



Transports Metropolitans
de Barcelona

Plec de condicions tècniques per a l'adjudicació dels serveis tècnics per operar i mantenir l'auscultador de geometria de via Virtualmech embarcat a un tren de L1

Versió 3.0

Juny 2024

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	2
2. ABAST DEL SERVEI	4
3. DIMENSIONAMENT DEL SERVEI.....	5
3.1 SERVEI DE INSPECCIONS I MANTENIMENT PREVENTIU	5
3.2 SERVEI DE MANTENIMENT CORRECTIU	6
3.3 SERVEI DE MANTENIMENT DE SOFTWARE.	7
3.7 DISPONIBILITAT DELS MESURAMENTS	9
3.8 INFORMES DE L'ACTIVITAT DE MANTENIMENT EFECTUADA	9
3.9 DURADA DEL CONTRACTE	10
4. COMUNICACIONS ENTRE LES PARTS	10
5. OBLIGACIONS DE L'ADJUDICATARI.....	11
5.1 CIBERSEGURETAT	11
5.2 ALTRES OBLIGACIONS DE L'ADJUDICATARI.....	12
6. OBLIGACIONS DE FMB	12
7. FACTURACIÓ DELS SERVEIS	13

1. Introducció

L'objecte del present document és definir les condicions per a la presentació d'oferta de prestació dels serveis tècnics necessaris per operar i mantenir l'auscultador de geometria de via vmRail de l'empresa Virtualmechanics S.A. embarcat a un tren de L1.

Aquest equip mesura els paràmetres geomètrics de la via (ample, alineacions, anivellament, peralt, guerxament) i desgast ondulatori des del tren, de forma precisa i no invasiva, a velocitat comercial i condicions reals d'utilització de la via per detectar defectes com irregularitats geomètriques i corrugacions no desitjades que empitjoren de manera gradual la seguretat i el confort de la marxa dels trens. Aquests defectes indueixen també el desgast i altres patologies a les rodes i suspensions del material mòbil. La instal·lació permanent en un tren de servei permet efectuar una mesura contínua dels paràmetres esmentats. Aquestes dades possibiliten detectar defectes de forma prematura permetent optimitzar la planificació dels treballs preventius i correctius de via per a un òptim manteniment d'aquesta. També permet establir un model de manteniment predictiu basat en les dades, assolint una major eficiència de les intervencions a l'anticipar les actuacions correctives abans que es produeixin incidències de major degradació les quals acaben esmerçant més recursos i, en algunes ocasions, impactant al servei comercial amb operació degradada (talls, serveis parcials, limitacions de velocitat etc.). Anticipant les actuacions correctives davant dels primers símptomes identificats pel sistema d'auscultació de via embarcada també es contribueix a reduir l'impacte que les incidències de via ocasionen en la degradació prematura de les rodes del tren i, en el seu conjunt, contribueix també a minvar els nivells de vibració induïts a la infraestructura que acaben produint vibracions als habitatges propers amb les corresponents queixes dels veïns. Aquest sistema també permet avaluar de forma immediata si les actuacions nocturnes de manteniment en via han preservat els paràmetres de geometria i eventualment programar més actuacions en base a criteris objectius.

Els dispositiu d'auscultació geomètrica de via embarcat a tren "vmRail" és el nom comercial d'un desenvolupament conjunt de

Virtualmechanics S.L i Ferrocarril Metropolità de Barcelona S.A. amb el contracte de Metro 19.292, entre 2019 i 2021, i comanda 76000466 d'acord a les necessitats de Metro, ja que en aquell moment no existien dispositius en el mercat per efectuar mesures de la geometria de via de forma continua equipant-los en trens de servei amb les prestacions de precisió i homologació requerides. Tampoc complien els condicionants en el rang de preu per poder-los instal·lar en un tren a cada línia de FMB. La propietat intel·lectual del producte resultant amb la patent P 202030684/ és propietat al 50% d'ambdues companyies. Ferrocarril Metropolità de Barcelona S.A. va cedir els drets d'explotació comercial a l'altre part, estant formalitzat en el conveni del projecte de desenvolupament contracte numero 19.292 de Ferrocarril Metropolità de Barcelona S.A.

El sistema vmRail de línia 1 (L1) de Metro de Barcelona es va instal·lar de forma definitiva al cotxe R de la unitat 6005-6008 de la sèrie S6000 durant abril de 2021. Des d'aleshores no s'hi ha produït cap anomalia mecànica o electrònica, corroborant la robustesa d'aquest equip i, per tant, garantint que no influeix en el funcionament correcte del tren i la seva marxa per la via. Aquesta integració d'experiència reforça els informes d'integritat estructural que es van realitzar i lliurar en la fase disseny. Un disseny mecànic robust dels mòduls i dels elements de suport que es va fabricar amb la rigidesa necessària per assegurar, entre d'altres, una vida a fatiga de 100 anys. D'altra banda, l'electrònica del sistema està aïllada galvànicaament de la del tren, per la qual cosa impossibilita que la primera afecti negativament la segona.



Imatges: Sistema vmRail instal·lat a L1 de TMB. Esquerra: dispositiu de percepció i dispositiu de mesurament de vibracions. Dreta: mòdul de control.

Aquest sistema s'està desplegant a un tren de cadascuna de la resta de línies de metro operades per FMB, amb diverses licitacions,

algunes d'elles en procés de instal·lació, altres en fabricació i una darrera que publicarà aquest 2024.

L'objecte de la present licitació és la realització de les tasques necessàries per part del desenvolupador i fabricant del sistema per assegurar el correcte funcionament dels equips, la precisió de les mesures, la disposició, correcció i integritat de les dades que genera així com allargar la vida útil, un cop la garantia del sistema hagi finalitzat.

2. Abast del Servei

L'abast de la present licitació és el servei de manteniment mecànic, electrònic i del software del sistema vmRail d'auscultació geomètrica de via embarcat en un tren de L1, amb la realització de les següents activitats i serveis:

- Les inspeccions i manteniment preventiu in situ, en els tallers de L1 de Metro de Barcelona a on es retira el tren del servei.
- El manteniment correctiu per la resolució de les possibles incidències dels equips in situ, en els tallers de L1 de Metro de Barcelona a on es retira el tren del servei, com la reparació dels equips, mòduls i altres elements que puguin estar avariats per causes no alienes als propis equips.
- El manteniment i la actualització del programari, bases de dades calibratge, actualització de paràmetres i altres activitats de software per garantir la captació de dades correctes de la geometria de via i la disposició de les mateixes en la plataforma de monitorització d'actius DAVANA.
- Serveis de comunicacions i allotjament de bases dades cloud.
- Monitorització dels equips embarcats i de la qualitat de les dades produïdes pel sistema.

3. Dimensionament del Servei

El servei a prestar es dimensionarà i adequarà en preu per incloure-hi el següent detall de les activitats i serveis.

3.1 Servei de inspeccions i manteniment preventiu

Es realitzaran in situ, en els tallers de L1 de Metro de Barcelona a on es retira el tren del servei. El preu del servei inclourà totes les despeses de viatges i estances del personal especialista i expert en les mateixes

Les inspeccions i manteniment preventiu inclourà de forma periòdica:

1. La verificació de la integritat estructural i del cablejat dels diferents equips i mòduls que componen el sistema vmRail de línia 1 instal·lat al cotxe R de la unitat 6005-6008 del tren CAF de la sèrie S6000. Es comprovarà:
 1. L'estat de les interfícies mecàniques entre tots els equips i mòduls del sistema i el tren.
 2. Es verificaran la totalitat dels cargols, el seu bon estat i/o fixació.
 3. El bon estat dels tubs corrugats i de la seva fixació al tren, substituint-les si escau.
2. Detecció de moviments relatius potencials entre elements del sistema, i la seva correcció si s'escau.
3. Verificació del bon estat de les connexions elèctriques entre els equips i mòduls de vmRail i el tren:
 1. Amb el convertidor auxiliar
 2. Amb el tacòmetre.
4. Verificació del bon estat de les connexions elèctriques internes: dels equips vmRail entre els diferents mòduls del sistema. Incloent les comprovació dels valors correctes dels senyals elèctrics els senyals, valors de voltatges adequats i continuïtat

entre extrems del cablatge, així com el desmuntatge de les parts del sistema per poder-les realitzar

5. Manteniment del sistema de visió. Neteja dels equips del sistema de visió artificial dels dos carrils necessària per assegurar la visibilitat del carril i de la línia del làser, així com l'aplicació de les millores futures que es puguin desenvolupar per a enrobustir-ne el seu funcionament.

Totes aquestes accions han de garantir que es preservin les funcionalitats bàsiques de l'equip i que, d'acord amb el disseny, no hi hagi risc de desprendiment de l'equip a via.

3.2 Servei de manteniment correctiu

Les activitats d'aquest servei són essencials per assegurar el funcionament continu i la reparació ràpida en cas de fallada. L'objecte d'aquesta licitació inclou les següents:

- Reparacions i ajustaments: Les reparacions i ajustaments necessaris per corregir qualsevol mal funcionament o avaria a l'equip de mesura. Això pot incloure canvis de peces, calibratges i altres intervencions tècniques.
- Substitució dels components avariats i la seva reparació
- Inclou la substitució dels components electrònics del sistema al final de la seva vida útil per tal de què el funcionament del sistema sigui robust; o per obsolescència d'acord amb els avenços; o fins i tot en cas de trobar-se un marge de millora significatiu al mercat.

S'exclouen de l'abast del present contracte les reparacions que no es deguin a un mal funcionament de vmRail, com són:

- Desperfectes causats durant feines de manteniment del bogie o el cotxe. El sistema vmRail disposa de punts de desconexió de cablejat entre el bogie i el cotxe, que utilitzen connectors tipus Harting, preparats per evitar danys durant aquests treballs.
- Desmuntatge parcial o total dels sistemes d'ancoratge mecànics cargolats sense la presència de Virtualmech.

- Pujades de tensió o curtcircuits causats per raons alienes a vmRail al convertidor auxiliar que l'alimenta.
- Vandalismes

3.3 Servei de manteniment de software.

Servei amb activitats realitzades de forma remota pel manteniment i la actualització del programari, bases de dades, calibratge, actualització de paràmetres i altres activitats de software com correcció de bugs.

Inclou les següents activitats:

- Verificació d'integritat de programari, calibratge i manteniment del sistema de descàrrega de fitxers a la base de dades del client (connexió 4G, servei IP).
- Actualització de paràmetres a la base de dades: traçat de via, radi de les rodes, referències aportades per TMB o paràmetres interns del programari d'adquisició i processament. Aquests paràmetres es podran actualitzar a petició del client de forma remota cada cop que sigui necessari.
- Actualització del programari de processament de vmRail per incloure totes les millores derivades dels desenvolupaments posteriors a la instal·lació que s'hagin integrat en noves versions dels equips vmRail de Virtualmech, garantint la homogeneïtat de prestacions de tots equips vmRail instal·lats a FMB.

3.4 Serveis de comunicacions i allotjament de bases dades cloud

Aquest apartat inclou :

- L'ús i serveis requerits per garantir la disposició de les dades recollides per l'equip vmRail, el processat necessari perquè estiguin disponibles per FMB a la seva plataforma Davana. Inclou la disponibilitat de les màquines virtuals al núvol on s'executa l'aplicació i s'emmagatzemen les dades. S'inclouen els

serveis necessaris d'actualitzacions software i hardware, així com els aspectes relatius a la ciberseguretat.

- El servei de comunicacions amb targeta SIM que proporciona les comunicacions necessàries de dades entre l'equip vmRail i els servidors al núvol.

3.5 Servei de monitorització dels equips i qualitat de les dades.

Servei amb activitats realitzades de forma remota amb la finalitat de traçar l'estat de salut de tot el sistema vmRail, extrem a extrem, per a la prestació de la funció de mesura de la geometria i corrugació a la via. Pot servir com a inductor de les activitats de manteniment preventiu (a mode de CBM).

Inclou les següents activitats:

- Traçabilitat diària de la disponibilitat de l'equip embarcat, identificant les causes d'avaria que n'hagin impedit la mesura de les diferents funcions (geometria, corrugació).
- Registre diari del número de de trajectes i quilòmetres mesurats.
- Traçabilitat diària de les transferències a la base de dades del client (Davana), identificant les incidències que s'hagin pogut produir.
- Evolució de la qualitat de les dades mesurades (geometria, corrugació) d'acord a diversos indicadors que permetin determinar la desviació sobre els paràmetres de disseny del sistema i de l'estàndard UNE EN13848 en el cas de la geometria. Per exemple de la repetibilitat entre mostres consecutives ("precision", determinant quin percentil de les darreres N mostres presenti una desviació per sota d'un llindar escalat a l'estàndard en el cas de la geometria, un valor pre acordat per la corrugació). També de repetibilitat en relació a un patró de referència ("accuracy", prenent com a referència una mesura acordada de la via, després d'haver realitzat un preventiu, calculant el percentil de les mostres que presenti una

desviació per sota d'un llindar escalat de l'estàndard). O els indicadors que s'acabin ajustant i acordant.

- Traçabilitat de les inhibicions vigents aplicades sobre el traçat. És a dir llistat dels extrems dels punts quilomètrics en els que romanguin vigents l'aplicació d'inhibicions de les mesures del sistema (e.g. en el pas per canvis, zones amb canvi sobtat d'il·luminació etc).

3.6 Planificació dels treballs in situ

Les activitats de manteniment in situ s'hauran de planificar acordant les dates de realització a la disponibilitat del tren per ser retirat al taller per poder-les dur a terme

Es preveuen que seran necessàries entre 4 i 6 inspeccions presencials a l'any (una cada dos o tres mesos), en funció de la disponibilitat dels equips i la qualitat de les dades.

3.7 Disponibilitat dels mesuraments

L'Adjudicatari mesurarà, de manera general, la geometria i corrugació de la via cada dia que el tren estigui en funcionament durant les hores acordades per al mesurament. Aquest període ha de garantir com a mínim dues voltes completes a la L1.

L'adjudicatari mantindrà una còpia de les mesures efectuades de geometria, corrugació així com de les dades en cru del sistema inercial embarcat, per un període de 3 mesos. Aquestes mesures podran ser sol·licitades per l'adjudicador i s'hauran de lliurar en el format de fitxer acordat.

3.8 Informes de l'activitat de manteniment efectuada

Mensualment, l'adjudicatari elaborarà un informe en el que es detallaran les actuacions de manteniment preventiu i correctiu efectuades. Tant per les accions correctives com les preventives l'adjudicatari annexarà el protocol que haurà completat de les proves

pertinents en funció de l'abast de l'actuació que testimonii el correcte funcionament de l'equip HW.

Tanmateix, en el mateix informe mensual, l'adjudicatari compilarà els resultats bàsics de la monitorització dels equips embarcats, en temes de disponibilitat mensual i diària, destacant aquells dies que, per causes tècniques i/o avaries pròpies de l'equip vmRail no hagi pogut registrar dades.

L'informe mensual també haurà de recollir l'evolució de l'indicador de la qualitat de les dades, tant de la geometria com de la corrugació, exposats en el punt 3.5.

3.9 Durada del contracte

La durada del present contracte de manteniment és de 2 anys des de la seva signatura

4. Comunicacions entre les parts

L'Adjudicatari facilitarà els noms, els telèfons i els correus electrònics de:

- Gestor del Contracte: és el responsable de la realització de les tasques del contracte i l'interlocutor en temes administratius.
- Supervisor Coordinador del Contracte: és el responsable del seguiment i supervisió de les activitats descrites al contracte de manteniment.

Per la seva banda, FMB facilitarà a l'adjudicatari una llista d'interlocutors i les seves dades de contacte (telèfon i/o correu electrònic).

5. Obligacions de l'Adjudicatari

És responsabilitat del Adjudicatari, la realització de la totalitat de les tasques aportant els mitjans tècnics i humans necessaris per mantenir el sistema vmRail a L1 operatiu per acomplir la seva funció i proporcionar els serveis descrits.

5.1 Ciberseguretat

El proveïdor haurà de prendre una sèrie de mesures en referència a la seguretat física i cibernètica dels dispositius OT (Tecnologies per a l'Operació) embarcats i al núvol en el moment de realitzar qualsevol operació sobre els mateixos.

Els requisits del sistemes OT i dels seus components són els previstos a la *Norma UNE IEC 62443 Parte 3-3 requisitos de seguridad del sistema y niveles de seguridad* i a la *Norma UNE IEC 62443 Parte 4- 2 requisitos técnicos de seguridad para componentes iacs.*, tanmateix en la seva aplicació en el sector ferroviari, *UNE-CLCTS 507012021*.

En aquest sentit s'haurà de complir la Normativa de ciberseguretat en aspectes tals com:

- Gestió usuaris: Control d'accés, identificació i autenticació d'usuaris a dispositius i plataformes, en particular en la integració amb DAVANA.
- Control i restriccions en l'ús de dispositius i aplicacions. Establiment de rols d'usuari, registre i auditoria de funcionament del sistema.
- Integritat del sistemes i de la informació transmesa pels mateixos, disponibilitat d'implementar eines de detecció d'intrusió i codi maligne.
- Confidencialitat de les dades que resideixin en dispositius, aplicacions i plataformes.
- Control del flux de dades restringides. Arquitectura del sistema: segmentació de xarxes i nivells (per exemple segons norma 62443), sistema no haurà d'interferir en cap altre sistema o servei de TMB a menys que se'n requereixi la connexió explícita

- Resposta oportuna als incidents que es produeixin en l'explotació de dispositius i aplicacions.

5.2 Altres Obligacions de l'Adjudicatari

A part de al realització de les tasques necessàries descrites en els punts anteriors també són obligacions de l'Adjudicatari:

- Formació i capacitació del personal assignat a la realització d'aquestes tasques.
- Vigilància de l'Obsolescència dels equips i components dels sistemes que conformen el sistema
- Garantir els requisits de seguretat i salut associats al servei de manteniment per al personal usuari, d'operació i de manteniment. Es necessari que el personal que realitzi les activitats disposi dels coneixements necessaris i experiència en la instal·lació dels equips especificats en l'àmbit de material mòbil i infraestructures, així com coneixement de tota la normativa referent en l'àmbit de Prevenció de Riscos Laborals, i procedimental general i específiques de Ferrocarril Metropolità de Barcelona.
- Evitar, en la realització d'aquestes tasques, qualsevol impacte sobre el medi ambient.

6. Obligacions de FMB

FMB realitzarà les activitats operacionals següents relacionades amb el servei:

- Avís de les incidències i la seva comunicació a l'equip de manteniment de l'adjudicatari.
- Programació de les peticions de treballs.

- Informació a l'adjudicatari en cas de necessitats de canvis a la programació.
- Gestió de les peticions i els permisos necessaris per a la realització de les activitats.

7. Facturació dels serveis

La facturació dels conceptes d'aquest contracte es farà a trimestre vençut.