

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

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

CODIGO: 17



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	ACOPLADORES A MANTENER	6
5.2	PRUEBAS A REALIZAR.....	6
5.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES	13
5.3.1	Requisitos principales.....	13
5.3.2	Útil de sujeción	14
5.3.3	Útiles para pruebas neumáticas.....	15
5.3.4	Mantenimiento y calibración	16
5.3.5	Control de ruido	17
5.3.6	Iluminación	17
5.3.7	Pintura	18
5.3.8	Identificaciones	18
5.3.9	Placa de características	18
5.3.10	Otros requisitos.....	18
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	19
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	19
5.4.2	Requerimientos de seguridad	30
6	ENSAYOS Y PRUEBAS.....	32
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	32
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	32
7	FORMACIÓN	32
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	33
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	35
10	REPUESTOS.....	38
11	GARANTÍA.....	38
	ANEXO I - REQUISITOS DEL SISTEMA INFORMÁTICO E INTEGRACIÓN CON EL ECOSISTEMA DE METRO DE MADRID.....	39
	ANEXO II - PLANOS, 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 acopladores** 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 acopladores 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 acopladores, 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 los diversos acopladores en el banco de pruebas. Dichos utillajes deberán disponer de número de identificación grabado.
- Diseño, fabricación y suministro del utillaje necesario para conectar las tomas rápidas al acoplador. Dichos utillajes deberán disponer de número de identificación grabado.
- El diseño, desarrollo y suministro del software descrito en el apartado 5.4.1 Sistema informático e integración con servidor, así como su completa integración e implantación en 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 acopladores 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**.
- 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 acopladores 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 5 y 7,5 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., 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 el propio banco de pruebas.
- Las protecciones deberán ser superinmunizadas.

- 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.
- 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 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 material necesario para la puesta en marcha y correcto funcionamiento del equipo, como aceites, grasas, combustibles, adhesivos, morteros, etc.
- 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 acopladores deberá diseñarse para realizar, **de manera semi-automatizada**, los trabajos de verificación funcional de los acopladores 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 acoplador. 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 acoplador) y la emisión de informes de prueba.

5.1 ACOPLADORES A MANTENER

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

Tabla 1. Acopladores a mantener en el banco de pruebas.

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción
88601	40-3546(2)	CAF	ENGANCHE AUTOMÁTICO COMPLETO
B31504	1.035.177	CAF	ENGANCHE AUTOMÁTICO SCHAKU
C31601	1.035.177	CAF	ACOPLAMIENTO SCHARFENBERG &-CA81800099
C31602	1.035.177	CAF	ACOPLAMIENTO SCHARFENBERG &-CA81800099
73801	03.24.951-00	CAF	ENGANCHE AUT.SCHARFENBERG (CONJUNTO)
173824	-	CAF	ENGANCHE AUTOMATICO SIN BOTONERAS
274808	40-1287.06(2)	SCHARFENBERG KUPPLUNG	ENGANCHE AUTOM. S/BOTONERA 00978953-0000
274982	-	DELLNER	ACOPLA. AUT. S/BOTONERA DELLNER 1011749
284802	X.14.05405	CAF / ALSTOM	ENGANCHE AUTOMATICO SIN BOTONERAS
B11603	40-3564.01(1)	CAF	ENGANCHE SCHAKU X140558300

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

5.2 PRUEBAS A REALIZAR

El banco de pruebas de acopladores deberá diseñarse de forma que permita realizar todas las pruebas de funcionamiento indicadas en las normas técnicas de mantenimiento. Para la

realización de las pruebas de acople, el banco deberá disponer de un acoplador o cabeza de acople patrón, que podrá ser suministrado por METRO.

Se deberán poder realizar las principales pruebas (o parametrizaciones) listadas a continuación sobre los acopladores especificados en el apartado 5.1 ACOPLADORES A MANTENER:

- Mediciones u operaciones manuales:
 - Introducir el código del amortiguador hidráulico desmontado del acoplador y el código del amortiguador hidráulico montado nuevo.
 - Regulación en altura del acoplador y medir distancia entre el centro del cono y el nivel del carril.
 - Comprobar el ángulo de giro del cojinete de la barra de tracción hacia a ambos lados.
 - Comprobar alineación de la cabeza de enganche en sentido horizontal.
 - Verificar la distancia desde la cara frontal hasta el plano de montaje del acoplador, cuando éste está extendido o recogido. En algunos casos, esta distancia se medirá desde la cara frontal hasta el eje de giro del acoplador.
 - Verificar el desacople manual (sin aire) utilizando la llave de desenganche.
- Pruebas mecánicas:
 - Comprobar que el acoplador a probar y el acoplador patrón se acoplan mecánicamente.
 - Una vez acoplados, someter los acopladores a tracción y medir manualmente la separación entre caras frontales.

El juego de galgas con distintos espesores y el metro para medir distancias no serán objeto de este suministro. Sin embargo, el ensayo deberá permitir al operario acceder a la zona de medición bajo condiciones seguras.

- Pruebas neumáticas:
 - Prueba de desacople neumático.
 - Verificación de estanqueidad de la tubería principal cuando el acoplador está en posición desacoplado, durante un periodo de tiempo determinado.
 - Verificación de estanqueidad de la tubería principal cuando los acopladores están acoplados, durante un periodo de tiempo determinado.
 - Verificación de estanqueidad en el circuito de desacople.

- En posición desacoplado, girar el acoplador a cada lado con un ángulo determinado y comprobar el circuito del dispositivo de centrado neumático.
- Pruebas eléctricas de electroválvulas: Para determinados acopladores se tendrán que comprobar las siguientes electroválvulas, que accionan la unidad telescópica o la válvula de desenganche automático. En el ANEXO II - PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA se indica qué acopladores necesitan la comprobación de sus electroválvulas. Se comprobará:
 - Válvula V1: Válvula de desbloqueo que sirve para desenclavar la unidad telescópica.
 - Válvula V2: Válvula para retraer la unidad telescópica.
 - Válvula V3: Válvula para extender la unidad telescópica.
 - Válvula V5: Válvula de desenganche, que permite el desacople automático cuando entra aire en la tubería de desenganche.

A través del display se deberán visualizar unos sensores que señalicen: S1 estado del mecanismo de desbloqueo (bloqueado o desbloqueado), S2 unidad telescópica en posición extendida y S3 unidad telescópica en posición retraída.

Tabla 2. Leyenda de la Figura 1 y Figura 2.

Código	Descripción
V1	Válvula para soltar el mecanismo de enclavamiento
V2	Válvula para retirar el enganche
V3	Válvula para extender el enganche
V4	Válvula para accionar la botonera (operada por una leva en el perno principal)
V5	Válvula de desenganche
Z1	Cilindro para retirar/extender el enganche
Z2	Cilindro para desenclavar la unidad telescópica
Z3	Cilindro de desenganche
Z4	Cilindro para accionar la botonera
A	Grifo de cierre
E	Acoplamiento eléctrico (botonera)
F	Filtro
S1	Sensor inductivo para vigilar el mecanismo de enclavamiento
S2	Sensor inductivo para vigilar la posición avanzada de la barra de tracción
S3	Sensor inductivo para vigilar la posición retirada de la barra de tracción
S5	Interruptor para señal “mecánicamente acoplado”
T1	Pulsador para extender el enganche
T2	Pulsador para retirar el enganche
T3	Pulsador para desacoplar el enganche
R1 hasta R7	Relés

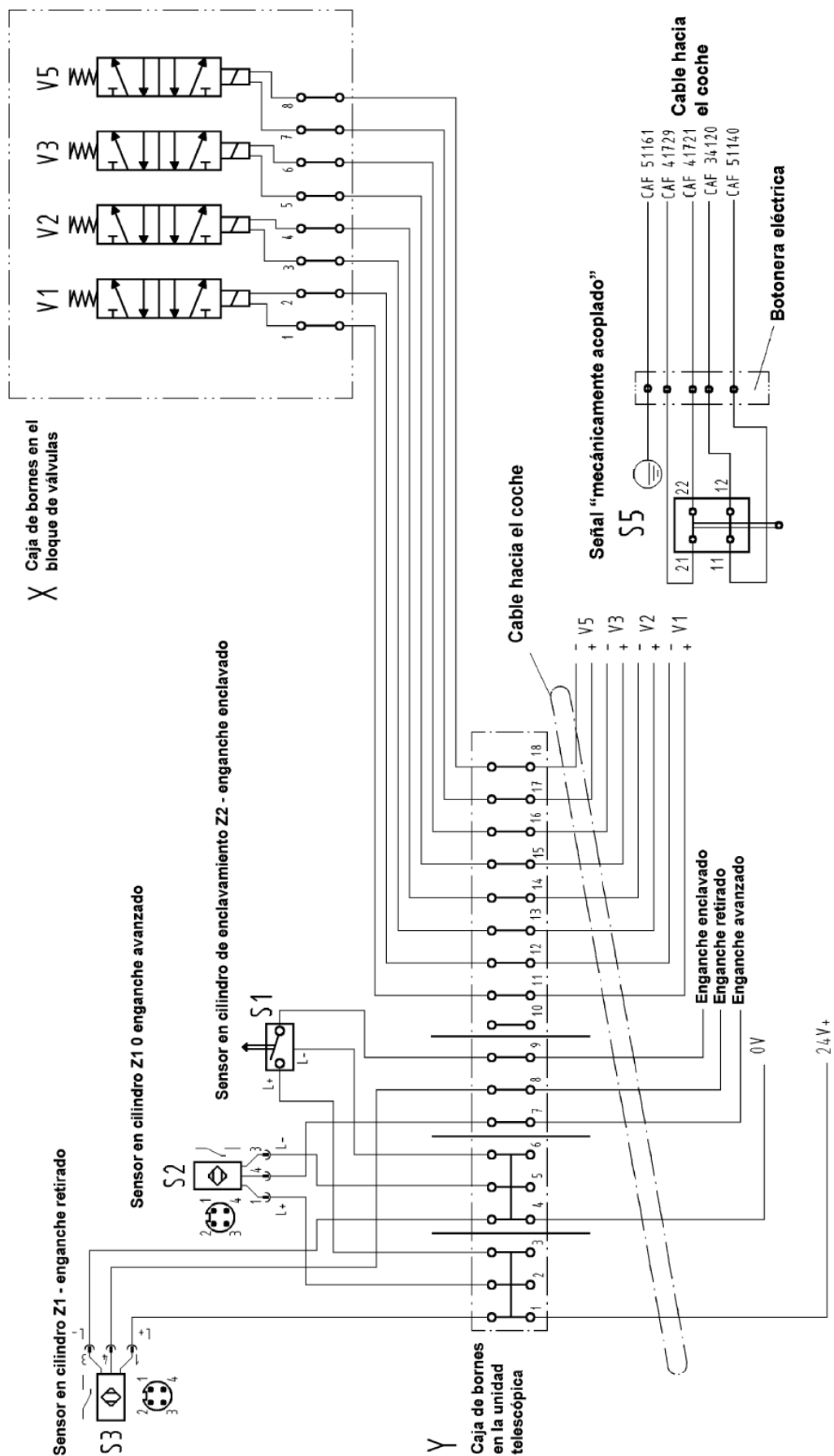


Figura 1. Esquema de cableado de acopladores serie 8000 (2º).

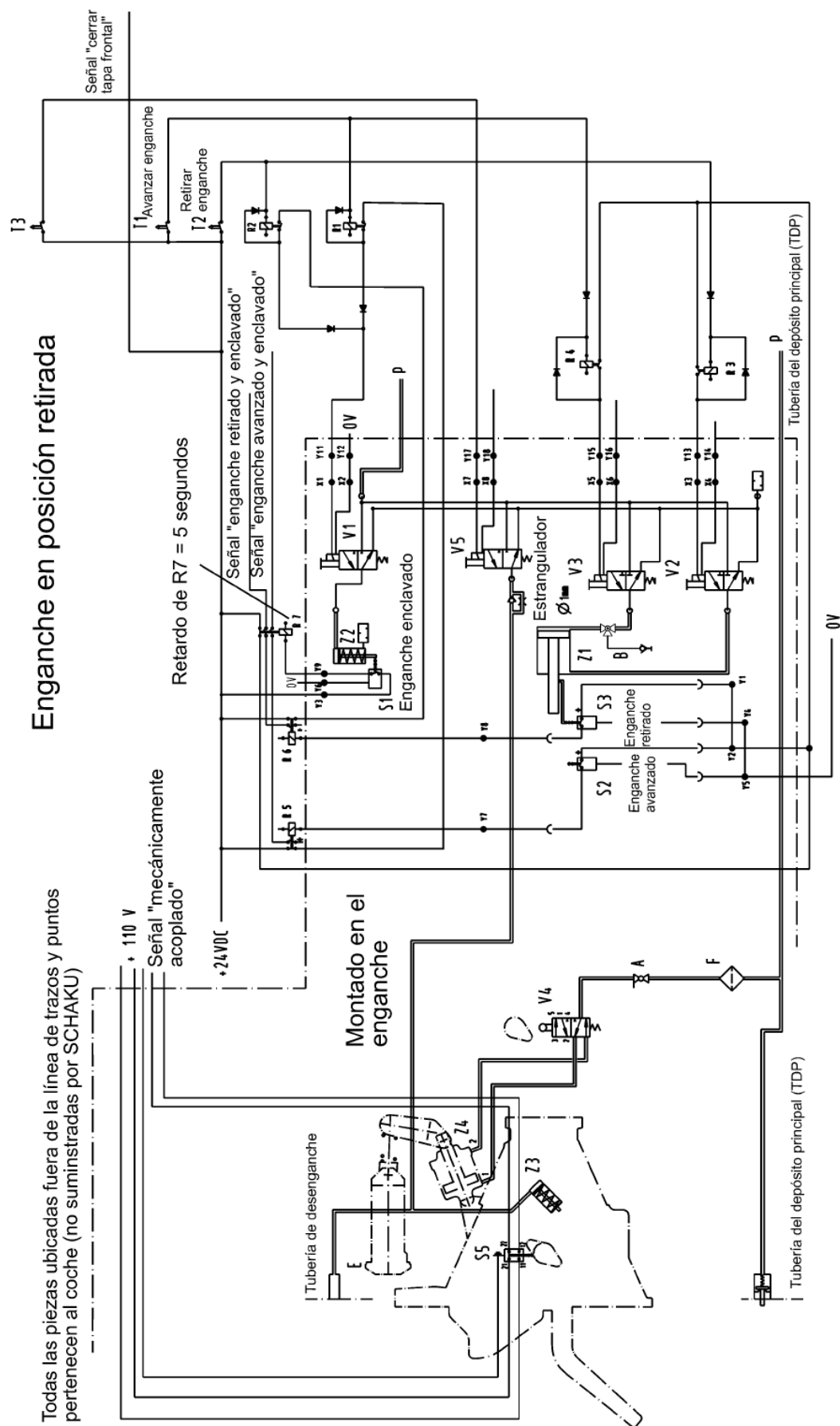


Figura 2. Diagrama de mando de acopladores serie 8000 (2º).

Adicionalmente:

- Parte de los ensayos de cada acoplador consistirán en acoplarlo a un acoplador patrón, que será suministrado por Metro.
- Se deberá poder elegir en el display del banco de ensayo la matrícula o tipo de acoplador a ensayar. Otra forma para introducir la matrícula deberá ser mediante la lectura de la etiqueta RFID del acoplador.
- El operario debe introducir de forma manual la orden de trabajo asociada a las pruebas que va a realizar.
- El banco de ensayo deberá guiar al operario. En el display deberán indicarse todos los pasos que debe seguir el operario en cada momento para el mantenimiento del acoplador.
- El banco de ensayo, a partir de la matrícula, seleccionará de forma automática la plantilla asociada. Esta plantilla contendrá los datos y parámetros de los ensayos, como la presión y la duración de los ensayos de estanqueidad, la longitud y la altura de referencia del acoplador, la diferencia de alineación de la cabeza máxima, la cantidad de pruebas que deben hacerse, la secuencia, etc. También se podrán introducir los parámetros de forma manual, en caso de que quieran realizarse pruebas adicionales a las establecidas en la plantilla.
- La máquina deberá permitir al operario fijar el acoplador de forma rápida y segura. Una vez que el operario vaya a iniciar la prueba, o durante la misma, el carro móvil se desplazará automáticamente para colocar el acoplador en la posición correcta para cada una de las pruebas a realizar.
- Se le debe permitir al operario decidir entre parar, repetir el último paso realizado o continuar con el siguiente paso de la prueba.
- Todas las operaciones que impliquen que el operario trabaje total o parcialmente en la zona de ensayo como, por ejemplo, verificar la longitud del acoplador, distancias o giros en el plano horizontal, desacoplar manualmente el acoplador, etc. deberán indicarse en el display durante el transcurso del ensayo y el operario podrá realizarlas de forma segura. Además, los resultados de estas operaciones, así como de otras que dependan del operario, deberán ser introducidos de forma manual durante 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 ese acoplador. Debiendo dar el ensayo o la prueba como NO APTA en caso de que el valor resultante quede fuera de las tolerancias.
- Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
- Cuando todas las pruebas del ensayo se hayan realizado, se guardarán todos los datos del ensayo en la BBDD del servidor interno de Metro. Los datos a guardar deberán definirse entre el contratista y Metro tras la adjudicación. Entre otros, estos datos podrán ser:
 - Fecha y hora del ensayo.
 - Identificador del agente que realiza el ensayo.
 - Orden de trabajo asociada.
 - Referencia del acoplador de Metro (matrícula)
 - Serie del tren a la que pertenece el acoplador.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Longitud del acoplador.
 - Altura desde el centro del cono al nivel del carril.
 - Comprobación del ángulo de giro del cojinete de la barra de tracción (APTO / NO APTO)
 - Alineación de la cabeza del acoplador.
 - Desacople manual sin aire (APTO / NO APTO)
 - Comprobación de acoplamiento mecánico (APTO / NO APTO)
 - Separación entre caras frontales.
 - Comprobación de desacople neumático.
 - Pérdida de presión en los circuitos.
 - Funcionamiento de las electroválvulas en los acopladores retráctiles.
 - Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).
 - Observaciones.

5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La máquina de pruebas de acopladores se utilizará exclusivamente para comprobar que los acopladores están bien montados, se encuentran en buen estado y funcionan correctamente.

Las pruebas se realizarán acoplando el acoplador a ensayar con un acoplador patrón compatible.

La bancada electromecánica se compondrá por el conjunto de elementos electromecánicos tales como sensores, actuadores, transductores, cilindros hidráulicos, elementos para fijación de los acopladores al banco, 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): 9000 x 3000 x 2500 mm. Dentro de dicho dimensionamiento se incluye los espacios necesarios para el almacenamiento de todos los útiles y accesorios incluidos en el apartado 5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO..
2. El banco de ensayos permitirá acoplar el acoplador completo a probar con un acoplador o cabeza patrón compatible. Podrán existir hasta cuatro tipos de acopladores o cabezas patrón, dos para acopladores de gálibo estrecho y otros dos para acopladores de gálibo ancho. Estos patrones serán idénticos a las matrículas de acoplador 88601 y C31602 para gálibo estrecho y las matrículas 73801 y 274808 para gálibo ancho y, por lo tanto, serán compatibles con todos los acopladores a mantener de gálibo ancho y estrecho. Los acopladores o cabezas patrón serán suministrados por Metro. El adjudicatario deberá ajustar las dimensiones del banco de pruebas lo máximo posible, teniendo en cuenta las medidas máximas y mínimas de acopladores o cabezas patrón que se quieren usar.
3. El banco debe ensayar el acoplador a una velocidad de 5 m/min.
4. Deberá permitir probar acopladores con longitudes desde 1200 hasta, al menos, 2200 mm.
5. 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.

6. Se debe poder suministrar a los acopladores presiones constantes en cada toma de entre **0 y 10 bares**. Por lo tanto, se pide que la presión del banco pueda variar entre 0 y 12 bares. La precisión del selector de presión debe permitir incrementos de 0,1 bares.
7. La precisión total de medición de la presión deberá ser menor o igual a 1% del valor medido.
8. El tiempo de las pruebas de estanqueidad debe poderse visualizar en tiempo real en el display.
9. Deberán suministrarse unas mangueras lo suficientemente largas como para llegar a los puntos de entrada y salida de los circuitos neumáticos de cada acoplador a probar.
10. Para las pruebas de electroválvulas, se necesitará una alimentación de 24Vcc/1Amax.
11. 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.

5.3.2 Útil de sujeción

El CONTRATISTA deberá diseñar, fabricar y suministrar los útiles necesarios para sujetar, posicionar, asegurar y probar los acopladores, definidos en el apartado 5.1 ACOPLADORES A MANTENER, y los acopladores patrón, que se colocarán en el otro extremo y serán iguales y compatibles con los acopladores a ensayar.

Estos útiles deberán diseñarse con el fin de que la fijación de los acopladores sea fácil, sencilla y que los tiempos de fijación del acoplador al útil se minimicen. Se deberá tener en cuenta que los acopladores se colocarán en estos soportes con el uso de un puente grúa. Se deberá dejar la zona despejada para poder realizar esta operación.

En caso de que deba separarse en piezas, cada una de ellas deberá disponer de un número de identificación que definirá Metro.

El utillaje para la fijación del acoplador al banco será compatible con todos de acopladores a mantener y, por lo tanto, también con todos los acopladores patrón.

Podrán existir hasta cuatro tipos de acopladores o cabezas patrón, dos para acopladores de gálibo estrecho y otros dos para acopladores de gálibo ancho. Estos patrones serán idénticos a las matrículas de acoplador 88601 y C31602 para gálibo estrecho y las matrículas 73801 y 274808 para gálibo ancho y, por lo tanto, serán compatibles con todos los acopladores a mantener de gálibo ancho y estrecho. Los acopladores o cabezas patrón serán suministrados por Metro.

En caso de que el proveedor opte por un banco de ensayos que realice ensayos con la cabeza patrón, este deberá diseñar, fabricar y suministrar útiles para transportar y fijar la cabeza patrón al soporte del banco de ensayo. Debido a la compatibilidad de las cabezas patrón, existirán únicamente 2 tipos de útil, uno para cabezas de acopladores de gálibo ancho y otro para cabezas de acopladores de gálibo estrecho. El acoplador a probar siempre se probará completo, en ningún caso se ensayará únicamente la cabeza del acoplador.

5.3.3 Útiles para pruebas neumáticas

El CONTRATISTA deberá diseñar, fabricar y suministrar los útiles y accesorios necesarios para conectar las tomas rápidas de las mangueras con los circuitos neumáticos de los acopladores a ensayar y de los acopladores patrón.

Se deberán estudiar los tipos de útil necesarios para conectar tomas rápidas. Estos dependerán del tipo de acoplador. Para algunos acopladores, el útil será de tipo fijo (Figura 3), es decir, se deberá fijar al acoplador mediante el uso de 4 tornillos y una junta. Para otros acopladores el útil será de tipo roscado (Figura 4), es decir, tendrá una rosca para poder conectarse al circuito neumático del acoplador.



Figura 3. Ejemplo de útil de tipo fijo.



Figura 4. Ejemplo de útil de tipo roscado.

Para conectar estos útiles a las mangueras, se usarán enchufes rápidos del tipo RCS 06 de la marca Staübli o equivalente.

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

El Contratista será responsable de realizar y entregar planos de fabricación. Metro validará los planos de fabricación antes de que se comience a fabricar.

Se suministrarán **dos (2) unidades de cada tipo de útil** necesario. Estos deberán disponer de un número de identificación que definirá Metro.

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

5.3.4 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 de la máquina.

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 5.4.2.2 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 digitales del banco no serán objeto de este suministro.

Se 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 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.

5.3.5 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)**.

5.3.6 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:

- 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**.

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.

5.3.7 Pintura

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

5.3.8 Identificaciones

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

5.3.9 Placa de características

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

5.3.10 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.

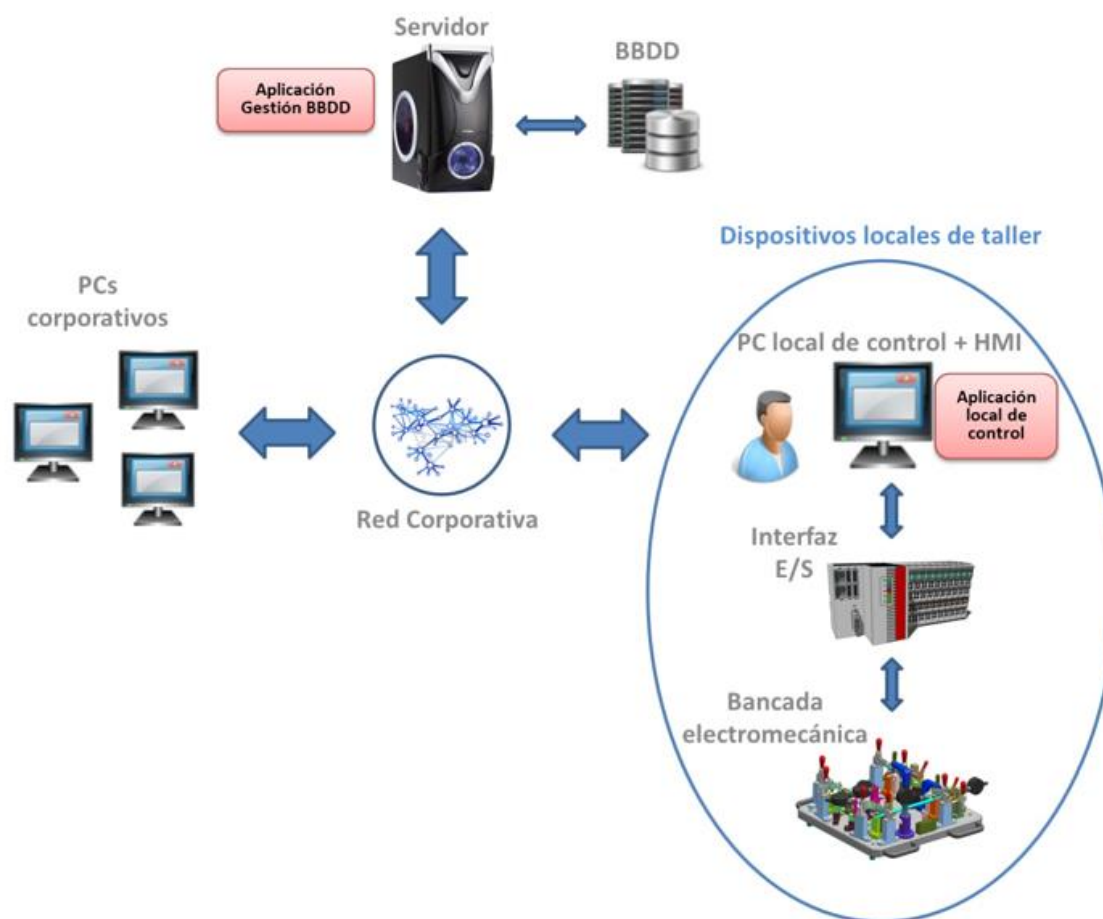


Figura 5. Arquitectura general del banco de pruebas.

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 los acopladores. Esto se llevará a cabo a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.

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

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

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

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

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

5.4.1.3 BBDD del servidor

La base de datos debe ser única y residir en un servidor en red, tanto para la aplicación local como la web. Deberá acudirse a estrategias de desarrollo (utilización de caches en local, por ejemplo) para cubrir la necesidad en la que se haya perdido conexión con la base de datos. Hay que tener en cuenta que la infraestructura de comunicaciones de la que dispone en la actualidad Metro es bastante robusta y tiene muy pocas pérdidas.

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 acoplador 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 el banco automáticamente (posicionar el acoplador, 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 del acoplador, código del amortiguador hidráulico retirado, código del amortiguador hidráulico instalado nuevo, longitud, resultado de las pruebas de estanqueidad, día, hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, por código de amortiguador hidráulico, 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 los acopladores, a través de la correspondiente interfaz gráfica de usuario o HMI de control de dicha aplicación.
3. Podrán acceder a la aplicación aquellos terminales remotos o clientes que se encuentren conectados a la red corporativa, requiriéndose un proceso de autenticación y/o autorización, que deberá integrarse con el repositorio de usuario en el Directorio Activo.
4. Permitirá, al menos, tres perfiles de acceso a la aplicación de control con diferentes privilegios: Usuario, Mantenedor y Administrador. Los privilegios asociados a cada perfil serán definidos por METRO con carácter posterior a la adjudicación.
5. La aplicación deberá disponer de la opción, mediante usuario y clave, de habilitar los privilegios de administrador en cualquier momento, o de cambiar de usuario.
6. Existirán como mínimo tres entornos de trabajo diferenciados: desarrollo, pre-producción y producción. El sistema/aplicación deberá estar preparada para trabajar contra cualquiera de ellos a través de mecanismos flexibles. La aplicación se desarrollará en un entorno de 'desarrollo', bien en las instalaciones del Contratista o en las de Metro de Madrid. En el primer caso, será necesario desplegar el código igualmente en las instalaciones de METRO, en todos los entornos empezando por desarrollo, siguiendo los procedimientos de despliegue de Metro, si fuera necesario debería generarse un instalador y hacer las pruebas necesarias para comprobar que dicho entorno queda plenamente operativo para el futuro mantenimiento y evolución de la aplicación. Adicionalmente deberá entregarse

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

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

7. Deberá tener acceso a la BBDD del servidor, especificada en el apartado 5.4.1.3 BBDD del servidor, para la descarga en últimas versiones de los ensayos predefinidos con sus parametrizaciones asociadas. La última versión de la plantilla asociada al acoplador a ensayar deberá seleccionarse y ejecutarse de forma automática a través de la lectura de la etiqueta RFID o mediante la introducción manual de la matrícula del acoplador.
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. Durante el ensayo de los acopladores que requieren un cambio del amortiguador hidráulico, aparecerán dos campos a rellenar manualmente por el operario, uno de ellos se rellenará con el código del amortiguador hidráulico que se retira y el otro con el código del amortiguador hidráulico que se pone nuevo.
14. En el display del panel de control se podrán visualizar los resultados de cada prueba, así como los valores máximos y mínimos admisibles.
15. Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que realice, en caso de que lo considere oportuno.
16. 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:
 - Versión de ensayo predefinido.
 - Fecha y hora del ensayo.
 - Identificador del agente que realiza el ensayo.
 - Orden de trabajo asociada.
 - Referencia del acoplador de Metro (matrícula)
 - Serie del tren a la que pertenece el acoplador.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Código del amortiguador hidráulico retirado.
 - Código del amortiguador hidráulico nuevo.
 - Longitud del acoplador.
 - Altura desde el centro del cono al nivel del carril.
 - Comprobación del ángulo de giro del cojinete de la barra de tracción (APTO / NO APTO)

- Alineación de la cabeza del acoplador.
- Desacople manual sin aire (APTO / NO APTO)
- Comprobación de acoplamiento mecánico (APTO / NO APTO)
- Separación entre caras frontales.
- Comprobación de desacople neumático.
- Pérdida de presión en los circuitos.
- Funcionamiento de las electroválvulas en los acopladores retráctiles.
- Resultado general de las pruebas (APTO / NO APTO).
- Observaciones.

17. 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 equivalentes.
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 los acopladores 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.

5.4.2 *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.

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

5.4.2.1 Sensor de presencia

Debido a que, para probar los acopladores el usuario debe ajustarlos manualmente, uno de los requerimientos de seguridad que se pide para que esta acción sea más rápida, es el sensor de presencia.

Este sensor de presencia, barrera fotoeléctrica o similar, deberá colocarse delante de la zona de ensayo, de tal forma que el operario lo traspase para colocar el acoplador en el útil de sujeción, para realizar mediciones en el acoplador o para realizar conexiones neumáticas en el acoplador durante la prueba. El panel de control deberá situarse lo más cerca posible de la zona donde se regula el acoplador.

También deberán colocarse sensores de presencia en el suelo, de forma que se detecte la presencia de un trabajador entre el carro fijo y el carro móvil o en la zona de manipulación del acoplador.

Los movimientos del banco deberán detenerse de forma segura cuando se traspase esta barrera de forma parcial o total. También se deberá permitir al trabajador acceder de forma segura a la zona donde se encuentre el acoplador cuando se tengan que realizar las pruebas manuales de medición de longitud del acoplador, alineación de la cabeza, giro del acoplador a cada lado, etc.

5.4.2.2 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 los cilindros y bloques de freno, así como para la calibración de los manómetros del banco, serán enchufes de Stäubli tipo RCS 06 o equivalente.



Figura 6. Enchufe rápido RCS06 Stäubli o equivalente con tecnología antilatigazo.

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

6 ENSAYOS Y PRUEBAS

6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, el banco de pruebas de acopladores 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 de acopladores 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 acopladores.

Una vez llevada a cabo la puesta en marcha (COMMISSIONING), se realizarán unas pruebas en Metro (SAT). Para que el banco de pruebas pueda ser aceptado y darse por terminado, será necesario que el contratista certifique el banco de pruebas, a través de una empresa acreditada por la ENAC, según los Anexos I y II del RD 1215/1997. 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.

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.

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.***
 - **UNE-EN ISO 4413:2011 *Transmisiones hidráulicas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes 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. El acoplador o cabeza patrón deberá también certificarse según RD 1215/1997.
- 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***.
- 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. En la especificación técnica de la máquina debe incluirse la Evaluación de Riesgos de la misma, con las inclusiones siguientes:
 - Los requisitos esenciales de seguridad y salud de aplicación a la máquina.
 - Medidas preventivas para reducir riesgos.
- Ficha técnica (información sobre fuerzas, recorrido, velocidades, tolerancias, etc.).
- 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
- Procedimientos de pruebas en fábrica (FAT), y en destino final (SAT, commissioning).
- Planos del equipo y de los accesorios en 2D en formato .CAD y .pdf y 3D en formato .stp. final.
- Planos de fabricación de utillajes.
- Esquemas eléctricos y de control, esquemas neumáticos e hidráulicos.
- 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 finales (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 y precios unitarios de:
 - Herramientas especiales para montaje, desmontaje, mantenimiento, revisión, reparaciones y calibración, si existen, de cualquiera de los equipos o componentes de su suministro.
 - Repuestos que el Contratista considere necesarios para el funcionamiento y mantenimiento del banco de pruebas para un periodo de cinco (5) años, incluyendo además los elementos de calibrado y el Autómata junto con sus componentes asociados (tarjetas de entradas/salidas, comunicaciones, etc.) según especificaciones del punto 5.4.1.6 Interfaz de E/S.

- Catálogos comerciales de los aparatos y equipamiento instalado en los equipos.
- Documentación de software:
 - 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.
- 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 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 preventivo y correctivo para un período de cinco (5) años. Por otro lado, el fabricante se comprometerá a mantener la disponibilidad de los repuestos por un período no inferior a 10 años.

El CONTRATISTA deberá suministrar un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo del banco de pruebas de acopladores 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 - PLANOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DATOS - BANCO DE PRUEBAS DE ACOPLADORES DE METRO DE MADRID

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren	Gálibro	longitud				PRUEBAS				Neumáticas		Eléctricas					
						Mínima [mm]	Máxima [mm]	Cilindro retráctil [S/NO]	Amortiguador hidráulico [S/NO]	Mediciones [x]	Mecánicas [x]	Neumáticas [x]	Electroválvulas [x]	Presión de prueba		Electroválvulas					
														Prueba 1 [bar]	Prueba 2 [bar]	Presión [bar]	Fuente de alimentación [V]	Detallado (V1) [x]	Recoger gancho (V2) [x]	Extraer gancho (V3) [x]	Desacoplar (V4) [x]
88608	40-3546(2)	CAF	ENGANCHE AUTOMÁTICO COMPLETO	2000	Estrecho		1240	NO	NO	x	x	x		6	10						
831504	1.035.177	CAF	ENGANCHE AUTOMÁTICO SCHAKU	1000 (29)	Estrecho	1420	1770	SI	NO	x	x	x	x	6	10	6	24	x	x	x	x
C31608	1.035.177	CAF	ACOPLAMIENTO SCHARFENBERG & CAB1800099	3000	Estrecho	1420	1770	SI	NO	x	x	x	x	6	10	6	24	x	x	x	x
C31608	1.035.177	CAF	ACOPLAMIENTO SCHARFENBERG & CAB1800099	3000	Estrecho		1770	NO	NO	x	x	x	x	6	10	6	24				x
73808	03.24.951-00	CAF	ENGANCHE ALTSCHARFENBERG (CONJUNTO)	5000	Ancho		1436	NO	NO	x	x	x		6	10						
173824	-	CAF	ENGANCHE AUTOMATICO SIN BOTONERAS	6000	Ancho		1630	NO	SI	x	x	x	x	6							
274808	40-1287.06(2)	SCHARFENBERG KLIPPILING	ENGANCHE AUTOM. S/BOTONERA 00978953-0000	7000	Ancho		1635	NO	SI	x	x	x		6							
274982	-	DELUNTER	ACOPLA. AUT. S/BOTONERA DELUNTER 1011749	9000	Ancho		1635	NO	SI	x	x	x		6							
284808	X14.05405	CAF / AUTOM	ENGANCHE AUTOMATICO SIN BOTONERAS	8000	Ancho		2140	NO	SI	x	x	x		6							
811608	40-3561.08(1)	CAF	ENGANCHE SCHAKU X340528300	8000 (29)	Ancho	1740	2140	SI	NO	x	x	x	x	6	10	6	24	x	x	x	x