



Metro de Madrid, S.A.

**DIVISIÓN INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**

**ÁREA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES**

---

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

## **PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN  
DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE METRO DE MADRID**

**SC 200003315**



Metro de Madrid, S.A.

DIVISIÓN INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

ÁREA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

## ÍNDICE

---

<b>1</b>	<b>OBJETO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>VAGÓN A INSTRUMENTAR</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>GENERALIDADES</b>	<b>2</b>
4.1	Características particulares explotación Metro de Madrid	2
4.2	Características Instalaciones a Auscultar	3
4.3	Gálibo	4
4.4	Vibraciones	4
4.5	Condiciones ambientales	4
4.6	Ventilación Equipos	5
4.7	Protección Contra Incendios	5
<b>5</b>	<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS</b>	<b>5</b>
5.1	Sistema de posicionamiento. Odómetro	7
5.2	Hardware	7
5.2.1	Modular	7
5.2.2	Memoria técnica	7
5.3	Software	7
5.3.1	Memoria técnica	8
5.3.2	Licencias	8
5.4	Idioma	8
5.5	Especificaciones Técnicas de Vía	8
5.5.1	Normativa a cumplir	8
5.5.2	Parámetros a medir	8
5.5.3	Principio de medida	9
5.5.4	Ensayos en línea. Validación	9
5.6	Especificaciones Técnicas de Línea aérea	9
5.6.1	Requisitos Funcionales	9
5.6.2	Parámetros a medir	10
5.6.3	Principio de medida	10
5.6.4	Ensayos en línea. Validación	11
5.7	Registro y almacenamiento de Señales	11

---



5.8 Software para generar informes en Oficina Técnica	12
5.9 Mantenibilidad de los sistemas	14
<b>6 SUMINISTRO EQUIPOS</b>	<b>14</b>
6.1 Envío del suministro	14
6.2 Recepción del suministro	14
<b>7 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS</b>	<b>15</b>
7.1 Fijación	15
7.2 Alimentación	16
7.3 Climatización	16
7.4 Adquisición/almacenamiento de datos	17
7.5 Etiquetas de señalización	17
7.6 Puesto del operador	17
<b>8 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS</b>	<b>17</b>
<b>8.1 Normas para la realización de los trabajos.</b>	<b>18</b>
8.1.1 Normas generales para la realización de los trabajos	18
8.1.2 Normas de Metro de Madrid para la realización de los trabajos	18
8.1.3 Normas de Metro de Madrid para la realización de trabajos en explotación	19
<b>8.2 Normas específicas de este pliego.</b>	<b>19</b>
<b>9 CERTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS LEGALES. EMPRESAS NOTIFICADAS E INFORMES PREVIOS</b>	<b>21</b>
9.1 Condiciones generales sobre RD 1215/97 I+II y RD 1644.	24
9.2 Condiciones para la obtención del CE completo.	25
9.3 Referencias empresas DeBo NoBo AsBo en la Agencia Española de Seguridad Ferroviaria.	25
9.3.1 ORGANISMOS NOTIFICADOS	25
9.3.2 ORGANISMOS DESIGNADOS	26
9.3.3 ORGANISMOS EVALUADORES DE SEGURIDAD	26
9.4 Actualización de planes de mantenimiento y documentación.	26
<b>10 RECEPCIÓN DE LOS SISTEMAS</b>	<b>27</b>
<b>11 FORMACIÓN</b>	<b>27</b>
<b>12 ASISTENCIA TÉCNICA</b>	<b>28</b>

---



Metro de Madrid, S.A.

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

DIVISIÓN INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO

ÁREA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

---

<b>13</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS</b>	<b>28</b>
<b>14</b>	<b>PLAZO</b>	<b>29</b>
<b>15</b>	<b>GARANTÍA</b>	<b>30</b>
<b>16</b>	<b>DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS</b>	<b>30</b>
<b>17</b>	<b>PRESENTACIÓN DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>	<b>31</b>
<b>18</b>	<b>MEDICIÓN Y ABONO</b>	<b>31</b>
<b>19</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>31</b>
19.1	Proyecto constructivo e informes de tercera parte	32
19.2	Equipamiento y puesta en servicio vagón auscultador:	32
19.3	Asistencia técnica vagón auscultador	33
19.4	Mantenimiento preventivo vagón auscultador	33
	<b>ANEXOS</b>	<b>34</b>



## 1 OBJETO

El objeto del presente Pliego de Prescripciones Técnicas es describir los trabajos y fijar las condiciones técnicas que regirán en el contrato del “SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE METRO DE MADRID”.

## 2 INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene por objeto la instalación de sistemas de línea aérea y vía para la medición de desgaste y geometría. Los equipos se montarán en la plataforma de un vagón propiedad de Metro de Madrid, que a su vez será remolcado por una dresina. Los sistemas serán monitorizados y controlados desde la dresina por un operador, siendo la comunicación con los equipos de forma inalámbrica a través de un ordenador portátil. A la finalización de la auscultación los datos serán analizados en oficina técnica.

Las auscultaciones se programarán en horario nocturno los fines de semana para asegurar la disponibilidad de dresinas y facilitar la medición de líneas completas. La planificación de salidas se hará de forma colegiada entre los servicios implicados con el fin de priorizar las auscultaciones frente a trabajos de contrata no prioritarios.

Una vez entre en producción el vagón auscultador y hasta la finalización del proyecto VAI2, será el activo que tengan los mantenedores para garantizar la seguridad y disponibilidad de sus instalaciones. Cuando el VAI2 entre en servicio, el vagón será la garantía y el complemento que tenga mantenimiento para mejorar el estado de sus instalaciones a lo largo del tiempo.

## 3 VAGÓN A INSTRUMENTAR

Metro de Madrid pone a disposición del adjudicatario el vagón W-781 para la instalación de los equipos de auscultación.

Las características principales de dicho vagón son:

- Fabricante: Plasser Ibérica.
- Año fabricación:2011.
- Longitud total: 14.700 mm.
- Distancia entre centros de bogie: 9.000 mm.
- Tara: 19.720 kg.
- Carga máxima: 12.000 kg.
- Equipo de emergencia (generador).
- Acoplamiento con gancho tomlimson y conector harting de 48 pines.



En el Anexo 1 “Vagón W-781” se presenta un plano detallado y un reportaje fotográfico del mismo, que permitirá a los licitadores, tener un conocimiento de las cotas de los distintos espacios existentes de cara a poder realizar una futura instalación de todos los sistemas.

El operador o personal de contrata y mantenimiento irán en todo momento dentro de la dresina operando los sistemas de auscultación. Queda prohibido durante la circulación la presencia de personal sobre el vagón.

## 4 GENERALIDADES

### 4.1 Características particulares explotación Metro de Madrid

A continuación, se citan algunas de las circunstancias particulares, específicas, de la circulación de vehículos en la red de Metro de Madrid, que pueden dar lugar a nuevos riesgos o incrementar los riesgos contemplados originalmente, aun siguiéndose los contemplados en las Normas europeas (EN); y por tanto, deberán tenerse en consideración en la preceptiva evaluación de riesgos.

- Red mayoritariamente subterránea, habiendo también algunos tramos de vía principal a la intemperie y la mayor parte de los depósitos y cocheras.
- Túneles de vía única o doble, siendo mayoritariamente doble.
- Circulación de trenes de viajeros precedente, posterior y en vía contraria.
- Circulación por la izquierda en la red de Metro Pesado y por la derecha en la línea de Metro Liger (ML-1).
- El sistema de señalización se basa en el accionamiento de circuitos de vía (shuntado), disponiendo de un sistema de ATP en todas las vías principales por las que circulan trenes con viajeros. En caso que el vehículo no disponga de ATP ni pueda garantizar el shuntado, circularán “acantonados” siguiendo las órdenes del Puesto de Control Central (PCC).
- Normalmente, en cada jornada, los vehículos deben trasladarse desde un depósito o cochera (normalmente a la intemperie) hasta la zona de obra (normalmente en túnel) y volver, recorriéndose la misma distancia en un sentido de circulación y en el sentido contrario.
- Ventilación dimensionada para el servicio de trenes de viajeros y no para el trabajo intensivo de vehículos con motores de combustión.
- Confluencia de presencia de personal en vía (brigadas) y de vehículos en los horarios de trabajos de mantenimiento.
- Línea aérea en tensión.
- Gálibo muy crítico, escasa holgura entre las instalaciones y el paso de los vehículos.
- Acceso a los vehículos desde plataforma de vía o andén.
- El ancho de vía nominal para la red de Metro Pesado de Metro de Madrid es de 1445 mm. Para la red de Metro ligero, el ancho de vía es de 1435 mm. Las curvas con radio reducido disponen de sobrecancho.



- Durante el horario del servicio de viajeros, con carácter general, el alumbrado de túnel se encuentra apagado. Y, durante el horario fuera de servicio de viajeros, tampoco puede asegurarse la disponibilidad de alumbrado de túnel.
- Existencia de contracarriles y diversos aparatos de vía (desvíos, diagonales, bretelles, travesías, aparatos de dilatación, etc).
- Existencia de engrasadores de carril.
- Existencia de tramos de la red con pendientes superiores a 4 %.

#### 4.2 Características Instalaciones a Auscultar

Las características nominales de la red susceptible a los trabajos de auscultación se definen a continuación:

- Vía principal: 293.915 Km vía doble.
- Aparatos de vía en vía principal: 330.
- Plataforma: balasto/hormigón
- Ancho de vía: 1.445 mm
- Peralte máximo: 150 mm.
- Radio mínimo en vía principal): 66 m
- Radio mínimo en cocheras y playas: 18 m
- Tipo de carril: UIC 54 y 60
- Inclinación de carriles: 1/20
- Altura contracarril con respecto a carril: 19 mm.
- Catenaria flexible de 1 hilo de contacto 7,02 Km
- Catenaria flexible de 2 hilos de contacto 81,313 Km
- Catenaria Rígida perfil Delacheaux 267,566 Km
- Catenaria rígida perfil reducido Delacheaux 1.084 Km
- Catenaria Rígida perfil MdM 210,717 Km
- Catenaria Tranviaria 20.494 Km
- Hilos de contacto según EN50149, BF107, BF150, BC107, BC150
- Altura nominal:
  - Gálibo estrecho: 3,80m +0,1/-0,22
  - Gálibo ancho: 4,10m +0,2/-0,1
- Altura mínima hilo de contacto desde nivel de carriles, gálibo estrecho y ancho respectivamente: 3.620 mm y 3.950 mm
- Descentramiento estático:



- Gálibo estrecho: +/- 0,15m
- Gálibo ancho: +/- 0,25m
- Gálibo inferior a horizontal de carriles en bogie tanto para gálibo ancho como estrecho: 45 mm

En función del radio de curva, los valores nominales de ancho de vía y distancia horizontal de separación entre el contracarril y el carril (entrecalle) vienen definidos en la siguiente tabla:

Radio de la curva (metros)	Ancho de vía (mm)	Separación carril contracarril (mm)
Recta	1.445	40
$250 < R \leq 300$	1.450	50
$175 < R \leq 250$	1.455	55
$R < 175$	1.460	60

Tabla 1: Ancho de vía y distancias carril-contracarril en curva

### 4.3 Gálibo

El Sistema deberá estar inscrito en el gálibo del vagón anteriormente descrito (anexo 1), así como cumplir las restricciones de gálibo exigidas por Metro de Madrid, S.A. (anexo 2), en particular las siguientes:

- Gálibo inferior a cota de carril en montajes sobre bogie (en las condiciones más desfavorables de máxima carga y máximo desgaste de ruedas): 45 mm.
- Gálibo inferior a cota de carril en montajes sobre caja: 200 mm.
- Gálibo superior al de hilo de trabajo: 25 mm siendo necesario aislamiento de los equipos para evitar el cebado del arco.
- Distancia mínima de seguridad entre punto más alto del sistema de medición y el hilo de contacto para condiciones dinámicas de circulación:  $\geq 15$  cm.

En todo caso no podrán ser superados los gálibos indicados en los planos del Anexo 2: Gálibos a cumplir.

### 4.4 Vibraciones

El Contratista deberá garantizar la amortiguación de las vibraciones (tanto en los equipos instalados como de los armarios o rack's), proponiendo soluciones específicas en función de los requerimientos particulares de los distintos equipos. Relativo al conjunto baterías y su instalación se cumplirá la norma UNE-EN 50547.

### 4.5 Condiciones ambientales

Todos los sistemas de auscultación de los trenes auscultadores deberán funcionar en un rango de temperaturas de -10°C a +50°C.



Las variaciones entre las temperaturas inicialmente citadas, pueden ser bruscas, caso de salidas de túnel a depósito a la intemperie, por lo que los equipos y material estarán diseñados para no verse afectados en su funcionamiento por esta contingencia.

#### 4.6 Ventilación Equipos

Todo el equipo eléctrico que concierne a los sistemas de auscultación y sus equipos auxiliares, estarán concebidos para impedir la entrada de agua y cualquier tipo de polución u objetos extraños. Así mismo, quedará garantizada la ventilación natural o forzada del espacio o recinto donde vayan montados e instalados los equipos auxiliares, armarios eléctricos y conjunto baterías. Relativo al conjunto baterías se cumplirá la norma UNE-EN 50547 y EN 14033-3 2017.

Los armarios eléctricos serán estancos y estarán climatizados. De no ser posible, las entradas de aire para ventilación de armarios y equipos eléctricos de los sistemas de auscultación estarán situadas a un nivel lo más alto posible para evitar la aspiración de polvo, agua, etc. Las entradas y salidas de aire serán de suficiente sección y dispondrán de protecciones o filtros adecuados.

Se solicitará cumplimiento de la norma EN 60068.

#### 4.7 Protección Contra Incendios

El diseño de los sistemas de auscultación y sus equipos auxiliares cumplirán con los requerimientos especificados en la norma UNE-EN 45545 para una categoría de explotación 2 y categoría de diseño A.

## 5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS

El equipamiento para la auscultación, según su funcionalidad, se puede agrupar de la siguiente forma:

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO: ODÓMETRO		
SERVICIO DE VÍA	Sistema de medición de geometría de vía.	SOFTWARE
	Sistema de medición de desgaste de carril.	
LÍNEA AÉREA	Sistema de medición de geometría de catenaria.	
	Sistema de medición de desgaste de catenaria.	

**Dada la importancia de la integración de los diferentes equipos, Metro de Madrid exigirá que los mismos sean suministrados por un único desarrollador que garantice la comunicación entre los mismos.**



Todos los equipos que compongan la instrumentación del vagón w-781, deberán ser sistemas de alta disponibilidad, con capacidad de ampliación conforme a la evolución tecnológica y con un diseño ergonómico adecuado.

Los equipos utilizarán tecnología sin contacto, mediante la adopción de láseres y cámaras digitales de alta velocidad. Los mismos no tendrán partes móviles, estarán completamente sellados y serán de construcción robusta. También tendrán que disponer de los elementos necesarios para la protección de los equipos contra eventuales impactos producidos por proyecciones de balasto.

Los sistemas se diseñarán de manera que durante el proceso de captación no sea preciso realizar ningún enfoque ni ajuste manual.

Junto a los sistemas para vía y línea aérea, se ha de contar con un sistema general de odometría, que se encargará de proporcionar el posicionamiento y la velocidad a todos los equipos de auscultación. Ambos equipos de medida operarán de forma autónoma pero integrada junto con sus equipos auxiliares como un único sistema.

Los sistemas de auscultación y sus equipos auxiliares deberán ser capaces de medir y funcionar hasta 60 Km/h en ambos sentidos de circulación, siendo la frecuencia mínima de muestreo de 25 cm para todos los parámetros medidos. Tanto los parámetros de línea aérea como de vía serán medidos hasta una velocidad de 60 km/h garantizando para nivelación y alineación que no habrá pérdida de datos desde los 5 km/h.

Debido al espacio del vagón bajo bastidor, el sistema de vía será utilizado como caja de compensación por el sistema de línea aérea para la medición de los parámetros de descentramiento y altura.

Igualmente se debe disponer de un dispositivo que garantice la limpieza eficaz de las ventanas ópticas. Asimismo, los dispositivos de la cámara estarán equipados con un filtro óptico, para minimizar interferencias de otras fuentes de iluminación que no sean láser.

El cableado deberá ir correctamente aislado y apantallado (cableado en conductos, protegido, blindado y conectado a tierra de acuerdo con las normas EMI), de manera que se eviten pérdidas o atenuaciones en el mismo. Para ello se calcularán las distancias y aislamiento y, en caso necesario, se instalarán elementos amplificadores de señal que amortigüen las pérdidas haciendo que la señal llegue correctamente tanto a los sistemas de adquisición de datos como a las comunicaciones entre equipos.

El Contratista será responsable de la integración de los equipos de auscultación durante las fases de fabricación, implementación y puesta en servicio. Para la integración de los distintos sensores de cada sistema de auscultación, el contratista deberá implantarlos en el vagón de manera que no se interfiera en el funcionamiento de este. Asimismo, se adoptarán soluciones que faciliten su montaje y desmontaje, así como el mantenimiento tanto del equipo que se instale, como del propio vagón.

En caso de necesidad de sustitución de equipos por obsolescencia o instalación de nuevos sistemas, el contratista del presente contrato garantizará su integración.

Normativa a cumplir:

- UNE-EN 60825-1 *“Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos.*
- UNE-EN 50121 *“Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética”.*



- IEC 61373 “Aplicaciones ferroviarias. Material Rodante. Ensayos de Choque y Vibración”.

## 5.1 Sistema de posicionamiento. Odómetro

El sistema de odometría proporcionará el posicionamiento, velocidad y señales de localización y sincronización a todos los equipos de auscultación del vagón.

La precisión deberá ser tal que el error máximo sea del 2 ‰.

## 5.2 Hardware

**Todo hardware que forme parte de los sistemas de auscultación, deberá haber sido instalado previamente en alguna otra administración metropolitana o ferroviaria, así como en otros vehículos auscultadores y su correcto funcionamiento debe estar probado.**

### 5.2.1 Modular

El diseño de cada uno de los sistemas debe ser modular, para permitir sustituir fácilmente un componente averiado.

La actualización, ampliación o sustitución de un subsistema no debe implicar el cambio parcial o total del resto de sistemas del vagón auscultador. En este sentido, para la red local del vehículo de auscultación se utilizará una tecnología adecuada que garantice el cambio de uno o varios sistemas del vagón auscultador sin necesidad de cambiar la red.

Todos los equipos irán protegidos por cofres los cuales garantizarán la inmunidad del interior. Esta condición deberá, a su vez, compatibilizar las exigencias de:

- Grado de protección solicitado: IP65.
- Un trato duro, propio del entorno y mantenimiento ferroviario.
- Recubrimientos interiores y exteriores resistentes a la oxidación, elevadas temperaturas y posibles arcos eléctricos.
- Robustez.

### 5.2.2 Memoria técnica

Para cada equipo se suministrará una memoria técnica que justifique su elección y el cumplimiento de lo solicitado en el presente pliego.

## 5.3 Software

Ha de ser adaptable, modular e integrable, de forma que se faciliten las comunicaciones entre los distintos sistemas. **Todo el software, tanto de los sistemas de adquisición como el de análisis, han de ser suministrados por un único desarrollador.**

Todo software dispondrá de un menú de ayuda, accesible desde cualquier pantalla, en el que se describa la totalidad de las funcionalidades, parámetros, cálculos que realice.



### 5.3.1 Memoria técnica

Para cada aplicación se suministrará una memoria técnica que explique la organización del software y cómo se cumplen los requisitos exigidos en el presente pliego.

### 5.3.2 Licencias

El Contratista suministrará 8 licencias para la utilización del software de adquisición y tratamiento de datos durante los registros, como para su análisis en oficina técnica.

Las licencias a suministrar no estarán sujetas al pago de una cuota anual, sino que Metro de Madrid podrá disponer de ellas durante los años que opere con el software adquirido.

## 5.4 Idioma

El idioma utilizado en las interfaces hombre/máquina de todas las funcionalidades de los diferentes perfiles de operador será el castellano.

## 5.5 Especificaciones Técnicas de Vía

Con vistas a medir los parámetros en las condiciones de vía cargada, los sistemas de vía debajo de la caja del vagón deben estar tan cerca como sea posible a uno de los ejes cargados.

Como mínimo con los equipos instalados se ha de poder ver la cara interna del carril, así como la cabeza, de forma que se tenga registrado el perfil del carril suficiente para evaluar el desgaste vertical y horizontal.

Para la detección de los defectos de vía se requerirá un sistema capaz de medir, de forma exacta y fiable, la geometría de vía y el desgaste de carril.

El sistema permitirá el procesamiento de los datos en tiempo real y la visualización de los mismos, incluido los parámetros del perfil del carril, por parte del operador.

Por último, los dispositivos no deben causar ningún tipo de interferencia sobre los diferentes equipos existentes en el entorno de vía.

### 5.5.1 Normativa a cumplir

- UNE-EN 13848-1 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía”.
- UNE-EN 13848-2 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía”.

### 5.5.2 Parámetros a medir

Sistema	Parámetro	Longitud de onda	Resolución	Incertidumbre	Rango
	Ancho de vía	No aplica	≤ 0,5 mm	± 1 mm	-15 mm/+50mm



Geometría de vía	Nivelación Longitudinal	D1: $3m < \lambda \leq 25m$	$\leq 0,5$ mm	D1: $\pm 1$ mm	D1: $\pm 50$ mm
	Peralte	No aplica	$\leq 0,5$ mm	$\pm 5$ mm (valor relativo $\pm 1$ mm)	$\pm 225$ mm
	Alineación	D1: $3m < \lambda \leq 25m$	$\leq 0,5$ mm	D1: $\pm 1,5$ mm	D1: $\pm 50$ mm
	Alabeo	No aplica	$\leq 0,5$ mm	$b \leq 5,5$ m: $\pm 1,5/b$ $5,5$ m $\leq b \leq 20$ m: $\pm 3/b$	$\pm 15$ mm/m (%)
Desgaste de carril	Vertical	Se obtendrá por diferencia entra la sección teórica y la sección medida, calculada sobre el eje de simetría vertical del carril. Resolución $\leq 0,5$ mm.			
	Horizontal	Se obtendrá por diferencia entre la sección teórica y la sección de medida, transversalmente al plano de la vía y a 14 mm por debajo de superficie de rodadura. Resolución $\leq 0,5$ mm.			

El alabeo se calculará a través de diferencias de peralte. Las bases a utilizar “b” son; 3 m y 11 m.

Será necesario, para cada uno de los parámetros anteriores, indicar el rango de longitud de onda (en caso de ser aplicable), la resolución, incertidumbre y rango de medida.

#### 5.5.3 Principio de medida

Todos los parámetros expuestos se medirán conforme a la norma UNE-EN 13848-1 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía”

#### 5.5.4 Ensayos en línea. Validación

Para validar un sistema de medición se utilizará un método basado en la comparación entre mediciones diferentes tal y como se especifica en la norma UNE-EN 13848-2 “Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía”.

A modo resumen especificar que la Dirección Facultativa establecerá la metodología de análisis a utilizar para los ensayos de repetibilidad y reproducibilidad.

Para ello se podrán realizar análisis estadísticos de los valores de un parámetro, de desviaciones típicas, o un análisis frecuencial de los valores.

## 5.6 Especificaciones Técnicas de Línea aérea

### 5.6.1 Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales que los equipos deben cumplir para auscultar todos los sistemas de electrificación de Metro de Madrid en sus distintos contextos operacionales son:

- Tranviaria: Un solo hilo de contacto BF150 según norma EN50149.



- Catenaria flexible, uno o dos hilos de contacto con secciones BF107 o BF150 según EN50149.
- Catenaria rígida tipo perfil Metro MM04 y perfil comercial (tipo Delacheaux). Ver anexo 3: Perfiles de Catenaria.
- Permitir evaluar el desgaste de los distintos tipos de hilo de contacto que actualmente existen en Metro de Madrid: BF107, BF150, BC107 y BC150 según EN50149. Debe ser capaz de reconocer de manera automática desgastes por encima del diámetro máximo del hilo y desgastes no paralelos u oblicuos.
- Auscultar de forma individual y simultánea hasta cuatro hilos de contacto.

### 5.6.2 Parámetros a medir

Los parámetros a medir por el sistema de línea aérea son clasificados en:

- Geométricos: altura y descentramiento.
- Desgaste: residual hilo de contacto.

Las tolerancias, resoluciones y precisiones mínimas requeridas en la medición de los parámetros se especifican en la siguiente tabla:

Parámetro	Rango Medida	Resolución	Precisión	Observaciones
Desgaste	10 mm	0.1 mm	$\pm 0,2$ mm	Rígida: $\pm 0,2$ mm Flexible: $\pm 0,5$ mm
Altura Hilo	0,85 metros	1 mm	$\pm 10$ mm	Altura Hilo en Red entre 3550-4300mm
Descentramiento	0,80 metros	1 mm	$\pm 10$ mm	$\pm 400$ mm (sin compensar) $\pm 350$ mm (compensado)
Rampas	$\pm 10$ mm/m	$\pm 0,2$ mm/m	No aplica	--

### 5.6.3 Principio de medida

Basado en la experiencia adquirida durante la vida útil del VAI, el principio de medida estará fundamentando en los siguientes requisitos:

- Principio de medida por triangulación y reflexión óptica, tanto para las mediciones en catenaria flexible como rígida.
- Para cualquier hilo de contacto auscultado, el equipo de medida debe ser capaz de diferenciar los desgastes por encima del diámetro máximo.
- La existencia de grasa no penalizará la precisión de la medida de desgaste.
- Los muestreos serán para cada parámetro los siguientes:

Parámetro	Distancia
Geometría de la línea	$\leq 250$ mm



Desgaste del hilo de contacto	$\leq 250$ mm
-------------------------------	---------------

#### 5.6.4 Ensayos en línea. Validación

Para línea aérea, se realizarán comprobaciones dinámicas de repetibilidad y reproducibilidad en ambos sentidos de circulación del vagón (sentido normal de circulación y a contravía). Para ello:

- Se programarán distintos tramos de línea de diferentes sistemas de electrificación con el fin de verificar la calidad de los datos en condiciones reales de explotación.
- Al mismo tiempo y acompañado por el contratista, se llevarán a cabo mediciones manuales en los mismos tramos de línea de cara a comparar los datos obtenidos por el vagón con los medidos por el personal de mantenimiento con calibre electrónico.
- En los mismos puntos medidos manualmente se realizarán auscultaciones estáticas con el vagón.
- Se realizarán 3 auscultaciones dinámicas a tres velocidades diferentes.
- Las pruebas se planificarán conjuntamente con el Contratista.

A su finalización, el Contratista entregará a Metro de Madrid los resultados obtenidos en las distintas pruebas y mediciones realizadas (estático y dinámico).

En el caso de que las pruebas demostrasen que no se cumplen las características y requisitos especificados y/o se presentasen defectos, el Contratista se encargará de realizar las correcciones y modificaciones necesarias para alcanzar las garantías prevista, quedando obligado a realizar nuevas pruebas, sin cargo alguno para Metro de Madrid.

### 5.7 Registro y almacenamiento de Señales

Las señales brutas, digitalizadas, obtenidas por todos y cada uno de los sistemas se deberán almacenar en tiempo real en los propios equipos embarcados. La capacidad de su almacenamiento será, como mínimo, la información correspondiente a 600 Km de vía. El objeto de esta información es poder, en caso de ser necesario, analizar el funcionamiento de los sistemas y realizar un correcto mantenimiento de los equipos.

Igualmente, se deberán almacenar en los equipos embarcados y en tiempo real todos los parámetros ya procesados y filtrados por cada sistema de medida para su posterior extracción, ya sea a través de un volcado al ordenador portátil de control o directamente a una red de Metro. El sistema de almacenamiento del ordenador portátil deberá tener una capacidad, como mínimo, la información correspondiente a 600 km de vía.

Todos los parámetros definidos en el apartado 5.2.2 y 5.3.2 se han de poder graficar en tiempo real durante las auscultaciones, de una forma intuitiva y configurable por parte del operador, en función del Pk facilitado por el sistema de odometría. Dichos gráficos se podrán exportar en formato imagen.

Se debe garantizar que una avería en cualquiera de las etapas posteriores de registro y análisis no impida la continuidad en el registro y almacenamiento de las señales brutas.

Igualmente, se deberá almacenar todos los parámetros ya procesados y filtrados



Se establece 25 cm como el paso máximo para la digitalización de las señales paramétricas.

Una vez finalizada la auscultación, el software almacenará la medición en su base datos y automáticamente creará un fichero de texto plano con los datos medidos. Los ficheros podrán ser visualizados por el operador en caso de necesidad. El formato del fichero de datos tendrá extensión txt, xlsx, xls o csv, con el objeto de que Metro de Madrid pueda trabajar con los mismos a través de sus herramientas para el análisis.

### 5.8 Software para generar informes en Oficina Técnica

El Contratista suministrará un software para el análisis de los datos recogidos en las auscultaciones y elaboración de informes en oficina técnica que debe cumplir con las siguientes características.

El software ha de permitir realizar análisis de los registros en bruto, pudiendo guardarse los resultados como ficheros .xls.

Como mínimo deberán ser posibles los análisis siguientes para todas y cada una de las señales:

- Análisis estadístico: valores medio, máximo y mínimo, desviación estándar e índices de calidad.
- Análisis de picos.
- Análisis de tramos: valores eficaces y ponderados.

Todos los datos en el sistema deben estar referenciados, como mínimo, con las siguientes características de ubicación:

- Línea
- Vía
- Pk inicial y Pk final
- Longitud

El software creará, eliminará y modificará los datos de los registros a través de plantillas estándar, incluidas las reglas de validación para evitar la entrada incorrecta de datos. El sistema debe ser capaz de crear plantillas para cada tipo de registro que se va a importar de acuerdo con un formato estándar y detectar, rechazar y reprocesar registros no válidos durante el proceso de carga/inserción de datos.

La arquitectura del software de análisis será cliente servidor. La gestión de la información será centralizada y se almacenarán en un repositorio común en red (base de datos o servidor). Los datos serán accesibles en remoto por los diferentes usuarios que lo harán mediante aplicaciones cliente instaladas en sus equipos locales.

Será requisito que las aplicaciones usuario puedan ejecutarse bajo el entorno del sistema operativo Windows 10 o versión posterior y que cuenten al menos 8 Gb de RAM.

El software podrá almacenar y visualizar en un vistazo los siguientes datos de la condición de la vía y de línea aérea:

- Geometría de vía
- Desgaste vertical y horizontal de carril



- Línea aérea geométricos: altura y descentramiento.
- Línea aérea desgaste: residual hilo de contacto.

Debe ser posible configurar los límites a nivel de usuario de línea aérea y vía utilizando un editor. Para los parámetros de línea aérea, los valores se concretarán en el momento de la puesta en servicio del software y para los parámetros de vía, se deberá tener la posibilidad de discernir entre los diferentes límites de intervención y alerta que se tienen en cuenta en la norma UNE-EN 13848-5 "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 5: Niveles de calidad geometría. Plena vía y aparatos de vía".

A modo informativo Metro de Madrid tiene establecido dos umbrales en función de su criticidad:

- Límite de acción inmediata (IAL) "FASE 2": referido a los valores que, si se superan, requieren tomar medidas para reducir el riesgo de descarrilamiento a un nivel aceptable. Esto puede hacerse ya sea cerrando la línea, reduciendo la velocidad o corrigiendo la geometría de la vía.
- Límite de intervención (IL) "FASE 1": referido a los valores que, si se superan, requieren mantenimiento correctivo con vistas a que los límites de la acción inmediata no se alcancen antes de la siguiente inspección.

El software debe registrar, como mínimo, los siguientes datos para cada medición: vía, ubicación, valores medidos, fecha y hora de la inspección. De igual forma, como mínimo debe registrar los siguientes datos para cada defecto: vía, ubicación, valores medidos, fecha y hora de la inspección, prioridad, tipo, etc.

Debe ser posible importar datos (registros, defectos, mediciones, etc) en gran cantidad mediante plantillas estándar.

Entre los criterios de filtrado estándar, por ejemplo, fecha y hora de la inspección, semanas, meses, años, etc, el sistema debe permitir la visualización de las mediciones agrupadas por campañas de auscultaciones por las fechas de inicio y finalización.

El sistema tendrá la posibilidad de ver los detalles del dato haciendo clic en el objeto visualizado en la pantalla, por ejemplo, detalles de defectos haciendo clic en representación del defecto.

El sistema debe permitir visualizar los defectos en un gráfico lineal en función del espacio y del tiempo. Así mismo registrará los defectos, incluidos el tipo, la fecha de detección, el tamaño, el valor medido, la posición a lo largo de la vía, el estado del defecto, el nivel del defecto, etc.

El sistema debe optimizar el acceso por parte de los operadores a grandes cantidades de datos en bruto.

El software proporcionará informes escritos y gráficos estándar, por ejemplo, gráficos de columnas, gráficos circulares, gráficos de líneas. El sistema permitirá exportar informes a software estándar tipo excel o pdf.

Tendrá la posibilidad de ocultar, agrupar e intercambiar columnas en los informes. Debe ser posible aplicar filtros estándar. El sistema debe tener la capacidad de buscar/filtrar datos de forma que el usuario sea capaz de localizar fácilmente registros basados en varios criterios de búsqueda.



El sistema debe soportar el acceso multiusuario y proporcionar un bloqueo de registros adecuado. Cuando se adopte el sistema de identificación del operario, el sistema debe permitir la caducidad de las contraseñas y la configuración del número máximo de intentos del inicio de la sesión.

El sistema debe tener medidas de seguridad que protejan contra el acceso no autorizado. Permitiendo el acceso a múltiples usuarios con diferentes niveles de autorizaciones/restricciones para acceder a las distintas funciones como: administrador, técnico de registro, visor, técnico creador del informe, etc.

### **5.9 Mantenibilidad de los sistemas**

El Contratista deberá estudiar la disposición de los diversos aparatos que constituyen el equipo bajo bastidor, de forma que desde los laterales del coche sea posible una revisión prácticamente total de estos elementos.

El desmontaje de los elementos bajo bastidor deberá realizarse siempre hacia abajo, sin necesidad de proceder al levante de la unidad.

Si fuera necesario extraer algún elemento suspendido por la parte inferior, se realizará de forma tal que no se produzcan interferencias con la vía al desmontarlo.

En el caso de los elementos situados en la plataforma o estructura aérea, se podrán desmontar los equipos o cualquiera de sus partes constituyentes con la unidad situada en vías con catenaria.

## **6 SUMINISTRO EQUIPOS**

El Contratista, deberá llevar a cabo las labores precisas para realizar el suministro de los sistemas solicitados, en base a las especificaciones recogidas en el presente documento.

### **6.1 Envío del suministro**

El Contratista será el responsable del correcto envío de los sistemas, que se entregarán de lunes a viernes, en el Servicio de Vía de Metro de Madrid, situado en Madrid Calle Néctar,44. 28022 – Depósito de Canillejas, en horario diurno de 8:00 a 14:00 horas. La Dirección Facultativa podrá variar esta dirección por cualquier otro recinto de Metro de Madrid.

La Dirección Facultativa facilitará los teléfonos de las personas de contacto para poder planificar el envío de los equipos, especificando, en caso de producirse, cualquier variación en la ubicación para la recepción.

### **6.2 Recepción del suministro**

La Dirección Facultativa junto con el Contratista comprobará el perfecto estado del suministro entregado. En el supuesto de que el mismo estuviera defectuoso o no coincidiera con las especificaciones solicitadas, se devolverá al contratista sin coste alguno para Metro de Madrid.



Junto a los equipos suministrados se entregará información documental sobre las calibraciones realizadas en los mismos.

Será exigible que en la recepción del suministro en dependencias de Metro de Madrid, se encuentre personal de la empresa contratista.

## 7 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS

### 7.1 Fijación

En todo caso el Contratista, adicionalmente a lo indicado en el informe a emitir por un organismo notificado (Apartado "Certificación de la instalación y requisitos legales. empresas notificadas e informes previos"), estará obligado a cumplir las siguientes premisas a la hora de instalar sus equipos:

- En ningún momento se superarán las cargas máximas autorizadas para el vagón.
- Las estructuras o bastidores, que se propongan para la instalación de los equipos, no tendrán elementos móviles.
- Será necesario disponer de un sistema secundario que evite, ya sea mediante el uso de cadenas o cualquier otro tipo de solución, una posible caída de los sistemas de medición.
- En ningún caso se podrán tocar las piezas o elementos del vagón
- No se podrán realizar trabajos sobre el bastidor del vagón: soldaduras, taladros, etc.
- Se podrá requerir, si se considera necesario para asegurar una correcta circulación del vagón, un lastre a instalar de forma simétrica al otro lado del lugar de la instalación de los equipos auscultadores. Dicho lastre será de igual peso al de los equipos.
- La instalación de los equipos de geometría de vía se tendrá que realizar lo más próximo al bogie del vagón, de forma que se garantice la visibilidad del carril, y por tanto, la calidad de los datos en curvas de radio reducido. La proximidad de los equipos de medición al bogie no supondrá en ningún caso la colisión entre ellos cuando el vagón circule por vía principal, secundaria, depósito, cocheras o playas.
- Los sistemas de auscultación sus equipos auxiliares no interferirán con los equipos propios del vagón ni con sus instalaciones.
- Permitirá el acceso y la mantenibilidad de los equipos propios del vagón.

De cara al cumplimiento de los requisitos mínimos de instalación de equipos en el vagón, el Contratista deberá aportar la siguiente documentación:

- Plano de implantación de los equipos en alzado, planta y perfil con las dimensiones de los mismos y las referencias de posición respecto el vagón.
- Pesos de cada uno de los equipos así como disposición de ajuste del reparto de cargas en caso de ser necesario. (equilibrado con lastre si fuera necesario porque está desequilibrado)



## 7.2 Alimentación

En el vagón se tendrá que instalar, y fijar, una fuente de alimentación, tipo batería de uso ferroviario para exterior e interior de túnel, a suministrar por el Contratista, capaz de alimentar eléctricamente a todos los sistemas y equipos auxiliares. La alimentación de sistemas y equipos será autónoma e independiente a la del propio vagón o dresina. Queda excluido el grupo electrógeno como fuente de alimentación.

El sistema de alimentación deberá estar dimensionado para al menos garantizar la alimentación de los sistemas durante un mínimo de 5 horas. Queda incluido dentro de la duración de 5 horas el 20% de reserva para evitar su descarga completa. Se aportarán especificaciones técnicas de las baterías a implantar.

Las baterías del sistema de alimentación junto con su instalación deberán cumplir la norma UNE-EN 50547.

El montaje y la instalación de chasis, soportes, tapas, cierres, etc. para baterías, serán de acero inoxidable (AISI 304) resistente a derrames de líquido de la batería, o bien cualquier otro material más ligero que cumpla este requisito, todo ello según UNE-EN 12663.

Se justificará en el desarrollo del proyecto la ubicación y cableado de la batería siguiendo los criterios indicados en la norma UNE-EN 50343. Los cables del bus podrán tenderse por las mismas canalizaciones que los cables de BT respetando las condiciones de la norma UNE-EN50155.

El sistema de carga será capaz de monitorizar la tensión de batería cada periodo y enviar esta información para conocer el estado de dicha batería. En estado de carga, se enviará la tensión de carga momento. La carga de la batería tendrá en cuenta la compensación por temperatura según norma que le aplique por su tipología y características o indicación específica del fabricante.

Junto a la batería, se montará un seccionador que permita desconectarla en carga. Además, se instalará un magnetotérmico para su protección.

Si la alimentación de los sistemas no fuera directa desde el conjunto de baterías, el convertidor de potencia a montar deberá cumplir con la norma UNE-EN 61287-1:2015.

Igualmente será necesario disponer de una conexión de alimentación externa, tipo manguera de alimentación para conexión a línea trifásica (3PH+N, 400/230Vac - 50Hz). La toma de conexión estará protegida contra armónicos con un diferencial super inmunizado de 100A con el fin de garantizar la mantenibilidad de los sistemas de medida cuando no se disponga de carga de las baterías.

En caso de querer realizar una toma de corriente o conexión de aire comprimido del vagón (cuyo elemento generador es la dresina que lo acople), deberá ser con el visto bueno previo del fabricante o con constatación documental (o normativa) de que se puede realizar.

## 7.3 Climatización

En el entorno donde operará el vagón y para cualquier estación del año quedará garantizado el acondicionamiento y el buen funcionamiento de sistemas de medida, equipos auxiliares, componentes electrónicos, armarios eléctricos y ordenadores.

Para la alimentación del equipo de refrigeración se dimensionará la fuente de alimentación para dar suministro eléctrico sin comprometer la duración mínima de funcionamiento de los sistemas de línea aérea y vía.



## 7.4 Adquisición/almacenamiento de datos

Sobre el vagón se tendrán que instalar, y fijar, todos los equipos necesarios, a suministrar por parte del Contratista, para la adquisición y almacenamiento de los datos, así como los armarios/racks que se requieran.

En esta línea, sobre el vagón se instalarán todos los dispositivos precisos para el correcto funcionamiento de los sistemas de auscultación, así como para asegurar un correcto análisis de los datos registrados.

## 7.5 Etiquetas de señalización

Se colocarán etiquetas de advertencia en las zonas próximas a las fuentes láser para informar y avisar a los operarios que trabajan en las proximidades inmediatas a la máquina de los riesgos esenciales asociados a la emisión de radiación láser. Las etiquetas de seguridad láser serán conforme a la norma IEC 60825-1.

## 7.6 Puesto del operador

Se establece que para poder operar con el vagón auscultador, será indispensable contar con un operario el cual verifique que la medición se está desarrollando correctamente.

Dicho operario tendrá su puesto de trabajo dentro de una dresina encargada de remolcar el vagón. Con el propósito de ser flexibles, ya que no habrá una única dresina destinada a tal cometido, se establece que la concepción del puesto de trabajo ha de ser completamente portable.

Para ello el operador únicamente trabajará con un ordenador portátil industrial de al menos 16 pulgadas, a suministrar por parte del Contratista, dimensionado para gestionar el volumen de datos que se generen.

La comunicación entre el puesto del operador y los equipos instalados en el vagón, se realizará a través de comunicaciones inalámbricas, existiendo también la posibilidad de realizarla a través de cable. Para ambos casos el contratista será el responsable de proveer todo lo que fuera necesario para poder implementar dichas soluciones.

## 8 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

En general, serán de aplicación las prescripciones que figuran en las normas, instrucciones o reglamentos oficiales que guardan relación con los servicios del presente PPT, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas y que se encuentran en vigor en el momento de redactar el presente PPT.

Se considerarán todas las modificaciones y ampliaciones de las citadas normas.

En caso de discrepancias entre las normas y salvo manifestación expresa en contra, se entenderá válida la prescripción más restrictiva.



Cuando en algunas disposiciones legales se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

De la misma forma, se deberán considerar siempre las últimas versiones o actualizaciones de todos los documentos referenciados a lo largo del presente PPT.

## **8.1 Normas para la realización de los trabajos.**

Los trabajos e instalaciones que se proyecten, básicamente consistirán en lo siguiente:

- Trabajos de replanteo, acopio y transporte en general.
- Suministro de todos y cada uno de los materiales y equipos de la instalación.
- Instalación e integración del equipamiento.
- Pruebas y puesta en servicio de todos los sistemas.
- Documentación completa de la Instalación y equipos.
- Garantía.

### *8.1.1 Normas generales para la realización de los trabajos*

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 Adjudicatario se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas vigentes en Metro de Madrid que le sean de aplicación y que les serán entregadas en Coordinación de Actividades Empresariales a celebrar antes del inicio de los trabajos, las cuales deberán dar a conocer al personal involucrado en la obra antes del inicio de la misma.

En caso de que el contratista incurra en el incumplimiento de estas normas, METRO podrá paralizar los trabajos hasta que el contratista asegure y demuestre el cumplimiento de las mismas.

En cualquier caso, las normas que sean requeridas para la ejecución de los trabajos serán proporcionadas a la empresa adjudicataria tras la firma del contrato.

### *8.1.2 Normas de Metro de Madrid para la realización de los trabajos*

El contratista se compromete a realizar los trabajos teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas, que sean de aplicación, vigentes en METRO, las cuales deberán hacer conocer a su personal responsable de los trabajos.

Estas normas, que se recogerán oportunamente, son las siguientes:

- Normas maniobras de corte y reposición Instalaciones Eléctricas.



- Normas para la seguridad de los agentes en relación con la circulación.
- Procedimiento de homologación de conductores de empresas externas.
- Normas maniobras de corte y reposición Alta Tensión.
- Evaluación general de riesgos de lugares de trabajo.
- Manual de estilo para las comunicaciones establecidas con trenes y vehículos.

### 8.1.3 Normas de Metro de Madrid para la realización de trabajos en explotación

Los trabajos en una zona sin servicio no se verán afectados por limitación de horario, sin embargo, en los trabajos a efectuar en los tramos en explotación, el contratista tendrá que realizar necesariamente los trabajos teniendo en cuenta lo siguiente:

#### Trabajos en túnel:

Normalmente se autoriza el posible paso al túnel alrededor de las 2:30 h. de la madrugada, y una hora antes de abrir servicio debe retirarse todo el personal que pueda estar trabajando en el túnel, permitiendo así el movimiento inicial de las unidades de tren para situarse en su punto de partida y poder comenzar el servicio sin demora alguna. A todos los efectos se considerará un tiempo diario disponible de 2 horas y 30 minutos.

#### Solicitud de trabajos:

Todos los trabajos que afecten a algún servicio de explotación deberán ser programados y autorizados explícitamente por Metro.

El contratista solicitará por escrito la programación de los trabajos a METRO, debiendo ser programados con el tiempo de antelación que METRO indique.

Por razones del Servicio de Mantenimiento, y otras causas, se podrán suspender trabajos programados, o bien acortar los períodos disponibles, no admitiéndose reclamación alguna por parte del contratista.

## 8.2 Normas específicas de este pliego.

Las Normas y disposiciones legales que, de manera específica, y complementando a las de ámbito más general que aplican en este PPT, son las siguientes:

- UNE-EN 280:2014 Plataformas elevadoras móviles de personal. Cálculos de diseño. Criterios de estabilidad. Construcción. Seguridad. Exámenes y ensayos.
- UNE-EN 1756-1:2002+A1:2008 Compuertas elevadoras. Plataformas elevadoras para montaje sobre vehículos rodantes. Requisitos de seguridad. Parte 1: Compuertas elevadoras para mercancías.



- UNE-EN 1756-2:2005+A1:2010 Compuertas elevadoras. Plataformas elevadoras para montaje sobre vehículos rodantes. Requisitos de seguridad. Parte 2: Plataformas elevadoras para pasajeros.
- UNE-EN 12663-1:2011 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 1: Locomotoras y material rodante de viajeros (y método alternativo para vagones de mercancías).
- UNE-EN 12663-2:2011 Aplicaciones ferroviarias. Requisitos estructurales de las cajas de los vehículos ferroviarios. Parte 2: Vagones de mercancías
- UNE EN\_14033-1:2011 Aplicaciones ferroviarias. Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 1: Requisitos técnicos para la circulación.
- UNE EN\_14033-2:2009+A1:2012 Aplicaciones ferroviarias. Vía. Máquinas para la construcción y el mantenimiento que se desplazan exclusivamente sobre carriles. Parte 2: Requisitos técnicos para el trabajo.
- UNE 58921:2002 Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).
- UNE 58923:2012 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP). Formación del operador.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE nº 97 23/04/1997
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. BOE nº 188 07/08/1997
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Publicado en BOE nº 246 11/10/2008
- NTP 634: Plataformas elevadoras móviles de personal.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las DRESINA s. Publicado en BOE nº 246 11/10/2008.
- NTP 634: Plataformas elevadoras móviles de personal.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.



- Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Directiva (UE) 2019/130, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.
- La Directiva (UE) 2017/2398, por la que se modifica la Directiva 2004/37/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes carcinógenos o mutágenos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

## **9 CERTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS LEGALES. EMPRESAS NOTIFICADAS E INFORMES PREVIOS**

La instalación de los equipos en el vagón debe cumplir los requisitos ferroviarios y como herramienta de trabajo del mismo. Para ello previamente a la adquisición de ningún equipo ni incurrir en ningún coste adicional se deberá aportar a Metro de Madrid los siguientes informes:



- Informe del adjudicatario detallado de los equipos suministrados, así como el modo de instalación de los mismos en el vagón propuesto. Nivel requerido, ingeniería de detalle, “as built”.
- Informe de un organismo notificado para la directiva de máquinas (ver apartado Condiciones para la obtención del CE completo) sobre la instalación de los equipos de medida y las consideraciones sobre la Directiva 2006/42/CE transposición a RD 1644/2008. Alternativas según lo que se indique en el informe:
  - El informe indica que la instalación es una reforma / modificación no significativa y no requiere CE nuevo. El proyecto seguiría. Esta es la opción preferida por Metro de Madrid.
  - El informe indica que la instalación es una reforma / modificación significativa y requiere CE nuevo. El proyecto debe seguir uno de los siguientes caminos:
    - Contactar con el fabricante para obtener el visto bueno y que ellos emitan un CE nuevo completo del vehículo.
    - Si el adjudicatario es un fabricante de material rodante (auxiliar o convencional) con experiencia demostrable él mismo podrá emitir el CE nuevo completo.
    - Contactar con un organismo notificado para la Directiva de máquinas que realice el CE completo.

El contratista deberá presentar todos estos informes a evaluación por parte de Metro de Madrid. Y asumirá los costes de tener que realizar esta certificación. En todo momento se requiere que el CE realizado sea completo (no se admiten CE parciales o CE de instalación de equipos en vagón) como se indica en la normativa.

Hasta tener el visto bueno por parte de Metro de Madrid no se puede realizar ningún coste que no sean estas partidas documentales iniciales.

- Informe de un organismo notificado o designado (DeBo/NoBo) por parte de la Agencia Española de Seguridad Ferroviaria (<https://www.seguridadferroviaria.es/>) o Agencia Europea de Seguridad Ferroviaria ([https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/era\\_es](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/era_es)) sobre la instalación a realizar y si esta requiere o no recertificación del vehículo teniendo en cuenta el año de fabricación del mismo.

Se entiende por organismo designado DeBo el encargado de efectuar el procedimiento de verificación de subsistemas en el caso de normas nacionales, según Orden FOM/167/2015. En el ámbito de la agencia española de seguridad se pueden localizar en <https://www.seguridadferroviaria.es/organismos-certificacion-y-evaluadores/organismos-designados>.



Se entiende por organismo notificado NoBo el encargado de efectuar el procedimiento de verificación “CE” de la interoperabilidad de los subsistemas y de evaluar la conformidad o idoneidad para el uso de los componentes, de acuerdo con la Directiva 2008/57 de interoperabilidad. En el ámbito de la agencia española de seguridad se pueden localizar en <https://www.seguridadferroviaria.es/agentes-sector-ferroviario/organismos-certificacion-y-evaluadores/organismos-notificados>

El informe emitido por el organismo DeBo y NoBo puede estar orientado de las siguientes formas:

- La instalación del equipo no requiere de certificación del conjunto. Esta es la opción preferida por Metro de Madrid. Esta consideración no implica la eliminación de las pruebas de recepción del conjunto, tanto funcionales como del vehículo ferroviario completo.
- La instalación requiere la certificación parcial o total del vehículo. Se deberá realizar por parte del contratista y del nuevo fabricante (la empresa que ha firmado el nuevo CE completo se ha convertido en el nuevo fabricante) en caso de ser necesario según informe anterior. Se aceptaría por parte de Metro de Madrid de la colaboración del fabricante original del vagón. Antes de realizarse la certificación se deberá entregar el plan de pruebas y controles a realizar a Metro de Madrid emitido por el DeBo / NoBo

En caso de tenerse que realizar la certificación parcial o total del vehículo, Metro de Madrid pone a disposición del contratista (únicamente del contratista y no de los licitadores) de la siguiente documentación que es la que se tiene de dichos vehículos. Ver anexo 4.

Hasta tener el visto bueno por parte de Metro de Madrid no se puede realizar ningún coste que no sean estas partidas documentales iniciales. A esta partida concreta (empresa DeBo NoBo) no se podrá dar comienzo sin el visto bueno de la etapa anterior.

- Estudio previo de un organismo evaluador de la seguridad de la transformación del vagón así como de la integración segura del mismo en la red de Metro de Madrid. El organismo evaluador de la seguridad debe estar de conformidad con el Reglamento europeo 402/2013.

En España, los organismos evaluadores son acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para la aplicación del citado reglamento. Actualmente, los siguientes organismos disponen de acreditación emitida en España. Dicho listado aparece en la página de la Agencia Española de Seguridad Ferroviaria (<https://www.seguridadferroviaria.es/organismos-certificacion-y-evaluadores/organismos-evaluadores-de-seguridad>).



- Realización propiamente dicha de la instalación (desde la fase de acopio hasta la fase de instalación propiamente dicha) sobre el vagón según lo recogido en el informe de realización del mismo, previamente aprobado por Metro de Madrid.
- Plan de pruebas y recepción, puesta en marcha y puesta en explotación acompañada por un organismo DeBo NoBo. Durante todo este proceso se debe disponer de una empresa notificada o designada que realice los protocolos de prueba y de la aceptación de los mismos.
- Estudio definitivo de un organismo evaluador de la seguridad implantando las medidas que él indique con objeto de realizar la incorporación segura a la red de Metro de Madrid.

### **9.1 Condiciones generales sobre RD 1215/97 I+II y RD 1644.**

El contratista estudiará la repercusión que las reformas a realizar pudieran tener en relación con el expediente del Mercado CE de la máquina, determinando si los cambios derivados de las reformas afectan a las condiciones que la certificación acreditaba para el vehículo en su expediente original.

Si el contratista confirma que ninguna de las reformas descritas anteriormente altera el Mercado CE, emitirá y entregará a Metro un certificado que acredite esta circunstancia, haciendo referencia a los trabajos efectuados.

En caso contrario, el contratista correrá con la responsabilidad de actualización del expediente y con la certificación del mercado CE de acuerdo con la reforma emprendida. Esta certificación deberá ser puesta a disposición de Metro de Madrid.

El contratista evaluará el alcance de las reformas en relación con el uso y seguridad de la máquina, siguiendo los criterios de evaluación que Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, INSST, tiene publicado en el Anexo II de la Guía Técnica correspondiente.

En caso de no existir variación, el contratista certificará que tras las reformas no se han variado los riesgos para la utilización y mantenimiento de la máquina.

El contratista contratará una entidad inspectora certificada por ENAC para la validación del cumplimiento del anexo I y II del Real Decreto 1215/97 tras la reforma, proporcionando a Metro el certificado que emita la entidad inspectora contratada.

Las Inspecciones y la Emisión de la Puesta en Conformidad se realizarán por una Entidad Inspectora Certificada como Organismo Notificado por E.N.A.C. para la realización de trabajos relativos a la conformidad de equipos de trabajo y máquinas que cumplan el RD 1215/97.

Mediante dicha entidad inspectora, contratada por el adjudicatario, se obtendrá la Puesta en Conformidad de los Vehículos según lo dispuesto en el RD 1215/97 – Anexos I y II, de acuerdo a lo siguiente:

- 1ª inspección, en la que la entidad inspectora indicará los puntos pendientes para su corrección. A dicha inspección asistirán Metro, el contratista y la entidad inspectora.
- Corrección por parte del contratista de los puntos pendientes indicados en dicha 1ª inspección.
- 2ª Inspección, en la que la entidad inspectora cerrará los puntos pendientes indicados en la 1ª inspección. Asistirán Metro, el contratista y la entidad inspectora.



- Emisión de la Puesta en Conformidad según el RD 1215/97 - anexos I y II por parte de la entidad inspectora.

A modo orientativo, deberá revisarse y corregirse todo lo que proceda en los sistemas de seguridad, freno, setas de emergencia, tracción, cabina, pupitre de conducción y pantallas de ayuda a la conducción, accionamientos, señalización y pictogramas.

## 9.2 Condiciones para la obtención del CE completo.

El responsable de todas las obligaciones establecidas en el Real Decreto 1644/2008 (ver artículo 5) para el vehículo completo en cuestión, deberá ser un fabricante de material rodante (auxiliar o convencional) con experiencia demostrable, o bien un Organismo Notificado (según artículo 14 de dicho real decreto) deberá comprobar y certificar que la máquina cumple las disposiciones de la Directiva 2006/42/CE, que traspone dicho real decreto.

En caso que se opte por la opción del fabricante, es deseable que este cuente con la ayuda de un Organismo Notificado.

A continuación, se muestra un extracto del artículo 5 del Real Decreto 1644/2008:

“(…) Artículo 5. Comercialización y puesta en servicio.

1. El fabricante o su representante autorizado, antes de proceder a la comercialización o puesta en servicio de una máquina, deberá:

- a) Asegurarse de que esta cumple los pertinentes requisitos esenciales de seguridad y de salud que figuran en el anexo I.
- b) Asegurarse de que esté disponible el expediente técnico a que se refiere la parte A del anexo VII.
- c) Facilitar en particular las informaciones necesarias, como es el caso de las instrucciones.
- d) Llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de la conformidad, con arreglo al artículo 12.
- e) Redactar la declaración CE de conformidad, con arreglo al anexo II, parte 1, sección A, y asegurarse de que dicha declaración se adjunta a la máquina.
- f) Colocar el marcado CE, con arreglo al artículo 16. (...) “

Se puede consultar los Organismos notificado para la Directiva de máquinas en la página "NANDO" de la Unión Europea (<http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/>)

## 9.3 Referencias empresas DeBo NoBo AsBo en la Agencia Española de Seguridad Ferroviaria.

### 9.3.1 ORGANISMOS NOTIFICADOS

De acuerdo con la Directiva 2008/57 de interoperabilidad, los Estados miembros notificarán a la Comisión y a los demás Estados miembros, los organismos encargados de efectuar el procedimiento de verificación “CE” de la interoperabilidad de los subsistemas y de evaluar la conformidad o idoneidad para el uso de los componentes.



<https://www.seguridadferroviaria.es/agentes-sector-ferroviario/organismos-certificacion-y-evaluadores/organismos-notificados>

### 9.3.2 ORGANISMOS DESIGNADOS

De acuerdo con la Orden FOM/167/2015, son aquellos encargados de efectuar el procedimiento de verificación de subsistemas en el caso de normas nacionales.

Organismo designado: El encargado, conforme a lo dispuesto en el artículo 12.3 del Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, de efectuar el procedimiento de verificación de subsistemas en el caso de normas nacionales.

<https://www.seguridadferroviaria.es/organismos-certificacion-y-evaluadores/organismos-designados>

### 9.3.3 ORGANISMOS EVALUADORES DE SEGURIDAD

De conformidad con el Reglamento europeo 402/2013, la acreditación o el reconocimiento otorgado por cualquier Estado de la Unión Europea a un organismo evaluador de seguridad es válida en el resto de Estados.

A tal fin, cuando se acredite o reconozca un organismo, será comunicado a la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea, que hace públicos los organismos evaluadores de la seguridad que pueden desempeñar su labor en cualquier estado de la UE en la siguiente dirección de su base de datos ERADIS.

En España, los organismos evaluadores son acreditados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para la aplicación del citado reglamento. Actualmente, los siguientes organismos disponen de acreditación emitida en España:

<https://www.seguridadferroviaria.es/organismos-certificacion-y-evaluadores/organismos-evaluadores-de-seguridad>

Para información actualizada sobre los ámbitos y vigencia de las acreditaciones, se recomienda consultar la página de ENAC.

## 9.4 Actualización de planes de mantenimiento y documentación.

En la fase final del proyecto se deberá entregar toda la documentación completa generada por los organismos indicados en los apartados anteriores así como:

- Plan de mantenimiento actualizado tanto de los equipos instalados como del vagón.
- Marcado CE del vagón completo, con las consideraciones sobre organismo notificado indicadas anteriormente, así como de todos los equipos instalados
- Certificado según RD 1215 & 97 Anexos I y II



## 10 RECEPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Una vez finalizada la instalación de los equipos, será necesario superar los distintos ensayos definidos en el presente pliego (apartado 5.6.4) para que la Dirección Facultativa pueda verificar el cumplimiento de la precisión solicitada en cada uno de los sistemas de medida.

Al mismo tiempo, Metro de Madrid y el contratista acordarán la realización del plan de recepción, puesta en marcha y en servicio del vagón redactado por un organismo Debo/NoBo.

Durante el periodo estipulado para la puesta en servicio el Contratista deberá disponer de todos los recursos que considere, y que le sean necesarios, para poder presentar la documentación necesaria para que la Dirección Facultativa de por superados los ensayos.

En todo momento durante el desarrollo de las pruebas el Contratista irá acompañado por personal de Metro de Madrid, el cual se encargará de la logística. Dichas pruebas se podrán desarrollar tanto en horario diurno como nocturno. A modo informativo especificar que en caso de requerir tramos de gran longitud para realizar las auscultaciones, la mismas se desarrollaran en horario nocturno de 2:30h a 5:00h, preferiblemente en fines de semana.

Una vez se alcancen los requisitos exigidos, la Dirección Facultativa y el contratista procederán a la firma de un acta donde se refleje la correcta recepción de los sistemas.

## 11 FORMACIÓN

El Contratista será el responsable de la formación a proporcionar al personal de Metro de Madrid, tanto a nivel de oficio cómo técnico. Mediante dicha formación se han de adquirir los conocimientos necesarios sobre: equipos de auscultación, sistemas instalados en el vagón, forma de operar, y tratamiento de datos con el software de análisis.

Metro de Madrid establece como indispensable contar con 10 jornadas dedicadas exclusivamente a la formación. En este caso se requerirá que el perfil del formador sea un ingeniero con más de 4 años de experiencia en sistemas de auscultación.

En todo momento desde el suministro de los equipos, el Contratista estará acompañado por personal de Metro de Madrid, el cual se personará en los distintos trabajos a realizar: instalación y puesta en servicio. Se considera que la fase para la validación de los equipos, como paso previo a la recepción de los sistemas, es óptima para el comienzo de la formación.

A modo orientativo la organización de las jornadas podría seguir la siguiente distribución: 2 días para el conocimiento técnico del funcionamiento de los equipos, 1 día en el cual se muestre como se ha desarrollado la instalación de los equipos, 5 días de operación con el vagón auscultador y 2 días de análisis de datos con el software de análisis. Las jornadas de formación a impartir podrán ser tanto en horario diurno como nocturno, así como cualquier día de la semana.

Como parte integrante de los cursos de formación se entregará toda la documentación e información necesaria para la realización y aprovechamiento de los mismos. Al finalizar éstos, el Contratista emitirá un documento individualizado que certifique la asistencia al mismo.

En cualquier caso, el Contratista está obligado a presentar durante los primeros cuatro meses del contrato un plan formativo, que ha de ser validado por la Dirección Facultativa, en el cual se especifique cada una de las materias a impartir.



Especialmente se deberá dar una acción informativa al personal de mantenimiento del vagón indicando las modificación o variaciones que se hayan podido producir en el mismo. Dicha formación se planificará junto con la Dirección Facultativa.

## 12 ASISTENCIA TÉCNICA

Una vez recepcionados los sistemas, el Contratista tendrá que dar soporte a Metro de Madrid en lo referido a la explotación de los sistemas de auscultación, así como en el trabajo de análisis de los datos.

Para ello se establecen 16 unidades de servicio de asistencia técnica, en las cuales el Contratista tendrá que enviar a las instalaciones de Metro de Madrid un ingeniero con más de 4 años de experiencia en sistemas de auscultación para la formación del personal en la operatividad y el funcionamiento de sistemas, equipos y software.

Dichas unidades de servicio se distribuirán de forma que durante el periodo de un mes, se cuente con cuatro días a la semana con dicho personal. Dicha planificación será acordada con la Dirección Facultativa.

A modo orientativo se establece que dos de las jornadas, del grupo de cuatro, se dedicarán a la toma de datos en campo acompañando a los operarios de Metro de Madrid, y las otras dos al análisis de datos en oficina técnica. Es importante reflejar que las tomas de datos en campo se desarrollaran en horario nocturno de 2:30h a 5:00h, preferiblemente en fines de semana.

## 13 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS

El Contratista será el responsable de realizar el mantenimiento preventivo, a acometer en instalaciones de Metro de Madrid, de los equipos de auscultación instalados, así como de las estructuras/bastidores empleados para su instalación, anclajes, conectores, cableados, cualquier sistema incorporado, así como del software suministrado.

El mantenimiento preventivo a realizar se tendrá que llevar a cabo según lo especificado por parte del Contratista en la información a presentar para la valoración técnica.

Con el mantenimiento preventivo de los sistemas, Metro de Madrid considera que el grado de disponibilidad de los equipos ha de ser alto, de forma que establecerá penalizaciones en caso de no cumplirse el mismo como consecuencia de defectos de fabricación, o de la ejecución de un mantenimiento preventivo insuficiente.

Durante el periodo mínimo de garantía (24 meses) el Contratista se responsabilizará de todas las operaciones de mantenimiento preventivo que sean necesario realizar en sistemas, equipos y software.



## 14 PLAZO

El presente Contrato tendrá una duración total de cuarenta (40) meses a partir del día siguiente a la formalización del contrato, siendo dieciséis (16) meses para el desarrollo y la puesta en servicio de los sistemas de auscultación y veinticuatro (24) meses para la realización de su mantenimiento preventivo.

Además de la duración total del contrato, se establecen plazos independientes para cada uno de los hitos a realizar, los cuales en caso de demora estarán sujetos a penalizaciones siempre que sean únicamente imputables al Contratista.

- Proyecto constructivo (*ingeniería de detalle, "as built"*) e informes de tercera parte (*Informe de un organismo notificado para la directiva de máquinas, Informe de un organismo notificado o designado por la agencia española o europea de seguridad ferroviaria "DeBo/NoBo" y Informe preliminar de un organismo evaluador de la seguridad autorizado por la agencia española o europea de seguridad ferroviaria "ASBO"*): 4 meses
- Suministro de equipos: 7 meses
- Instalación equipos de medición: 2'5 meses.(\*)
- Recepción de los sistemas: 2 meses. (\*\*)
- Formación: 2 semanas.
- Asistencia técnica: 16 unidades de servicio.
- Mantenimiento preventivo de los equipos: 24 meses.

(\*) Metro de Madrid pondrá a disposición el vagón en el momento que este haya pasado la puesta cero para poder circular. Este proceso es paralelo a la presente licitación por lo cual se debe considerar como un hito contractual de entrada pudiéndose dar el caso de que el contrato quedase suspendido por no disponerse del vagón. El contratista no podrá pedir ni daños ni perjuicio a Metro de Madrid por esta suspensión. La suspensión se oficializará mediante acta de suspensión de contrato que será elevado al correspondiente órgano de contratación de Metro de Madrid para su aprobación.

(\*\*) De estar disponible y útil el vagón para la circulación, dentro de este plazo de 2 meses se considerará que tendrán que realizarse todas las pruebas específicas descritas en los informes preliminares con asistencia de un organismo DeBo-NoBo.

Para dar por finalizado el hito de puesta en servicio, será necesario que los sistemas instalados alcancen la precisión solicitada, así como que superen los ensayos en línea definidos, de forma que se encuentre firmada por ambas partes la perceptiva acta de recepción de los sistemas.

No necesariamente la formación se realizará a la finalización de la recepción de los sistemas, en la medida de lo posible dichas jornadas se desarrollarán de manera conjunta a los trabajos para la puesta en servicio de los sistemas.

Las dieciséis (16) unidades de servicio de asistencia técnica se programarán una vez se hayan recepcionados los sistemas.

El mantenimiento preventivo igualmente empezará a realizarse una vez se hayan recepcionado los sistemas.



## 15 GARANTÍA

Todos los equipos a suministrar, así como los trabajos realizados, tendrán una garantía mínima de dos (2) años. La misma empezará a contar desde la firma del acta de recepción de los sistemas.

La garantía en todo caso podrá ser mayor en caso de que el Contratista así lo estipule, ya que un aumento de la misma será un hecho a puntuar favorablemente en la parte de la valoración técnica.

Además, la garantía de los equipos está sujeta a ampliaciones, como consecuencia de las penalizaciones que pudieran aplicarse como consecuencia del no cumplimiento de lo establecido en el apartado 16 "Disponibilidad de los equipos".

La garantía cubrirá el buen funcionamiento global de materiales, equipos, instalaciones y software incluidos en el alcance del suministro, a excepción de aquellos daños motivados por el mal uso, que habrá que documentar fehacientemente, o por causa de fuerza mayor (terremotos, atentados, vandalismo, etc.). En dichas coberturas vendrán contempladas las labores a realizar por parte del Contratista, incluyendo mano de obra, materiales, desplazamientos, estancias, medios auxiliares, etc.

El Contratista garantizará la disponibilidad de las piezas de repuesto para todos los equipos constituyentes del Sistema durante un periodo mínimo diez (10) años a partir de la recepción de los sistemas.

## 16 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS

Los equipos a suministrar, e instalar, una vez que se haya firmado el acta de recepción de los sistemas, han de tener un alto grado de disponibilidad.

Ante la pérdida de servicio por algún defecto o mal funcionamiento no provocado por causas exógenas en cualquiera de los equipos o sistemas, por incumplimiento de la fiabilidad de los equipos, en caso de que los mismos por averías, pérdidas de calidad en los datos registrados, o errores en su funcionamiento, se establece lo siguiente:

Tiempos de reparación (desde que deja de estar en servicio, hasta que vuelve a estar operativo)	Aumento del plazo de garantía de los equipos
Indisponibilidad de hasta 9 días al trimestre	Sin incremento del periodo de garantía
Indisponibilidad de entre 10 y 21 días	Se aumenta la garantía de todos los sistemas en los mismos días que los de indisponibilidad.
Indisponibilidad superior a 21 días	Se aumenta la garantía de todos los sistemas en 1,5 veces los días de indisponibilidad.

Desde el momento de la firma del acta de recepción de los sistemas entrará en vigor la garantía de los equipos y el seguimiento trimestral de su disponibilidad.

En caso de avería o mal funcionamiento, el Contratista será el responsable del desmontaje/montaje, envíos y reparación de los equipos.



## 17 PRESENTACIÓN DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

En el presente apartado se describen todos aquellos puntos que conforman el contenido mínimo de la oferta técnica.

**En el caso de que la documentación presentada incumpla los requerimientos técnicos del PPT, supondrá la exclusión de la oferta.**

Contenido mínimo oferta técnica:

- *“Memoria técnica sistema de posicionamiento Odómetro”.*
- *“Memoria técnica sistema de medición de geometría y desgaste de vía”.*
- *“Memoria técnica sistema de medición de geometría y desgaste de línea aérea”.*
- *“Memoria técnica software de adquisición y de generación de informes en Oficina Técnica”.*

## 18 MEDICIÓN Y ABONO

Los precios unitarios "base de licitación", comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Estos precios de licitación comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados.

La formación de precios unitarios de las unidades relacionadas en apartados anteriores de este Pliego se realizará libremente por el licitador con arreglo a su estructura de costes, pero para su justificación se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Las unidades recogen los costes de personal, materiales y medios auxiliares incrementados en los gastos generales y beneficio oportunos que tengan en cuenta cuantas actuaciones y relaciones contractuales figuran en el pliego, y los impuestos y tasas de toda clase, excluido el IVA.

En particular, los costes de personal tienen en cuenta todo tipo de remuneraciones directas, básicas, horas extra requeridas, cualquiera que sea su número, dietas y otras asignaciones del personal en cuestión, así como todas las labores complementarias que deban realizarse, tanto por ellos como por terceros, para el correcto cumplimiento de las labores definidas en este Pliego.

Salvo los casos previstos en el presente Pliego, el adjudicatario no podrá, bajo ningún pretexto, pedir la modificación de los precios de adjudicación.

## 19 PRESUPUESTO

P.	Descripción	Medición	Precio unitario	Base Imponible
----	-------------	----------	-----------------	----------------



1	Proyecto constructivo e informes de tercera parte (informe organismo notificado directiva de máquinas, informe DeBo-NoBo e informe ASBO)	1	90.000 €	<b>90.000 €</b>
2	Equipamiento y puesta en servicio de vagón auscultador	1	1.817.400 €	<b>1.817.400 €</b>
3	Asistencia técnica explotación vagón auscultador	16	1.100 €	<b>17.600 €</b>
4	Mantenimiento preventivo vagón auscultador	2	37.500 €	<b>75.000 €</b>
TOTAL				<b>2.000.000 €</b>

### 19.1 Proyecto constructivo e informes de tercera parte

Certificado de la instalación de acuerdo a lo especificado en el punto 9. Dicha partida no tiene porque ejecutarse en su totalidad y se irá certificando según los trabajos efectivamente realizados. Para ello, se enviará por cada de los informes requeridos una factura justificada haciendo referencia al coste del organismo independiente que ha realizado el informe. Únicamente se facturará, cuando el informe haya sido aprobado por Metro de Madrid.

En el caso de que algún informe fuera negativo o desfavorable al objeto de la certificación del vagón, Metro de Madrid podrá rescindir el contrato abonando los trabajos efectivamente realizados hasta el momento.

Una vez entregada toda la documentación generada por los organismos indicados en sus distintos apartados, el contratista aportará la siguiente documentación adicional que se certificará en la fase final del proyecto:

- Plan de mantenimiento actualizado tanto de los equipos instalados como del vagón.
- Marcado CE del vagón completo, con las consideraciones sobre organismo notificado indicadas anteriormente, así como de todos los equipos instalados
- Certificado según RD 1215 & 97 Anexos I y II

### 19.2 Equipamiento y puesta en servicio vagón auscultador:

Esta partida incluye todos aquellos trabajos a realizar, los cuales se han descrito a lo largo del presente pliego de prescripciones técnicas, hasta la firma del acta de recepción de los sistemas (incluida la formación para operar con los mismos). A modo resumen se describen dichos trabajos:

- Suministro de sistema de odometría, vía, línea aérea y software asociado.
- Instalación de los sistemas con las estructuras, bastidores, sistemas de anclaje, lastres, que se requieran y puesta en servicio de los equipos.
- Informe de instalación, con planos con la fijación de los mismos, donde se represente de forma clara las estructuras/bastidores necesarios para su puesta en el vagón, indicando su posición, ajustes, dimensiones, secuencia de montaje, interfaces, anclajes, conexiones, soportes, etc. En cada uno de los sistemas se incluirá un esquema general de instalación de los diferentes sensores. Nivel requerido, ingeniería de detalle, "as built".
- Sistema de alimentación de los equipos.



- Sistema de adquisición/almacenamiento de datos, así como todo el cableado necesario para la comunicación entre equipos.
- Ordenador portátil industrial de 16 pulgadas para el puesto del operador, así como los trabajos a realizar para que este tenga comunicación inalámbrica, y por cable, con los equipos instalados en el vagón.
- Ensayos de validación.
- Elaboración plan formativo y formación asociada.
- Recepción de los sistemas.

La forma de abonar esta partida seguirá la siguiente distribución:

Hito	Precio unitario (1.832.400,00 €)
Una vez firmada el acta de inicio y recibido el visto bueno de Metro de Madrid a la documentación inicial relativa a la certificación del Vagón, abono a cuenta.	20 %
Suministro, instalación y puesta en servicio de equipos de medición	50%
Recepción de los sistemas y formación	30%

### 19.3 Asistencia técnica vagón auscultador

Esta partida se certificará a la finalización de las 16 unidades de servicio de asistencia técnica conforme a lo establecido en el apartado 12 del presente pliego.

### 19.4 Mantenimiento preventivo vagón auscultador

Esta partida se certificará trimestralmente en función de los trabajos realizados durante los veinticuatro (24) meses de mantenimiento preventivo contratado, especificaciones fijadas en el apartado 13 del presente pliego.



Metro de Madrid, S.A.

**DIVISIÓN INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**

**ÁREA DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES**

---

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL  
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE  
AUSCULTACIÓN DE VÍA Y LÍNEA AÉREA EN VAGÓN DE  
METRO DE MADRID

## **ANEXOS**

En documento a parte “ANEXOS PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS”.

