

PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

Contracte relatiu a “**Subministrament, instal·lació i posada en servei d’un sistema de vídeo detecció de fissures de carril embarcat en remolc ferroviari lleuger**”

Expedient número: **16074411**



**Transports
Metropolitans
de Barcelona**

ViCenç Rius

TÈCNIC DE PROJECTES

DIGITALITZACIÓ I INNOVACIÓ METRO

ÍNDEX

1	Objecte	4
2	Propòsit	4
3	Abast del Subministrament	5
4	Condicions generals del subministrament	7
4.1	<i>Requeriments transversals</i>	7
4.2	<i>Fases del subministrament</i>	9
4.2.1	1ª Fase: Planificació i Projecte	9
4.2.2	2ª Fase: Producció equips i adequació programari i models de dades.....	10
4.2.3	3ª Fase: Instal·lació i Proves.....	10
4.2.4	4ª Fase: Posada en Servei i Acceptació Formal del Sistema.	11
4.2.5	5ª Fase: Període de garantia.....	13
4.2.6	Finalització del projecte	13
4.3	<i>Normativa aplicable</i>	14
5	Requeriments funcionals del sistema.....	14
5.1	<i>Requeriments funcionals de l'operació del sistema en camp.....</i>	14
5.2	<i>Requeriments funcionals per a l'operació del sistema des de l'oficina.....</i>	17
6	Requeriments específics dels subsistemes.....	20
6.1	<i>Remolc lleuger.....</i>	20
6.2	<i>Subsistema alimentació bateries</i>	21
6.3	<i>Subsistema d'il·luminació.....</i>	22
6.4	<i>Subsistema de localització.....</i>	22
6.5	<i>Subsistema de comunicacions embarcat.....</i>	22
6.6	<i>Subsistema de videodetecció embarcat</i>	24
6.7	<i>Aplicació servidora: funcions de videodetecció</i>	26
6.8	<i>Aplicació servidora: HMI client per a usuari d'oficina</i>	27
6.9	<i>HMI client per a usuari de camp</i>	31
6.10	<i>Aplicació servidora: API per a l'intercanvi de dades "Machine to Machine"</i>	33
7	Requeriments generals de ciberseguretat.....	33
8	Pla de Formació	34
9	Manteniment i Suport Tècnic.....	35

10	Documentació.....	36
11	Llicències de programari i maquinari	39
12	Requisits a complir en l'execució dels treballs en les instal·lacions de Metro de Barcelona.....	40
13	Condicions de Lliurament	42
14	Garantia	43
15	Aspectes / Criteris Mediambientals	45
16	Variants	45
17	Annexos	46
17.1	<i>Annex 1. Característiques de les línies</i>	<i>46</i>
17.2	<i>Annex 2. Condicions de gàlib màxim</i>	<i>47</i>
17.3	<i>Annex 3. Enganxament Rockinger RO*290</i>	<i>48</i>
17.4	<i>Annex 4. Contracarril Krupp U-69 per carril UIC 54</i>	<i>49</i>
17.5	<i>Aspectes a desenvolupar dins del document de Memòria Tècnica.....</i>	<i>50</i>
17.5.1	Disseny Funcional del Sistema:	50
17.5.2	Especificacions tècniques dels equips	52
17.5.3	Mantenibilitat del Sistema.....	54
17.5.4	Pla d'execució del projecte	55

1 Objecte

Aquest contracte té per objecte el subministrament, instal·lació i posada en marxa d'un sistema integral de videoinspecció del carril embarcat en un remolc ferroviari lleuger, destinat a la detecció precoç de fissures i trencaments en el perímetre visible del carril de totes les línies Metro de Barcelona d'ample de via internacional 1.435mm.

2 Propòsit

El trencament del carril és un tipus d'incidència rellevant a la via amb un potencial elevat d'afectació a la seguretat de la circulació dels trens. Cal destacar, però, que hi ha diverses tipologies de fractures amb diversitat de conseqüències, essent les més comunes les verticals sense una afectació immediata catastròfica. Els factors contributius al trencament de carril són múltiples, essent una tasca molt complexa i de difícil predicció. No obstant, l'estudi d'aquest tipus genèric de defecte ha permès identificar un conjunt d'accions preventives, incloses en els plans de manteniment de vies dels operadors, a fi i efecte de reduir-ne l'impacte i prolongar la vida útil del carril. En aquest sentit, els trencaments de carril generalment s'inicien amb una primera formació d'un defecte, que s'expressa en forma de fissura (o crack) i la progressiva propagació i creixement d'aquesta fins a produir el trencament efectiu, el qual pot ésser en el pla vertical (perpendicular a la via), en el pla longitudinal (paral·lel a la via) o en una combinació d'ambdós.

En tot cas, tenint en compte que generalment la primera expressió d'una futura fractura és una fissura incipient, malgrat n'hi hagi d'altres que evolucionin internament i de forma no visible, els operadors realitzen periòdicament inspeccions visuals de la via. Aquestes inspeccions, malgrat es realitzin amb el suport de sistemes d'il·luminació personal, es veuen òbviament limitades per l'ergonomia, les condicions de contorn inherents al túnel i de l'accessibilitat a tots els punts del contorn del perfil del carril. Complementant-les amb un sistema automatitzat de videoinspecció (superfície del carril) atès per un operari, es millora de forma significativa l'eficàcia i la productivitat, permetent reduir els temps de resposta davant d'una detecció d'una fissura primerenca.

En el cas de Ferrocarril Metropolità de Barcelona S.A. (Metro, d'ara en endavant), en el conjunt de tota la xarxa es disposa d'un sistema de senyalització que empra els circuits de via com a mecanisme de detecció primària o secundària de la presència de trens en els diferents cantons de la via. Degut al funcionament intrínsecament segur d'aquest sistema (fail safe) comporta que aquells trencaments que suposin una discontinuïtat elèctrica del carril (no tots els trencaments ho provoquen) ocasionin una falsa ocupació. Si bé les falses ocupacions poden ser també originades per moltes altres causes (des de la presència d'aigua, aïllament elèctric indegut, problemes en la sintonia etc), la

potencialitat del trencament, amb les conseqüències crítiques per al servei, motiva l'aplicació d'un conjunt d'instruccions de seguretat que restringeixen les condicions nominals del servei (atur de l'exploració, restriccions de velocitat), resultant en una reducció efectiva de la capacitat del sistema de transport.

Per totes aquestes raons, la detecció precoç de fissures al carril és fonamental per garantir la seguretat de les circulacions dels trens així com minimitzar l'impacte en el temps d'atur del servei. El sistema de videoinspecció proposat permetrà completar les accions actuals de manteniment, incrementant la freqüència d'inspecció i millorant l'eficàcia de la mateixa, resultant un augment de l'eficiència del manteniment i reduint el risc d'incidents.

3 Abast del Subministrament

1. El subministrament d'aquest contracte es defineix en un únic lot el qual estarà compostat pel conjunt dels següents subsistemes:
 - **Remolc lleuger** que integrarà mecànicament tots els components necessaris per a la realització de la funció de captació i processament local de les imatges. Fixarà tots els elements mecànics i d'ancoratge indispensables per a garantir la subjecció dels diferents components així com assegurar-ne les toleràncies mecàniques per tal que es garanteixin les prestacions de detecció. El vehicle elèctric que arrossegarà el remolc no forma part de l'abast d'aquest contracte.
 - **Subsistema de vídeodetecció embarcat:** Conjunt de sistemes òptics, càmeres d'alta resolució, equips de processament local d'imatges, enregistrament, emmagatzematge i altres elements complementaris per a la captació i processament local de les imatges dels dos carrils.
 - **Subsistema d'il·luminació embarcat:** Elements que ofereixin la potència lumínica necessària al sistema de videoinspecció per a la detecció de les fissures i trencaments especificats.
 - **Mòdul de comunicacions embarcat:** Subsistema que en pseudo-temps real permeti reportar al servidor de l'aplicació centralitzada les alertes corresponents a les incidències detectades per l'equip de videoinspecció embarcat. També ha de permetre transmetre les seqüències d'imatges necessàries (així com la totalitat d'una inspecció) per a l'anàlisi més profund que es pugui fer en l'aplicació centralitzada.

- **Subsistema de localització embarcat:** Equips embarcats per dotar d'una referència de posició a les imatges enregistrades relativa a l'inici de la captura. Cal tenir present que la xarxa de metro de Barcelona és majoritàriament subterrània i, per tant, la localització no pot realitzar-se utilitzant sistemes basats en tecnologies de posicionament satèl·lit com GPS. El sistema pot complementar-se amb un conjunt de referències externes que corregeixin de forma absoluta l'error de deriva del propi sistema de localització embarcat.
- **Subsistema d'alimentació embarcat:** Conjunt de bateries transportat pel remolc lleuger que proporcionin l'alimentació necessària a tots els components embarcats per tal que l'equip pugui prestar les funcions de videodetecció amb l'autonomia especificada. Un cop finalitzada la tasca d'inspecció mantindrà una càrrega mínima per possibilitar la transferència de les seqüències, actualitzar el programari, etc. En tot cas ha de ser totalment independent del sistema de bateries del vehicle tractor.

Incorporarà la unitat de control de càrrega de manera que no requereixi cap element addicional extern per a la càrrega tret dels endolls disponibles a qualsevol taller.

- **Aplicació Servidora i Aplicacions Clients.:** Aplicació centralitzada, on prem o al núvol, que gestionarà el processament a posteriori de la videodetecció que no puguin ser dutes a terme per l'equip local i que requereixin de potència computacional i/o temps addicional de procés per a la detecció d'incidències més específiques. Per altra banda també servirà a un conjunt d'aplicacions client per a diferents casos d'ús, des del propi dels operaris que en camp realitzin les inspeccions amb el vehicle fins als específics del personal de manteniment de vies que gestioni les alarmes i efectui l'anàlisi en detall dels resultats de l'aplicatiu (a mode SCADA) des de l'oficina. En aquest sentit mantindrà l'historial de resultats i totes les configuracions, inhibicions d'alarmes i falsos positius i altres configuracions. Les aplicacions client s'adequaran a les interfícies d'usuari tenint en compte el cas d'ús i la usabilitat del mateix: operaris en camp amb dispositiu tipus tablet / mòbil o per a l'anàlisi de resultats en oficina (SCADA etc.) mitjançant múltiples pantalles si s'escau. Totes aquestes interfícies rauran dins de l'abast del subministrament.
- **API accés dades.** El sistema disposarà d'una API que permeti accedir als estats de les incidències detectades a l'hora que davant de qualsevol nova detecció forci una nova notificació en un webservice REST tipus POST.

2. Forma també part de l'abast del contracte la realització de les accions tècniques que requereixin intervenció de personal especialitzat tant sobre els equips de mesura com sobre el conjunt dels programari (ajustos d'algorismes, aplicatius clients, aplicació servidora) per a preservar la funcionalitat de l'equip durant tot el període de garantia de 3 anys, el qual s'inicia després l'acceptació formal del sistema un cop conclosa la posada en servei. En quedaran excloses les activitats correctives que es derivin de mal ús de l'equip o produïdes per accidents fortuïts que puguin malmetre algun dels seus components.
3. Rau fora de l'abast la configuració dels equips intermedis de la xarxa de FMB necessaris per al funcionament de l'aplicació servidora així com per als equips clients, tant si són equips físics com al núvol. Durant la 1a Fase de Planificació i Projecte es concretaran aquestes necessitats d'integració a la xarxa d'acord amb la solució concreta plantejada per l'Adjudicatari.

4 Condicions generals del subministrament

4.1 Requeriments transversals

1. El present Plec de condicions tècniques descriu a nivell funcional la totalitat del sistema de videodetecció que es sol·licita, essent el Licitador qui hagi de proposar la millor implementació tècnica que s'ajusti als esmentats requeriments funcionals. No obstant, en aquells punts que s'ha considerat necessari, es descriuen les especificacions tècniques concretes que s'hauran d'implementar.
2. El compliment d'aquest Plec, en tots els seus punts, és obligatori quedant desestimades les propostes que no compleixin estrictament aquest Plec.
3. El conjunt de tot el subministrament ha de satisfer-se com un projecte claus en mà, és a dir que contempli el subministrament, instal·lació i posada en servei d'acord amb les condicions específiques de Metro Barcelona.
4. El sistema haurà de poder prestar servei durant un període mínim de 15 anys.
5. El sistema disposarà d'una funció d'autodiagnosi per detectar el mal funcionament dels seus components clau (dels subsistemes embarcats o de l'aplicació servidora) generant les alertes necessàries que clarament determinin el nivell d'operativitat total o parcial.

6. La fabricació de tots els components del sistema de videodetecció haurà de dur-se a terme complint les normatives de qualitat, medi ambient i seguretat més exigents.
7. De manera general, cadascun dels subsistemes haurà d'ajustar-se a l'estat de l'art i a les normatives actuals amb l'objectiu d'aconseguir un rendiment del treball, una fiabilitat i una disponibilitat òptims. Serà assimilable a altres existents en el mercat amb resultats provats en altres administracions, allunyant-se de prototips o solucions ex profeso.
8. La seguretat, tant per al personal de manteniment i operació com per a l'entorn haurà de ser una prioritat. Per a això, el conjunt del sistema haurà estat concebut per aconseguir els màxims nivells de seguretat, complint els estàndards i normes més exigents.
9. La integració dels components mecànics sobre el remolc haurà de ser tal que eviti que qualsevol tipus d'avaria immobilitzi el remolc. En cas que alguna d'aquestes avaries s'esdevingui el remolc haurà de poder-se recuperar d'una forma fàcil, per a alliberar la via general previ a l'inici del servei.
10. El cost de manteniment i les tasques s'han de minimitzar per maximitzar la disponibilitat del sistema per poder explorar la via. Per aquesta raó el sistema haurà d'haver estat concebut i implementat per tal que no siguin imprescindibles calibracions o altres accions d'ajust o manteniment complexes que requereixin personal de manteniment especialitzat amb una freqüència superior als 6 mesos suposant 5 usos nocturns per setmana de 4h a 30km/h cadascun.
11. La sostenibilitat ambiental és un requeriment fonamental per a Ferrocarril Metropolità de Barcelona S.A., motiu pel qual la producció han d'aplicar-se els estàndards més avançats en aquest àmbit, en quant als materials i minimitzar la petjada de carboni. Per aquestes raons el pes, els consums energètic, l'elecció de materials reciclables s'hauran de justificar en base l'impacte ambiental.
12. L'Adjudicatari treballarà estretament amb Metro de Barcelona i lliurarà totes les informacions i documents necessaris que se li sol·licitin. Participarà en les reunions de seguiment acordades en fase de projecte i execució.
13. Totes les dades generades, informes i resultats seran propietat de Ferrocarril Metropolità de Barcelona (FMB). En cas que l'Adjudicatari vulgui utilitzar les dades extretes de les videoinspeccions, per qualsevol aplicació que no sigui la millora i ajust dels algorismes particulars de FMB, sol·licitarà autorització formal i per escrit a FMB.

14. Totes les característiques, resultats, configuracions resultants del projecte així com les dades proporcionades per Ferrocarril Metropolità de Barcelona seran estrictament confidencials i no podran ser emprades en cap ús, comercial o tècnic, sense autorització formal i per escrit de FMB.

4.2 Fases del subministrament

El subministrament constarà de cinc fases:

- 1ª Fase: Planificació i Projecte
- 2ª Fase: Producció dels equips i adequació programari i models de dades
- 3ª Fase: Instal·lació i Proves
- 4ª Fase: Posada en Servei i Acceptació Formal del Sistema
- 5ª Fase: Període de garantia

4.2.1 1ª Fase: Planificació i Projecte.

1. Es fixaran de forma concreta les dates de cadascuna de les fites del projecte complint els terminis de lliurament determinats.
2. Es revisarà el detall tècnic de la proposta preparada per l'Adjudicatari concretant tots aquells aspectes de menor rellevància que restin oberts.
3. Culminarà amb el lliurament i acceptació formal de la memòria descriptiva i proposta tècnica en la que l'Adjudicatari detalli els esquemes elèctrics i plànols mecànics dels equips integrats en el remolc lleuger, garantint que es compleixin tots els requeriments, en particular els crítics referents al gàlib, massa, autonomia i circulació establerts en aquest plec. L'objectiu és disposar d'una proposta tècnica de detall del sistema aprovada per les dues parts abans de procedir a la seva execució en la fase següent.
4. Durant les fases d'execució, instal·lació i proves la proposta tècnica podrà experimentar canvis, sempre i quan siguin justificats i segueixin garantint el compliment dels requeriments del plec. Al final de la fase d'instal·lació i proves tots els documents tècnics s'hauran ajustat i complementat reflectint la realitat (As Built) del sistema en servei. Vegi's el capítol de Documentació.
5. Per a la culminació d'aquesta fase també haurà de lliurar una planificació detallada de les fases d'Execució i Instal·lació / Proves d'acord amb una previsió realista de les nits de treballs disponibles

6. La fase de projecte no podrà de superar els 6 mesos des de la data d'adjudicació del projecte.

4.2.2 2ª Fase: Producció equips i adequació programari i models de dades.

1. L'Adjudicatari produirà i instal·larà els equips de videoinspecció alhora que també implementarà o farà els ajustos necessaris en l'aplicació servidora per adequar-la als casos d'ús de Metro de Barcelona.
2. Durant aquesta fase l'Adjudicatari, en cas de precisar-ho, també esmerçarà els mitjans necessaris per a la preparació dels datasets que requereixi per a l'ajust dels algorismes de detecció.
3. El detall dels protocols FAT i SAT s'elaborarà i acordarà durant aquesta fase d'execució.
4. Aquesta fase finalitzarà amb la superació de les proves en fàbrica (FAT) que s'evidenciarà mitjançant el lliurament dels resultats de totes les proves realitzades sobre els protocols FAT prèviament elaborats. Els resultats hauran de constatar les funcionalitats i rendiment de l'equip d'acord amb els requeriments funcionals i especificacions tècniques tipificats en els protocols mencionats per a les condicions acotades de les proves en fàbrica.
5. En cas que durant les proves es detectin fallades crítiques o altres incidències majors que puguin afectar la propera fase d'instal·lació i Proves, e.g. amb retalls a posteriori sobre els remolc que puguin forçar la indisponibilitat unitat, aquesta fase no conclourà fins que aquestes fallades no hagin estat resoltes, repetint-se les seccions dels protocols FAT que es vegin implicades.

4.2.3 3ª Fase: Instal·lació i Proves.

1. L'Adjudicatari realitzarà el lliurament del remolc equipat al Taller de Can Boixeres, c/ Estronci 14, a L'Hospitalet de Llobregat.
2. Un cop els el remolc estigui lliurat, s'hauran de dur a terme un conjunt de proves per acabar d'ajustar i validar les prestacions i funcionalitats del sistema al context de Metro de Barcelona. El resultat d'aquestes proves es reportarà periòdicament a Metro de Barcelona.
3. Un cop finalitzada la instal·lació i el conjunt de proves per ajustar els equips a la casuística de Metro de Barcelona, es realitzaran les proves in situ de validació funcional i tècniques (SAT). Aquestes consistiran en conjunt de proves tipificades en un protocol, acordat amb Metro de Barcelona durant la fase prèvia, per tal de validar que el sistema compleix tots els requeriments funcionals, especificacions tècniques i mètriques de precisió (requeriments no

funcionals) exigits en aquest plec. Aquesta 3ª fase conclourà amb la superació d'aquestes proves (SAT) que s'evidenciarà mitjançant el lliurament dels resultats de les proves.

4. En cas que durant les proves es detectin fallades crítiques o altres incidències majors que puguin comprometre l'operativitat i/o la qualitat dels resultats del sistema que es duria a terme en la propera fase, aquesta 3ª fase no conclourà fins que aquestes fallades no hagin estat resoltes, repetint-se les seccions dels protocols SAT que es vegin implicades

4.2.4 4ª Fase: Posada en Servei i Acceptació Formal del Sistema.

1. Per poder dur a terme la posada en servei del sistema, serà imprescindible que l'Adjudicatari prèviament hagi impartit les sessions de formació definides així com hagi efectuat el lliurament de tota la documentació restant prevista (manuals, esquemes i plànols as built, paràmetres de calibració i fitxers de configuració, etc). Un cop satisfets tots aquests requisits, l'Adjudicatari, acordadament amb Metro de Barcelona, procedirà a la Posada en Servei del sistema la qual es prolongarà fins que s'evidenciï la confiabilitat, estabilitat i la capacitat del sistema per a poder-lo operar autònomament, moment que culminarà amb l'Acceptació Formal del Sistema. Per assolir aquesta fita és requerirà que durant un període de 8 setmanes de funcionament continuat (d'acord amb les pautes de treball nocturn) el conjunt del sistema assoleixi simultàniament els següents indicadors:

- **Disponibilitat tècnica:** el sistema en el seu conjunt (equips embarcats i aplicacions servidora, client i API) ha de romandre plenament operatiu per sobre del 99.5% del temps de funcionament. A l'hora de computar aquest índex en quedaran excloses totes aquelles causes exògenes que en condicionin la disponibilitat (problemes d'alimentació, comunicacions etc). Aquesta mètrica es validarà amb els registres (logs) dels equips embarcats, de l'aplicació servidora i de l'aplicació client.
- **Fallades crítiques:** Independentment del compliment de la disponibilitat tècnica el sistema haurà de funcionar sense l'ocurrència de cap fallada crítica. Les fallades crítiques són aquells defectes o mal funcionaments que impossibiliten que la totalitat del sistema o qualsevol dels components clau puguin prestar les funcionalitats clau, resultin en pèrdua de dades o corrupció d'aquestes o que comportin una parada del sistema que requereixi una intervenció manual per a restituir-lo. El còmput de fallades crítiques es determinarà mitjançant els registres dels equips embarcats, les incidències reportades pels usuaris i per les intervencions correctives que els especialistes hagin fet per normalitzar o

esmenar els errors causants de la fallada crítica. No tindran consideració de fallada crítica tots aquells errors menors (bugs) que no tinguin els efectes descrits.

- **Qualitat i consistència de les dades:** Atès que en essència el sistema produeix un conjunt de dades en relació a la presència de fissures o trencaments, durant la fase d'Instal·lació i Proves es determinaran les taxes acceptables del nombre mitjà de falses alarmes per dia i la taxa de falsos negatius per dia (és a dir, defectes crítics existents i dins dels límits de les prestacions tècniques dels equips però no detectats). Aquests es calcularan diàriament.
2. En qualsevol cas, la Fase de Posada en Servei no finalitzarà mentre romanguin errors crítics pendents de ser corregits. Es valorarà la repetició de les seccions de les proves SAT que es puguin veure afectades per les incidències concretes.
 3. Durant tot el període de Posada en Servei, si bé serà Metro de Barcelona qui formalment operi el sistema, l'Adjudicatari establirà un servei de suport específic per acompanyar i donar resposta tant a les incidències tècniques com a la resolució de dubtes que se li puguin formular. Setmanalment es realitzaran reunions de seguiment amb Metro de Barcelona per tal d'avaluar els indicadors descrits anteriorment (disponibilitat, fallades crítiques i qualitat de les dades) així com les eventuais correccions i ajustos que puguin sorgir, essent l'Adjudicatari qui prepari els informes prèviament a les reunions. En aquest sentit l'Adjudicatari activarà un sistema online de report i seguiment de les incidències, de manera que permeti a Metro de Barcelona reportar els errors detectats (menors o crítics) alhora que el sistema també permeti veure l'estat de resolució dels mateixos. L'acompanyament requerirà que l'Adjudicatari verifiqui, amb la informació que tingui disponible (incloent la del propi sistema com ara historials, ocurrències pretèrites, etc.), la bondat de les alarmes generades així com efectui una valoració del rendiment del sistema que reportarà en les reunions setmanals. Durant la fase d'instal·lació i Proves l'Adjudicatari haurà de respondre a les preguntes o dubtes en un termini màxim de 36 hores. El nivell de servei específic per a la correcció d'errors que requereixin la intervenció directa, remota o presencial, es concretaran en la fase d'Instal·lació a partir de l'experiència i coneixement més acotat del propi procés d'instal·lació i ajust del sistema.
 4. El compliment dels requeriments per a l'Acceptació Formal del sistema no podrà superar els 18 mesos des de la data d'adjudicació del contracte.

4.2.5 5ª Fase: Període de garantia.

1. Un cop acceptat formalment el sistema, s'iniciarà el període de 3 anys de garantia. Durant el mateix, sense cap cost addicional per a Metro de Barcelona, l'Adjudicatari s'encarregarà de dur a terme totes aquelles accions de manteniment preventiu que requereixin la intervenció de personal tècnic qualificat sobre els equips de camp de mesura i procés de dades.
2. Similarment, sense cap càrrec addicional per a Metro de Barcelona, l'Adjudicatari durà a terme totes les accions de manteniment sobre els sistemes informàtics (embarcats o en backoffice), bé aquestes consisteixin en l'actualització de versions, en l'aplicació de pedaços sobre el programari o bé consisteixin en l'actualització dels algorismes que implementin les funcionalitats de detecció.
3. El detall de totes aquestes activitats anuals de manteniment preventiu sobre equips i programari (incloent els models/algorismes de detecció i diagnòstic) es presentaran en el Pla de Manteniment que s'adjuntarà a l'oferta.
4. En cas que durant aquesta Fase de Garantia es detectin fallades recurrents o errors, imputables al disseny dels equips, algorísmia o programari, el subministrador aplicarà les mesures correctives per esmenar-ho sense càrrec addicional per a Metro de Barcelona.
5. En l'eventual cas que s'acordés amb Metro de Barcelona iniciar la Fase de Garantia amb un conjunt acotat d'errors menors, el proveïdor estendrà el període d'acompanyament, en els termes definits en la fase anterior, fins que els errors no hagin estat resolts.

4.2.6 Finalització del projecte

1. El projecte conclourà un cop s'hagin assolit totes les fites corresponents a les diferents fases enumerades anteriorment. Es remarca l'obligació de l'Adjudicatari de lliurar documentació d'acord amb el que s'estipula en cada fase del projecte
2. Durant totes les fases definides del contracte, incloent també el període de garantia, no hi haurà cap tipus de càrrec o cost (subscripcions o similars) a Metro de Barcelona per a l'ús nominal del sistema així com per a les accions de manteniment preventiu previstes, tal i com ja s'ha destacat anteriorment.

4.3 Normativa aplicable

1. L'Adjudicatari haurà de vetllar per aplicar totes les normes i reglaments tècnics europeus, espanyols i catalans que regeixin i siguin d'obligada aplicació en cadascun dels diferents àmbits tècnics, de seguretat, mediambientals, etc. dels subsistemes especificats en aquest Plec.
2. El disseny general del remolc, i en particular la integració de cadascun dels subsistemes que embarqui, haurà d'adaptar-se a les normes generals vigents i a les prescripcions definides en el present document.

5 Requeriments funcionals del sistema

5.1 Requeriments funcionals de l'operació del sistema en camp

1. El sistema de videoinspecció s'ubicarà en un remolc lleuger arrossegat per un vehicle auxiliar elèctric que circularà durant un màxim de 4 hores durant la franja nocturna disponible per a la realització de les tasques de manteniment de la xarxa de Metro de Barcelona.
2. El sistema haurà d'inspeccionar la totalitat de la superfície visible dels dos carrils cobrint:
 - **Cap del carril:** superfície de rodament, la regió del costat de camp i la regió activa del costat de l'ample. En queda exclosa la part "no visible" del cap del carril on s'uneix amb l'ànima.
 - **Ànima del carril:** Ambdós costats de l'ànima del carril.
 - **Patí del carril:** La part superior del patí del carril.
3. El sistema haurà de disposar de l'autonomia suficient per tal que en l'interval de treball de 4h pugui realitzar de forma continuada les funcions de videoinspecció, les quals bàsicament contemplen:
 - Captació i enregistrament de totes les imatges del perfil del carril, assignant-los una referència de posicionament relativa a les condicions d'inici de l'activitat definides per l'usuari i actualitzades mitjançant el subsistema d'hodometria / localització quan el vehicle es desplaça.
 - Detecció en "temps real" d'un conjunt de defectes acotat de manera que permeti a l'operari que estigui realitzant la videoinspecció, pausar-la i validar

in situ el defecte detectat i, en cas que sigui necessari i possible, realitzar l'acció correctiva en el mateix moment. La notificació del defecte haurà de ser transmesa per l'equip de videodetecció i poder-se visualitzar en l'aplicació client que tinguin els operaris en el dispositiu mòbil, on es puguin visualitzar les característiques del defecte, la ubicació en el carril i una imatge del detall on estigui destacat el defecte per facilitar-ne la valoració. L'operari podrà introduir un feedback bàsic sobre el defecte (veritable positiu o fals positiu, text descriptiu del defecte i altre text diferenciat per l'eventual mesura correctiva realitzada en situ, adjuntar-hi imatges d'altres fonts). Tot seguit, l'operari ha de poder reprendre la videoinspecció de forma immediata. En qualsevol cas, els defectes detectats de forma local es comunicaran sense fils a l'aplicació servidora.

- Autodiagnòstic continu dels equips de videoinspecció a fi i efecte de garantir que les funcions essencials de videoinspecció s'estan realitzant correctament. En aquest mateix sentit, monitorització de l'estat dels equips, entre d'altres del nivell de bateria disponible (que permeti adequar la planificació del treball als operaris). La monitorització i autodiagnòstic han de ser visibles en l'aplicació client dels operaris. En cas que es detecti algun defecte en algun dels subsistemes monitoritzats, o bé quan la bateria disponible estigui per sota d'un determinat llindar, el sistema ho advertirà i notificarà a l'aplicació client dels operaris.
- Un cop l'operari notifiqui la finalització de l'activitat de videoinspecció es generarà un informe amb els resultats de l'activitat, en termes de quilòmetres, defectes detectats i confirmats, etc.

En quedarà exclosa la part inferior del cap del carril on s'uneix amb l'ànima. També en quedaran exclosos aquelles zones en les que altres elements instal·lats en la via obstaculitzin la visió del perfil del carril, com ara contra-carrils o discontinuïtats introduïdes per canvis etc.

4. Finalitzat aquest període d'activitat, haurà de romandre una fracció de càrrega suficient per mantenir un estat de stand-by durant 12 hores, sense il·luminació ni processant d'imatges, en el que el sistema pugui facilitar el report de l'estat generals dels subsistemes: e.g. nivell de bateria, autodiagnòstic de cadascun dels subsistemes, ocupació dels recursos dels processadors locals, nivell de disc disponible. També haurà de permetre actualitzar local o remotament el programari, ajustar paràmetres de configuració etc.
5. Finalitzada la tasca de videoinspecció, en el mode stand-by, l'equip facilitarà la el trasllat del conjunt de les darreres imatges enregistrades a l'aplicació

servidora, bé sigui mitjançant una transmissió sense fils (quan hi hagi cobertura) o realitzant una còpia en un dispositiu d'emmagatzematge local

6. El vehicle, i per tant l'equip de videodetecció arrossegat, operarà a una velocitat màxima de 30 km/h tal i com es limita en el Reglament de Circulació de Ferrocarril Metropolità de Barcelona per a la conducció amb marxa a la vista (i fora del servei comercial).
7. El sistema de videodetecció serà utilitzat en qualsevol de les línies de Metro de Barcelona amb via d'ample internacional UIC de 1435mm, quedant-ne exclosa la L1 amb ample de 1674mm (antic ample ibèric). Totes aquestes línies (L2, L3, L4, L5, L9 /10 i L11) comparteixen en el mateix perfil de carril UIC 54E1. Les característiques bàsiques de les línies són:
 - **L2:** 12,8 km, 18 estacions
 - **L3:** 17,8 km, 26 estacions
 - **L4:** 16,5 km, 22 estacions
 - **L5:** 18,6 km, 27 estacions
 - **L9/L10:** Secció Nord 10,4 km, 12 estacions. Secció Sud 26,1 km, 23 estacions
 - **L11:** 2,3 km, 5 estacions
 - Totes les línies tenen un pendent màxim del 5% i un radi mínim de corba de 40m.
 - Veure detalls addicionals en l'Annex 1.
8. El sistema no requerirà cap tipus d'ajust mecànic o calibració addicional per a ser emprat en qualsevol de les esmentades línies. Just caldrà que en el moment de l'inici del procés de videoinspecció, l'operari, mitjançant la interfície portable que brindi el sistema, determini la línia, la via i el punt quilomètric on s'iniciarà la inspecció.
9. La videoinspecció podrà realitzar-se en qualsevol de les vies transitables de la línia, tant en les dues vies principals, en les maniobres, diagonals i zones d'estacionament. També podrà realitzar-se en les vies de tallers. Totes les inspeccions que es realitzin en les vies que no es corresponguin amb les emprades en la circulació del carrousel nominal requeriran que l'operari les senyalitzi específicament en l'aplicació client al seu abast.
10. Complementant l'aplicació client per a l'operari, i en el cas del defecte o indisponibilitat de l'aplicació pel client operari, el sistema de videoinspecció ha

de disposar d'un panell local fixat en el mateix equip embarcat que, mitjançant un conjunt acotat de botons i altres elements d'interfície d'usuari (e.g. pantalla tàctil industrial), permeti iniciar, pausar/reprenre i parar l'activitat de videoinspecció. També ha d'assenyalar, mitjançant elements visuals (e.g. pilots) el mode de funcionament i la presència d'incidències que impedeixin la realització de les funcions de videoinspecció. Així, de forma immediata, sense consultar l'aplicació de l'operari, es podrà conèixer el mode de funcionament de l'equip de videoinspecció.

11. Els operaris podran connectar directament l'equip a una base d'endoll 230VAC (addicionalment a aquesta pot tenir també una segona connexió 400 VAC) per tal que es puguin recarregar les bateries. Aquestes han de poder carregar-se al 95% en un interval màxim de 15 hores

5.2 Requeriments funcionals per a l'operació del sistema des de l'oficina

1. L'aplicació servidora, un cop disposi de les imatges d'una videoinspecció, bé hagin estat descarregades de forma automàtica mitjançant comunicació sense fils o bé hagin estat aportades en un mitjà d'emmagatzematge extern, en cas que la solució plantejada ho requereixi per al compliment de les especificacions tècniques del catàleg de defectes, iniciarà un procés d'anàlisi profund de totes les imatges, cercant tots els defectes que s'hagin seleccionat del catàleg complet de defectes, entre els quals s'incorporin els mateixos que els detectats en temps real en camp i d'altres addicionals que requereixin un anàlisi computacional més exigent. Totes aquests accions seran parametrizables en quant a la freqüència i a la selecció dels defectes a detectar així com els ajustos de sensibilitat de cadascun d'ells.
2. Per cadascun dels defectes detectats, l'aplicació servidora els filtrarà tenint en compte el conjunt de regles d'exclusió que s'hagin pogut definir per zones de via (geofencing), inhibint defectes localitzats que hagin estat categoritzats com a falsos positius, inhibint alarmes ja identificades, per evitar l'excés de repetició d'alertes etc. Les alertes descriuran el tipus de defecte, ubicació i categorització de la criticitat juntament amb una imatge en la que estigui destacat el defecte.
3. L'aplicació servidora disposarà d'un client específic per a servir el cas d'ús de la gestió en oficina. L'usuari de l'aplicació client d'oficina podrà:
 - Revisar el detall de qualsevol punt de les imatges enregistrades, desplaçant-se de forma contínua o assistidament per anar saltant directament als defectes detectats. La navegació sincronitzarà les imatges de totes les càmeres implicades.

- Disposar de diferents tipus de visualització dels defectes en forma de taula descriptiva i en sinòptics visuals de la ubicació dels punts al llarg de la via. Els diferents modes de visualització hauran de poder-se filtrar per diferents conceptes com ara tipologia de defecte, criticitat, interval temporal de les captures etc.
- Determinar si els defectes detectats automàticament, fruit de l'avaluació realitzada per l'usuari, són falsos positius o veritables positius, de manera que quedin registrats en la base de dades.
- Complementar la informació dels defectes amb metadades addicionals sobre la captura, amb un text descriptiu de la mateixa (fruit de la inspecció feta pels operaris en camp) i, idealment, podent-hi adjuntar imatges complementaries de detall d'altres fonts. I un altre text descriptiu diferenciat sobre les mesures correctives aplicades, idealment també podent-hi adjuntar imatges del correctiu.
- Delimitar manualment, sobre les imatges, l'ocurrència de falsos negatius, és a dir fallades reals no detectades pels algorismes però visibles en les imatges. Se'ls podrà categoritzar manualment d'acord amb els paràmetres tipificats per cada defecte i afegir text descriptiu a mode de metadades addicionals. Es podrà escollir que es generi l'alerta corresponent per tal que els destinataris predefinits de les alertes la rebin per poder-hi reaccionar.
- Introduir, també manualment, altres defectes no visibles en les imatges enregistrades degut a què fossin detectats i corregits pels equips d'inspecció humana prèviament a l'enregistrament de la darrera videoinspecció. Se'ls podrà categoritzar manualment d'acord amb els paràmetres tipificats per cada defecte i afegir les metadades addicionals habituals: text descriptiu del defecte, text descriptiu de l'eventual tasca correctiva, ambdues amb preferiblement la possibilitat d'adjuntar imatges d'altres fonts.
- Els falsos negatius notificats podran ser fàcilment exportats per generar nous datasets que permetin a l'Adjudicatari millorar els algorismes desplegats a Metro de Barcelona bé siguin en el servidor central o en l'equip embarcat d'acord amb la tipologia del defecte detectat per cada equip.
- Podrà delimitar zones d'exclusió en les quals no s'apliquin els algorismes de detecció (geofencing) . Ho podrà fer també per defectes concrets, siguin falsos o veritables positius per evitar duplicitat d'alertes tant en les notificacions en camp com en les generades pel procés de l'aplicació servidora.

- Podrà ajustar alguns paràmetres de la mostra, tals com la ubicació (línia, via, PK) als efectes de corregir errors efectuats en l'establiment de les condicions inicials per l'operari de camp, o per manca d'alguna informació de detall.
- Implementarà un gestor del cicle de vida de les alertes associades als diferents tipus de defectes, en els seus diferents estats: actives, reconegudes, no reconegudes, silenciades i desactivades.
 - permetrà visualitzar-les i filtrar-les per llur estat, criticitat i tipologia i període temporal d'ocurrència. En la visualització de taula es podran veure la ubicació i detall de les metadades afegides.
 - permetrà reconèixer les alertes, silenciar-les o desactivar-les. Els canvis seran traçats a nivell d'usuari i en l'instant que es produeixin aquests canvis d'estat, brindant a l'usuari l'opció d'afegir text breu explicatiu.
 - implementarà un conjunt d'informes que permetin totalitzar les alarmes de cada tipus, de forma agregada per totes les línies o per les línies seleccionades, pels intervals temporals etc.
- En relació a la qualitat de les dades, l'aplicació servidora elaborarà un conjunt d'informes simples que amb les mètriques habituals de "precision", "accuracy" i "recall" mostrin els resultats de forma agregada i desagregada per tots els tipus de defectes dels catàlegs tant de l'equip embarcat com del processament en l'aplicació servidora.
- L'aplicació servidora també mantindrà un historial dels events i alarmes pròpies de l'equip de videoinspecció, bé sigui per la notificació automàtica enviada pel propi equip, com per l'entrada manual efectuada per l'operador, amb la finalitat de disposar d'un registre de la fiabilitat i disponibilitat de l'equip.
- Tanmateix, l'aplicació servidora, quan l'equip embarcat disposi de connectivitat sense fils, registrarà la monitorització dels paràmetres i estats bàsics de funcionament de l'equip als efectes de disposar d'un registre simple d'activitat. L'aplicació servidora podrà elaborar uns reports simples amb la informació d'estat i d'activitat de l'equip, per tal de poder valorar la productivitat, fiabilitat i els events i fallades de l'equip en un període determinat.

6 Requeriments específics dels subsistemes

6.1 Remolc lleuger

1. Ample de via: 1.435 mm
2. Pes màxim del conjunt remolc i totalitat del sistema de videoinspecció amb bateries: 1.000 kg
3. El remolc ha de garantir el shuntat eficaç segons la norma EN 50153 / UIC 533 d'acord amb el següent: un valor mig de la resistència elèctrica entre les dues rodes d'un mateix eix no superior a 0,05 Ω mesurada amb una tensió entre 1.8 i 2.0 VDC.
4. Diàmetre de roda: 340 mm tipus UIC (4 rodes ferroviàries). El perfil de les rodes ha de complir l'especificació NF F03-402 de desembre de 1979 o el perfil S1002 descrit per la norma UIC 510
5. Pendent màxima: 5%
6. Radi de corba mínim: 40 m en tallers, 85m en via principal. Veure Annex 1.
7. Màxima velocitat: 30 km/h
8. Sistema de fre: Fre mecànic a prova de fallades i frens hidràulics de línia única.
9. Amb connectors pel sistema de fre i il·luminació de fre tipus Ferrocarril Metropolità de Barcelona, als dos extrems.
10. Enganxament tipus Rockinger Ro*290 en ambdós extrems. Veure Annex 3.
11. Caldrà que s'homologui la integració del remolc amb els enganxaments i connectors de fre i il·luminació del vehicle elèctric que arrossegarà el remolc.
12. El remolc amb tots els equips de videoinspecció instal·lats respectarà els gàlibos màxims de la xarxa de metro de Metro, que s'indiquen en l'Annex 1.
13. El remolc, amb tots els equips de videoinspecció instal·lats ha de poder circular en les corbes on hi hagi instal·lat contracarril (veure Annex 4) sense que es requereixi cap canvi en l'equip ni en el contracarril. Similarment per a d'altres elements de via, tals com greixadors, juntes, equips de senyalització en via etc).
14. Remolc fabricat d'acord amb la UNE-EN 15954-1:2014 Aplicacions ferroviàries. Via. Remolcs i equip associat. Part 1: Requisits tècnics per a la circulació i el treball.

15. El conjunt dels elements embarcats en el remolc haurà de complir els següents requeriments de protecció de l'entorn ("housing" i EMC/EMI):
- Protecció: IP65 / IEC 60529 (NEMA-4)
 - Temperatura operació: -10 a 65°C
 - Humitat del 10% a 95 % a 25 °C sense condensació
 - Vibració i xoc: IEC 60068-2-27 (xoc mecànic): 50 G, 6 ms 3 eixos
 - IEC 60068-2-26 (vibració sinusoidal): 3G, 11-200Hz 3 eixos
 - EMC: EN 61326-1:2013 industrial
 - Equips integrats de comunicacions o control complint EN-50155, amb aïllament entrada sortida superior a 2.000 VAC; filtres d'entrada EN 55032, class B; EMI (Emissions) EN 50121-3-2 (EMC for Rolling Stock); EMS (Immunity) EN 50121-3-2 (EMC for Rolling Stock);
16. En fase de projecte l'Adjudicatari aportarà la documentació tècnica en la que es demostrï que el conjunt de sistemes embarcats romandran solidaris al remolc lleuger al que es trobin fixats, garantint que no es desprendran a la via en les condicions d'operació i circulació nominals de l'equip. En aquest sentit realitzarà els estudis d'anàlisi estructural (per elements finits) tenint en compte les fixacions dissenyades per a les masses dels elements en les condicions nominals de desplaçament del remolc. Es farà una valoració de la fatiga i s'enumeraran els criteris de disseny i factors de seguretat emprats.

6.2 Subsistema alimentació bateries

1. La capacitat energètica del sistema de bateries transportades ha d'estar dimensionat per tal que pugui assolir els nivells d'autonomia establerts en els requeriments funcionals nominals amb un marge addicional del 25% de càrrega total per fer front a la pèrdua d'eficàcia degut a l'envelliment de les bateries.
2. Les bateries seran de ions de liti subministrades per un fabricant de prestigi reconegut, havent de complir la legislació aplicable en el moment del lliurament. En cas d'optar per un altre tipus de bateria, el Llicitador haurà de justificar-ho en la memòria tècnica que acompanyi a l'oferta l'equivalència en termes de durabilitat, prestacions i seguretat.

3. El carregador de les bateries haurà d'estar integrat en el propi remolc. Es podrà recarregar mitjançant preses de corrent normalitzades de 230VCA monofàsica (o 230VAC trifàsica sense neutre). Addicionalment pot incloure una presa de corrent normalitzada de 400VCA trifàsica. El temps màxim per assolir un 95% de la càrrega nominal total no ha de superar les 15h, permetent l'ús del sistema en nits consecutives.

6.3 Subsistema d'il·luminació

1. El sistema d'il·luminació emprarà tecnologia LED.
2. Disposarà d'un sistema de refrigeració que en prolongui la seva vida útil.
3. Les parts que del sistema que puguin ser accessibles per les persones estaran degudament protegides per evitar lesions per cremades.
4. El sistema d'il·luminació minimitzarà la potència lumínica fora de la zona d'inspecció per evitar enlluernaments.
5. Es disposarà d'un accionament en el panell local (botó emergència) per desactivar el sistema d'il·luminació en cas que s'hagi d'interactuar amb el vehicle.

6.4 Subsistema de localització

1. Aquest subsistema disposarà d'un equip propi de mesura de distàncies relatives amb la precisió suficient i deriva mínima per a determinar la posició de les imatges relatives al punt d'inici de l'activitat de videoinspecció, tenint en compte les característiques i longitud de les línies (veure Annexos).
2. En cas que el sistema de mesura de distàncies es complementi amb un conjunt de referències (e.g, tags, balises, referències òptiques QR etc) que permetin corregir la deriva i determinar de forma absoluta la posició del dispositiu de videoinspecció, aquestes hauran de ser les mínimes imprescindibles per cada línia i llur cost i mantenibilitat hauran de ser molt baixos. En cas que el sistema detecti la manca d'un d'aquests elements ho haurà de reportar, facilitant-ne la mantenibilitat. En cas que no els precisi exposarà els mecanismes de correcció de la deriva de la posició.

6.5 Subsistema de comunicacions embarcat

1. L'equip disposarà d'un mòdul de comunicacions de telefonia mòbil 4G/5G embarcat que permeti realitzar les funcions d'enviament i recepció requerides

per a la realització de les funcions nominals de videoinspecció en camp. Per exemple, tot i que no limitades a:

- enviament d'alertes dels defectes detectats pel sistema de videodetecció en camp, bé siguin adreçades a l'aplicació client dels operaris en camp, bé adreçades a d'altres usuaris o just pel registre en temps real de l'aplicació servidora.
 - enviament de les dades de monitorització de l'estat i autodiagnosi que es mostrin bé en l'aplicació client dels operaris de camp i es registrin en l'aplicació servidora.
 - enviament en temps real de les alertes corresponents a les incidències sobre el mal funcionament dels equips embarcats, adreçades al registre de l'aplicació servidora o als destinataris predefinits.
 - permetre la recepció de les consignes de treball establertes pels operaris de camp des de l'aplicació client
 - actualització remota dels paràmetres del sistema embarcat (inhibició d'alarmes, ajustos de sensibilitat dels algorismes) recepció de comandes remotes, o inclús per a les actualitzacions del programari embarcat, facilitant el telemanteniment del propi equip.
2. L'equip disposarà també d'un mòdul de comunicacions sense fils Wifi el qual en les zones de la xarxa en les que Metro de Barcelona hagi habilitat la cobertura wifi, permetrà realitzar les mateixes funcions enumerades en el punt anterior i, addicionalment, permetrà pujar a l'aplicació servidora la totalitat de les imatges corresponents a la darrera videoinspecció o a la que, estant disponible en el dispositiu d'emmagatzematge local del dispositiu embarcat, pugui escollir remotament l'usuari des de l'aplicació client de l'oficina.
 3. L'equip disposarà d'un port ethernet addicional per poder-hi connectar localment equips de configuració, parametrització i actualització del programari. Aquest port també podrà ser eventualment emprat per connectar-hi un equip (fora de l'abast d'aquesta oferta) que a mode de router doni accés sense fils a l'aplicació servidora.
 4. Els costos dels serveis de comunicacions 4G / 5G, tant de la fase d'instal·lació i proves, posada en servei i durant els 3 anys de garantia, formen part de l'abast d'aquest contracte de subministrament i, per tant, seran a càrrec de l'Adjudicatari.

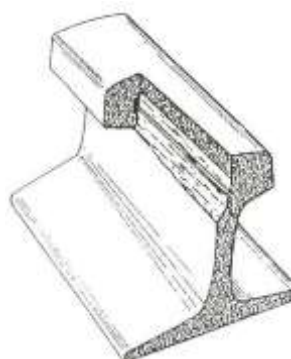
5. En cas d'esvaïment puntual de la pèrdua de cobertura el sistema serà capaç de retransmetre els missatges (alertes, events d'estat, etc) que no hagin pogut ser enviats.

6.6 Subsistema de videodetecció embarcat

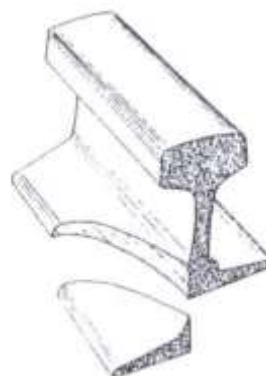
1. L'equip de videodetecció embarcat serà capaç de detectar localment i en temps real un conjunt de defectes per tal que els operaris embarcats en el vehicle que arrossegarà el sistema puguin validar in situ el defecte notificat per l'alerta i, eventualment, en cas que sigui factible, realitzar l'acció correctiva en aquell mateix moment
2. El conjunt de defectes que com a mínim ha de detectar el sistema embarcat han de ser:
 - Trencaments francs del carril: fractures transversals en el pla vertical que s'estenguin des del cap del carril fins al peu (patí), resultant en un trencament franc de la totalitat del carril.
 - Trencament del cap del carril: fractures en el pla horitzontal que longitudinalment comportin la manca d'una part o de la totalitat del cap del carril



- Trencament del cap del carril: fractures en el pla vertical que longitudinalment comportin la manca d'una part del cap del carril



- Trencament del peu (patí): fractures en la base del carril



- Trencaments de brides: fractures en el pla vertical que de la brida que s'estenen des de la part superior fins a la part inferior de la mateixa, resultant en un trencament franc de la mateixa
 - Fissures en el cap del carril en la banda de rodament de dimensions mínimes de 30mm longitud x 2 mm gruix en qualsevol orientació en el pla horitzontal
 - Fissures en el cap del carril en les zones laterals (de camp) o activa (d'ample) amb dimensions mínimes de 30mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 30mm longitud x 2mm gruix en sentit horitzontal
 - Fissures en l'ànima del carril amb dimensions mínimes de 30mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 30mm longitud x 2 mm gruix en sentit horitzontal
 - Fissures en el peu (patí) del carril amb dimensions mínimes de 30mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 30mm longitud x 2mm gruix en sentit horitzontal
 - Fissures en els forats passants de les brides amb dimensions mínimes de 30mm x 2mm en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 30mm x 2mm en sentit horitzontal
3. Les imatges que captin les càmeres per a l'aplicació dels algorismes de detecció hauran de tenir una resolució suficient per a garantir la detecció de les fissures especificades.
 4. Quan es detecti un defecte, l'aplicació generarà un notificació d'alarma en la qual es presentarà tota la informació del context de la mateixa, adjuntant-hi les

característiques del defecte, la ubicació, la referencia temporal, la referencia al treball d'inspecció i les imatges associades on es destaquí i localitzi el defecte. Aquests informes s'adreçaran automàticament per correu electrònic a una llista d'usuaris configurable.

5. La precisió de les deteccions no serà inferior al 85%, és a dir de totes les deteccions efectuades només hi haurà un 15% de Falsos Positius. Per altra banda la sensibilitat ("recall") no serà inferior al 90%, és a dir de tots els defectes reals especificats, només un 10% seran omesos com a Falsos Negatius (error tipus II).

6.7 Aplicació servidora: funcions de videodetecció

1. L'aplicació servidora disposarà d'un conjunt d'algorismes que permetran detectar un conjunt de defectes més ampli o amb major precisió que l'equip de videodetecció embarcat.
2. El catàleg de defectes de trencament que serà capaç de detectar serà com a mínim el mateix que el de l'aplicació embarcada.
3. En relació a la detecció de defectes de fissura en funció de la seva ubicació:
 - Fissures en el cap del carril en la banda de rodolament de dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en qualsevol orientació en el pla horitzontal
 - Fissures en el cap del carril en les zones laterals (de camp) o activa (d'ample) amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit horitzontal
 - Fissures en l'ànima del carril amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit horitzontal
 - Fissures en el peu (patí) del carril amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit horitzontal
 - Fissures en els forats passants de les brides amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit vertical o amb dimensions mínimes de 20mm longitud x 2mm gruix en sentit horitzontal
4. Quan es detecti un defecte, l'aplicació generarà un notificació d'alarma en la qual es presentarà tota la informació del context de la mateixa, adjuntant-hi les

característiques del defecte, la ubicació, la referència temporal, la referència al treball d'inspecció i les imatges associades on es destaquï el defecte. Aquests informes s'adreçaran automàticament per correu electrònic a una llista d'usuaris configurable.

5. La precisió de les deteccions no serà inferior al 90%, és a dir de totes les deteccions efectuades només hi haurà un 10% de Falsos Positius. Per altra banda la sensibilitat ("recall") no serà inferior al 95%, és a dir de tots els defectes reals especificats, només un 5% seran omesos com a Falsos Negatius (error tipus II).

6.8 Aplicació servidora: HMI client per a usuari d'oficina

1. L'aplicació servidora es basarà en una arquitectura centralitzada que, per una banda, implementi les funcionalitats de la capa client (HMI Interacció Humà Màquina) i, per una altra, implementi les funcions de la capa de dades. En tots dos casos es prefereix que s'implementin sobre tecnologies obertes i escalables.
2. L'aplicació servidora disposarà d'un client per a servir al cas d'ús dels tècnics de manteniment de vies que interactuïn de amb els resultats i parametrització del sistema de videodetecció "a posteriori", des de l'oficina.
3. La interfície d'usuari s'acomodarà a les condicions de treball d'aquest perfil, maximitzant la usabilitat per i conveniència per analitzar les imatges de múltiples càmeres, poden estendre les finestres de visualització a més d'un monitor.
4. L'aplicació implementarà totes les funcions necessàries descrites en el punt de Funcionament Nominal en Oficina, presentant les alarmes associades als defectes detectats, les imatges dels defectes i/o de la totalitat de la inspecció, informes (d'estat de l'equip, de productivitat, de qualitat de les deteccions etc), monitorització dels components (bateria, disponibilitat dels subsistemes, etc), selecció i configuració dels algorismes (nivells de sensibilitat, ajustament de llindars, establiment de zones d'exclusió, etc) a aplicar en les deteccions, gestió del cicle de vida de les alarmes (reconeixement, silenciament, registre d'historial) etc.
5. L'aplicació ha de poder ser multilloc, és a dir, ha de permetre que puguin emprar-la simultàniament diversos usuaris, preferiblement com a client web.
6. Es prefereix que la capa client s'implementi amb accés web, com a web client, de manera que no sigui necessària la instal·lació de cap aplicació executable sobre els dispositius remots emprats pels usuaris. També es prefereix que sigui

“responsive” de manera que la visualització i la interacció pugui ajustar-se automàticament al dispositiu de navegació emprat per l’usuari, bé sigui desktop, tauleta o telèfon mòbil. No són, però, requisits imperatius.

7. La capa gestió de dades s’implementarà sobre una base de dades de tecnologia oberta, preferiblement relacional (SQL) i, si es requereix, complementada per una altra no relacional per a les dades no estructurades. El gestor subministrat de la base de dades implementarà les funcions (jobs) per a realitzar periòdicament els backups, i compactació dels logs.
8. La informació generada pel sistema dels defectes detectats (historial). dels diferents tipus informes generats i les imatges podran ser exportables a formats de fitxers oberts (e.g CSV, PNG, JSON) per al processament en altres plataformes.

Requeriments funcionals d’alt nivell de l’aplicació client:

9. Emmagatzemar les dades històriques dels defectes detectats, incloent les imatges discretes en les quals s’hagin detectat els defectes, podent emmagatzemar fins a 25.000.
10. Emmagatzemar les imatges (o seqüències de vídeo) corresponents a 60 nits de treball. En qualsevol cas, l’aplicació haurà de permetre que l’usuari determini imatges / vídeos que no s’hagin d’esborrar, a mode de referència o historial rellevant.
11. Enregistrar de forma contínua la informació de l’estat de funcionament i disponibilitat dels propis equips de camp i del propi servidor, per tal de determinar la disponibilitat operativa per a iniciar les inspeccions en camp o un nou anàlisi en l’aplicació servidora.
12. Proporcionar una interfície gràfica que ofereixi una visió general de l’estat de la via i de la ubicació dels defectes proporcionant accessos directes a les imatges corresponents a cadascun d’ells a fi i efecte de facilitar a l’usuari el contrast del diagnòstic.
13. Per a captures completes d’imatges disponibles, l’aplicació ha de permetre fer una visualització contínua de la seqüència de les imatges de totes les càmeres associades a cada carril, emulant una inspecció in situ des de l’oficina.
14. Ha d’oferir una visió sinòptica de l’estat de funcionament dels principals components del sistema, destacant els events que hagin pogut ocórrer als equips durant el procés de captació/anàlisi de les imatges en camp.

15. Ha de permetre consultar els informes periòdics o d'alarma generats (descrits en un punt inferior).
16. Ha de permetre configurar els rols i llistes d'usuaris associades a la distribució d'informes (per correu electrònic).

Gestió de les alarmes

17. Ha de permetre accedir als historial dels registres i alarmes, podent establir filtres sobre els atributs desats que facilitin la cerca. Per al cas de les alarmes permetrà a l'usuari commutar-ne l'estat i establir-ne els comentaris si s'escauen.
18. Ha d'integrar diferents nivells de severitat d'alarma, per exemple lleu / moderat / crític, en funció de l'establiment de llindars específics per cadascun dels defectes.
19. Les alarmes disposaran de com a mínim 2 estats en relació a l'acceptació per part del l'usuari: pendent de reconeixement i ja reconegudes. En la detonació d'una nova alarma aquesta estarà en estat "pendent de reconeixement". Mitjançant la interfície gràfica l'usuari podrà commutar-ne l'estat a reconeguda (o a la inversa). En el reconeixement de l'alarma l'usuari hi podrà acompanyar un breu comentari que complementi el diagnòstic. Tots aquests canvis generaran un registre traçable (data i usuari) en la base de dades.
20. Les alarmes disposaran de com a mínim 2 estats en relació al seu nivell de notificació als destinataris: no silenciades o silenciades. L'aplicació ha de permetre la commutació dels estats, per tipus d'alarma, zona etc.
21. Les alarmes podran ser generades automàticament pel sistema, el més habitual, o per l'usuari. En el cas dels defectes que el sistema no hagi diagnosticat però efectivament hi hagi un problema, i.e. un "Fals Negatiu", l'usuari ha de poder delimitar el defecte en la imatge i detallar-ne les propietats característiques d'aquell tipus de defecte. També ha de poder assignar-li el nivell d'alarma que convingui i forçar-ne l'enviament als destinataris.
22. En el cas d'alarmes generades automàticament pel sistema, l'usuari ha de poder anul·lar-la (passar-la a Sense Alarma) o canviar-ne la severitat (e.g. Alerta <=> Crítica), corregint doncs "Falsos Positius". Tots aquests canvis generaran un registre traçable (data i usuari) en la base de dades.
23. Ha de permetre establir els llindars de d'alarma per cada tipus de defecte tal vegada que també ajustar els paràmetres de configuració i sensibilitat de l'algorisme de detecció de cada defecte.

24. L'usuari ha de poder silenciar les alarmes, malgrat que aquestes es continuïn registrant en la base de dades, per tipus de defecte i per zones concretes de cada carril per cada línia. També ha de poder-ho fer per defectes específics i concrets per tal que en cas que no s'hagin reparat eviti generar reports d'alarma repetits sobre el mateix defecte.
25. Ha de permetre aplicar zones d'exclusió en les quals no es registri cap defecte en la bases de dades ni es generi cap alarma (e.g. zones de canvis etc.) per cada línia. També ha de permetre També ha de permetre seleccionar els algorismes de detecció a aplicar per defecte en cada línia.
26. El sistema també haurà de permetre gestionar i visualitzar les alarmes associades a l'estat de funcionament i disponibilitat del propi sistema, tant dels subsistemes de l'equip de camp com de l'aplicació servidora.

Elaboració d'informes i descàrrega de dades:

27. El programari ha de permetre generar informes de resum sobre els defectes identificats per línia, per període de temps, presentant les dades agrupades per defecte i ordenades per diferents criteris (punt quilomètric, data, de major a menor nombre d'ocurrències etc). Inclourà també una valoració de la qualitat de les dades per tipologia de defecte, mostrant mètriques tals com la precisió, la sensibilitat "recall", etc.
28. Generarà un informe resum de la disponibilitat i productivitat del propi equip a partir de la informació registrada d'autodiagnosi, incloent-hi també el llistat de les alarmes dels subsistemes.
29. En cas de detecció d'una alarma sobre el mal funcionament d'un component del propi sistema, l'aplicació generarà un informe de l'alarma en el qual es presentarà tota la informació del context de la mateixa. Aquests informes s'adreçaran automàticament per correu electrònic a una llista d'usuaris configurable (potser diferent de la llista d'alarmes de tren).
30. Els informes es desaran en un registre i podran ser cercats amb filtres convenients, podent visualitzar i descarregar l'informe seleccionat.
31. En els registres historial de dades, l'aplicació ha de permetre a l'usuari descarregar les dades en cru (CSV, JSON) de tots els camps i atributs de dades disponibles sobre el filtre aplicat (rang de dates, trens, etc.).
32. Compilarà els informes dels treballs d'exploració (descrits en l'apartat "HMI Usuaris de Camp") els quals sintetitzen l'activitat realitzada en camp. Podran ser consultats i editats per l'usuari d'oficina.

Gestió bàsica d'usuaris i rols

33. Els usuaris s'hauran d'identificar per accedir a l'aplicació.
34. Es podran crear usuaris de l'aplicació, assignant-los un o més rols. També es podran donar de baixa usuaris.
35. En termes generals hi haurà tres rols bàsics per interactuar amb l'aplicació que podrien ser similars o assimilables als següents:
 - Rol Bàsic: Permet realitzar totes les funcions nominals d'operació, excepte les pròpies de configuració i ajust sobre el comportament del sistema tals com l'establiment de llindars d'alarma, parametrització dels informes, definició de llistes de distribució etc.
 - Rol Mestre: Realitza les mateixes funcions que el rol bàsic i addicionalment pot configurar els paràmetres de l'aplicació tals com llindars d'alarmes, parametrització informes, inhibició de defectes, creació de zones d'exclusió, creació de llistes de distribució, creació de nous usuaris i assignació de rols.
 - Rol Manteniment del Sistema: Si s'escau en la implementació de la solució del Llicitador. Pot configurar aspectes de baix nivell del sistema, sobre els mòduls sensors, comunicacions, etc.

6.9 HMI client per a usuari de camp

1. L'aplicació de camp disposarà d'un client per a servir al cas d'ús dels operaris de manteniment de vies que efectivament duguin a terme en el túnel el treball de videoinspecció, conduint el vehicle elèctric que arrossegarà el remolc amb l'equip. També haurà de servir a aquells operaris de manteniment de vies que, sense l'equip de videoinspecció, estiguin revisant la via in situ per poder confirmar la condició d'aquells defectes que bé fossin detectats automàticament per l'aplicació servidora.
2. La interfície d'usuari d'aquesta aplicació s'acomodarà a les condicions de treball de l'operari de camp, maximitzant la usabilitat per a l'eficiència en la realització de les actuacions bàsiques d'aquest perfil:
 - Preparar l'inici del treball de videoinspecció (definició de les condicions d'inici, punt quilomètric, selecció de defectes a detectar i nivells de sensibilitat per l'equip embarcat, etc.)

- Actuar sobre el treball de videoinspecció en curs: pausar-lo, reprendre'l o finalitzar -lo.
 - Monitoritzar l'estat de funcionament i disponibilitat dels equips embarcats, nivell de bateria disponible etc. Visualitzar els events d'alarma sobre els propis equips.
 - Revisar immediatament els defectes detectats per l'equip, podent visualitzar les imatges capturades del sistema i, en funció d'aquestes o de la inspecció que facin visualment del defecte directament sobre la via, modificar els atributs del defecte, confirmant si és un veritable positiu o un fals negatiu, canviant si s'escau el tipus de defecte, introduint text descriptiu del defecte (o del seu context), preferiblement podent adjuntar imatges addicionals d'altres fonts (e.g. de la càmera del propi dispositiu en el que s'executi l'aplicació).
 - Generar informe del treball de videoinspecció realitzats, amb una síntesi de les mètriques raonables: emplaçament (línia, via), distància recorreguda, sectors explorats (rangs de punts quilomètrics), temps total d'inspecció efectiva, temps morts, síntesi de defectes trobats, etc.
 - En cas que els operaris de camp duguin a terme alguna acció correctiva sobre els defectes detectats per l'equip, introduir text descriptiu de la intervenció sobre el defecte en qüestió, preferiblement també poder afegir imatges captades pel propi dispositiu on s'executi l'aplicació de camp.
 - Preferiblement, per als usuaris que facin la inspecció a peu sense l'equip de videoinspecció, els haurà permetre visualitzar l'historial de defectes disponible en l'aplicació servidora, de manera que puguin confirmar-ne la condició de defecte (fals positiu, veritable positiu), editar-ne els atributs i afegir-hi textos descriptius del defecte i per l'eventual acció correctiva.
3. L'aplicació implementarà totes les funcions necessàries descrites en el punt de Funcionament Nominal en Camp,
 4. L'aplicació ha de poder-se executar en un terminal portàtil (e.g. tablet), resistent a l'impacte contra caigudes, tenint en compte les condicions de treball en el túnel (il·luminació, etc)
 5. Es prefereix que la capa client s'implementi amb accés web, com a web client, de manera que no sigui necessària la instal·lació de cap aplicació executable sobre els dispositius remots emprats pels usuaris. També es prefereix que sigui "responsive" de manera que la visualització i la interacció puguin ajustar-se

automàticament al dispositiu de navegació bé sigui tauleta o telèfon mòbil. No són, però, requisits imperatius.

6.10 Aplicació servidora: API per a l'intercanvi de dades “Machine to Machine”

1. L'aplicació servidora implementarà una API HTTP REST (o similar) amb codificació JSON (o similar) per a realitzar les consultes bàsiques per a l'extracció de dades que facilitin la integració d'aquesta solució amb d'altres sistemes d'informació. A grans trets la API haurà de permetre:
2. Recuperació de la totalitat de les dades associades als registres dels defectes que compleixin un conjunt de criteris de filtre: per línia, en un rang de temps, per tipologia de defecte (un, varis o tots). Les imatges associades s'adjuntaran com a enllaços URL per a ser descarregades (o amb tècnica de naturalesa afí). Similarment, en el cas que els registres comportessin la generació d'un informe, s'ajuntarà també l'enllaç URL a l'informe.
3. Preferiblement, però no obligatòriament, recuperació de la totalitat de les dades associades als registres d'estat i alarmes dels propis equips que conformen la totalitat del sistema, podent-les seleccionar per rang de temps. En el cas que els registres comportessin la generació d'un informe, s'ajuntarà també l'enllaç URL a l'informe.
4. Preferiblement, però no obligatòriament, en el moment que el servidor registri una notificació, bé sigui deguda a l'equip embarcat o pel procés d'anàlisi profund realitzat pel propi servidor o backend, l'API haurà notificar l'existència d'aquests nous defectes detectats a servidor extern mitjançant webhook o tecnologia similar que s'acabarà d'acordar entre les parts en la fase de projecte.

7 Requeriments generals de ciberseguretat

1. 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 pels equips servidors (al núvol o “on prem”) en el moment de realitzar qualsevol operació sobre els mateixos.
2. Els requisits dels 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” i a llur aplicació en el sector ferroviari segons la “Norma UNE-CLCTS 507012021”.

- En aquest sentit s’haurà de complir la Normativa de ciberseguretat en aspectes tals com:
 - Gestió d’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 dels 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 els dispositius, les aplicacions i les plataformes.
 - Control del flux de dades restringides. Arquitectura del sistema: segmentació de xarxes i nivells (per exemple, segons norma 62443), el sistema no haurà d’interferir en cap altre sistema o servei de FMB a menys que se’n requereixi la connexió explícita.
 - Transmissió de dades encriptades.
 - Resposta oportuna als incidents que es produeixin en l’ explotació de dispositius i aplicacions.
3. D’acord als requeriments generals exposats sobre ciberseguretat, l’Adjudicatari documentarà les mesures (parametritzacions, arquitectura etc) contemplades tant en el mòdul de comunicacions com en els equips informàtics i programari (servidor, API, aplicació client de camp i aplicació client d’oficina).

8 Pla de Formació

1. El pla de formació inclou les sessions de formació i el material necessari al personal de FMB que realitzi tasques amb el sistema objecte del projecte. La formació inclourà contingut teòric i pràctic:
 - Una part per adquirir els coneixements funcionals i d’interfície d’usuari necessaris per l’operació del sistema, tant pels operaris de camp del sistema com pels usuaris de l’aplicació en oficina.

- Una part tècnica per adquirir els coneixements funcionals i de les operacions de manteniment o inspecció dels equips de camp que requereixi fer FMB per garantir el bon funcionament del sistema, així com les accions per la diagnosi de problemes i la seva resolució. Similarment per al manteniment dels equips informàtics.
- Es faran al menys un parell de sessions per torn de treball (matí i nit) per cadascuna de les parts.

9 Manteniment i Suport Tècnic

1. La documentació per al manteniment inclourà el desglossament d'equips i materials de tota la instal·lació amb la descripció detallada de marques i models utilitzats i les seves característiques per poder garantir la mantenibilitat del sistema durant la seva vida útil.
2. També inclourà una proposta valorada de recanvis a abastir, els manuals d'usuari i de manteniment, amb el detall de les inspeccions i operacions a realitzar, les periodicitats, les eines o instrumentació necessària, així com les instruccions detallades, que s'hauran explicat a les sessions de formació.
3. També es lliurarà:
 - El detall del pla de manteniment preventiu que efectuarà l'Adjudicatari durant el període de garantia de 3 anys per totes aquelles accions que requereixin la intervenció del seu personal expert.
 - El detall del pla de manteniment preventiu de les accions bàsiques que no requereixin personal especialitzat i que puguin ésser realitzades pel personal de FMB sobre els equips, d'acord amb el pla de formació.
 - Els nivells de servei i temps de resposta de l'Adjudicatari per a la realització d'accions correctives, detallant els inductors de cost i el cost de les mateixes. Aquestes condicions seran d'aplicació sobre els equips que s'hagin malmès per mal ús o per accident fortuït. Els nivells de servei i temps de resposta també s'aplicaran sobre els equips que fallin durant el període de garantia però en aquest cas sense cost pel servei i de l'equip per a FMB.
 - Proposta de suport tècnic durant el període de garantia, per la consulta de dubtes i/o problemàtiques, definit els canals de comunicació que posa a disposició de FMB, l'horari d'atenció i el temps de resposta proposat.

10 Documentació

1. L'Adjudicatari haurà de lliurar la documentació següent en les fases que s'indiquen:
 - Memòria descriptiva de cadascun dels components clau de la solució, és a dir de l'equip embarcat al remolc (amb tots els seus subsistemes), aplicació servidora, l'aplicació de camp i API. En cada cas, des d'una perspectiva d'enginyeria de sistemes, amb un plantejament top-down, es descriuran els blocs principals, explicant les especificacions funcionals i no funcionals, les especificacions tècniques. També s'explicaran les principals interfícies entre els blocs, descrivint el tipus d'aquestes (lògiques, elèctriques, mecàniques i els intercanvis d'informació principals entre elles). Es detallarà la ubicació de les funcionalitats (function allocation) de forma clara. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
 - Per a l'equip embarcat en el remolc: Diagrama d'especejament o d'explosió, descrivint gràficament el conjunt de components des del punt de vista mecànic, mostrant l'assemblatge i ajust de totes les parts, mostrant les mides dels components i els mecanismes i característiques dels elements de subjecció. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
 - Per a l'equip embarcat: Diagrama esquemàtic del connexionat elèctric dels elements. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
 - Per a l'equip embarcat: Estudi mecànic dels suports i fixacions per a garantir la integritat mecànica del conjunt embarcat, basat en estudi d'elements finits, fatiga de materials etc. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
 - Per a l'equip embarcat: Homologació de la integració (enganxament, connectors de llums i connector del fre) del remolc amb el vehicle que

l'arrossegarà. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].

- Per als equips informàtics, embarcats, servidor i dispositius mòbils (aplicació de camp): Requeriments del diferents components dels maquinari i sistema operatiu per a l'execució dels respectius programes. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Per als equips informàtics i de comunicacions: Informe tècnic sobre les mesures, paràmetres i configuracions aplicades en llur implementació en relació al compliment dels requeriments de ciberseguretat. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Per als equips informàtics, embarcats, servidor i dispositius mòbils (aplicació de camp): Manuals d'instal·lació i configuració del programari, drivers, etc, de manera que en cas d'haver de reemplaçar un d'aquests components es puguin restituir i emprar de nou. [Es lliurarà abans de finalitzar la Posada en Servei].
- Fitxes de característiques dels materials i components instal·lats, així com els corresponents. [Es lliurarà abans de finalitzar la Posada en Servei].
- Descripció d'alt nivell de l'arquitectura del programari identificant els principals blocs funcionals, explicant de forma succinta les atribucions funcionals i les principals interfícies internes (entre blocs / components) i externes (sistemes d'informació externs). També ha d'incloure una breu explicació de les tecnologies subjacents sobre les quals s'han implementat els diferents components. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
- Descripció dels models / algorismes de detecció i diagnosi, sense entrar en detalls que comprometin la propietat intel·lectual, les entrades d'informació, les sortides i tipus de processament se'ls hi aplica (e.g. heurístic, estadístic, analític, machine learning). En el cas de machine learning identificarà si és del tipus supervisat o no supervisat. [Es lliurarà en la fase de projecte, com a condició prèvia per a iniciar a la fase d'execució. Al final de la fase d'instal·lació i proves s'actualitzarà reflectint la realitat (As Built) del sistema lliurat].
- Registre de canvis (ChangeLog) en el que es determinarà el mòdul en el qual aplica el canvi, el tipus de canvi categoritzant-lo segons el seu abast (correcció, millora, nova funcionalitat, eliminació prestació, seguretat, etc), una breu descripció, la data en què s'implementà i la versió en la que entrà

en productiu el canvi. Aquest registre també s'aplicarà sobre els mòduls de detecció i diagnosi. [S'anirà mantenint des de la fase de Producció i fins al final de la Garantia].

- Datasets creats específicament per al projecte de Metro de Barcelona, bé siguin per entrenar els algorismes o per validar-ne el seu rendiment. [Es lliuraran al final de la fase d'Instal·lació i Proves, actualitzant-los si s'enriqueixen durant la fase de Posada en Servei o Garantia].
- Manuals d'usuari de tots els equips i aplicacions. A part de la descripció de les funcionalitats exposaran els passos per als diferents casos d'ús de cada context (operaris en camp, usuaris oficina), enfocats a la l'operació i ús del sistema en el seu conjunt. Particularment inclouran capítols específics on es detallaran l'explicació dels diferents algorismes de detecció i els paràmetres configurables per part de l'usuari. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Manuals de manteniment de tots els equips (tan preventiu com correctiu) incloent una guia per a la resolució dels problemes més habituals i de seguiment d'avaries. Veure punt Manteniment i Servei Tècnic en aquest document. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Manuals per la inspecció i calibració dels equips, incorporant els protocols de referència. En cas que per la calibració el sistema precisi algun tipus d'eina o patró de referència, l'Adjudicatari les haurà de subministrar per duplicat. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Pla de Formació i continguts de formació i proves que s'emprarà en les accions formatives que es duran a terme durant la fase de Posada en Servei. Els continguts s'adreçaran específicament per a l'operació del sistema i al manteniment de primer nivells dels equips embarcats i del sistema informàtic. Una de les sessions de formació s'enregistrarà en àudio i vídeo per a ús posterior. [Es lliuraran durant la Fase de Posada en Servei].
- Manual de l'API d'intercanvi d'informació, descrivint els paràmetres i mostrant exemples concrets de cada cas. [Es lliurarà en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
- Pla de proves incloent el detall dels protocols (SAT, FAT) i Pla de posada en servei. Tots ells consensuats amb FMB. [Es lliuraran abans de finalitzar la fase d'execució].

- Resultats del protocols de proves FAT. [Es lliuraran en la fase d'execució, prèviament a l'inici de la fase d'instal·lació i proves].
 - Resultats dels protocols de proves SAT. [Es lliuraran en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a l'inici de la fase de Posada en Servei].
 - Certificats de garantia i conformitat i del marcatge CE. [Es lliuraran en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
 - Calibracions inicials i certificats, si apliquen, dels equips. [Es lliuraran en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
 - Taula resum amb els cicles de vida previstos per als principals components (maquinari i programari) del sistema d'acord als diferents proveïdors, amb l'objectiu que Metro de Barcelona pugui fer la gestió de l'obsolescència durant el cicle de vida del sistema. [Es lliuraran en la fase d'instal·lació i proves, prèviament a la fase de posada en servei].
2. El lliurament de la documentació en els terminis definit serà una condició indispensable (però no suficient) per formalment, i a tots els efectes de certificacions i pagaments, per avançar a la següent fase del projecte.
 3. Durant tot el termini del subministrament, incloent també el període de garantia, qualsevol modificació que es dugui a terme sobre els equips i que difereixi del que reculli la documentació ja lliurada, per tot allò que fa referència a l'abast d'aquest contracte (excloent possibles millores o noves funcionalitats futures), requerirà l'actualització de la documentació esmentada i estarà vinculada a la finalització del període de garantia.
 4. Tota la documentació del sistema (e.g. manuals d'usuari i manteniment, documents descriptius) es lliuraran en català tret dels documents d'especificacions tècniques, plànols, certificacions i datasheets dels components que podran ser en català o anglès per a estalviar traduccions jurades de documents tècnics.

11 Llicències de programari i maquinari

1. Malgrat la preferència per tecnologies obertes, en cas que l'Adjudicatari opti per l'ús de tecnologies propietàries subjectes a llicència, tant en la implementació de l'aplicació servidora (IT) com per als equips de camp embarcats, l'Adjudicatari haurà de subministrar les llicències amb una vigència mínima de 3 anys (corresponents al període de garantia).

2. En qualsevol cas, bé siguin tecnologies obertes o propietàries, el sistema es lliurarà amb les darreres versions *Long Term Support* vigents en el moment de la finalització del projecte i es mantindran degudament actualitzades durant el període de garantia.

12 Requisits a complir en l'execució dels treballs en les instal·lacions de Metro de Barcelona

1. A continuació s'identifiquen un seguit de consideracions i normatives a tenir en compte per l'Adjudicatari a l'hora de realitzar les instal·lacions en tot l'àmbit de Ferrocarril Metropolità de Barcelona (FMB):
 - L'Adjudicatari proporcionarà tots els mitjans humans i materials necessaris per a la realització de les instal·lacions requerides en aquest projecte.
 - Els materials proporcionats per l'Adjudicatari s'abastiran normalment en dependències de la seva propietat.
 - Els materials que pugui proporcionar FMB seran recollits per l'Adjudicatari de les dependències que es designin, previ el corresponent albarà.
 - L'Adjudicatari designarà un responsable de les instal·lacions del projecte que serà l'interlocutor amb FMB en tot aquest àmbit.
 - Independentment de l'àmbit en el que s'estiguin efectuant les instal·lacions, un cop finalitzada la jornada de treball, caldrà deixar l'espai/entorn en les mateixes condicions que s'ha trobat, retirant les runes o deixalles produïdes.
 - Els horaris de treball s'hauran d'adequar a l'horari de servei de FMB, per tant, qualsevol instal·lació a túnel o àmbit de potencial circulació ferroviària s'haurà de realitzar obligatòriament en horari fora de servei (nocturn, és a dir, entre les 01:00h i les 04:00h aproximadament), condicionat a la disponibilitat de via lliure en funció d'altres treballs i circulacions de proves o formació, i amb un pilot homologat per la xarxa (PHS-1, Pilot Homologat de Seguretat), que l'haurà d'aportar l'Adjudicatari.
 - Les activitats que pilotatge necessàries per a la realització dels treballs d'instal·lació, proves, etc., podran ser subcontractades per l'Adjudicatari a un centre de prevenció aliè. En qualsevol cas, totes les activitats de suport que l'Adjudicatari prevegi subcontractar les haurà de detallar en la memòria tècnica que acompanyi a l'oferta.

- FMB es reserva el dret d'assignar una persona per a la supervisió dels treballs de les instal·lacions a qui l'Adjudicatari proporcionarà tota la informació / documentació requerida.
- No es podrà realitzar cap activitat sense prèvia autorització de la persona responsable del projecte d'FMB.
- Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió i les seves instruccions tècniques complementaries.
- Ordres i Disposicions del Govern Central i de la Generalitat de Catalunya que modifiquen o complementen el Reglament de baixa tensió i les instruccions tècniques complementàries.
- Resolucions i circulars de la Generalitat de Catalunya referents a instal·lacions elèctriques en general.
- Reglament sobre pertorbacions radioelèctriques i interferències. Reial Decret 138/1989.
- Directiva 2014/30/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 26 de febrer, sobre l'harmonització de les legislacions dels Estats membres en matèria de compatibilitat electromagnètica (CEM).
- Directiva 2011/65/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 8 de juny, sobre restriccions a la utilització de determinades substàncies perilloses en aparells elèctrics i electrònics (RoHS).
- Directiva 2012/19/UE del Parlament Europeu i del Consell, de 4 de juliol, sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE).
- Directiva 2006/42/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 17 de maig, relativa a les màquines i per la qual es modifica la Directiva 95/16/CE.
- Llei 31/1995, de 8 de novembre, de prevenció de riscos laborals.
- Reial Decret 1627/97, de 24 d'octubre, pel que s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Reial Decret 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball.
- Condicions mínimes de seguretat i salut de les instal·lacions i edificacions corporatives d'FMB.
- Normativa interna de seguretat per treballs a la xarxa d'FMB.

- Normes de seguretat per a treballs en instal·lacions elèctriques a FMB.
- Normes de seguretat per a treballs en instal·lacions electromecàniques a FMB.
- Manual de Seguretat i senyalització d'obres d'FMB.
- Normes per a l'execució de treballs per personal extern a la xarxa d'FMB.
- Normes de seguretat per a treballs a la zona de vies de la xarxa d'FMB.
- Ús de detector de presència de tensió en corrent continu per a línies de tracció.
- Normes per a la posada a terra de catenària.
- Quan es faci referència a un mètode o norma compresa en qualsevol de les publicacions identificades en aquest document, es donarà per entès que es refereix a la darrera norma o mètode que s'hagi publicat fins el moment.
- Seran d'obligat compliment totes aquelles normes existents que, malgrat no aparèixer en aquest llistat, siguin d'aplicació.

13 Condicions de Lliurament

1. D'acord amb les fases definides en el punt de Condicions Generals, la Fase de Posada en Servei, que culmina amb l'Acceptació Formal del sistema i, per tant, s'hagin superat totes les proves (SAT, FAT), sense fallades crítiques pendents de resoldre, havent-se lliurat tota la documentació, realitzada la formació i havent-se demostrat la confiabilitat, estabilitat del sistema assolint una precisió en les funcions de detecció i diagnòstic (sense excés de falses alarmes ni falsos negatius), no podrà finalitzar més tard de 18 mesos després de l'adjudicació del contracte.
2. En la posada en servei s'haurà de subministrar tots els elements necessaris per a la operació i manteniment de l'equip:
 - 1 remolc lleuger totalment equipat amb els subsistemes definits per a l'equip de videodetecció de camp. El lliurament del remolc amb tot l'equip embarcat es farà als Tallers de Can Boixeres (c/Estronci 14, L'Hospitalet de Llobregat), a la base de manteniment de vies.

- 2 equips portàtils (tablet o similar) per a l'operació en camp de l'equip de videodetecció, amb el programari i comunicacions necessàries habilitades. Aquestes es lliuraran al Taller de Santa Eulàlia, on rau l'equip de vies.
 - 1 servidor totalment equipat, amb les pantalles, teclats, ratolins per a l'execució del programari i prestar les funcions nominals descrites. Ha de disposar del maquinari necessari per al processament en profunditat de les imatges (en cas que tot el catàleg de defectes no es processi en la unitat de processament embarcada). Aquest es lliurarà al Taller de Santa Eulàlia.
 - 2 equips complets com a clients d'oficina, totalment equipats amb els teclats, ratolins i conjunts de pantalles. En cas que l'aplicació sigui amb tecnologies web, els equips s'hauran de subministrar igualment. 1 equip es lliurarà al Taller de Santa Eulàlia i l'altre a les oficines centrals de TMB a la Zona Franca.
 - Llicències d'ús de tot el programari i aplicacions subministrades vàlides durant tot el període, incloent la garantia. En particular es subministraran 5 llicències de l'aplicació client i 1 per l'aplicació servidora.
 - Les SIMs 4G/5G i els contractes de dades pertinents per a l'equip embarcat i les aplicacions portàtils dels operadors durant tot el termini de la garantia.
3. Els components es lliuraran degudament embalats i identificats per al seu emmagatzematge i posterior recuperació en el moment de llur instal·lació.
 4. Les llicències associades a tot el programari implicat (aplicacions servidora client, API Integració, firmware i Sistema Operatiu de l'equip embarcat, algorismes / models de detecció, etc), bé siguin tecnologies obertes o propietàries, es lliuraran amb les darreres versions Long Term Support vigents en el moment de la finalització del projecte i es mantindran degudament actualitzades durant el període de garantia.
 5. L'Adjudicatari serà el responsable de l'execució de totes les fases del subministrament prèvies a l'inici de la garantia. Aportant els mitjans humans i tècnics per a la realització de les proves, instal·lacions, ajustos dels algorismes, formació, posada en servei etc.

14 Garantia

1. Un cop finalitzada la Fase d'Instal·lació i Posada en Servei amb l'Acceptació Formal del sistema i lliurada tota la documentació especificada als punts

anterior, s'iniciarà un període de garantia de 3 anys (36 mesos) de tot el conjunt del sistema.

2. Durant aquest període, l'Adjudicatari serà responsable de dur a terme les accions següents sense repercutir cap cost addicional ni subscripcions a Metro de Barcelona:
 - **Manteniment preventiu** : Realitzar les tasques de manteniment preventiu establertes en el Pla de Manteniment Preventiu necessàries per garantir el correcte funcionament de tot el sistema, incloent-hi les inspeccions / revisions "in situ" dels components físics dels equips en el remocí. Pel que fa a tot el programari (aplicacions client i servidora, APIs d'integració, firmware de la unitat embarcada i dels propis models / algorismes de detecció), realitzarà les tasques d'actualització d'aquest i l'aplicació de pedaços de seguretat.
 - **Reparacions**: Substituir o reparar, amb els seus propis mitjans (mà d'obra i materials), qualsevol component que presenti defectes de fabricació o d'instal·lació. La garantia inclourà un acord de servei amb l'opció de recollida i devolució o de reparació "in-situ". Tindrà també la consideració de defecte que requereixi la reparació inclosa en la garantia, tota aquella casuística inherent al sistema, és a dir no motivada per canvis externs, que resulti en una degradació significativa de les prestacions del sistema. Concretament quan el sistema es desviï dels resultats assolits previs a la Posada en Servei, en quant a la fiabilitat (e.g precisió de les mesures, les funcions de diagnòstic i detecció d'alarmes, taxes de falsos positius i falsos negatius, etc) o de disponibilitat del sistema.
3. Els equips electrònics que composin el sistema, com ara sensors, fonts d'alimentació etc., se'ls aplicarà garantia legal de 2 anys des del moment de la seva posada en servei. Aquesta garantia cobreix els defectes de fabricació que es manifestin durant aquest període, sempre que no siguin causats per un mal ús o una negligència per part de l'usuari.
4. En cas que l'aplicació servidora, incloent tots els components necessaris tant per al processament centralitzat, com per a les bases de dades, client d'oficina i API, sigui allotjada en un servidor cloud, durant tot el període de garantia l'Adjudicatari administrarà i garantirà la disponibilitat del sistema sense cap cost addicional per FMB.
5. Malgrat la preferència per tecnologies obertes, en cas que l'Adjudicatari opti per l'ús de tecnologies propietàries subjectes a llicència, tant en la implementació de l'aplicació servidora (IT) com per als equips de camp

embarcats, l'Adjudicatari haurà de subministrar les llicències amb una vigència mínima a tot el període de garantia.

6. Durant el període de garantia, tant les targetes SIM 4G/5G com els corresponents contractes de dades pertinents per a l'operació nominal del sistema seran a càrrec de l'Adjudicatari, sense repercutir-ne el cost a Metro de Barcelona.
7. Queden fora de l'abast de la garantia totes les actuacions correctives que siguin induïdes per un mal ús del sistema o danys fortuïts ocasionats sobre els equips per elements aliens al propi sistema subministrat per l'Adjudicatari.

15 Aspectes / Criteris Mediambientals

1. 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 al 100% 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. Normativa REACH com a referència.
2. 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.

16 Variants

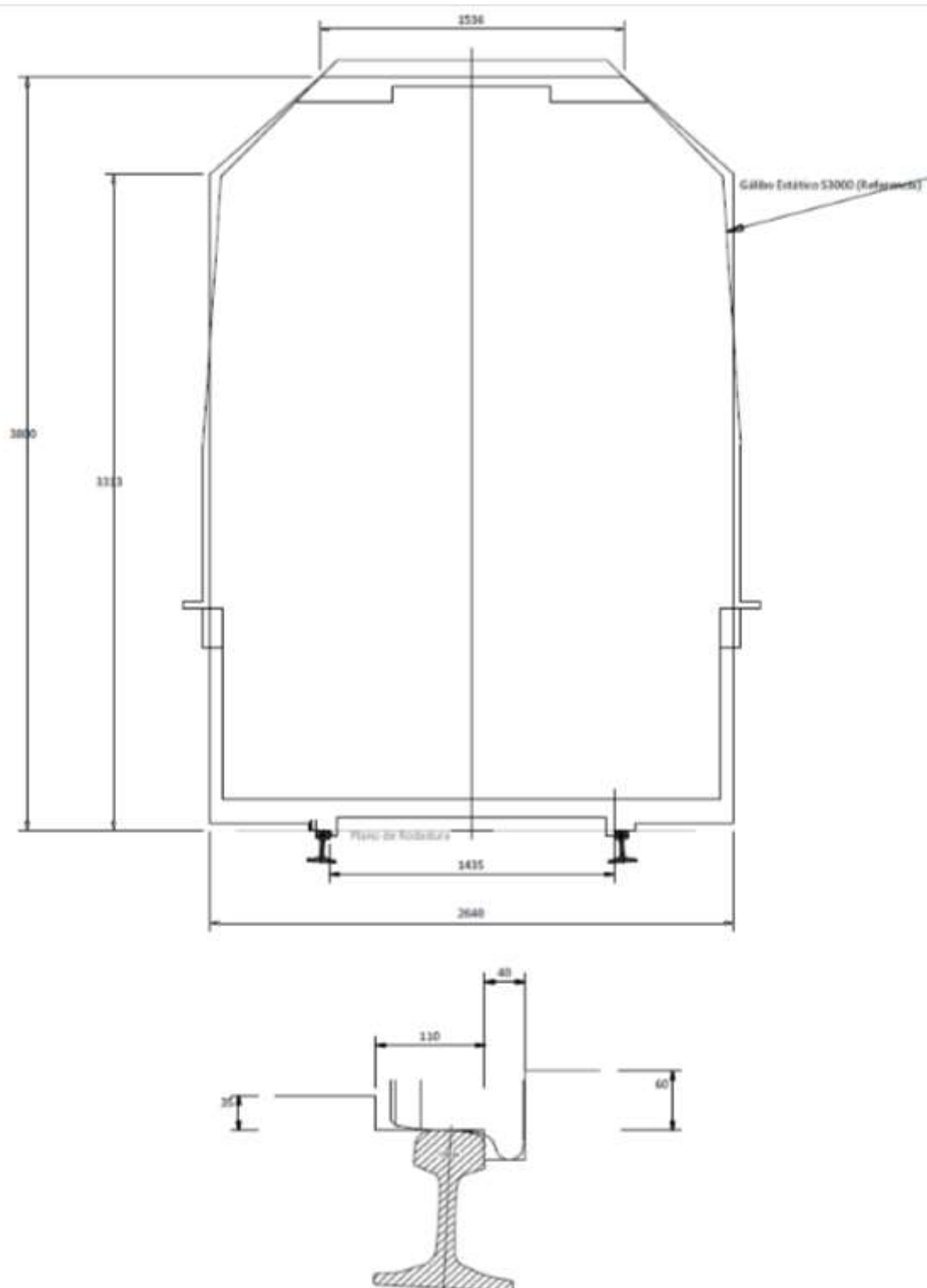
1. No se admeten variants.

17 Annexos

17.1 Annex 1. Característiques de les línies

CARACTERÍSTICAS	
Altura nominal en catenaria	4.250 mm
Altura mínima en catenaria	4.150 mm
Galga de vía en recta	1.435 mm
Radio mínimo de curva en vía general	85 m
Radio mínimo de curva en vías de cocheras y playas	40 m
Peralte máximo	130 m
Rampa máxima	450/00
Radio mínimo de diagonales en vía general	70 m
Radio mínimo de diagonales en cocheras y playas de vías	50 m
Radio mínimo de acuerdo vertical	1.000 m
Tipo de acuerdo recta curva	Clotoide o parábola cúbica
Rampa de peralte máxima	8 mm/m
Inclinación carriles	1/20
Desarrollo máximo de las curvas de radio mínimo	80 m
Tangente de diagonales y "bretelles" en vía general	1/6,33 1/7 1/9 1/8,5 1/5
Tangente de diagonales y "bretelles" en playa	1/4,49 1/6,33 1/4
Altura de andenes sobre nivel de carriles	1,10 m
Entrevía mínima en recta	1.760 mm

17.2 Annex 2. Condicions de gàlib màxim



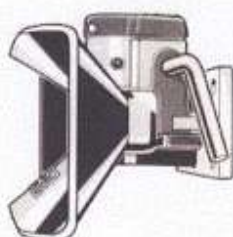
Vàlid per vehicles amb:

- Distància entre pivots de bogie < 10400 mm
- Distància entre el eix extrem i el eix extrem del vehicle < 3445 mm
- Distància entre eixos < 5500 mm

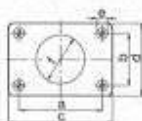
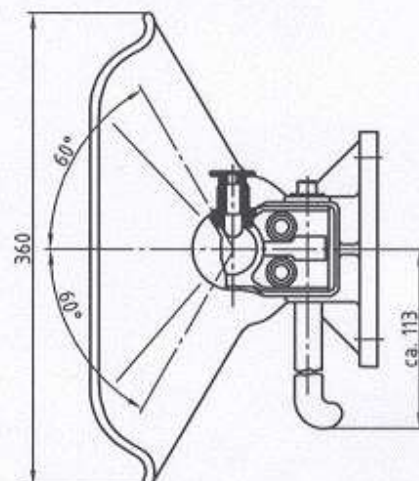
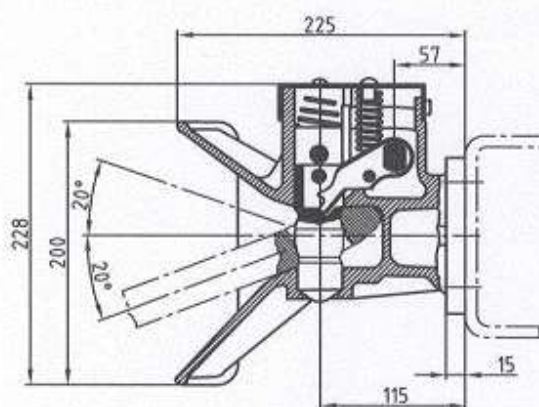
17.3 Annex 3. Enganxament Rockinger RO*290

RO*290 - 40 mm

- D** Kupplung für schienenengebundene Arbeitsmaschinen
- GB** Hitch for rail vehicles
- F** Crochet pour machines-outils sur rails
- I** Gancio per macchine di lavoro su rotaia
- E** Enganche para máquinas de trabajo sobre carriles



a = 40 mm
DIN 74054

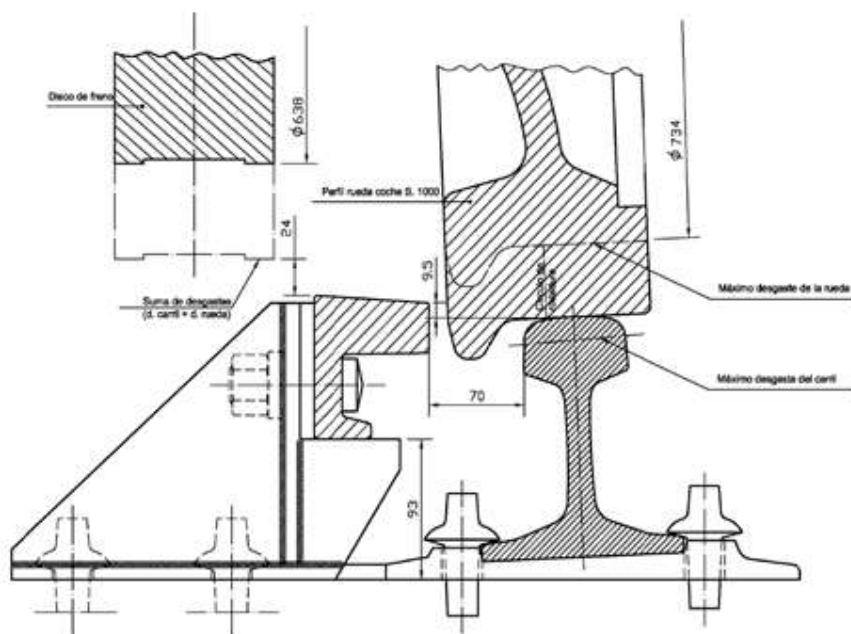


	a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)	e (mm)
145	140,0	80,0	180,0	120,0	17,0

Technische Daten • Technical data • Données technique • Dati tecnici • Datos técnicos

					
RO290A45020	A	145	140 x 80	14	15,4

17.4Annex 4. Contracarril Krupp U-69 per carril UIC 54



 Metro de Barcelona	Títol: 19-00-00 F. 001 Data: 01/01/00 Escala: 1:2	19.335
	H45 CONTRACARRIL KRUPP U69 PARA CARRIL UIC DE 54 kg/m SUELDACIÓN POR TORNILLO CONJUNTO	Escala 1:2

17.5 Aspectes a desenvolupar dins del document de Memòria Tècnica

La Memòria Tècnica és el document on el licitador descriu la proposta tècnica de la seva solució per donar resposta al compliment integral de tots els requeriments funcionals i tècnics descrits en el Plec de Prescripcions Tècniques (PPT). El document, per tant, ha de ser prou exhaustiu per contemplar tots els aspectes que es requereixen en el PPT. No obstant, a fi de proporcionar una orientació al licitador dels aspectes més rellevants en el procés d'avaluació de la pròpia licitació sobre la dimensió tècnica, aquest annex planteja en quatre grans grups les qüestions que han de reflectir-se amb el detall i claredat suficients en el document de Memòria Tècnica. En cap cas es tracta d'un índex o una proposta específica de l'organització del document de la Memòria Tècnica, ni tampoc limitatiu dels continguts del mateix, sinó d'un conjunt d'aspectes a elaborar-hi amb el detall suficient que cobreixi els punts que s'enumeren en cada grup.

17.5.1 Disseny Funcional del Sistema:

1. Proporcionar el diagrama de blocs general del sistema embarcat per a la detecció de fissures / trencaments en les diferents regions visibles del perfil del carril (cap, lateral del cap, ànima i peu), enregistrament de les seqüències de vídeo, localització i mesura de la velocitat, etc. Reflectir-hi els diferents components i subsistemes (alimentació, comunicacions etc).
2. Explicar com intervenen els diferents components del sistema (sensors/càmeres, unitat de processament embarcada i aplicació servidora) per a la implementació de cadascuna de les funcionalitats clau (detecció de fissures / trencaments en els diferents regions del perfil del carril). Exposar també quines funcionalitats es realitzen de forma totalment embarcada i quines requereixen la intervenció de l'aplicació servidor i, en ambdós casos, estimar la latència de la detecció. Descriure les afectacions de les condicions d'exploració (fins a 30 km/h) sobre les mesures (precisió, resolució) de les principals funcionalitats de detecció.
3. Explicar com es realitzarà la localització per a la sincronització de les dades dels sensors amb la referència de posicionament utilitzades (tenint en compte que no hi ha GPS), detallant quins elements s'instal·laran en el remolc (e.g. hodòmetre) i llurs especificacions tècniques. En base a aquestes quina podria ser la desviació o deriva màxima estimada, i com es corregirà (e.g. balises, processament senyal etc).
4. Presentar les tècniques de processament de dades que s'empren en la implementació de les diferents funcionalitats, bé siguin de mesura directa, de tractament estadístic, heurístic, machine learning supervisat / no supervisat, xarxes neuronals, etc. Sense entrar en el detall ni la configuració dels models (evitant la violació de la Propietat Intel·lectual), explicar breument quina lògica

implementa o quin model de machine learning utilitzen, amb l'objectiu de que Metro de Barcelona pugui tenir una visió i una "explicabilitat" completa de l'extrem a extrem des del sensor fins al resultat que motiva una decisió. En cas que els models requereixin entrenament o fine-tuning per al cas de Barcelona, explicar com es crearan els datasets i com es lliuraran a Metro de Barcelona.

5. Descriure l'arquitectura de l'aplicació servidora, identificant els principals blocs que la componen i les tecnologies que la suporten, concretant el tipus de llicència que requereixen, per exemple per a la DDBB, bloc de missatgeria, HMI, API etc. Descriure'n les funcions bàsiques de:

- Generació d'informes automàtics. Determinar els principals tipus d'informe que genera i quins són els casos d'ús pels que s'han previst.
- Capacitat d'emmagatzematge de l'aplicació servidora en termes de dies de servei.
- Usuaris i rols previstos. Gestió de les mateixes
- Elaboració d'informes (resum de defectes, qualitat de dades, disponibilitat/productivitat de l'equip, alarmes del sistema) i la possibilitat de cercar i descarregar-los.
- Gestió de les còpies de seguretat de les dades i exportació d'aquestes (formats emprats com ara csv, json, imatges, vídeos, etc).
- Breu síntesi de les API incorporades per a la integració amb els sistemes requerits en el Plec de Prescripcions Tècniques.

6. Explicar la interfície d'usuari per als clients de l'aplicació, en termes d'usabilitat cobrint tipologia de client (web, binari, OS), quines funcions estan disponibles en cada plataforma (PC escriptori, dispositiu mòbil / tablet per als empleats de camp). Exposar els principals fluxos d'interacció per als casos d'ús més habituals:

- Usuaris en camp amb l'equip: inici / fi de l'activitat, detecció d'una alerta mentre es realitza l'exploració (visualització de la imatge i del tipus de defecte).
- Usuaris en oficina: resposta a una alerta per una incidència detectada, descrivint les interaccions necessàries en els recursos de l'aplicació client per a valorar la criticitat de l'alerta i dur a terme l'acció correctiva o preventiva segons es determini. Visualització de les alarmes actives, anàlisi de registres passats
- Usuaris en oficina: canvi de llindars d'alarma o paràmetres dels diferents mòduls

- Usuaris en oficina: gestió de l'estat de les alarmes: reconèixer les alarmes, silenciar / inhibir alarmes per zones o subsistemes (per fallada de l'equip, per condicions particulars de la zona, per falsos positius en un emplaçament concret, etc), introducció manual d'alertes corresponents a falsos negatius (és a dir punts amb incidència que el sistema no ha estat capaç de detectar l'equip)
 - Usuaris en oficina: visualització de dades en continu d'una determinada secció (vídeos i alarmes)
 - Usuaris en oficina: descàrrega de vídeos per semi-volta sencera o per rang de punts quilomètrics.
 - Presentar una proposta preliminar de les principals funcionalitats de l'API per a la integració amb d'altres sistemes d'informació.
7. Descriure el mecanisme d'autodiagnosi del sistema per detectar el mal funcionament dels components clau (equips embarcats, aplicació servidora) i com es generen les alertes per indicar el nivell d'operativitat. Des del punt de vista del processament de les dades, exposar si el sistema és capaç de generar indicadors automàtics de qualitat de les dades capturades o emprades (e.g imatges sense taques, dades consistents dels sensors) de manera que puguin motivar alguna acció de manteniment o condicionar el grau de confiança sobre el resultat obtingut.
 8. Explicar l'impacte que puguin tenir les pèrdues de comunicacions sobre les dades (e.g. durant el curs de l'enviament d'una alerta, en la descàrrega de d'un vídeo, o en la dinàmica de funcionament nominal).

17.5.2 Especificacions tècniques dels equips

1. **Càmera de vídeo / Sensors captura imatges carril:** tipus de càmera / sensor, resolució, resolució efectiva (en píxels / mm un cop normalitzada la velocitat màxima de treball), frames per segon / freqüència, sensibilitat (lux)...
 - Protecció de la lent. Concretar si disposa d'un sistema d'auto-neteja.
 - Concretar si requereix d'il·luminació addicional i, en cas afirmatiu, la potència requerida.
 - Explicar com s'ubiquen i intervenen els diferents sensors per a l'exploració de les diferents regions de la superfície visible del carril per a la detecció de fissures i trencaments.
2. **Funcionalitats de videodetecció:** detallar les prestacions del sistema de videodetecció embarcat en relació als defectes especificats i als nivells de

precisió i sensibilitat que estadísticament hagin mesurat en altres instal·lacions. Similarment explicar-ho per aquells casos en què hi hagi un post-processament de les imatges en l'aplicació servidora. Presentar una taula comparativa amb les diferències de les prestacions: tipus de defectes detectats, mides mínimes, mètriques estadístiques (e.g. precision, recall, etc).

Exposar la latència de processament embarcat, entesa com el període de temps transcorregut des de que l'equip embarcat capta la imatge d'una ubicació i la processa per a la detecció de defectes, amb l'objectiu de possibilitar els treballs correctius in situ durant la mateixa inspecció. Similarment, en cas que la solució requereixi un processament addicional en l'aplicació servidora, o en el mateix equip embarcat, per a la detecció de defectes més exigents i/o amb major precisió / recall, s'haurà d'explicar el temps requerit per aquest processament de les dades corresponents a l'exploració d'una nit (4h). La durada d'aquest ha de ser inferior a les 6 hores per tal que els comandaments tinguin els resultats abans del migdia i puguin programar les eventuais accions correctives-

Explicar altres prestacions funcionals, fora de l'abast d'aquesta oferta, que el sistema pugui implementar, emprant el mateix maquinari embarcat subministrat, mitjançant la càrrega de nous algorismes. Informarà sobre aquells que requereixin nous datasets específics per a llur implementació (entrenament, ajust etc.).

3. **Sistema d'il·luminació LED:** estudi tècnic del dimensionament de la il·luminació LED i del seu consum, amb la distribució de la intensitat lumínica, evitant que sigui perjudicial per als usuaris. Aquest estudi també estimarà les temperatures assolides en els diferents punts i de la dissipació necessària.
4. **Sistema de localització:** exposició de les especificacions tècniques dels diferents components del sistema de localització emprat, bé sigui un únic dispositiu o una combinació de dispositius i/o tècniques, per evitar els errors de deriva i assolir unes prestacions de resolució mínimes. La resolució ha de ser la necessària per poder identificar de forma repetible un mateix defecte i evitar duplicats del mateix, facilitant la inhibició de falsos positius etc.
5. **Mòduls de comunicacions de l'equip embarcat:**
 - Prestacions funcionals dels diferents components: mòdem 4G/5G, Wifi, ethernet.
 - Estimació de la volumetria mitjana de dades en condicions nominals d'una nit d'exploració (3.5 hores). Estimació de la volumetria de dades per a l'enviament d'una alerta concreta, incloent dades de context (senyors, ubicació) i imatge / fragment de vídeo associat.

6. Integració mecànica i elèctrica del sistema en el remolc:

- Estimació de la massa total estimada del remolc totalment equipat amb el sistema de videoinspecció, desglossant la contribució de cadascun dels subsistemes.
- Elaborar una visualització preliminar del remolc amb la ubicació dels diferents subsistemes embarcats, que romangui dins de les cotes de gàlils detallades i s'ajusti a les condicions de circulació descrites (presència de contracarrils etc.). Aquesta podrà experimentar modificacions durant la fase de projecte i execució un cop adjudicat el contracte
- Explicar com l'adjudicatari validarà que el sistema garantirà la subjecció i fixació dels components i del propi suport en les condicions nominals d'operació (vibracions, etc.), bé sigui amb estudi d'elements finits etc.
- Proporcionar esquema preliminar de connectivitat elèctrica de tot el sistema, incloent els tipus de cables, complint els estàndards ferroviaris (EN45455)

7. Autonomia i càrrega de la bateria:

- Estudi tècnic preliminar on es demostrï el compliment de les prestacions d'autonomia d'acord a l'estudi de consums en funcionament nominal i en repòs (stand-by), tenint en compte el marge addicional del 25%

8. Compliment Normatiu de Ciberseguretat:

- Descriure les mesures de seguretat cibernètica que s'aplicaran als dispositius OT (embarcats i al núvol). En particular, com s'assegura el compliment de les normes de ciberseguretat UNE IEC 62443 (Part 3-3 i 4-2) i UNE-CLCTS 507012021 en el disseny i implementació del sistema.
- Detallar com es gestionaran els usuaris, el control d'accés, la identificació i l'autenticació.
- Exposar com s'implementarà l'arquitectura del sistema per incloure segmentació de xarxes i control del flux de dades restringides en cas que apliqui a l'arquitectura del sistema.

17.5.3 Mantenibilitat del Sistema

1. Descriure els aspectes que s'han tingut en compte en el disseny del sistema per tenir una vida útil de més de 15 anys.

2. Tipologia i freqüència de les accions de manteniment regular, exposant una breu descripció de cadascuna de les instruccions, les eines, materials i condicions de PRL que precisin:
 - Senzilles (realitzables pel personal de Metro de Barcelona):
 - Complexes a realitzar pel fabricant en les instal·lacions de Metro de Barcelona.
 - Molt complexes a realitzar pel fabricant a fàbrica.
3. Adjuntar el Pla de Manteniment Anual del sistema, pels equips embarcats, aplicació servidora i aplicació client que durà a terme l'adjudicatari durant el període de garantia de 3 anys en els termes que es descriuen en el Plec de Prescripcions Tècniques.
 - El pla haurà de detallar les accions a realitzar, la freqüència d'execució, l'emplaçament on es duran a terme (en cotxera, remotament, o per trasllat d'equips, etc.) i el perfil del personal que les durà a terme.
 - El pla també desglossarà les actualitzacions i manteniment de totes les llicències necessàries per a la utilització de totes les prestacions del sistema.
 - El Pla també aportarà el detall de les activitats de manteniment preventiu bàsiques que puguin ser dutes a terme pel personal de Metro de Barcelona que no requereixi un coneixement especialista de l'equip.
 - La valoració econòmica del Pla de Manteniment Anual és el que s'emprarà com a referència per a la valoració dels costos del cicle de vida.
4. Descriure el nivell de servei i temps de resposta per a les accions correctives, tant per a fallades cobertes per la garantia (sense cost) com per a danys per mal ús o accident (amb cost addicional).
5. Descriure la proposta de suport tècnic durant la garantia, incloent els canals de comunicació, l'horari d'atenció i el temps de resposta proposat per a consultes i problemàtiques.

17.5.4 Pla d'execució del projecte

1. Desglossar les activitats i les principals fites associades a cadascuna de les fases del projecte descrites en el Plec de Prescripcions Tècniques.
 - Descriure succintament l'activitat a realitzar.

- Estimar perfils i esforços de les activitats i els resultats esperats a obtenir en cada tasca i fita.
 - Concretar tots els recursos imprescindibles per a iniciar l'activitat, en particular també aquells que ha de posar a disposició Metro de Barcelona per a la realització de la tasca.
 - Descriure mesures per a la gestió dels principals riscos en cadascuna de les fases.
 - Dins de la descripció dels resultats esperat associats a cada tasca / fita, detallar explícitament el lliurament de la documentació tècnica especificada en el Plec de Prescripcions Tècniques, bé siguin Plànols i Esquemes, llistats, certificats, estudis, informes, plans de proves etc).
2. Presentar el Pla de Formació per al personal de Metro de Barcelona, exposant els continguts de les sessions de formació tenint en compte les necessitats dels diferents perfils d'usuari (usuaris del sistema, tècnics dels equips embarcats, tècnics d'aplicacions informàtiques). Descriure el material / documents que es lliuraran durant les sessions de formació, fent una breu presentació dels continguts de cadascun d'ells.
 3. Exposar com es garantirà que durant l'execució de les tasques no es realitzarà cap impacte sobre el medi ambient.