

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

Contracte relatiu a **“Subministrament, instal·lació i integració a la plataforma DAVANA d’equips embarcats sistema Digital Train® en la flota Vehicles Auxiliars Ferroviaris (VAF)”**

Expedient número: **16118333**



**Transports
Metropolitans
de Barcelona**

Marc Calzada i Balcells

TEC. RESP. PROJECTES DIGITALIT. I INNOV. METRO

ÍNDEX

1	Objecte.....	3
2	Propòsit.....	3
3	Equips, materials i altres elements a subministrar	4
4	Instal·lació dels equips Digital Train® en els vehicles VAF	7
5	Integració dels vehicles VAF Digital Train® a la plataforma DAVANA	11
6	Condicions de lliurament.....	12
7	Fases del Subministrament.....	13
8	Obligacions de l'Adjudicatari	13
9	Ciberseguretat.....	14
10	Aspectes/Criteris Mediambientals	22
11	Obligacions de FMB	23
12	Comunicacions entre les parts	23
13	Garantia	23
14	Variants	24

1 Objecte

L'objecte d'aquest contracte és el subministrament i els serveis d'instal·lació dels equips, i els desenvolupaments necessaris per integrar la flota de Vehicles Auxiliars Ferroviaris (VAF d'ara en endavant) de la xarxa del Ferrocarril Metropolità de Barcelona, amb l'objectiu d'aconseguir un nivell de monitorització, dins la plataforma DAVANA, que permeti la traçabilitat dels recorreguts i velocitats dels seus desplaçaments dins la xarxa. La instal·lació ha d'incloure tot el material necessari per la total integració i mecanització dels equips amb la resta de components de cada una de les unitats i segons els requeriments generals definits en aquest document i aquells que siguin definits pels Responsables interns dels vehicles i/o fabricants ó dels mateixos equips.

D'acord amb l'emplaçament escollit per la ubicació dels equips en cada vehicle VAF, el qual serà definit en els treballs de replanteig d'instal·lacions que també formaran part d'aquesta contractació, és responsabilitat de l'instal·lador el subministrament de tot el petit material per a la fixació i protecció dels equips (cargolam, plaques de fixació, tubs corrugats de protecció etc.).

Es requereix també l'actualització de tota la documentació en què s'hagi de reflectir o contemplar la instal·lació del sistema (plànols del vehicles VAF, documents de seguretat, manual de manteniment, documentació pel Comitè de Canvis, etc.).

2 Propòsit

Dins el marc del procés de digitalització i monitorització remota de la flota de Material Mòbil del Metro de Barcelona (projecte genèric conegut amb el nom de Digital Train), s'inclou la monitorització dels vehicles VAF que circulen en la xarxa de Metro de Barcelona, en aquest sentit aquesta contractació inclou tot l'equipament, instal·lacions i desenvolupament necessaris que permetin la monitorització dels següents vehicles:

- 20 Vehicles VAF propietats de Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA s'especifiquen en l'apartat 3 d'aquest document
- 8 vehicles VAF externs, a través dels kits d'equipament descrits més endavant i que seran subministrats en aquesta mateixa contractació, tot i que la instal·lació d'aquests kits en els VAF queda fora del àmbit d'aquest contracte.

La monitorització de vehicles VAF ens permetrà tenir una traçabilitat dels tots els recorreguts que realitzin els mateixos dins la xarxa de Metro de Ferrocarril Metropolità de Barcelona, poden disposar de monitorització en temps real de la posició i velocitat dels vehicles, així com un històric dels trajectes recorreguts pels mateixos. Aquesta monitorització proporcionarà una gran quantitat de dades, relatives als moviments d'aquests vehicles, que ens ajudarà a la diagnosi d'incidències sobre els mateixos ó altres



elements de la infraestructura, a de més de poder explotar-les en temps real o en posterior backoffice.

En resum la monitorització de vehicles VAF ens conduirà a:

- **Una major eficiència en la resolució d'incidències,** al poder disposar d'informació immediata i de forma automàtica dels recorreguts dels vehicles VAF dins la xarxa, informació que fins al moment no més era enregistrada de forma manual i en format paper.
- **Reducció de costos de manteniment:** La monitorització dels trajectes dels vehicles VAF i registre del històric dels seus trajectes, ens permetrà de poder disposar d'una gran quantitat d'informació, estalviant el temps dedicat actualment al registre manual d'aquesta informació, i disposant d'informació que permet un anàlisi en backoffice de l'eficiència dels propis recorreguts.
- **Millora de la disponibilitat del servei:** En termes generals tot sistema de monitorització contribueix a garantir la disponibilitat del servei, reduint els temps d'interrupció i les molèsties per als usuaris en cas d'incidència.

Actualment ja s'estan monitoritzant tot els trens de la flota del Ferrocarril Metropolità (en instal·lació el trens corresponents les sèries 2100 i 500, que circulen en les línies L4 i L11 respectivament) a través de la plataforma DAVANA, essent aquesta la plataforma on s'han integrat la monitorització d'altres actius que son crítics per assegurar la disponibilitat i qualitat del servei de Metro en la Xarxa de Ferrocarril Metropolità de Barcelona. El propòsit d'aquesta contractació és pel subministrament, instal·lació dels equips, i els desenvolupaments necessaris per integrar la flota de Vehicles VAF que circulen ó puguin circular dins la xarxa de Metro del Ferrocarril Metropolità de Barcelona. Donades les diferents tipologies de vehicles VAF que existeixen s'inclourà en aquesta contractació els treballs de replanteig necessaris per la instal·lació dels equips en cada unitat, aquest replanteig es realitzarà contemplant l'experiència i resultats de la prova pilot que s'ha dut a terme, en el vehicle Dresina Via PLASSER DT-20 TMB nº109, durant l'any 2026.

Tant mateix, actualment existeix un estoc disponible de 12 (dotze) equips Digital Train (equips retirats del trens donats de baixa dels trens de la sèrie 2000) que hauran de ser adequats per esser utilitzats en les instal·lacions incloses en aquest contractació, complementant la resta d'equips subministrats.

3 Equips, materials i altres elements a subministrar

En aquest apartat es detallen els equips, materials i altres que s'hauran subministrar per poder instal·lar la solució Digital Train® proposada en els vehicles VAF i la corresponent



integració a la plataforma DAVANA. El sistema complet està compost pels dispositius instal·lats a bord dels vehicles (objecte d'aquesta contractació), els serveis de recepció de dades, la base de dades i el servidor d'aplicacions, l'adequació dels quals també son objecte d'aquesta contractació i seran detallats més endavant.

En aquest sentit, s'inclourà el subministrament dels equips i materials necessaris per poder instal·lar el sistema Digital Train® en 20 vehicles VAF, propietat de FMB, i el subministrament de 8 kits Digital Train® per esser instal·lats en vehicles VAF externs que hagin de circular per la xarxa de metro de forma temporal. També s'inclou la posada en servei i integració funcional dels vehicles VAF dins el sistema Digital Train® de la xarxa de Metro.

A continuació detallem el contingut del subministrament d'equips, materials i altres elements previstos i necessaris per assolir l'objecte de la contractació, en els que s'inclourà el reacondicionament de dotze ordinadors industrials, MPT-3000R-SHV, propietat de FMB, equips retirats dels trens de la sèrie 2000, actualment fora de servei.

3.1 Detall dels equips, materials i elements a subministrar

Tots els elements utilitzats per les instal·lacions han de ser certificats i acomplir la normativa EN50155.

El subministrament estarà compost pels següents elements:

- 28 Fonts alimentació, Axiomtech tBOX110
- 16 Ordinadors industrials, MPT-3000R-SHV V-B2: s'encarrega de llegir la informació rellevant del bus i enviar-la als servidors Cloud i/o propis servidors de la companyia. Ha d'incloure:
 - Memòria RAM 4GB Mòdul Wifi 802.11 Intel 7265
 - Mòdem M.2 telefonia LTE 4G +2 cables interns +2 antenes
 - CFast 2.0 SATA de 128GB MLC
 - Cable alimentació
 - Cable LAN crossover M12-8-M12-4 1mt S.O.
 - Windows Embedded Standard Wes7P 64bit
- 28 Targetes SIM, necessàries per habilitar les comunicacions dels equips Digital Train® amb el cloud on resideixen les bases de dades de la plataforma DAVANA.
- 28 Sensors de velocitat, Speed Wedge MKII, essent l'objectiu d'aquest sensor poder disposa de la velocitat del vehicle de forma indirecta sense necessitat de cap desenvolupament addicional ni d'instal·lacions que impliquin una intervenció en els equips propis del vehicle.

- 28 Caixes cofre mural monobloc de polièster, gama Panel Set de Schneider ó de característiques similars, en la que es mecanitzarà els equips que es consideri, formant un únic component fàcilment desmuntable i substituïble, on l'únic punt de connexió serà el d'alimentació. Aquest equipament estarà subjecte al necessari un cop feta l'enginyeria i replanteig definitius.
- Sistemes de protecció i connexions: Els equips han d'anar connectats al sistema d'alimentació del vehicle VAF, s'inclourà tot el material necessari i proteccions que s'encarreguin de protegir els equipaments de qualsevol contingència elèctrica (sobretensions, curtcircuits, etc.)
- Utilitatge i material necessari per la instal·lació i etiquetatge de la totalitat dels equips: Tot el material necessari per la realització adequada de la instal·lació dels equips i la seva connexió, cargolem, suports, plaques de fixació, tubs corrugats de protecció etc. Així com tots els elements necessaris pel correcte etiquetatge dels equips, connexions i cablejats instal·lats.
- Software i aplicacions necessàries: per la integració dels equips al Sistema Digital Train® de la Xarxa de Metro de Barcelona.
- Plec de Prescripcions Tècniques a integrar en futures licitacions per la compra de vehicles VAF, per tal que s'inclogui d'origen la instal·lació del equipament necessari del sistema Digital Train® en els mateixos segons les funcionalitats i requeriments especificats en aquesta contractació.
- Documentació Tècnica de les instal·lacions realitzades.

3.2 Adequació i subministrament dels equips “re-acondicionats”

Aquesta licitació inclou les tasques necessàries per l'adequació física i actualització de versions software i configuració dels **12 (dotze)** equips **Ordinador industrial, MPT-3000R** disponibles en estoc, que corresponen als equips desmuntats dels trens retirats de la sèrie 2000. El reacondicionament d'aquest 12 equips serà imprescindible per poder disposar del estoc total necessari per les instal·lacions dels equips en els tots els vehicles VAF previstos en aquesta mateixa licitació.



4 Instal·lació dels equips Digital Train® en els vehicles VAF

4.1 Inventari vehicles VAF a realitzar les instal·lacions.

La instal·lació dels equips Digital Train® i material, detallats en el punt 3 d'aquest document, és realitzarà en els següents vint (20) vehicles VAF propietat del Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA:

- Dresina Via PLASSER OBW-10Z nº 9 (1990), HOSPITAL BELLVITGE
- Dresina Via PLASSER DT-15TMB nº112 (2001), HOSPITAL BELLVITGE
- Dresina Via PLASSER DT-20TMB nº110 (2001), HOSPITAL BELLVITGE
- Dresina Via-Cat. AIR-RAIL DHC400-TMB 01-10 (2012), HOSPITAL BELLVITGE
- Dresina Via PLASSER DT-20 TMB nº106 (1999), CAN BOIXERES
- Dresina Via PLASSER DT-20 TMB nº109 (2001), CAN BOIXERES
- Dresina Via PLASSER DT-15 TMB nº111 (2001), CAN BOIXERES
- Dresina Via PLASSER OBW-10Z nº 8 (1989), CAN BOIXERES
- Dresina Via-Cat. AIR-RAIL DHC400-TMB 02-10 (2012), CAN BOIXERES
- Dresina Via-Cat. AIR-RAIL DHC400-TMB 01-11 (2012), CAN BOIXERES
- Dresina Cat. PLASSER DIC20-TMB nº 11 (1998), CAN BOIXERES
- Dresina Via PLASSER DT-20 TMB nº139 (2005), ZAL
- Locotractor ZEPHIR LOK 10.170 nº 1547 (1998), ZAL
- Batonadora PLASSER 08-16UM nº 3127 (2004), CAN BOIXERES
- Rep.-Esmer. PLASSER SBM 111 nº 42 (1988) CAN BOIXERES (en reparació)
- Vehicle lleuger tipus Polaris CAN BOIXERES (1435), (en licitació previst 2026)
- Vehicle lleuger tipus Polaris CAN BOIXERES (1435), (en licitació previst 2026)
- Fresadora ample via 1674 i 1435, (en licitació previst 2028)
- Dresina Elèctrica Cat ample via 1674, (en licitació previst 2028)
- Dresina Elèctrica Cat ample via 1435, (en licitació previst 2028)

L'ordre i prioritat de les instal·lacions serà definit per Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA, tenint en consideració les sinèrgies que hi puguin haver amb les instal·lacions de diferents models.

4.2 Fases i detalls a la instal·lació dels equips en els vehicles VAF

A continuació es detallen les fases que cal considerar per dur a terme els treballs d'instal·lació dels equips Digital Train® subministrats i recondicionats inclosos en aquesta licitació, tenint en compte que cada vehicle VAF presenta característiques pròpies, fet que condiciona el nivell d'estandardització possible en aquestes instal·lacions.

Així doncs les fases contemplades seran les següents.

a. Enginyeria i replanteig general

Prèvia a la instal·lació dels equips en els vehicles VAF es faran els treballs d'enginyeria i replanteig general de la solució, tenint en consideració el resultat de la prova pilot realitzada (amb anterioritat al moment d'aquesta licitació) sobre el vehicle VAF dresina Via PLASSER DT-20 TMB nº109. L'objecte d'aquesta primera enginyeria i replanteig serà:

- Definir l'estratègia i model d'instal·lació genèric per la instal·lació dels equips en els vehicles VAF, el qual després haurà de ser individualment ajustat en un replanteig específic en cada vehicle, tenint en consideració les peculiaritats i característiques pròpies de cada un d'ells.
- Concretar la llista de materials necessaris a subministrar, cables, tipus de connexions, suports, fixacions, cofres,...

En aquest sentit s'hauran de tenir en compte les següents consideracions que detallem a continuació.

La instal·lació es farà d'acord als requeriments específics dels tècnics de la Unitat de Vies del Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA, els quals seran acordats en visites prèvies de replanteig en les instal·lacions de FMB.

Els equips hauran de connectar-se a l'alimentació del propi vehicle, amb les proteccions i connexions que siguin necessàries.

En cas que sigui necessari la fixació d'algun equip o caixa cofre on vagin mecanitzats els equips es realitzarà en un punt fix i solidari a l'estructura del tractor complint les següents condicions:

- Ha de respectar els gàlibs establerts segons la normativa
- En cap moment pot dificultar la mantenibilitat de qualsevol altre equipament o element del propi vehicle VAF
- Aquesta ubicació ha de ser la òptima per tal que els sensors de velocitat i la lectura de les balises Beacon sigui la adient.
- Ha de assegurar la mantenibilitat dels propis equips Digital® Train que hi instal·lin.



La instal·lació haurà de ser la adequada per l'entorn de treball i funcionament dels propis vehicles VAF, essent adequadament robusta a vibracions, temperatura i altres elements d'entorn que siguin especificats en el moment del replanteig.

b. Replanteig específic de cada vehicle

Abans de la instal·lació definitiva en cada vehicle, i sempre que ambdues parts ho considerin necessari, es durà a terme un replanteig específic per adaptar la solució definida en la fase d'enginyeria i replanteig general a les condicions, característiques i peculiaritats pròpies de cada vehicle VAF.

c. Posada en servei i integració del vehicle VAF a la plataforma DAVANA

Un cop finalitzada la instal·lació dels equips en un dels vehicles (i per cada un), i havent-se dut a terme prèviament els treballs d'Integració a la plataforma DAVANA del Sistema Digital® Train dels vehicles VAF (que referirem en el punt 4 d'aquest PPT), es faran els treballs d'ajust i configuració tant en el equips Digital Train® instal·lats com en la plataforma DAVANA, per tal d'assegurar la correcta monitorització incloent totes aquelles funcionalitats que hagin estat definides al efecte.

La contractació també inclou totes les proves que siguin necessàries per la correcta verificació de la instal·lació, funcionament dels equips i integració dins la plataforma DAVANA.

4.3 Altres aspectes generals a la instal·lació dels equips en els vehicles VAF

El proveïdor haurà de generar la documentació necessària per demanar l'aprovació de les instal·lacions al Comitè de Canvis de Ferrocarril Metropolità de Barcelona, SA.

S'hauran d'actualitzar les referències documentals que es vegin afectades per la instal·lació d'aquest sistema, bé siguin plànols del vehicles VAF, documentació de manteniment o si fos necessari, la documentació de seguretat.

Els treballs d'instal·lació és realitzaran en les següents dependències de Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA:

- Taller Can Boixeres
- Taller Hospital de Bellvitge
- Zona Franca ZAL

Els treballs s'hauran de realitzar en horari diürn, la planificació dels mateixos serà consensuada amb la persona designada per la Unitat de Manteniment de Vies i segons la disponibilitat dels vehicles VAF, reservant-se Ferrocarril Metropolità de Barcelona, SA el dret a modificar la mateixa en tot moment en cas de causes imprevistes que dificultin la disponibilitat dels vehicles.

Es necessari que el personal que realitzi la instal·lació disposi dels coneixements necessaris i experiència en la instal·lació dels equips especificats en l'àmbit de material rodant ferroviari, així com el coneixement de tota la normativa referent en l'àmbit de Prevenció de Riscos Laborals, i procedimental general i específiques de Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA. En cas que els treballs ho requereixen l'adjudicatari haurà de disposar dels Pilots Homologats per la realització dels mateixos.

4.4 Kits Digital Train® instal·lació vehicles VAF proveïdors externs.

Tal com s'ha comentat en l'apartat de Propòsit d'aquest document, s'inclou en aquesta contractació la preparació de 8 (vuit) kits Digital Train® destinats a poder dotar del sistema Digital Train® en vehicles VAF propietat de proveïdors externs que hagin de circular temporalment dins la xarxa de Metro de Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA,. Els kits seran construïts amb els equips i materials subministrats dins aquesta mateixa licitació, els quals es detallen en el punt 3, essent el contingut específic d'aquest kits el següent:

- 8 kits Digital Train® que inclourà cada un d'ells:
 - 1 Ordinador industrial PC Digital Train, els descrits en els apartats 3, durant el replanteig de les instal·lacions es valorarà conjuntament amb els responsables del projecte per part de FMB la idoneïtat d'utilitzar equips nous ó equips reacondicionats per la construcció d'aquests kits.
 - 1 Font alimentació, Axiomtech tBOX110
 - 1 Sensor de velocitat, Speed Wedge MKII, essent l'objectiu d'aquest sensor poder disposar de la velocitat del vehicle de forma indirecta sense necessitat de cap desenvolupament addicional ni d'instal·lacions que impliquin una intervenció en els equips propis del vehicle.
 - 1 Caixa cofre mural monobloc de polièster, gama PanelSeT de Schneider ó de característiques similars, en la que es mecanitzarà tots els equips, format un únic component fàcilment desmuntable i substituïble, on l'únic punt de connexió serà l'alimentació dels equips. Aquesta solució podria ajustar-se si ambdues parts ho consideren un cop s'hagin realitzat els treballs d'enginyeria i replanteig generals.



- Sistemes de protecció i connexions: Els equips han d'anar connectats al sistema d'alimentació del vehicle VAF, s'inclourà tot el material necessari i proteccions que s'encarreguin de protegir els equipaments de qualsevol contingència elèctrica (sobretensions, curtcircuits, etc.)
- Utillatge i material necessari per la instal·lació i etiquetatge de la totalitat dels equips: Tot el material necessari per la realització adequada de la instal·lació dels equips i la seva connexió, cargolam, plaques de fixació, tubs corrugats de protecció etc. Així com tots els elements necessaris pel correcte etiquetatge dels equips, connexions i cablejats instal·lats.
- Software i aplicacions necessàries: per la integració dels equips al Sistema Digital Train® de la Xarxa de Metro de Barcelona.
- Instruccions de muntatge dels equips, on cal detallar:
 - Requeriments tècnics necessaris per la connexió dels equip, tals com potència necessària, proteccions elèctriques requerides, cablejat necessari per la seva connexió.
 - Requeriments necessaris referents a la ubicació dels equip per assegurar el correcte funcionament dels mateixos i la correcta lectura dels sensors de velocitat i lectura del les balises bluetooth beacon utilitzades per la localització.
 - Instruccions per correcte muntatge dels equips en la estructura dels vehicles VAF.

5 Integració dels vehicles VAF Digital Train® a la plataforma DAVANA

En aquesta contractació s'inclou també tots els treballs necessaris per la integració del sistema Digital Train® instal·lats en els vehicles VAF de FMB i els kits Digital Train® previstos per futures instal·lacions en vehicles VAF externs en la plataforma de monitorització DAVANA, essent les principals funcionalitats d'aquesta monitorització les següents:

- La localització de la posició dels vehicles VAF, aquesta és realitzarà mitjançant la lectura de les balises Bluetooth Beacons instal·lades al llarg la xarxa de Metro de Ferrocarril Metropolità de Barcelona, podent-se complementar amb la informació del propi sensor de velocitat instal·lats en els vehicles, així com altra informació complementària que es disposi dins la plataforma DAVANA que pugui ser útil per aquest propòsit.



- Monitorització dels moviments (trajectes) realitzats per cada un dels vehicles, amb la màxima precisió que el sistema de localització referit anteriorment permeti. La integració en la plataforma DAVANA haurà de permetre consultar els històrics de moviments per cada vehicle ó tram seleccionat, dins una franja temporal.
- Monitorització de la velocitat dels vehicles VAF mitjançant la lectura dels sensors de velocitat instal·lats en els vehicles, i que formen part d'aquesta mateixa licitació. La integració en la plataforma DAVANA haurà de permetre visualitzar el històric de velocitat de cada vehicle referits a les franges temporals i localització dels vehicles
- S'inclourà el disseny de nous widgets (ó revisió de widgets ja disponibles en la plataforma) per tal de facilitar la monitorització dels vehicles VAF dins la plataforma DAVANA, així com els widgets necessaris per la consulta del històric de trajectes, velocitats, i altres paràmetres que siguin enregistrats pel sistema, que hagin realitzat cada un dels vehicles de forma independent poden seleccionar la zona de localització ó franges temporals.
- Els equips Digital Train® hauran d'enregistrar localment l'històric dels trajectes i velocitats del seus recorreguts de forma autònoma i independentment a la disponibilitat de comunicació amb la plataforma DAVANA, en aquest sentit s'haurà de desenvolupar ó adaptar l'actual eina de Registre de Variables de Tren, disponible en la plataforma DAVANA, per poder recuperar aquesta informació. Així doncs en cas de pèrdua de comunicació d'un equip Digital Train® embarcat en un vehicle VAF, aquesta haurà de conservar la informació relativa als trajectes i velocitats localment.
- La supervisió del correcte funcionament dels equips instal·lats (Digital Train® i sensors de velocitat) amb la generació de Reports dins la plataforma DAVANA en cas que es detecti un comportament anòmal dels mateixos.
- La integració a la plataforma DAVANA ha de permetre la parametrització de Reports vinculats a l'operació dels vehicles VAF, més enllà dels referits a la pròpia supervisió del sistema, segons les patologies que es defineixin.

6 Condicions de lliurament

La instal·lació dels equips en els trens s'efectuarà un cop els tècnics especialistes de la unitat de Vies de Ferrocarril Metropolità de Barcelona hagin revisat i aprovat la documentació aportada (plànols, manuals de manteniment, etc.). Els criteris d'aprovació contrastaran els arguments exposats en termes de seguretat i/o impacte que pugui tenir la proposta en altres.



L'ordre d'instal·lació dels equips Digital Train i posada en servei en cada un dels vehicles VAF serà consensuat i prioritzat segons les necessitats de Ferrocarril Metropolità de Barcelona SA.

El lliurament dels equips i instal·lacions quedarà formalitzat bé amb els albarans d'entrega dels equips i materials o mitjançant la validació de les instal·lacions a través d'un document de certificat d'acceptació on es detallarà el contingut dels treballs inclosos.

7 Fases del Subministrament

El subministrament d'aquest contracte es defineix en un únic lot, el qual estarà compost per les següents fites:

- Subministrament dels equips Digital Train vehicles VAF
- Lliurament dels 12 equips reacondicionats
- Lliurament de la Integració de la monitorització dels vehicles VAF en la plataforma DAVANA
- Lliurament instal·lació en cada un dels vehicles VAF
- Lliurament dels 8 kits Digital Train® preinstal·lats per els vehicles VAF de proveïdors externs

Cada una d'aquestes fases definides podran considerar-se formalment finalitzades a efectes de facturació, un cop s'hagi formalitzat l'entrega dels equips i materials o FMB hagi validat i acceptat les instal·lacions mitjançant el document de certificat d'acceptació de les mateixes.

8 Obligacions de l'Adjudicatari

És responsabilitat del Adjudicatari, la realització de la totalitat dels subministraments i activitats complementàries d'enginyeria d'aquesta licitació aportant els mitjans tècnics i humans necessaris, essent també obligacions de l'Adjudicatari:

- Formació i capacitat del personal assignat a la realització de les activitats descrites.
- Garantir els requisits de seguretat i salut associats al servei de la present licitació per al personal assignat. És 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 el subministrament i realització d'activitats descrites, qualsevol impacte sobre el medi ambient.
- És necessari que els equips s'ajustin als requeriments de model i fabricant estipulats. Altrament podria no ser factible tècnicament ni viable la integració amb els equips i solucions preexistents, comportant desenvolupaments electrònics i en programari addicionals amb sobre costos elevats.

9 Ciberseguretat

9.1 Abreviatures

CCN	Centre Criptogràfic Nacional
DMZ	Zona desmilitaritzada
EDR	Detecció i Resposta de Punts Finals
ENS	Esquema Nacional de Seguretat
IDS	Sistemes de Detecció d'Intrusos
GPDR	Reglament General de Protecció de Dades
IICC	Infraestructures Crítiques
IPS	Sistemes de Prevenció d'Intrusos
IT	Tecnologia de la Informació
IPS	Sistemes de Prevenció d'Intrusos
LOPD	Llei Orgànica de Protecció de Dades Personals i garantia dels drets digitals
NIS	Seguretat de la xarxa i del sistema d'informació
OT	Tecnologia de l'operació
SGSI	Sistema de gestió de seguretat integral
SIEM	Gestió d'esdeveniments i informació de seguretat
SLA	Acord de Nivell de Servei
SL	Nivell de Seguretat



- SL-A** Nivell de Seguretat Assolit
- SL-T** Nivell de Seguretat Objectiu
- SOC** Centre d'operacions de seguretat

9.2 Objecte dels requeriments de ciberseguretat ferroviària

Per la necessitat d'abordar la gestió de riscos de seguretat de la informació al sector ferroviari per al sistema licitat, FMB requereix establir les condicions mínimes per satisfer pel sistema objecte d'aquest plec, en matèria de ciberseguretat. Per complir els requisits establerts a l'SGSI d'FMB i garantir la prestació d'un servei essencial, l'adjudicatari complirà amb les exigències especificades al document següent.

El procés de gestió de la ciberseguretat, per a l'adquisició de l'equip Digital Train® per la flota de Vehicles Auxiliars del Ferrocarril Metropolità de Barcelona, haurà de complir amb les normatives i estàndards de seguretat:

- Esquema Nacional de Seguretat (ENS)
- Directiva NIS2
- LOPD
- Els sistemes operacionals hauran de complir amb l'aplicació de les recomanacions recopilades a les Normatives: UNE-EN IEC 62443, EN 50701 particular per al sector ferroviari - o la seva futura transposició a IEC63452 que ja està en curs-i l'Esquema Nacional de Seguretat (ENS – CCN)

Totes les Normes seran considerades a la versió vigent, en la seva darrera publicació a la data d'adjudicació del contracte.

Aquest procés s'aplica a tot el sistema en conjunt (tots els subsistemes que integren el sistema, les interfícies entre els diferents subsistemes, etc.) i les interfícies que resultin aplicables entre el sistema licitat i el Sistema Ferroviari de FMB.

A més, cal considerar la ciberseguretat en el context del procés del cicle de vida de la norma EN 50126-1 RAMS.

9.3 Requisits de seguretat per a la fase de disseny i integració

El proveïdor de la solució haurà de nomenar un Responsable de Ciberseguretat (RdC) encarregat de liderar i coordinar totes les activitats relacionades amb la ciberseguretat, incloent-hi la definició d'estratègies, la gestió de riscos i la implementació de polítiques i procediments per protegir tant la infraestructura com el sistema embarcat.



Aquest RdC serà l'interlocutor amb el responsable de Ciberseguretat de FMB, amb qui mantindrà reunions periòdiques per avaluar les propostes de ciberseguretat, la implementació de mecanismes de seguretat i el seguiment de la implementació.

L'adjudicatari haurà de contemplar, com a mínim, els següents requisits de partida, que es poden veure ampliat després de l'anàlisi de risc i la proposta d'arquitectura de seguretat:

1. Compliment de normatives i estàndards de seguretat de FMB.
2. Realitzar una anàlisi de riscos preliminar de ciberseguretat, basant-se en MAGERIT/PILAR i en la norma TS50701, segons la nota tècnica NTOTIC_011_MAPA DE RISCOS OT+IICC.

Identificar escenaris de possibles atacs que puguin involucrar o afectar d'alguna manera els sistemes objecte d'aquest plec.

3. Realitzar una proposta d'arquitectura de seguretat inicial identificant solucions de seguretat que es podrien utilitzar per mitigar els riscos identificats:
 - Identificar les zones de seguretat i els conductes.
 - Mecanismes de seguretat a aplicar entre zones.
 - Taula de comunicació: identificant flux de dades permès entre zones, i les regles a establir als conductes per restringir l'encaminament de la xarxa.
 - El disseny i la implementació de les xarxes haurà de garantir la segregació entre els sistemes operacionals crítics i els de menor criticitat, basant-se en els requisits de la norma ferroviària.
 - Cal garantir la segregació entre l'entorn OT i l'entorn IT, per assegurar la seguretat perimetral de la xarxa operacional, mitjançant un filtrat robust del trànsit entrant i sortint entre les diferents zones. La xarxa operativa s'ha de separar de la no operativa mitjançant un díode de dades (quan les dades només surtin de la xarxa operativa) o una zona desmilitaritzada (DMZ) quan calgui comunicació bidireccional.
 - Les màquines per a l'explotació de dades s'allotjaran a una zona específica, fora de la xarxa crítica.
 - En cas de requerir màquines de salt, s'ubicaran en una zona específica. Cal habilitar equips host bastionat com a servidor de salt.
 - La comunicació i les interaccions humanes a les zones d'alta criticitat s'han de supervisar, registrar i emmagatzemar amb fins forenses almenys als límits del subsistema (vegeu també EN IEC 62443-3-3 / SR 2.8).
 - El responsable de la zona de criticitat superior ha de gestionar els dispositius de seguretat entre zones de criticitat diferent que protegeixen la seva zona (vegeu també EN IEC 62443-3-2, ZCR 3.1).

- La zona de criticitat superior ha de considerar les entrades de la zona de seguretat inferior com a potencialment hostils.
 - L'accés directe (de manteniment) no s'ha de permetre des de les zones de negoci a les zones de control sense control mitjançant un dispositiu de seguretat o similar (per exemple, un servidor intermediari).
 - L'accés de manteniment extern (per exemple, mitjançant Internet) s'ha d'agrupar en una zona separada.
4. Realitzar una anàlisi de riscos detallat per a cada actiu i zona identificat, on es determini per vector els nivells de seguretat objectiu (SL-T) i els nivells de seguretat assolits (SL-A), abans de traspasar els riscos residuals a FMB.
 5. Prèviament, sense disposar de l'anàlisi detallada de la solució, el nivell de seguretat mínim per als sistemes operacionals serà el que determini el Comitè de Ciberseguretat SL2.
 6. La solució haurà de basar-se en els principis de mínim privilegi, confiança zero i defensa en profunditat.
 7. S'haurà de lliurar les guies de "bastionat" de tots els equips, quan s'escaigui.
 8. S'haurà de presentar un pla per gestionar la seguretat de la cadena de subministrament.
 9. La solució proposada haurà de complir el nivell de seguretat requerit durant tot el cicle de vida del sistema.
 10. Gestió de vulnerabilitats i pegats: Especificar la implementació d'un procés formal per a la gestió de vulnerabilitats, que inclogui l'avaluació regular de riscos, el pegat oportú de vulnerabilitats conegudes i la resposta a incidents de seguretat. Indicar quins són els SLAs per publicar pegats i durant quant de temps es comprometen a generar pegats per a les versions lliurades al projecte.
 11. Protecció de dades personals: Si escau, caldrà establir mesures per garantir la protecció de dades personals, incloent-hi el xifratge de dades sensibles, la minimització de dades i el compliment de regulacions de privadesa com el GDPR.
 12. Autenticació i control d'accés: Si escau, el sistema de control haurà d'integrar-se amb Directori Actiu OT per poder gestionar comptes d'usuaris (afegir, eliminar, modificar o desactivar) establint condicions per pertànyer a un grup i assignar autoritzacions. Així com la capacitat d'admetre la gestió dels identificadors (permetent operar dins un domini o zona de control específic del sistema) per usuari, grup, rol o interfície del sistema de control.
 13. Xifratge de comunicacions: Si escau, es requerirà l'ús de xifratge robust per a totes les comunicacions entre els components del sistema, incloent comunicacions internes com a externes. L'adjudicatari haurà d'especificar quins algorismes, mides

de clau, etc. utilitzarà en cada cas. (El CCN disposa de la guia CCN-STIC 807 per adequació a l'ENS que pot ser de referència).

14. Monitorització i registre d'esdeveniments: Especificar la implementació d'eines de monitorització de seguretat i registre d'esdeveniments per detectar i enregistrar activitats sospitoses, així com per facilitar la resposta a incidents de seguretat.
15. Si escau, com a part de la solució caldrà incloure una solució de monitorització industrial en temps real que detecti intrusions (IDS).
16. Si escau, per tal de poder cobrir la totalitat dels equips industrials connectats a la xarxa, la gestió d'inventari, intrusions, anomalies i vulnerabilitats s'ha de fer tant, sobre els elements i el trànsit dels equips connectats mitjançant protocols IP, com sobre els equips connectats mitjançant protocols propietaris del sector ferroviari. La supervisió del trànsit s'ha de fer de forma passiva, aprenent del funcionament de la xarxa per alertar-ne els comportaments anòmals. La solució ha de permetre visibilitat, gestió, detecció, identificació i control dels actius de la xarxa, així com de les anomalies, vulnerabilitats i/o qualsevol esdeveniment present a les xarxes OT del sistema. La monitorització haurà de poder integrar-se amb la plataforma de monitorització OT de FMB basada en tecnologia Guardian de Nozomi Networks. Haurà de tenir capacitat de realitzar tasques de:
 - Descobriment i inventariat d'actius.
 - Identificació de protocols.
 - Identificació dels fluxos de comunicació i disponibilitat de la xarxa.
 - Identificació de les vulnerabilitats existents als actius desplegats, així com la situació d'aquestes.
 - Detecció de trànsit maliciós i anomalies a l'entorn industrial.
 - Anàlisi de riscos i vectors d'entrada.
 - Detecció d'amenaques avançades que siguin específiques per a xarxes industrials.
 - Estat de salut i rendiment dels sistemes.
 - Asset Intelligence: disponibilitat d'enriquir la informació dels Assets descoberts, així com el comportament sense necessitat d'aprendre'l.
 - Capacitat per extreure els valors de les variables de procés.
 - Capacitat d'utilitzar els valors de les variables de procés en la generació de la baseline de comportament.
 - Capacitat de detecció d'anomalies.
 - Capacitat de detecció d'amenaques, almenys de les següents deteccions davant d'amenaques conegudes:
 - Packet rules
 - YARA rules



- Indicadors STIX

La solució haurà de ser on-premise, garantint la no sortida de dades de l'organització. La informació obtinguda a través de la plataforma passiva de monitoratge industrial en temps real s'haurà de poder enviar al SIEM de TMB (actualment Splunk).

17. Haurà d'assegurar que els equips i aplicacions classificades com a crítiques generin Logs. Aquests hauran de ser custodiats de forma segura per evitar-ne la modificació.
18. El disseny ha d'assegurar la disponibilitat del sistema global (redundància).
19. S'han de fer proves FAT de les solucions de seguretat abans d'implementar-se.

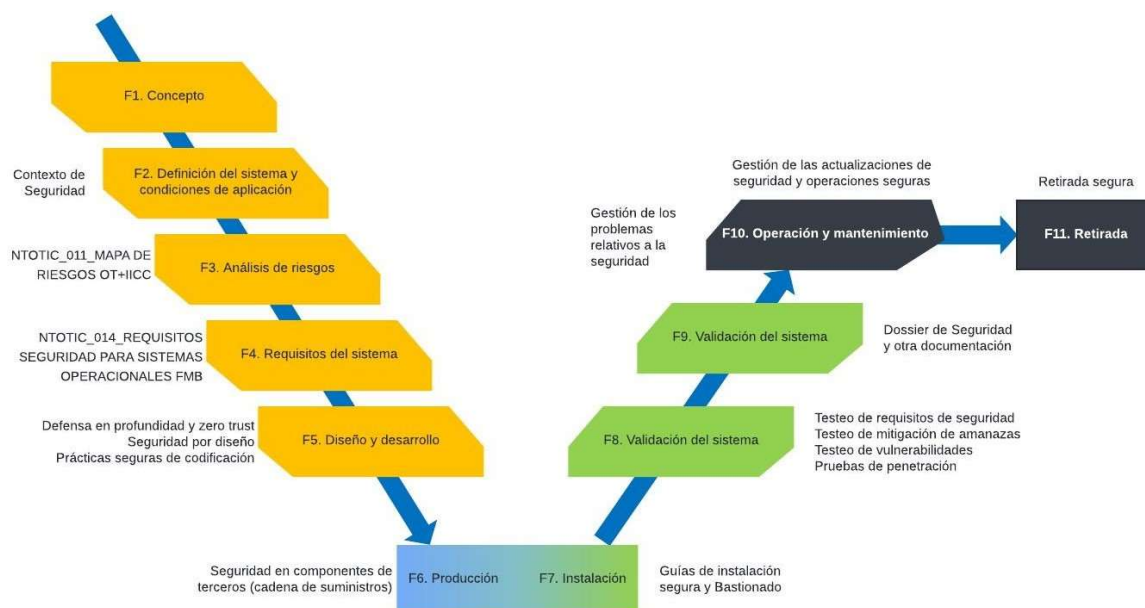
Si escau, FMB es reservarà l'acceptació final de la solució als resultats d'una auditoria de proves de penetració (pentesting) que haurà de presentar l'adjudicatari, podent donar-se el cas de requerir certificar-se a la norma 62443 4.2.

9.4 Requisits de seguretat per a la fase de suport i manteniment

1. Compliment normatiu continu: Assegurar que la solució aportada, el sistema en conjunt i les operacions de suport i manteniment continuïn complint totes les normatives i estàndards de seguretat rellevants durant tot el cicle de vida del producte. El mantenidor del sistema ha de garantir que la seguretat no es vegi degradada per les activitats.
2. Actualitzacions de seguretat regulars: Cal establir un procés per regular l'actualització de programari i maquinari, i les actualitzacions de seguretat periòdiques per abordar noves vulnerabilitats i amenaces de seguretat que puguin sorgir durant el cicle de vida del sistema.
3. Actualització i manteniment de programari i sistemes operatius.
4. Gestió de pegats: Establir un procés per a la gestió eficient i oportuna de pegats de seguretat, que inclogui l'avaluació d'impacte, la programació d'implementació i la verificació de l'efectivitat dels pegats aplicats.
5. Per a la gestió de vulnerabilitats i pegats, l'adjudicatari haurà de donar visibilitat dels seus SLAs per publicar els pegats i comprometre's a generar pegats per a les versions lliurades al projecte.
6. Ús de programari antivirus, antimalware o EDRs. S'haurà de disposar per a tot el programari que s'executa als equips amb antivirus, un inventari explícit dels processos i directoris que s'hagin de posar com a excepcions de l'antivirus, sempre i quan els entorns d'execució siguin vulnerables a aquest tipus d'amenaça.
7. S'haurà d'actualitzar i mantenir plans de continuïtat i recuperació davant de desastres per assegurar la resiliència operativa.



8. Resposta a incidents de seguretat: Especificar la disponibilitat d'un equip de resposta a incidents de seguretat dedicat, que pugui proporcionar assistència immediata en cas que es detecti una vulnerabilitat o incident de seguretat al sistema.
9. Auditories de seguretat regulars: Si escau, requerir la realització d'auditories de seguretat periòdiques per part d'un tercer independent per avaluar el compliment dels requisits de seguretat, identificar possibles deficiències i recomanar millores.
10. Suport i recuperació de dades: Establir procediments per fer còpies de seguretat periòdiques de les dades crítiques del sistema i garantir la disponibilitat de mecanismes de recuperació de dades en cas de pèrdua o corrupció d'informació. Realització de proves de restauració periòdiques.
11. Monitorització de seguretat contínua: Exigir la implementació de sistemes de monitorització de seguretat contínua, que permetin la detecció primerenca d'activitats sospitoses o anomalies al sistema i facilitin una resposta ràpida a possibles amenaces. Cal establir un monitoratge continu de la xarxa per detectar anomalies. Aquests esdeveniments seran enviats al SIEM Corporatiu de TMB.
12. Si s'escau, en funció de la configuració de xarxa on estiguin connectats els equips, instal·lar Firewalls i implementació de regles basades en privilegis mínims.
13. Gestió d'accessos i privilegis: Si escau, establir polítiques i procediments per a la gestió segura d'accessos i privilegis, incloent-hi la revisió regular dels drets d'accés i l'aplicació de principis de privilegi més baix.
14. Capacitació en seguretat: Continuar proporcionant capacitació en conscienciació sobre seguretat al personal involucrat en el suport i manteniment del sistema, per mantenir la seva sensibilització sobre les amenaces de seguretat i les millors pràctiques de seguretat.
15. Avaluació i millora continuada: Establir un procés d'avaluació i millora contínua de la seguretat, que permeti identificar àrees de millora, implementar mesures correctives i adaptar les pràctiques de seguretat a mesura que evolucionin les amenaces i els requisits.
16. Cal disposar d'un entorn de proves que permeti testejar amb garantia les actualitzacions de seguretat.



L'incompliment parcial o total d'aquests punts s'haurà d'acordar amb el CISO de TMB.

9.5 Documentació a lliurar de Ciberseguretat

El proveïdor de la solució haurà de lliurar la següent documentació durant la fase de subministrament i replanteig:

1. Anàlisi de risc preliminar.
2. Inventari d'actius
3. Arquitectura de seguretat
 - a. Diagrama de zones i conductes
 - b. Anàlisi de risc detallat per a cada zona de seguretat
 - c. Propòsit de la comunicació (Funcionalitats, protocols...)
 - d. Matriu de comunicacions
 - e. Flux de dades (origen, destí, nodes...)
 - f. Regles Firewall (comunicació entre diferents zones)
4. Descripció de contramesures compensatòries.
5. Nivell de seguretat objectiu (SL-T) i nivell de seguretat assolit (SL-A).
6. Guies de "bastionat" dels equips (com Annex s'aporten mesures mínimes de "bastionat" requerit per l'ENS).
7. Pla per gestionar la seguretat de la cadena de subministrament.
8. Gestió de vulnerabilitats i pegats.



9. Així com tota la informació requerida en compliment de la normativa vigent a l'àmbit de la ciberseguretat.
10. Si escau, resultats d'una auditoria de proves de penetració.
11. Proposta de pla de manteniment i actualització dels actius inventariats del sistema, amb indicació de les operacions de seguretat i el perfil tècnic requerit per a la seva execució.
12. Plans de recuperació i continuïtat

9.6 Formació de ciberseguretat

El proveïdor de la solució durant la fase de disseny i integració haurà de definir el pla de formació de ciberseguretat que inclogui temari específic en funció del perfil d'usuari i/o rol d'interacció amb el sistema i subsistemes.

10 Aspectes/Criteris Mediambientals

En l'execució d'aquest projecte caldrà tenir en compte els següents aspectes mediambientals (d'obligatori compliment):

- Embalatges. Els embalatges no primaris dels productes (embalatge addicional al del propi material per a la distribució final del producte) estaran fabricats a partir de materials reciclats.
- Substàncies perilloses. Els aparells electrònics subministrats no tindran contingut en substàncies classificades com a carcinògenes, perjudicials pel sistema reproductiu, mutagèniques, tòxiques, al·lèrgiques, o perilloses pel medi ambient, d'acord amb el Reglament 1272/2008 (CLP) i/o posteriors modificacions.

El maquinari ofertat haurà de complir amb els requeriments de restricció de substàncies perilloses d'acord amb la Directiva RoHS 2011/65/EU i modificacions posteriors (RoHS compliance), amb els requeriments de la Directiva 2012/19/UE sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) així com amb la resta de normatives de la UE en matèria de Medi Ambient.

- S'oferiran com a mínim 3 anys de garantia comptats a partir de l'entrega del producte. La garantia haurà de cobrir la reparació o substitució, i inclourà un acord de servei amb l'opció de recollida i devolució o de reparació in situ.
- Impressió d'Informes – Documents de Treball i/o Documents Finals. En cas que sigui necessària la impressió de qualsevol document de treball, s'haurà de:
 - Acordar amb TMB la impressió o no del mateix.



- Reduir el màxim possible el número d'impressions, ajustant-les a les necessitats.
- Utilitzar paper 100% reciclat (excepte per plànols no imprimibles en DINA4 o DINA3).
- Imprimir els documents a doble cara i en blanc i negre (el color només s'utilitzarà en casos en els que no es pugui interpretar en blanc i negre).
- Vessament i abocament de líquid. En el cas d'utilització de líquids s'hauran de prendre les mesures que calgui durant la realització del servei perquè en cap cas hi hagi cap tipus d'abocament o vessament de líquid directe al medi ambient. Alhora, si el servei implica l'ús i/o manipulació de productes líquids perillosos s'haurà de disposar de mitjans de contenció o absorció davant de possibles vessaments.

11 Obligacions de FMB

FMB realitzarà les activitats operacionals següents relacionades amb el servei:

- Programació de les peticions de treballs i reserva de trens.
- Informació a l'adjudicatari en cas de necessitats de canvis a la programació.
- Avís de les incidències i la seva comunicació a l'equip de manteniment de l'adjudicatari.

12 Comunicacions entre les parts

L'Adjudicatari facilitarà els noms, els telèfons i els correus electrònics de la persona designada com a responsable del subministrament i realització de les activitats del contracte i l'interlocutor en temes administratius.

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

13 Garantia

La garantia tindrà una durada de 3 anys i s'iniciarà en la data que es formalitzi el subministrament dels equips.

Un cop finalitzada la garantia els manteniment dels equips s'integrarà com un actiu més dins la contractació de la resta d'equips Digital Train®, tant mateix aquelles actuacions



de manteniment sobre les instal·lacions que no estiguin contemplades dins les condicions de garantia seran cobertes a través del mateix contracte de manteniment.

14 Variants

No se admeten variants.