientes tipos de torres de secado actualmente disponibles en Metro de Madrid:

Tabla 1. Torres de secado a mantener en el banco de pruebas.

Matrícula Metro	Ref. Fabricante	Fabricante	Descripción
172102	LTZ-015-HF (A28)	KNORR	A-28 SECADOR DE AIRE LTZ-015-HF
189003	-	KNORR	SECADOR DE AIRE
273401	LTZ-015-HF	KNORR	SECADOR DE AIRE LTZ-015-HF
283402	LTE-012-F (A28)	KNORR	SECADOR DE AIRE LTE-012-F (A28)
89028	LTE	KNORR	SECADOR AIRE LTE
Z90044	-	KNORR	UNIDAD DE SECADO 9000
C33201	LTZ 015.2H	KNORR	EQUIPO DE SECADO 3000
89009	-	KNORR	UNIDAD SECADO
-	LTZ015.H	KNORR	EQUIPO DE SECADO DE AIRE LTZ015.H

5.1.2 Válvulas de torres de secado a mantener

El banco de pruebas de torres de secado deberá diseñarse para probar las siguientes válvulas de purga y válvulas de émbolo doble de manera individual antes de montarse en su conjunto de torre de secado.

Tabla 2. Válvulas de purga y de émbolo doble a mantener en el banco de pruebas.

Matrícula Metro	Ref. Fabricante	Fabricante	Descripción
83119	-	KNORR	VALVULA PURGA AUTOMATICA (CONJUNTO)
89040	-	KNORR	VALVULA DE PURGA EW 01 KNORR 3B 64606
189005	-	KNORR	VALVULA DE EMBOLO DOBLE

5.2 PRUEBAS A REALIZAR

El banco de pruebas deberá diseñarse de forma que permita realizar todos los ensayos indicados en las normas técnicas de mantenimiento del fabricante de los mismos 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 torres de secado, 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.

A continuación, se listan algunas pruebas (o parametrizaciones) que deben realizarse a los componentes especificados en el apartado 5.1 COMPONENTES A MANTENER

- 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.
 - Indicar cuando se deben montar las tarjetas de mando en las torres de secado.
 - Indicar permitir al operario rociar el componente y los circuitos neumáticos con agua jabonosa para verificar la estanqueidad.
 - Medición del punto de rocío de las torres de secado. El operario medirá el punto de rocío con un medidor de punto de rocío portátil. El software deberá

permitir al operario introducir el valor medido para que se quede registrado en las pruebas.

Además, también se permitirá realizar pruebas manuales sobre los componentes, en caso de que se necesiten realizar comprobaciones previas al ensayo definitivo.

- Pruebas automáticas:
 - Verificación de estanqueidad de las válvulas de las torres de secado.
 - Verificación de estanqueidad de las torres de secado completas.
 - Medición del punto de rocío de las torres de secado.
 - Comprobación del funcionamiento de las tarjetas de mando de las torres de secado.
 - Excitar y desexcitar la bobina para forzar la conmutación entre depósitos.
 - Con la tarjeta de mando y las válvulas montadas en la torre de secado, comprobación del tiempo entre conmutaciones de depósitos.
 - Control de aumento de presión en un periodo de tiempo.

Adicionalmente:

- Se deberá poder elegir en el display del banco de ensayo la matrícula o tipo de componente a ensayar. Otra forma para introducir la matrícula deberá ser mediante la lectura de la etiqueta RFID de la torre de secado, válvula de purga o válvula de émbolo doble.
- 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 de la torre de secado, válvula de purga o válvula de émbolo doble.
- 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. También se podrán introducir los parámetros de forma manual, en caso de que quieran realizarse pruebas adicionales a las establecidas en la plantilla.
- 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 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 esa torre de secado, válvula de purga o válvula de émbolo doble. 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 torre de secado/válvula de purga/válvula de émbolo doble de METRO (matrícula)
 - Número de trazabilidad de Metro.
 - Serie del tren a la que pertenece la torre de secado/válvula de purga/válvula de émbolo doble.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Resultado de las pruebas de estanqueidad de las válvulas (APTO / NO APTO).
 - Resultado de las pruebas de estanqueidad de las torres de secado completas (APTO / NO APTO).
 - Resultado de la medición del punto de rocío de las torres de secado (APTO / NO APTO).
 - Resultado de la comprobación del funcionamiento de las tarjetas de mando de las torres de secado (APTO / NO APTO).
 - Resultado de comprobación de la bobina para la conmutación entre depósitos (APTO / NO APTO).
 - Resultado de la prueba de conmutación de las torres de secado completas.

- Resultado del control de aumento de presión en un periodo de tiempo.
- Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).
- Observaciones.

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La máquina de pruebas de torres de secado se utilizará exclusivamente para comprobar que las torres de secado y las válvulas de las torres de secado están bien montadas, se encuentran en buen estado y funcionan correctamente.

Las pruebas de las torres de secado se realizarán montando las torres de secado en unos carros de sujeción con cubierta insonorizada. Para probar las válvulas de purga y de émbolo doble, se deberán suministrar los útiles para conectar las válvulas al equipo de pruebas. La zona donde se colocan las válvulas también deberá tener una cubierta insonorizada para evitar transmitir el ruido de las válvulas al taller.

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

5.3.1 *Requisitos principales*

Los requerimientos principales asociados a esta bancada serán los siguientes:

1. Dimensiones: No deberá superar las siguientes dimensiones (Longitud x Ancho x Altura): 2100 x 1500 x 3000 mm. Dentro de dicho dimensionamiento se incluye el panel de control, la zona de pruebas de válvulas con la cubierta insonorizada, así como el resto de los elementos necesarios para el funcionamiento del banco de pruebas. En este dimensionamiento también se incluirán los espacios necesarios para el almacenamiento de todos los útiles y accesorios incluidos en el apartado 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO, con la excepción de los carros sujeción y transporte de torres de secado. El banco deberá diseñarse de acuerdo a la ubicación prevista e indicada en el ANEXO II - DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

2. 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.
3. Junto con el banco de ensayos, se deberá suministrar un (1) juego de carros necesarios para sujetar, transportar y probar todas las torres de secado, descrito en el apartado 5.3.2.1 Carro de sujeción, transporte y pruebas de torres de secado.
4. El banco deberá contar con una zona de pruebas de válvulas de purga automática y de válvulas de émbolo doble. Para esta zona de pruebas se tendrán que suministrar los útiles necesarios para sujetar y probar las mismas. También se suministrará e instalará en esta zona una cubierta insonorizada para la reducción del ruido emitido por las válvulas durante el ensayo, así como para evitar posibles proyecciones. Los útiles y la cubierta están descritos en el apartado 5.3.2.3 Útiles para pruebas de válvulas de torres de secado.
5. Las tomas del equipo y del carro, 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.
6. Se debe poder suministrar a las torres de secado y a las válvulas presiones constantes de entre **0 y 11 bares**. Por lo tanto, se pide que la presión del banco pueda variar entre 0 y 14 bares. Se podrán parametrizar presiones con una precisión de una centésima de bar.
7. La precisión total de medición de la presión deberá ser menor o igual a 1% del valor medido.
8. Se deberán suministrar todas las tomas, mangueras y útiles neumáticos necesarios para conectar los componentes a probar al banco de ensayos. Las tomas del banco, 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 componente a probar.

9. Se deberá suministrar a los componentes a probar una tensión de hasta **110 V** para probar la tarjeta de mando, excitar la bobina y probar las torres de secado. El banco de pruebas tendrá una fuente de alimentación regulable hasta **125 V**.
10. La tensión deberá poderse medir con una precisión de, al menos, 0,01 V.
11. Se deberán suministrar todos los conectores y cableados eléctricos necesarios para poder conectar los componentes a probar al banco de ensayos.
12. La fuente de alimentación del banco deberá conectarse a la toma de tierra y tendrá un interruptor independiente que podrá desactivar la alimentación cuando no se esté utilizando.
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. Se deberá suministrar un equipo portátil de medición de punto de rocío para poder medir el punto de rocío de las torres de secado. La medición obtenida la introducirá el operario de forma manual durante la prueba.
15. Si la realización de la oferta requiere disponer de algún dato técnico adicional sobre las torres de secado, válvulas de purga o válvulas de émbolo doble, 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

El CONTRATISTA deberá diseñar, fabricar y suministrar los útiles necesarios para sujetar, posicionar, asegurar y probar las torres de secado y las válvulas de purga y de émbolo doble, definidas en el apartado 5.1 COMPONENTES A MANTENER.

Los útiles diseñados que posean un peso mayor a 5 kg y deban ser elevados, deberán incorporar todos los puntos para el izado y transporte necesarios para elevar el útil con el uso del puente grúa. Se suministrará también, en caso de que aplique, un (1) juego de cáncamos para su transporte.

Además, en caso de que los útiles se puedan separar en piezas, cada una de ellas deberá disponer de un número de identificación que definirá METRO.

En caso de que el oferente desee ver los diferentes útiles que actualmente se utilizan en el T.I.R para probar, sujetar y transportar las torres de secado y las válvulas de las torres de secado, se podrá solicitar una visita a las instalaciones de Metro. El oferente deberá proponer la solución más válida que permita al operario trabajar cómodamente y de manera segura.

5.3.2.1 Carro de sujeción, transporte y pruebas de torres de secado

Se deberá diseñar, fabricar y suministrar un (1) juego de carros y un (1) juego de útiles para las pruebas, sujeción y transporte de las torres de secado desde la zona de montaje hasta el equipo de pruebas. Ambos juegos, de carros y de útiles, deben ser compatibles con todas las torres de secado a probar.

Este carro y sus útiles asociados deberán diseñarse con el fin de que todas las torres de secado queden sujetas durante el ensayo, y la colocación en el carro sea fácil y sencilla. Con estos carros se pretende externalizar del equipo de pruebas los tiempos de fijación de la torre de secado al carro. Las torres de secado se podrán conectar al banco de pruebas a través del carro/cabina insonorizada.

Todas las torres de secado se probarán en posición vertical.

El carro será compatible con todas las torres de secado a mantener y deberán incorporar una cubierta insonorizada con visor, de forma que los ruidos producidos por las torres de secado se minimicen y las posibles proyecciones de componentes de las mismas no provoquen problemas de seguridad.

El adjudicatario deberá ajustar las dimensiones del carro lo máximo posible, teniendo en cuenta las medidas máximas de las torres de secado.

5.3.2.2 Útiles de elevación de torres de secado

Se deberá suministrar un (1) juego de útiles de elevación para el transporte con puente grúa de las torres de secado, así como para su posterior colocación en la mesa de trabajo y/o en el carro de sujeción y transporte de torres de secado.

5.3.2.3 Útiles para pruebas de válvulas de torres de secado

Se deberán diseñar, fabricar y suministrar un (1) juego de útiles para la sujeción y las pruebas de válvulas de purga automática y de válvulas de émbolo doble.

Estos útiles deberán permitir fijar las válvulas al banco de pruebas de forma rápida y segura.

La zona de ensayo de válvulas deberá contar con una cubierta insonorizada con visor que cubra la zona donde se van a fijar las válvulas de purga y émbolos doble para ser probadas. Esta cubierta deberá permanecer cerrada durante los ensayos de las válvulas para proteger al operario de posibles elementos que puedan salir disparados y, a su vez, amortigüe el ruido generado durante el ensayo.

5.3.3 *Mantenimiento y calibración*

Se deberá suministrar 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 del equipo. Dichos utillajes y herramientas especiales deberán disponer de número de identificación.

Con respecto a la calibración, el contratista deberá diseñar el banco 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 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 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 el 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 del banco 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, llenado y vaciado de agua de los calderines que haya que retimbrar, etc.

El 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.

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 (nivel de aceite, temperatura de aceite, etc.) estuvieran fuera de los límites establecidos por el fabricante del equipo.

Todos los elementos del banco 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 la bancada y en la **zona de uso del panel de control**, deberá ser como máximo de **78dB(A)**.

5.3.5 Iluminación

Las zonas del banco 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 el banco para que se cumpla el nivel mínimo de iluminación en las siguientes zonas, según el tipo de tarea a realizar:

- Zona de pruebas de válvulas. 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 colocación de los carros. 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 utiliza el banco.

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 el 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 el banco y en aquellos componentes que debido a sus características así lo requieran.

5.3.9 Otros requisitos

1. El banco incorporará los habitáculos necesarios para contener los diversos utillajes y herramientas especiales fabricados para el uso, mantenimiento y calibración del banco, 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 del 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 banco de pruebas, la cual controle el banco 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 del banco de pruebas y que ayudará en los sucesivos apartados a describir los alcances específicos del suministro para cada una de sus partes.

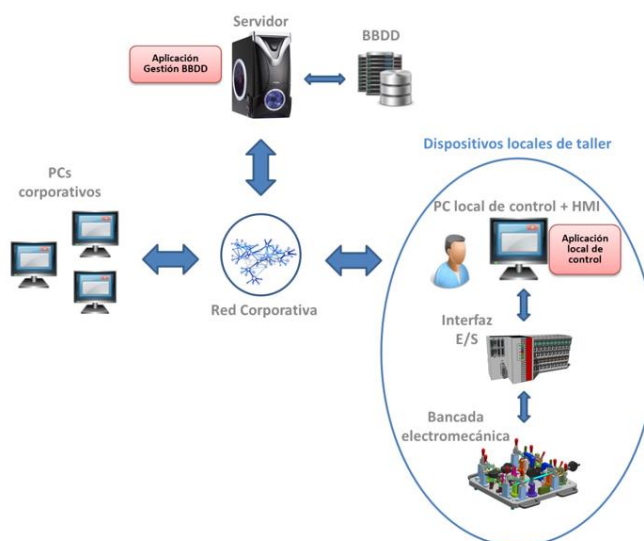


Figura 1. Arquitectura general del banco de pruebas.

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 las torres de secado, válvulas de purga y válvulas de émbolo doble. 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 torre de secado, válvula de purga y válvula de émbolo doble 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 (llaves de paso a abrir o cerrar, cuando conectar la tarjeta de mando, etc.), como los pasos que va a realizar el banco automáticamente (posicionar la torre o válvula, presiones aplicadas para la prueba de estanqueidad, pruebas de electroválvulas, 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 torre de secado o válvula, resultado de las pruebas de estanqueidad, día, hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, por código de torre de secado o 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 del 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 las torres de secado, 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 la torre o 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 la torre de secado, válvula de purga o válvula de émbolo doble.
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.
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 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 torre de secado/válvula de purga/válvula de émbolo doble de METRO (matrícula)
 - Número de trazabilidad de Metro.
 - Serie del tren a la que pertenece la torre de secado/válvula de purga/válvula de émbolo doble.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Resultado de las pruebas de estanqueidad de las válvulas (APTO / NO APTO).
 - Resultado de las pruebas de estanqueidad de las torres de secado completas (APTO / NO APTO).
 - Resultado de la medición del punto de rocío de las torres de secado (APTO / NO APTO).

- Resultado de la comprobación del funcionamiento de las tarjetas de mando de las torres de secado (APTO / NO APTO).
- Resultado de comprobación de la bobina para la conmutación entre depósitos (APTO / NO APTO).
- Resultado de la prueba de conmutación de las torres de secado completas.
- Resultado del control de aumento de presión en un periodo de tiempo.
- 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 del 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 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*.

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*.
 - El software deberá estar instalado y programado en el PC para poder trabajar con las torres de secado 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

El 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 del equipo. 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 del 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

El 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.

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 del 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 equivalentes** para la prevención del juego de desconexión.

Se suministrará la siguiente referencia:

- Las tomas rápidas que debe tener el banco para los ensayos de las torres de secado y válvulas de las torres de secado, así como para la calibración de los manómetros del banco, serán enchufes de Staübli o equivalente tipo RCS 06.



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.

5.4.2.2 Cubiertas insonorizadas

Se suministrarán dos (2) cubiertas insonorizadas con visor: una para el carro de sujeción y transporte de torres de secado y otra para la zona de pruebas de válvulas.

Estas cubiertas deberán proteger del ruido emitido por los componentes a probar, así como las posibles proyecciones de ciertos componentes o del líquido buscafugas.

Estas cubiertas deberán contar con unas puertas o compuertas sensorizadas, no debiendo permitir abrirlas durante la prueba, salvo en los momentos establecidos e indicados en el display. El banco permitirá abrir la cubierta en condiciones seguras para echar líquido buscafugas, abrir o cerrar la válvula manual, colocar la tarjeta de mando, etc.

No se podrá iniciar el ensayo cuando la cubierta esté abierta.

Se deberá tener en cuenta que las válvulas se colocan en la zona de prueba de forma manual y las torres de secado se colocan en el carro con la ayuda de un puente grúa.

6 ENSAYOS Y PRUEBAS

6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, el banco de pruebas de torres de secado deberá 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 del banco, el CONTRATISTA llevará a cabo una puesta en servicio (COMMISSIONING) para comprobar el correcto funcionamiento del banco de pruebas completo y el cumplimiento de las garantías establecidas en las instalaciones de METRO. En esta puesta en servicio, se comprobará la correcta instalación del banco de pruebas de torres de secado.

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 alguno de los componentes del tren 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 el banco de pruebas pueda ser aceptado y darse por entregado, será necesario que el contratista certifique el banco 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 al banco para cumplir con las normativas que se le apliquen, incluido el RD 1215/1997. 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.

El 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 o equivalente.**
 - **UNE-EN ISO 60204-1:2019 Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales 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 del banco 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:



- 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.

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.

- 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 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**.
- Manual de instalación
- Manual de izado y transporte del banco 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 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.
- Lista de componentes instalados en la máquina con referencias comerciales.
- Catálogos comerciales de los aparatos y equipamiento instalado en los equipos.
- 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 del banco de pruebas.
- Certificado por un organismo acreditado por la ENAC o por el propio fabricante de las válvulas y torres de secado, 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 el 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 un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo del banco de pruebas 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

DATOS DE LAS TORRES DE SECADO DEL TIR DE METRO DE MADRID

Notas:

a) Estos equipos emiten mucho ruido. Incluir cubierta sonorizada.

Matrícula Metro	Ref. Fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren
172102	LTZ 015 HF (A28)	KNORR	A 28 SECADOR DE AIRE LTZ 015 HF	6000
189003	-	KNORR	SECADOR DE AIRE	2000B
273401	LTZ 015 HF	KNORR	SECADOR DE AIRE LTZ 015 HF	7000
283402	LTE 012 F (A28)	KNORR	SECADOR DE AIRE LTE 012 F (A28)	8000
89028	LTE	KNORR	SECADOR AIRE LTE	2000A
290044	-	KNORR	UNIDAD DE SECADO 9000	9000
C33201	LTZ 015.2H	KNORR	EQUIPO DE SECADO 3000	3000
89009	-	KNORR	UNIDAD SECADO	2000A
-	LTZ015.H	KNORR	EQUIPO DE SECADO DE AIRE LTZ015.H	3000 (2º) y 8000 (2º)

ÚTIL ACTUAL		PRUEBAS				AUMENTACIÓN		Registro servidor	Comentarios
Banco [SI/NO]	Externo [INVXXXX/NO]	Posición futura	Manuales [SI/NO]	Neumáticas [SI/NO]	Eléctricas [SI/NO]	Neumática	Eléctrica		
NO	INV0266	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0266	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0266	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0266	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0324	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0324	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0324	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	NO	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	
NO	INV0324	Vertical	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, COMPLETO	

DATOS DE LAS VÁLVULAS DE PURGA Y DE ÉMBOLO DOBLE DEL TIR DE METRO DE MADRID

Notas:

a) Estas válvulas emiten mucho ruido. Incluir cubierta sonorizada.

Matrícula Metro	Ref. Fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren
83119	-	KNORR	VALVULA PURGA AUTOMATICA (CONJUNTO)	2000 y 5000
89040	-	KNORR	VALVULA DE PURGA EW 01 KNORR 3B 64606	-
189005	-	KNORR	VALVULA DE EMBOLO DOBLE	-

ÚTIL ACTUAL		PRUEBAS			ALIMENTACIÓN		Registro servidor	Comentarios
Banco [SI/NO]	Externo [INVXXXX/NO]	Manuales [SI/NO]	Neumáticas [SI/NO]	Eléctricas [SI/NO]	Presión [bar]	Tensión [V]		
SI	NO	SI	SI	NO	6 - 10	-	SI, OK/NOK	Se necesita un grifo de 3 vías
SI	NO	SI	SI	NO	6 - 10	-	SI, OK/NOK	
SI	NO	SI	SI	SI	6 - 10	110	SI, OK/NOK	

Leyenda:

Útil actual	Banco [SI/NO]	Actualmente se usa un útil integrado en el banco de ensayo para probar ese componente.
	Externo [INVXXXX/NO]	Actualmente se usa un útil que no está unido al banco de ensayo para probar ese componente.
Pruebas	Manuales [SI/NO]	El operario debe manipular el componente manualmente durante la prueba. (ajustar, cerrar o abrir una llave, etc.)
	Neumáticas [SI/NO]	La prueba necesita suministro neumático.
	Eléctricas [SI/NO]	La prueba necesita suministro eléctrico.
Registro servidor	SI, COMPLETO	Se necesitan guardar los datos de los resultados de las pruebas en el servidor.
	SI, OK/NOK	Se necesita guardar el dato de la conclusión de las pruebas: OK/NOK.
	N/A.	No es necesario guardar los resultados de las pruebas.