

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO DE UNA EQUILIBRADORA PARA ROTORES DE MOTORES PRINCIPALES Y AUXILIARES FERROVIARIOS EN LAS INSTALACIONES DEL TALLER INTEGRAL DE REPARACIONES (TIR) DE METRO DE MADRID S.A.

CODIGO: 25



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

ÍNDICE

1	OBJETO	4
2	ALCANCE.....	4
3	CONDICIONES DE SERVICIO.....	6
4	LÍMITES DE SUMINISTRO.....	6
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.....	7
5.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	8
5.1.1	Requisitos principales.....	8
5.1.2	Útiles y accesorios	9
5.1.3	Bancada	10
5.1.4	Caballetes de apoyo	10
5.1.5	Mantenimiento y calibración	11
5.1.6	Control de ruido	11
5.1.7	Iluminación	11
5.1.8	Pintura	12
5.1.9	Identificaciones	12
5.1.10	Placa de características	12
5.1.11	Otros requisitos	12
5.2	ROTORES A EQUILIBRAR	12
5.3	PRUEBAS A REALIZAR.....	13
5.4	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS	14
5.4.1	Sistema informático e integración con servidor.....	14
5.4.2	Requerimientos de seguridad	24
6	ENSAYOS Y PRUEBAS	25
6.1	PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT).....	25
6.2	PRUEBAS EN PLANTA (COMMISSIONING y SAT).....	25
7	FORMACIÓN	26
8	DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	26
9	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	29
10	REPUESTOS.....	32
11	CONSUMIBLES	32
12	GARANTÍA.....	32

DATOS - ROTORES DE METRO DE MADRID

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren
-	-	-	ROTOR DE MOTOR ABS	-
-	-	-	ROTOR DE MOTOR BAS	-
-	-	-	ROTORES DE MOTOR 6000 Y 8000 (1ª) MONOTENSIÓN Y BITENSIÓN	6000 y 8000
-	-	-	ROTORES DE MOTOR 8000 (2ª)	-
-	-	-	ROTOR DE MOTOR SKH-5000	5000
-	-	-	ROTOR DE MOTOR 9000 BITENSIÓN	-
-	-	-	ROTOR DE MOTOR 7000-9000	7000-9000
-	-	-	ROTOR DE MOTOR 3000 (1ª) Y 3000 (2ª)	3000 y 3000 (2ª)

Largo [mm]	D ext
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

DATOS - ROTORES AUXILIARES DE METRO DE MADRID

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

Largo [mm]	D ext
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-

..... 33

1 OBJETO

El objeto del presente Pliego es definir los requisitos y características técnicas mínimas para la **contratación de la fabricación, pruebas, preparación para transporte, transporte, montaje, instalación, puesta en servicio a plena satisfacción y pruebas finales de recepción de una (1) equilibradora de rotores de motores principales y auxiliares ferroviarios** a instalar en el Taller Integral de Reparaciones (en adelante T.I.R.) de Metro de Madrid, S.A. (en adelante METRO). El equipo deberá ser fabricado para medir el desequilibrio de los distintos tipos de rotores 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:

- La fabricación, pruebas (FAT), preparación para transporte, transporte, descarga, suministro, montaje, instalación, puesta en servicio, pruebas finales de recepción (commissioning y SAT), formación y todas las demás actuaciones necesarias para la completa implantación de la equilibradora de rotores de motores principales y auxiliares ferroviarios, incluyendo las que se indican en el apartado 4 LÍMITES DE SUMINISTRO del presente PPT.
- Suministro del utillaje necesario para posicionar, asegurar y realizar las operaciones de medición del desequilibrio de los diversos rotores existentes en Metro. Dichos utillajes deberán disponer de identificación.
- 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 equipo, en su plataforma hardware y en los sistemas informáticos de METRO.
- El suministro de un juego de repuestos para el mantenimiento correctivo y preventivo de la máquina de equilibrado 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 contratista deberá entregar un listado de las herramientas y equipos

especiales. Se darán referencias comerciales. Dichos utillajes y herramientas especiales deberán disponer de identificación.

- El suministro de los elementos y/o patrones de calibrado especiales 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***.
- La equilibradora 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 equipo para que cumpla dicha normativa.
- Documentación. A título enunciativo, pero no limitativo: planos, informes, programas, 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 equipo por parte del personal del SMTC.

3 CONDICIONES DE SERVICIO

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

- Situación: Nave del T.I.R. del recinto de Canillejas.
- Condiciones ambientales: Los márgenes de temperatura ambiente entre los que podrá trabajar la máquina serán entre 0º y +50ºC. La humedad relativa (H.R.) será del 40 % ± 10% de H.R. El equipo suministrado operará en el interior de la nave del T.I.R.
- Suministro eléctrico disponible: Suministro trifásico (Fase-fase) 400 V – 50 Hz y monofásico (fase-neutro) 240 V – 50 Hz. Neutro y toma de tierra.
- Suministro neumático disponible: Instalación general del T.I.R. entre 5 y 7,5 bar.
- Toma de red LAN.

4 LÍMITES DE SUMINISTRO

La máquina 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 10 metros, las tomas para la acometida eléctrica, neumática, 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 equipo.
- 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 equipo al sistema neumático del T.I.R. de METRO, se deberá realizar con las protecciones y filtros necesarios que garanticen la seguridad y condiciones de funcionamiento de la máquina 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 equipo 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 la máquina.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO

La equilibradora de rotores deberá diseñarse para realizar, **de manera automatizada**, la medición del equilibrado de los rotores de motores.

El equilibrado de los rotores se hará de forma manual colocando unas pesas en la posición correspondiente. La máquina debe indicar la posición y masa de dichas pesas.

Tanto la colocación del rotor en la bancada, como su fijación y ajuste de la correa se harán de modo manual, al igual que la colocación de las pesas.

Los trabajos de medición se estructurarán como ensayos de prueba convenientemente parametrizados para cada tipo de rotor. La secuencia de ensayo y los parámetros asociados se encontrarán previamente definidos y alojados en una base de datos (en adelante BBDD), gestionada por una aplicación web. Estos datos de la BBDD deberán ser importados por la aplicación local de control de la propia máquina.

En definitiva, la aplicación web será para trabajos de gestión y administración, y la aplicación local para interactuar con la máquina y registrar los resultados de pruebas.

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

5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

5.1.1 *Requisitos principales*

Los requerimientos principales asociados a esta máquina serán los siguientes:

1. Dimensiones: La bancada con el carenado cerrado no deberá superar las siguientes dimensiones (Longitud x Ancho x Altura): 2600 x 2100 x 2000 mm. El panel de control no deberá superar las siguientes dimensiones (Longitud x Ancho): 1000 x 1000 mm.
2. El equipo debe poder probar rotores con un peso de hasta, al menos, **700 kg**, un diámetro exterior de hasta, al menos, **800 mm** y una longitud hasta, al menos, **1500 mm**.
3. La distancia mínima entre apoyos del equipo deberá ser de, al menos, **160 mm**, debiendo suministrar los útiles adicionales necesarios para adaptarse a las ubicaciones de los apoyos de todos los rotores.
4. En los apoyos se podrán colocar rotores de cuyos ejes tengan diámetros comprendidos entre, al menos, **13 – 140 mm**.
5. El equipo tendrá que realizar la medición del desequilibrio de los rotores de forma automática, aplicando la velocidad establecida. La velocidad deberá poder variar en función del ensayo, al menos, entre **200 - 1500 rpm**.
6. Se deberá medir el desequilibrio a dos planos.
7. Será necesario que la máquina cuente con sensores de precisión para la captación del desequilibrio de la pieza, según norma **ISO 21940-11:2016/Amd 1:2022 Vibraciones mecánicas - Equilibrado de rotores - Parte 11: Procedimientos y tolerancias para rotores de comportamiento rígido - Enmienda 1 o equivalente**. El desequilibrio residual mínimo alcanzable en condiciones óptimas será de, al menos, **0,5 g·mm/kg** o desequilibrio residual mínimo por plano de, al menos, **2 g·mm**.
8. La máxima reducción de desequilibrio será de, al menos, 95%.

9. La máquina deberá contar con capacidad para la configuración de parámetros de velocidad, aceleración, tiempo de ensayo y tiempo de desaceleración.
10. La transmisión de la rotación al rotor se realizará mediante un sistema de arrastre de correa envolvente. El sistema de fijación incorporará un control de la presión ejercida sobre la correa de arrastre.
11. Se deberán suministrar las correas necesarias para poder realizar las pruebas a los rotores.
12. La bancada deberá contar con captadores de medición sobre caballetes de apoyo, protegidos contra golpes.
13. Unidad de medición mediante representación de vector.
14. Se deberán poder visualizar los datos del ensayo en una pantalla, representando el desequilibrio de manera visual, clara y representativamente, mediante valores numérico y gráficos, tal y como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Ejemplo visualización de datos.

15. Se deberán instalar los sistemas necesarios que aseguren que la medición del desequilibrio no se vea afectada por las vibraciones o una mala instalación del equipo.

5.1.2 Útiles y accesorios

Se deberán suministrar los útiles y/o accesorios necesarios para poder probar todos los rotores de motores principales y motores auxiliares a ensayar definidos en el apartado 5.2 ROTORES A EQUILIBRAR.

Dentro de este suministro se incluirán los juegos de rodillos especiales y/o casquillos para ejes, necesarios para equilibrar los rotores de la forma más precisa.

El Contratista será responsable de realizar y entregar planos de los útiles. Dentro de los manuales de la equilibradora se debe incluir el uso de los útiles.

Todos los útiles deberán disponer de un número de identificación.

5.1.3 Bancada

La bancada es la encargada de la sujeción de los caballetes de apoyo del rotor y de los sistemas de accionamiento. Debe ser robusta para que no se transmitan con facilidad las vibraciones. En este tipo de equipos de suportación se busca una rigidez elevada.

Los requerimientos principales asociados a esta bancada serán los siguientes:

1. Debe disponer de sistemas de nivelación propios, para permitir la corrección de los errores de cimentación de la obra civil.
2. Los diámetros de agarre para la correa de arrastre deben permitir hasta los 700 mm.
3. Accionadores para el movimiento de los caballetes en sus ejes X, mediante sistemas mecánicos de bajo esfuerzo.
4. Reglas de posición numéricas para el correcto posicionamiento de los caballetes en bancada en el eje X.
5. Sensores de revolución para la captación de velocidad de la pieza.

5.1.4 Caballetes de apoyo

Los requerimientos principales asociados a estos caballetes serán los siguientes:

1. Centro de gravedad entre los apoyos de máquina. Este apoyo debe representar todos los grados de libertad, con el fin de que las vibraciones captadas por los sensores solo dependan del desequilibrio del equipo ensayado.
2. Con posibilidad de carga manual, con cierre y seguro del contra soporte y conexión del accionamiento.
3. Sistemas mecánicos de movimiento de bajo esfuerzo para el movimiento de los equipos de fijación en los ejes Y, y Z de los caballetes de apoyo.
4. Reglas numéricas de medición de posición de los caballetes en ejes Y, y Z, para permitir el correcto posicionamiento de los equipos de fijación.

5.1.5 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. Dichos utillajes y herramientas especiales deberán disponer de número de identificación.

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.

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

También deberá contar con un software de calibración de los diferentes sistemas de medición del equipo.

5.1.6 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 en la **zona de uso del panel de control** deberá ser como máximo de **75dB(A)**.

5.1.7 Iluminación

Las zonas del equipo 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 equipo para que se cumpla el nivel mínimo de iluminación en el interior del carenado.

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

5.1.8 Pintura

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

5.1.9 Identificaciones

Todos los útiles y accesorios suministrados con la equilibradora de rotores deberán identificarse con un código de identificación.

5.1.10 Placa de características

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

5.1.11 Otros requisitos

1. El utillaje suministrado con el equipo se podrá almacenar en el mismo.
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.

5.2 ROTORES A EQUILIBRAR

El equipo deberá ser compatible con todos los tipos de rotores, tanto de motores principales como de motores auxiliares, a ensayar existentes en Metro y definidos en el apartado ANEXO I – DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA. Los valores indicados son aproximados, pudiendo incurrir en algún error de precisión. La única finalidad de estos datos es permitir el conocimiento necesario para el dimensionamiento de la máquina.

5.3 PRUEBAS A REALIZAR

La equilibradora de rotores deberá diseñarse para medir el desequilibrio de los diferentes rotores citados en el apartado 5.2 ROTORES A EQUILIBRAR. Las operaciones a realizar serán las siguientes:

- Carga manual del rotor con ayuda de un puente grúa. El puente grúa no será objeto de este suministro.
- Se deberá verificar con una secuencia de medición automática el desequilibrio de los rotores. Se podrá visualizar en tiempo real el proceso de prueba y todos los parámetros intervinientes en ella.
- Si el rotor no se encuentra equilibrado (NO APTO), el equipo indicará al operario el lugar y masa de las pesas que deberá colocar de forma manual para su correcto equilibrado. El ensayo deberá repetirse hasta que el rotor se encuentre equilibrado.
- Cuando el rotor esté equilibrado dentro de los valores admitidos, el resultado de las pruebas será APTO.

Adicionalmente:

- Se deberá poder elegir en el display de la máquina la matrícula o tipo de rotor a equilibrar.
- El operario debe introducir de forma manual la orden de trabajo asociada a las pruebas que va a realizar.
- La máquina, a partir de la matrícula, seleccionará de forma automática la plantilla/parametrizaciones asociadas. Esta plantilla contendrá los datos y parámetros de los ensayos, como dimensiones del rotor, peso, tolerancias, velocidad, etc.
- El equipo validará si todos los resultados de las pruebas se encuentran dentro de las tolerancias establecidas en las plantillas para el rotor a probar. 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 rotor de Metro (matrícula)
- Serie del tren a la que pertenece el rotor.
- Modelo y número de serie del fabricante.
- Posicionamiento relativo del rotor respecto a la bancada y caballetes.
- Dimensiones del rotor.
- Desequilibrio inicial del rotor.
- Desequilibrio final del rotor.
- Punto en grados de desequilibrio.
- Resultado general de las pruebas, con indicador APTO / NO APTO bajo la normativa y grado de calidad aplicable.
- Observaciones.

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. 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.

5.4.1.1 Requisitos informáticos principales

- Se deberá crear una aplicación web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro. Desde la aplicación, se podrá acceder a una BBDD interna de Metro para diseñar y crear plantillas para pruebas nuevas o existentes, y buscar los resultados de pruebas realizadas.
- Deberá crearse una aplicación local en el PC del equipo, la cual controle el mismo y acceda a las plantillas de la BBDD del servidor de Metro para ejecutar la correspondiente al rotor a calibrar. La base de datos no puede ser local, debe estar en red y la aplicación local deberá utilizar servicios web (API web) para intercambiar información con la base de datos en red.
- Permitir la realización de ensayos de forma manual, sin plantillas.
- El acceso a las aplicaciones podrá ser:
 - En local: Desde el PC local de control se podrá acceder a la aplicación local de control.
 - En remoto: Desde el navegador de Internet de los PC corporativos se podrá acceder a la aplicación web desplegada en un servidor de aplicaciones interno de Metro.
- Los datos de los resultados, informes generados y las plantillas creadas para las pruebas se guardarán en la BBDD interna.
- Permitir acceso remoto VPN al fabricante a la aplicación del servidor y la aplicación local de control para la solución de fallos. Metro definirá el alcance de este acceso con carácter posterior a la adjudicación.
- Toda interfaz hombre-máquina deberá implementarse en idioma español.
- Los permisos de red que Metro dará a los usuarios son de usuario estándar, nunca se darán permisos de administrador. Metro facilitará las herramientas de desarrollo que se necesiten y realizará las tareas que se requieran desde los perfiles de administrador, como instalaciones y configuración. Estas tareas serán realizadas siguiendo los manuales y con soporte del proveedor. Se podrán llegar a dar permisos de

administración a procesos con usuarios de sistema (en local), nunca se darán a usuarios conectados en el equipo donde se encuentra la aplicación.

- La propiedad intelectual e industrial de todos los productos desarrollados específicamente para Metro durante el proyecto será exclusiva de Metro. Todos los productos que queden fuera de este ámbito se tendrán que especificar en la oferta.
- A continuación, se presenta la arquitectura general del equipo y que ayudará en los sucesivos apartados a describir los alcances específicos del suministro para cada una de sus partes.

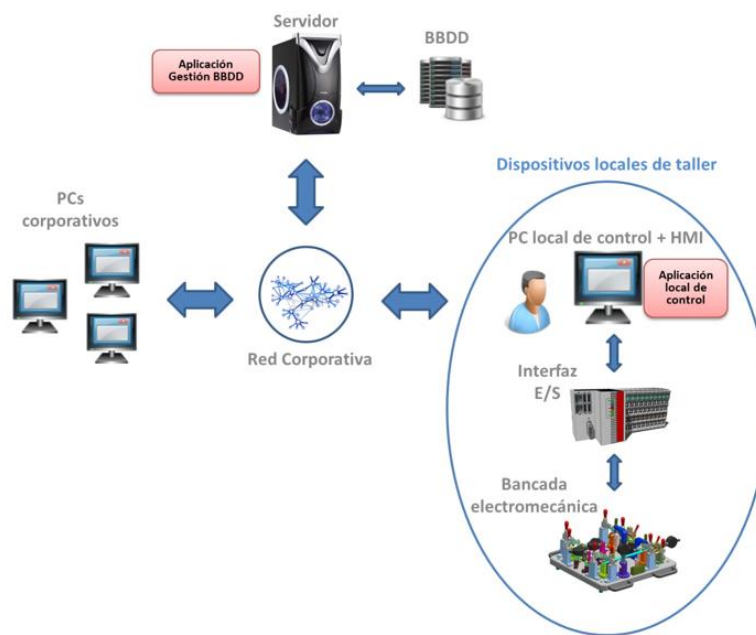


Figura 2. Arquitectura general del equipo de pruebas.

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 ensayos sobre los rotores. 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.

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 diferentes entornos de trabajo, dotando a cada uno de ellos de ciertos permisos y privilegios de uso. 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.

3. Se podrán buscar los resultados de las pruebas almacenados en la BBDD interna, mediante una serie de filtros preestablecidos. Se definirá tras la adjudicación los datos de los resultados que deben aparecer en el buscador (referencia del rotor, día y hora, etc.), así como los filtros que se necesitan (filtrar por referencia, filtrar los test realizados entre dos fechas concretas, etc.).

▪ PLANTILLAS:

1. Los usuarios que tengan permiso tendrán la opción de crear plantillas para pruebas de cada referencia de rotores de forma fácil e intuitiva. Esto incluye nuevas plantillas o pruebas para otros rotores que no estén en el listado de pruebas inicial. El software debe permitir crear plantillas o ensayos nuevos y/o modificar los existentes (solo perfil administrador).

2. En estas plantillas se diseñará la prueba a realizar. El operario deberá estar guiado en todo momento. A través de las plantillas, se podrá definir lo que se va a mostrar en el display durante el ensayo, tanto lo que debe hacer el usuario manualmente, como los pasos que va a realizar la máquina automáticamente.
3. Se podrá programar, entre otros aspectos, el número de pruebas, la secuencia de las mismas, los parámetros de cada prueba, 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.
 - Otros 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 de Metro, mediante una serie de filtros preestablecidos. Metro definirá tras la adjudicación los datos de los resultados que deben aparecer en el buscador, así como los filtros que se necesitan.
2. Se podrá descargar el informe de resultados o los datos de los ensayos que se seleccionen para su posterior análisis. Los informes podrán seleccionarse y descargarse en formato .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 equipo.

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 rotores, 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 rotor a medir el desequilibrio deberá seleccionarse y ejecutarse de forma automática mediante la introducción manual de la matrícula del rotor.
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. En el display del panel de control se podrán visualizar los resultados de cada prueba.
11. El programa deberá analizar el desequilibrio de los rotores, debiendo indicar si se encuentran o no dentro de las tolerancias establecidas. El ensayo será NO APTO en caso de que el valor medido sobrepase los límites máximos admisibles.
12. Se permitirá al operario añadir observaciones a cada una de las pruebas que se realicen, en caso de que lo considere oportuno.
13. Cuando todas las pruebas del ensayo se hayan realizado, se volcarán todos los datos del ensayo en la BBDD del servidor interno de Metro con el fin de conseguir una perfecta trazabilidad. 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 rotor de Metro (matrícula)
 - Serie del tren a la que pertenece el rotor.
 - Modelo y número de serie del fabricante.
 - Posicionamiento relativo del rotor respecto a la bancada y caballetes.
 - Dimensiones del rotor.

- Desequilibrio inicial del rotor.
- Desequilibrio final del rotor.
- Punto en grados de desequilibrio.
- Resultado general de las pruebas, con indicador APTO / NO APTO bajo la normativa y grado de calidad aplicable.
- Observaciones.

14. 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 equipo 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. 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 la máquina. 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 la misma.
2. Cualquier sistema de seguridad autónomo basado en la supervisión o monitorización activa de sensores, actuadores, etc. se deberá implementar mediante módulos de seguridad de fabricantes de reconocido prestigio a nivel internacional, como los módulos SIGUARD de SIEMENS, o PNOZ de PILZ. Los elementos constituyentes de dicho sistema deberán estar en conformidad con la normativa vigente que les fuera de

aplicación para poder ser integrados en sistemas de control cuya seguridad sea conforme con los niveles establecidos según las normativas de seguridad de máquinas EN ISO 13849-1 y la EN 62061 **o equivalente**.

3. En el caso que se opte por una solución de control basada en **autómata programable**, éste deberá ser de un fabricante de reconocido prestigio a nivel internacional, de Siemens o similar. Respecto a este Autómata:

- Se deberá especificar en la oferta técnica el modelo del Autómata elegido, así como la de sus componentes asociados (tarjetas de entradas/salidas, comunicaciones, etc.) y la versión de Software de Sistema a cargar en el Autómata.
- Si el autómata integra la funcionalidad de supervisión y/o actuación de seguridades, éste deberá estar en conformidad con la normativa que le fuera de aplicación para poder ser integrado en sistemas de control cuya seguridad sea conforme con niveles de seguridad de categoría PL e, o SIL 3, según las normativas de seguridad de máquinas EN ISO 13849-1 y la EN 62061 respectivamente **o equivalente**.
- El software deberá estar instalado y programado en el PC para poder trabajar con los rotores 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

La máquina deberá disponer de acceso remoto, que permitirá al fabricante conectarse a la ella 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 equipo deberá disponer de los sistemas de seguridad y protección necesarios, que cumplan con los requerimientos de las normativas que apliquen, definidas en el apartado 0 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.

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 equipo.

5.4.2.1 Carenado

El equipo contará con un sistema de protección para evitar riesgos o accidentes por contactos mecánicos o proyecciones de materiales, limitando el acceso a zonas de trabajo y evitando que algún material pueda salir con velocidad del área de trabajo.

Para ello, el equipo contará con un carenado de seguridad de clase C, según normativa **ISO 21940-23:2012** relativo a las **Vibraciones Mecánicas – Equilibrado de rotores - Parte 23: Envolventes y otras medidas de protección para la estación de medición de las máquinas de equilibrado o equivalente.**

Este cerramiento debe contar con puertas correderas sin marco para permitir el paso de elementos suspendidos con puente grúa y asas para su fácil apertura. La luz de apertura de estas puertas no debe ser inferior a **1700 mm**.

Cada puerta deberá contar con un visor que debe proteger de una posible proyección y, a su vez, permitir la visión de la actividad.

Estas puertas podrán abrirse y cerrarse siempre y cuando el proceso de medición del equilibrado no este iniciado, o en procesos de mantenimiento degradados cuando el elemento rotativo esté parado.

Durante la operativa de la máquina, las puertas deben quedar cerradas y enclavadas mecánicamente para impedir el acceso de personas cuando se inicie el proceso de equilibrado. En caso de apertura imprevista de las puertas, el proceso deberá detenerse inmediatamente, mediante una frenada de emergencia con desaceleración controlada para evitar riesgos, suspendiendo por completo el proceso de equilibrado.

6 ENSAYOS Y PRUEBAS

6.1 PRUEBAS EN FÁBRICA (FAT)

Después de la fabricación, la máquina equilibradora de rotores deberá ser probada y verificada 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 equipo, el CONTRATISTA llevará a cabo una puesta en servicio (COMMISSIONING) para comprobar el correcto funcionamiento del mismo y el cumplimiento de las garantías establecidas en las instalaciones de Metro. En esta puesta en servicio, se comprobará la correcta instalación del equipo.

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

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

de las pruebas SAT y commissioning. El método de prueba estará de acuerdo con los procedimientos recogidos en los reglamentos, códigos y normas aplicables.

Se incluirá, como parte de las pruebas SAT, una medición de las vibraciones del equipo que asegure que estas no afectan a la medición del equilibrado de los rotores. En caso de que se detecte que las vibraciones son por una mala instalación o por una mala nivelación, el adjudicatario deberá corregirlo.

Para que la máquina pueda ser aceptada y darse por terminada, será necesario que el contratista certifique la misma, 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 equipo para cumplir con las normativas que se le apliquen, incluido el RD 1215.

7 FORMACIÓN

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

8 DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

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

La máquina 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 presión deberá adecuarse a lo establecido en el **Real Decreto 809/2021**, de 12 de diciembre, por el que se aprueba **Reglamento de equipos a presión e instrucciones técnicas complementarias**.
- La normativa aplicable específica para el equipo suministrado es la siguiente:
 - **UNE-EN IEC 60034-7:2022 Máquinas eléctricas rotativas. Parte 7: Clasificación de los tipos de construcción, de las disposiciones de montaje y de la posición de la caja de borne o equivalente.**
 - **ISO 21940-11:2016/Amd 1:2022 Vibraciones mecánicas - Equilibrado de rotores - Parte 11: Procedimientos y tolerancias para rotores de comportamiento rígido - Enmienda 1 o equivalente.**
 - **ISO 21940-23:2012 Vibraciones Mecánicas – Equilibrado de rotores - Parte 23: Envolventes y otras medidas de protección para la estación de medición de las máquinas de equilibrado o equivalente.**
 - **ISO 7475:2002 Vibraciones mecánicas - Máquinas equilibradoras - Recintos y otras medidas de protección para la estación de medición o equivalente.**
- 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 de la máquina 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 equipo 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 la máquina 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 voltaje, intensidades, tolerancias, etc.).
- Plano detallado del equipo.
- Manual de operación y descripción del funcionamiento.
- Instrucciones de seguridad y precauciones específicas.
- Plan de mantenimiento y de calibración. El plan de mantenimiento deberá incluir las revisiones periódicas a realizar sobre los equipos a presión constituyentes del equipo (detallando los elementos del equipo que les sea de aplicación) y cuyo mantenimiento legal sea de obligado cumplimiento según requerimientos del **Real Decreto 2060/2008** de 12 de diciembre, por el que se aprueba **Reglamento de equipos a presión e instrucciones técnicas complementarias**.
- Manual de instalación.
- Manual de izado y transporte de la máquina dentro del taller
- Procedimientos de pruebas en fábrica (FAT), y en destino final (SAT, commissioning).
- Planos del equipo en 2D en formato .CAD y .pdf y 3D en formato .stp.
- 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 equipo.
- Documentación de controles, comprobaciones y verificaciones.
- Interfaces finales (necesidades de suministro eléctrico 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.

- Listado definitivo con referencias comerciales de todos los componentes.
- Catálogos comerciales de los aparatos y equipamiento instalado en los equipos.
- Listado de herramientas especiales y útiles suministrados con el equipo.
- Documentación de software: Metro de Madrid aportará unas plantillas donde el adjudicatario deberá incluir la información. Los documentos a entregar serán los siguientes:
 - Catálogo de Requisitos.
 - Documento de Análisis Funcional.
 - Manual Común de Arquitectura.
 - Documento de Diseño Técnico.
 - Manuales de Explotación de los aplicativos. Manual aplicación web y manual aplicación local.
 - Plan de Pruebas.
 - Manual de Mantenimiento del desarrollo.
 - Plan de Paso a pre-producción/producción.
- Código fuente de los software desarrollados exclusivamente para Metro.
- Licencia de uso del software para toda la vida útil del equipo. Las licencias deberán ser instaladas en el equipo, no se aceptará que la licencia esté conectada de forma permanente con soportes físicos.
- Como documentación a aportar referente al marcado CE se exigirá la entrega de la siguiente documentación:
 - Expediente Técnico del producto según exigencias incluidas en el Anexo VII parte A del RD 1644/2008.
 - Declaración de Conformidad CE emitida y firmada por el fabricante.
- Homologaciones.
- Todos los certificados necesarios para el uso del equipo.
- 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 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 de la equilibradora de rotores 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 CONSUMIBLES

El Contratista aportará una lista de los consumibles necesarios para las labores de mantenimiento preventivo de la máquina para un período de cinco (5) años. Por otro lado, el fabricante se comprometerá a mantener la disponibilidad de los consumibles por un período no inferior a 10 años.

El CONTRATISTA deberá suministrar un juego de consumibles para el mantenimiento preventivo de la equilibradora de rotores para un periodo de cinco (5) años.

12 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 – DATOS, ESPECIFICACIONES Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

DATOS - RÓTORES DE METRO DE MADRID

Matrícula Metro	Modelo fabricante	Fabricante	Descripción	Serie del tren
-	-	-	ROTOR DE MOTOR ABS	-
-	-	-	ROTOR DE MOTOR BAS	-
-	-	-	ROTORES DE MOTOR 6000 Y 8000 (1ª) MONOTENSIÓN Y BITENSIÓN	6000 y 8000
-	-	-	ROTORES DE MOTOR 8000 (2ª)	-
-	-	-	ROTOR DE MOTOR SKH-5000	5000
-	-	-	ROTOR DE MOTOR 9000 BITENSIÓN	
-	-	-	ROTOR DE MOTOR 7000-9000	7000- 9000
-	-	-	ROTOR DE MOTOR 3000 (1ª) Y 3000 (2ª)	3000 y 3000 (2ª)

[illegible]

DATOS - RÓTORES AUXILIARES DE METRO DE MADRID

[illegible][illegible]

