



Transports Metropolitans  
**de Barcelona**

# **PLEC DE PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES**

**Contracte relatiu a: Arc de detecció  
d'integritat de tren en túnel pels  
trens de la Sèrie 9000 de la L9N i  
L10N.**

Expedient número: 16058748

DIGITALITZACIÓ I INNOVACIÓ METRO

## ÍNDEX

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓ I CONTEXT</b>                                                              | <b>2</b>  |
| <b>2. ABAST DEL CONTRACTE</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>3. REQUERIMENTS FUNCIONALS</b>                                                            | <b>3</b>  |
| <b>4. ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES</b>                                                          | <b>4</b>  |
| 4.1 ELEMENTS DE SUPORT DELS DISPOSITIUS DE SENSÒRICA I VISIÓ: ARC                            | 5         |
| 4.2 EQUIPS DE SENSÒRICA I VISIÓ                                                              | 6         |
| 4.3 EQUIPS PER LA DETECCIÓ DEL PAS DE TREN                                                   | 6         |
| 4.4 SISTEMES DE PROCESSAT I EQUIPS DE COMUNICACIONS                                          | 7         |
| 4.5 ALIMENTACIÓ I PROTECCIONS                                                                | 7         |
| 4.6 SOFTWARE D'INTERFÍCIE D'USUARI                                                           | 7         |
| 4.7 SERVIDORS DE BASES DE DADES I API D'INTEGRACIÓ A DAVANA                                  | 11        |
| 4.8 LLICÈNCIES TECNOLOGIES INTEGRADES                                                        | 12        |
| 4.9 MANTENIBILITAT                                                                           | 12        |
| <b>5. INSTAL·LACIÓ</b>                                                                       | <b>13</b> |
| <b>6. DOCUMENTACIÓ A LLIURAR DE LA INSTAL·LACIÓ I EQUIP</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>7. REQUISITS A COMPLIR EN L'EXECUCIÓ DELS TREBALLS I EN LES INSTAL·LACIONS A EXECUTAR</b> | <b>16</b> |
| <b>8. FORMACIÓ</b>                                                                           | <b>18</b> |
| <b>9. MANTENIMENT I SUPORT TÈCNIC</b>                                                        | <b>18</b> |
| <b>10. ASPECTES / CRITERIS MEDIAMBIENTALS</b>                                                | <b>19</b> |
| <b>11. ANNEX</b>                                                                             | <b>20</b> |

# 1. Introducció i context

---

L'objecte d'aquest contracte és el subministrament, la instal·lació i posada en servei d'un arc de detecció d'integritat de tren en túnel pels trens de la Sèrie 9000 a instal·lar al tram de túnel comú de la L9N i L10N.

Les L9N i L10N del Metro de Barcelona corresponen al tram nord en servei de la L9 i la L10 en construcció i té 10,4 km de longitud amb 12 estacions, que recorre els districtes septentrionals de Barcelona, Sant Adrià de Besòs, Badalona i Santa Coloma de Gramanet. La part central del recorregut, entre les estacions de Can Tries | Gornal i Bon Pastor, és compartida amb la línia 10. Quan es finalitzi la construcció del tram central s'unirà al tram Sud, també en servei, tindrà una longitud total d'uns 50 quilòmetres.

Aquesta línia és de nivell d'automatització GOA4, totalment automàtica sense conductor ni cap altre personal en el tren per la seva operació. Tot el control i l'operació es realitza des del lloc central de comandament de Metro, que està equipat amb els sistemes necessaris per supervisar i ordenar les missions dels itineraris a efectuar pels trens per complir el programa de servei, així com totes les comunicacions amb els passatgers.

En els trens de les L9N i L10N, al no haver cap persona embarcada, no és possible detectar anomalies de sistemes no monitoritzats, com poden ser les degradacions d'elements dels trens que originin o puguin originar desprendiments d'algun dels equipaments que el componen i, per tant, enviar el tren a una inspecció davant de qualsevol sospita. Malgrat que amb els trens convencionals amb conductor no es pugui garantir la detecció d'aquesta tipologia de defectes, existeix la possibilitat de que el conductor ho faci i/o reaccioni davant de l'ocurrència.

El propòsit del sistema objecte d'aquest contracte és detectar qualsevol element del tren fora de la seva posició que superi un llindar definit i, davant de l'ocurrència, generi una alarma al terminal de l'aplicació remota per la supervisió amb l'enviament de les imatges corresponents del tren que ha generat l'alarma per tal que la persona encarregada de la supervisió les avaluï i, eventualment, activi els procediments que s'estableixin per prevenir una invasió de gàlib i evitar els possibles danys derivats al tren i a la infraestructura.

El sistema haurà de supervisar el sostre, baixos, lateral i frontal del tren.

## 2. Abast del contracte

---

L'abast del contracte inclou:

- El subministrament de tots els equips i materials necessaris en túnels, sales tècniques i lloc remot de supervisió.
- La instal·lació de tots els equips, estructures, cablejats d'alimentació i comunicacions necessaris en túnels, sales tècniques i lloc remot de supervisió.
- Les proves de validació i posta en servei de tot el sistema.
- La documentació de tot "projecte constructiu", desglossament d'equips i materials, proposta valorada de recanvis a abassegar, els manuals d'operació i manteniment, i una proposta valorada del manteniment a efectuar pel licitador durant el període de garantia de 3 anys.
- Subministrament (disseny, desenvolupament, implementació i proves) d'una API per a la integració de les alarmes amb la plataforma de monitorització d'actius de FMB, DAVANA de Smart Motors.
- Formació i acompanyament (suport tècnic durant el període de garantia) al personal de FMB. La formació inclourà teoria i pràctica:
  - Una part teòrica per adquirir els coneixements funcionals i de interfície d'usuari necessaris per l'operació del sistema.
  - Una part tècnica i pràctica per adquirir els coneixements funcionals i de les operacions de manteniment o inspecció que requereixi fer FMB per garantir el bon funcionament del sistema, així com les accions per la diagnosi de problemes i la seva resolució.

## 3. Requeriments funcionals

---

El principal requeriment funcional a acomplir per l'arc de detecció d'integritat de tren en túnel és vigilar que els trens de la Línia 9N/10N es mantenen dins del seu gàlib nominal i/o dinàmic, i per tant:

- El sistema detectarà la presència de qualsevol element fora dels marges nominals del tren que, potencialment, pugui ocasionar un dany al mateix tren o al seu entorn pel fet d'envair una zona externa a l'esmentat gàlib.
- Aquesta supervisió es realitzarà en temps real al pas de cada tren i no perdrà resolució a la seva velocitat màxima de circulació dels trens a la línia de 90 quilòmetres per hora.

- Quan el sistema detecti un tren amb un element fora de gàlib enviarà una alarma i les imatges amb allò que l'ha fet disparar l'alarma identificant-ne el cotxe del tren on s'ha produït.
- El sistema permetrà incorporar diversos nivells d'alarma, de forma que podrà detectar elements del tren fora de la seva posició malgrat no hagin superant el marge nominal de gàlib del tren.
- S'accedirà al sistema mitjançant una interfície d'usuari on es mostraran les alarmes i les imatges, preferiblement en aplicació web multiusuari.
- La ubicació de l'arc de detecció s'ha seleccionat en el tram comú de la L9N i L10N per tal de vigilar tots els trens que circulen per aquestes 2 línies.
- El sistema detectarà qualsevol mal funcionament dels seus components de forma que generarà una alarma a la interfície d'usuari en cas de perdre operativitat total o parcial.
- La informació generada pel sistema, tant de les alarmes de detecció d'elements de fora de gàlib i les imatges seran exportables.
- El sistema incorporarà una interfície per a la integració de les alarmes i imatges que generi a la plataforma de monitorització d'actius de FMB, DAVANA de Smart Motors, mitjançant una API (Interfície) específica. Aquesta API farà un push de la informació a la plataforma DAVANA quan es produeixi una alarma. Per la seva part, DAVANA farà push com senyal de vida de la interfície.
- El sistema no dependrà ni requerirà informació alguna dels sistemes existents per l'operació ferroviària de la Línia de Metro, com la senyalització o l'ATS, per efectuar la seva funcionalitat.
- El sistema no projectarà làsers ni font lumínica similar visibles des de les finestres o zones envidriades del tren. És a dir, no es pot envair amb fonts de llum la zona de passatge en qualsevol circumstància.
- El sistema a instal·lar no requereix certificació SIL (*Safety Integrity Level*), segons EN50128 / EN50129.

## 4. Especificacions tècniques

---

El sistema disposarà dels següents grans blocs d'elements:

- Elements de suport dels dispositius de sensòrica i visió: Arc.
- Equips de sensòrica i visió.
- Equips per la detecció del pas de tren.
- Sistemes de processat.

- Equips de comunicacions.
- Alimentació i proteccions.
- Software d'interfície d'usuari.
- Servidors de bases de dades i API d'integració a la Plataforma DAVANA.

#### **4.1 Elements de suport dels dispositius de sensòrica i visió: Arc**

L'estructura de l'arc de suport dels dispositius de sensòrica i visió hauran de disposar de les següents característiques, o equivalents, justificant-les:

- L'estructura estarà calculada per suportar totes les cargues de la sensòrica i altres equips i materials que s'hagin d'instal·lar de forma que no hagin deformacions elàstiques i resisteixi les pressions i corrents d'aire que indueixen els trens a velocitats de 90 quilòmetres per hora sense deformacions.
- L'estructura es construirà preferentment amb perfils cargolats evitant les soldadures. Totes les unions cargolades disposaran de volanderes de seguretat per evitar que els cargols i les connexions roscades s'afluixin o caiguin.
- L'estructura disposarà dels elements necessaris per accedir als equips i elements disposats a l'estructura acomplint tots els requisits a aplicar per acomplir les normatives de PRL, Prevenció de Riscos Laborals, que apliquin per accedir en alçada a qualsevol equip dels que suporti, com poden ser escales, graons, agafadors, sistemes de seguretat en carril fix en alumini segons UNE- EN- 353-1 per la protecció individual contra caigudes d'alçada, suport per línies de vida, etc.
- Baixades independents pels cables d'alimentació i dades.
- Tots els elements metàl·lics de l'estructura seran d'alumini o d'acer galvanitzat en calent segons UNE-EN ISO 1461:2010 amb els gruixos mínims determinats al capítol 5.3 Proteccions de la norma ADIF ET\_03.366.510.0 Torres i Pals. Els galvanitzats disposaran d'imprimacions anticorrosives d'epoxi-poliàmida de gruix mínim de 35 micres i dos capes d'acabat segons UNE-EN\_10025-2 i UNE 48306.
- L'estructura i tot el sistema disposarà d'un sistema de protecció per postes a terres i aïllaments reglamentaris segons el Reglament General de Baixa Tensió, tenint en compte la proximitat del carril, que és el retorn pels 1500 VDC del corrent de tracció els trens. Tota la instal·lació elèctrica estarà legalitzada amb les certificacions corresponents diligenciades i aprovades per l'autoritat competent.

- En cas que els elements no es disposin en una estructura, o alguns estiguin directament a l'hastial, s'hauran d'instal·lar els elements de fixació auxiliars per permetre l'accés en alçada acomplint els requisits PRL.

## 4.2 Equips de sensòrica i visió

Per poder complir els requisits funcionals d'aquest projecte es proposen dispositius sensors de les següents tecnologies, que hauran d'acomplir amb els requeriments tècnics següentment detallats:

- Capacitat de detecció i de captació de les imatges corresponents per una velocitat de circulació dels trens de fins a 90 quilòmetres per hora.
- Precisió de la detecció d'alarma a una velocitat de mesura amb tren a 90 quilòmetres per hora < 20 mm.
- Grau de protecció IP dels equip o els seus contenidors segons l'estàndard IEC 60529, IP67 i anti vandàlics.
- LIDAR / 3D LIDAR / LASER. En cas que el sistema utilitzi fonts de llum làser per efectuar alguna de les seves funcions, aquests seran de Classe 1 segons UNE EN 60825-1:2015 / AC:2017-06 Productes làser que són segurs en totes les condicions d'utilització raonablement previsibles, incloent-hi l'ús d'instruments òptics en visió directa.
- El sistema disposarà de mecanismes per desconnectar els elements d'emissió làser al detectar la presència de persones al voltant de l'arc com pot ser en els treballs nocturns o desallotjaments de passatge en túnel.
- El sistema disposarà de la sensòrica necessària per detectar / gestionar / corregir la pèrdua de precisió deguda a la presència de brutícia en els vidres dels sensors o càmeres.
- Càmeres de vídeo. Disposaran de la resolució necessària, velocitats d'obturació i sensibilitat adequades per proporcionar imatges en el cas de detecció d'alarma que permetin identificar perfectament els elements i les seves parts més petites, com cargols, dels trens. Si es requereix un sistema d'il·luminació auxiliar, no serà visible pels ocupants del trens.

## 4.3 Equips per la detecció del pas de tren

Donat que no es proporcionarà informació alguna dels sistemes existents, com la senyalització o l'ATS, a l'arc, si el sistema requereix la detecció del pas de tren, incorporarà el sistema complementari que en proporcioni aquesta funcionalitat. Aquest sistema no podrà interferir amb els sistemes de senyalització existents.

#### **4.4      Sistemes de processat i equips de comunicacions**

L'equipament necessari pel processat serà del tipus industrial i podrà ser instal·lat a peu de l'arc al túnel, o la cambra de comunicacions més propera que disposi d'espai suficient. Els equips hauran de complir unes normatives de requisits ambientals adequades a l'entorn. Disposaran d'unes temperatures de funcionament -15-70 °C.

Formen part d'aquesta licitació el subministrament i instal·lació de tots els cablejats de comunicacions necessaris per tots els equipaments que formen l'arc.

#### **4.5      Alimentació i proteccions**

Formen part d'aquesta licitació el subministrament i la instal·lació de tots els equips, aparellatge, cablejats i proteccions necessàries a instal·lar per a la totalitat d'equipaments que formen el sistema.

Per l'arc al túnel s'haurà d'estendre el cablejat d'alimentació des de la cambra de baixa tensió, on s'instal·laran les proteccions corresponents pels equipaments del l'arc, fins a la seva ubicació en el túnel.

En cas d'instal·lació d'equipaments a les cambres tècniques de comunicacions, també es realitzarà el subministrament i instal·lació de tots els cablejats i proteccions necessàries.

Els cablejats seran de tipus Afumex Z1 amb característiques de no propagació de la flama, no propagació de l'incendi, baixa emissió de fums opacs, reduïda emissió de gasos tòxics, lliure d'halògens, nul·la emissió de gasos corrosius, resistència a l'absorció d'aigua, resistència al fred, als raigs ultraviolats i als agents químics.

#### **4.6      Software d'interfície d'usuari**

La solució haurà d'integrar un programari que, a mode d'SCADA, permeti als usuaris monitoritzar i controlar les condicions de cadascuna de les unitats de tren (de fet de cada cotxe) que passin a través dels sensors instal·lats en el túnel, tant per aquelles que estiguin fora dels lindars establerts, com per aquelles altres que romanguin dins d'aquests. Tanmateix aquest programari facilitarà l'accés a gestió i configuració de les alarmes i dels informes que se'n derivin.

#### Requeriments funcionals d'alt nivell de la interfície d'usuari:

- Enregistrar de forma continua i temps real les mesures de tots els sensors per cadascuna de les circulacions a través dels sensors, associant-hi el número de tren (informació proporcionada via la interfície amb la Plataforma DAVANA).
- Emmagatzemar les dades històriques de totes les captures efectuades durant els darrers 5 anys. En el cas de totes les imatges o seqüències de vídeo associades a les captures hauran de persistir durant un període mínim d'un (1) mes. Pel cas de les situacions d'alarma aquestes hauran de persistir durant un temps mínim de tres (3) mesos. En qualsevol cas, l'SCADA haurà de permetre que l'usuari determini imatges / vídeos que no s'hagin d'esborrar, a mode de referència o històric rellevant.
- Enregistrar de forma contínua i històrica la informació de l'estat de funcionament i disponibilitat dels propis equips que l'integren.
- Proporcionar una interfície gràfica que ofereixi una visió general de l'estat del gàlib de tots els trens de L9/L10 així com un accés convenient a totes les funcionalitats del sistema tals com anàlisi d'alarmes, registres històrics, configuració de llindars i rols, etc. Com a funcionalitats més destacables:
  - Ha d'oferir una visió general de gàlib de tots els trens de L9/L10 permetent discernir les unitats que estiguin fora de llindars tot facilitant accessos directes a les imatges / vídeos associats als defectes detectats per cadascun dels mòduls sensors, a fi i efecte de facilitar a l'usuari contrastar el diagnòstic.
  - En qualsevol cas ha de permetre consultar les imatges / vídeos, que compleixin els requeriments de persistència, per tal de facilitar una visualització a posteriori.
  - A petició de l'usuari ha de permetre visualitzar en viu les imatges / vídeo de les unitats de tren que transcorrin a través del sistema (sense que necessàriament hagi de mostrar-ne el diagnòstic).
  - Ha d'oferir una visió sinòptica de l'estat de funcionament dels principals components del sistema.
  - Ha de permetre accedir als històrics 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.
  - Ha de permetre consultar els informes periòdics o d'alarma generats (descrits en un punt inferior).
  - Ha de permetre configurar els rols i llistes d'usuaris associades a la distribució d'informes.
- Gestió de les alarmes

- Ha d'integrar tres nivells d'alarma: Sense Alarma / Alerta / Crític, en funció de l'establiment de llindars específics per cadascun d'aquests nivells per cada mòdul sensor / funcionalitat així com a resultat d'una funció lògica que els combini (e.g. que en una mateixa unitat de tren hi hagi més d'un cotxe amb una alarma d'alerta, etc.).
- Les alarmes disposaran de dos estats: pendent de reconeixement o 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 una breu comentari que complementi el diagnòstic. Tots aquests canvis generaran un registre traçable (data i usuari) en la base de dades.
- Les alarmes podran ser generades automàticament pel sistema, el més habitual, o per l'usuari. En el cas dels registres de trens que el sistema no hagi diagnosticat una alarma (Sense Alarma), però efectivament hi hagi un problema, i.e. un "Fals Negatiu", l'usuari ha de poder activar la condició d'alarma (Alerta, Crítica). 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 (Alerta <=> Crítica), corregint doncs "Falsos Positius". Tots aquests canvis generaran un registre traçable (data i usuari) en la base de dades.
- Ha de permetre establir els llindars de d'alarma per a les condicions de cadascun dels mòduls de sensors / funcionalitats que aquests implementin.
- Ha de permetre a l'usuari inhibir les alarmes d'alguns dels mòduls de sensor (sostre, inferior, lateral), permetent evitar falsos positius en casos de mal funcionament del mòdul.
- Ha de permetre inhibir les alarmes de tots els mòduls o selectivament per a unitats de tren concretes, permetent evitar falsos positius d'aquelles unitats que presentin alguna singularitat controlada i coneguda per l'usuari.
- Més enllà de les alarmes associades a les mesures efectuades sobre els trens, el sistema també haurà de generar les alarmes associades a l'estat de funcionament i disponibilitat del propi sistema, tant dels components que l'integren (mòduls sensors) com de la integració amb altres sistemes d'informació (comunicacions, API DAVANA, etc.).
- Elaboració d'informes i descàrrega de dades.
  - El programari ha de generar periòdicament (diàriament, setmanalment, mensualment, segons es configuri) informes de resum sobre els registres disponibles dels trens monitoritzats, identificant les unitats alarmades i presentant una llista ordenada dels trens que de pitjor a millor s'ajustin als paràmetres de referència (sense alarma). Aquest informe també presentarà

un resum de la disponibilitat del propi equip a partir de la informació registrada d'autodiagnosi, incloent-hi també el llistat de les alarmes. L'informe presentarà un resum dels falsos positius i falsos negatius, a mode de mètrica d'efectivitat, llistant els canvis traçats dels estats. Aquests informes s'adreçaran automàticament per correu electrònic a una llista d'usuaris configurable sobre la interfície d'usuari.

- En cas de detecció d'una alarma en un tren, l'aplicació generarà un informe de l'alarma en el qual es presentarà tota la informació del context de la mateixa, mostrant-hi les dades mesurades, les imatges associades a la condició de l'alarma així com adjuntant-hi els accessos directes a les seqüències de vídeo si s'escauen. Aquests informes s'adreçaran automàticament per correu electrònic a una llista d'usuaris configurable.
- 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).
- Els informes es desaran en un registre i podran ser cercats amb filtres convenients, podent visualitzar i descarregar l'informe seleccionat.
- En els registres històrics 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.).
- L'aplicació implementarà una gestió bàsica d'usuaris i rols. En termes generals:
  - Els usuaris s'hauran d'identificar per accedir a l'aplicació.
  - Es podran crear usuaris de l'aplicació, assignant-los un o més rols. També es podran donar de baixa usuaris.
  - Hi haurà tres rols bàsics per interactuar amb l'aplicació:
    - Rol Bàsic: Permet realitzar totes les funcions de monitorització i control de l'aplicació, 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 mòduls sensors, 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 licitador. Pot configurar aspectes de baix nivell del sistema, sobre els mòduls sensors, comunicacions, etc.

## 4.7 Servidors de bases de dades i API d'integració a DAVANA

L'arquitectura de l'aplicació per a la supervisió i control del gàlib dels trens ha de ser centralitzada en una aplicació servidora que, per una banda, implementi les funcionalitats de la capa client (HMI Interacció Home 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.

Es prefereix que la capa client s'implementi amb accés web, com a web client, de manera que no sigui necessari 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.

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.

Un cop acceptada la posada en servei, l'adjudicatari mantindrà l'aplicació servidora i la base de dades en un servidor privat al núvol gestionat per aquest. Transcorregut aquest any de termini, l'adjudicatari realitzarà la instal·lació i la migració de les dades en un servidor privat de FMB S.A., d'acord al dimensionament que resulti de la projecció del primer any d'ús.

L'aplicació servidora implementarà una API HTTP Rest 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:

- Recuperació de la totalitat de les dades associades als registres de trens que compleixin un conjunt de criteris de filtre: en un rang de temps, per un conjunt de trens (un, varis o tots), per mòdul sensor (un, varis, o tots), en funció de l'estat d'alarma, etc. Les imatges o seqüències de vídeo s'adjuntaran com a enllaços URL per a ser visualitzades en altres plataformes. Similarment, en el cas que els registres comportessin la generació d'un informe, s'ajuntarà també l'enllaç URL a l'informe.
- Recuperació de la totalitat de les dades associades als registres d'estat del propi equip que compleixin un conjunt de criteris de filtre: en un rang de temps, per mòdul sensor (un, varis, o tots), en funció de l'estat d'alarma, etc. en el cas que

els registres comportessin la generació d'un informe, s'ajuntarà també l'enllaç URL a l'informe.

- Recuperació dels enllaços als informes associats que compleixin un conjunt de criteris de filtre: en un rang de temps, per tipus d'informe (e.g. periòdic, alarma tren, alarma equip), en funció de l'estat d'alarma, per conjunt de trens (un, varis o tots ), etc.

L'aplicació servidora implementarà una interfície addicional per a la integració de les alarmes (tren i equips) i imatges / vídeos associats (enllaços URL) a la plataforma de digitalització d'actius de FMB SA (DAVANA de Smart Motors). Aquesta API notificarà aquest tipus d'events a la plataforma DAVANA, mitjançant missatges automatitzats (a definir tipus *webhook*). També emetrà periòdicament un senyal de vida (heartbeat) per notificar la vigència de la disponibilitat de la comunicació.

## **4.8 Llicències tecnologies integrades**

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 (IoT), l'adjudicatari haurà de subministrar les llicències amb una vigència mínima de 3 anys.

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.

## **4.9 Mantenibilitat**

Tots els components integrants del sistema, en particular els mòduls de sensòrica instal·lats a túnel es dissenyaran per minimitzar el manteniment i les necessitats de calibratge. A tal efecte el licitador haurà d'adjuntar a la seva proposta el pla de manteniment anual previst, amb el detall (periodicitat i temps requerit) de les actuacions a dur a terme a cada mòdul.

## 5. Instal·lació

---

En aquest apartat es concreten les qüestions a tenir en compte dins l'àmbit de les instal·lacions del projecte tot revisant els aspectes de caràcter general, les ubicacions i/o emplaçaments, el cablejat i, si s'escau, les normatives a considerar.

### **A. Consideracions Generals.**

Previ a qualsevol instal·lació (conductes, cablejat, dispositius, etc.) caldrà realitzar un replanteig de la zona afectada amb el personal tècnic de FMB pertinent per tal de concretar totes les qüestions incloses o que afectin a aquella activitat, des de les ubicacions exactes dels dispositius, el recorregut del cablejat, el tipus de fixació, etc.

Totes aquestes activitats quedaran recollides en la corresponent Acta de Replanteig on s'hi reflectiran tots els detalls acordats durant la visita a camp.

### **B. Ubicació de l'equipament Arc de Visió en Túnel.**

L'emplaçament de túnel considerat més adequat per a la instal·lació de l'equipament objecte d'aquest projecte és, concretament, en el punt quilomètric PK 5+151 de la Línia 9/10 Nord, el qual es troba entre la primera estació del tram comú (estació de Bon Pastor) i la bifurcació cap a Can Zam – Gorg.

En aquesta línia, tal i com es pot observar en els plànols de planta i secció de l'Annex d'aquest document, aquest punt és el que disposa de més folgança en ambdós costats de la via per tal de poder realitzar les instal·lacions necessàries minimitzant l'impacte i els riscos d'envair zones amb altres dedicacions (per exemple, pas de persones en una hipotètica evacuació d'emergència).

Adicionalment, donat que es tracta d'un túnel en dos nivells (semi-túnel inferior o via 1, i semi-túnel superior o via 2), donada l'arquitectura, la instal·lació s'efectuarà en el semi-túnel superior ja que la volta cilíndrica proporciona més flexibilitat d'ubicació d'equipaments.

Dit això, si en el moment de realitzar el replanteig corresponent, pel motiu que sigui, no es consideri oportuna la instal·lació dels equipaments en aquest punt, caldrà trobar-ne un altre tot estudiant, entre totes les consideracions de pura instal·lació, el seu gàlib.

### **C. Instal·lacions a camp; túnel, estacions i cambres tècniques.**

Les estacions de Metro, alguns dels pous de ventilació i determinats punts singulars de la Línia disposen de cambres tècniques potencialment utilitzables per, si necessari,

ubicar-hi els equipaments del projecte que no puguin romandre instal·lats al túnel (dotats amb la deguda protecció).

En el cas de les estacions, per exemple, s'hi troben, entre altres, les cambres de comunicacions (principal i auxiliars), les quals podrien ser una bona opció per tal de realitzar la instal·lació que el projecte requereixi. No obstant això, en el moment del replanteig es concretarà quina és la millor opció a contemplar que compleixi amb els diferents requeriments. En aquest sentit, no es descarta la opció d'haver de realitzar un tancament ad-hoc a compte de l'adjudicatari en cas de no trobar un espai en les cambres tècniques.

Adicionalment s'informa que les estacions de Metro disposen de safates metàl·liques, degudament identificades, per instal·lar-hi tan el cablejat elèctric (baixa tensió) com el de comunicacions (fibra òptica i coure, per exemple).

Respecte a les instal·lacions de l'equipament de túnel i els corresponents elements auxiliars, caldrà tenir molt presents els següents requeriments:

- En primer lloc, des del punt de vista de Protecció Civil, caldrà acomplir amb dues qüestions. Primerament, deixar un pas lliure de 120 centímetres per a potencials evacuacions de persones (bàsicament PMR) i, en segon terme, la instal·lació de l'equipament es realitzarà allí on no coincideixi transversalment a la via amb altres elements de via instal·lats entre els dos carrils (com balises, accionaments d'agulla) per tal d'evitar que, en un determinat punt de la via, coincideixin elements en una mateixa secció del túnel als costats de la via i entre els carrils.
- En segon terme, des del punt de vista d'Obra Civil i referent a la fixació dels elements en el túnel, ja sigui a la llosa intermitja (la placa) o a les dovelles, la profunditat màxima dels forats no podrà superar els 10 centímetres.

#### **D. Cablejat i comunicacions**

En aquells emplaçaments en els que no es disposi de safates (com per exemple, el túnel), el cablejat anirà sempre degudament protegit en tot el seu recorregut (amb tub no metàl·lic en el cas del túnel) i haurà d'etiquetar-se, com a mínim, en els dos extrems segons nomenclatura definida per FMB.

En aquí, caldrà tenir en compte que en cas d'haver d'emprar cablejat de comunicacions de parells de coure aquest haurà de ser CAT6 (mínim) i del tipus S/FTP, i sempre es dotarà de rosetes en els extrems de les esteses (a concretar segons la ubicació). Tots els punts es certificaran (compliment de les normatives existents).

Respecte a les comunicacions, les cambres de comunicacions (principal i auxiliars) disposen de switchs de la xarxa de comunicacions de FMB amb disponibilitat de ports 10/100/1000 UTP Poe +. L'adjudicatari garantirà que els dispositius (clients) no s'ubicaran a distàncies superiors als 100m (estesa de cablejat de parells de coure i fuetó inclòs) dels esmentats equipaments.

En aquesta mateixa línia, en la fase inicial del projecte es compartirà informació respecte a les necessitats concretes de comunicacions dels equipaments a instal·lar (requeriments de connectivitat, protocols de comunicacions a emprar, flux de tràfic entre elements i xarxes, adreçament IP, etc.) i es treballarà conjuntament amb el departament tècnic de xarxes de FMB per tal d'acordar la solució més convenient.

## 6. Documentació a lliurar de la instal·lació i equip

---

Una vegada finalitzat el projecte s'haurà de lliurar la documentació As-Built corresponent incloent els següents documents:

- Pla de proves i posta en servei.
- Memòria descriptiva de totes les actuacions realitzades, detallant equipaments, components i parts, connexionat, etc.
- Plànols amb el detall de les actuacions realitzades en tots els àmbits en els que s'hagi intervingut (túnel, estacions, dependències tècniques, etc.).
- Actualització dels plànols de les instal·lacions que FMB posi a disposició del projecte (per exemple, els quadres elèctrics).
- Fitxes de característiques dels materials i dels equipaments instal·lats, així com els corresponents manuals d'usuari i de manteniment (tan preventiu com correctiu tot informant de la resolució de problemes).
- Certificats de garantia, així com de calibratge, conformitat i marcatge CE.
- Plans de Inspecció, calibratge i manteniment.
- Manuals de Inspeccions calibratge i manteniment.
- Certificacions i calibratges inicials.
- Manuals pel seguiment d'avaries, manuals de resolució de problemes.

## 7. Requisits a complir en l'execució dels treballs i en les instal·lacions a executar

---

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 d'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'abassegaran 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 prevegi subcontractar s'hauran de detallar en 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.

## 8. Formació

---

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

## 9. Manteniment i suport tècnic

---

La documentació inclourà el desglossament d'equips i materials de tota la instal·lació amb la descripció detallada de marques i models utilitzats i característiques per poder garantir la mantenibilitat del sistema durant la seva vida útil. També inclourà una proposta valorada de recanvis a abassegar, 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.

També es lliurarà:

- Propostes valorades del manteniment a efectuar pel licitador durant el període de garantia de 2 anys, una del manteniment integral per part del licitador i una altra de les operacions que complementin les bàsiques a realitzar pel personal de FMB, amb el detall del contingut de cadascuna de les propostes.
- 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.Aspectes / Criteris Mediambientals

---

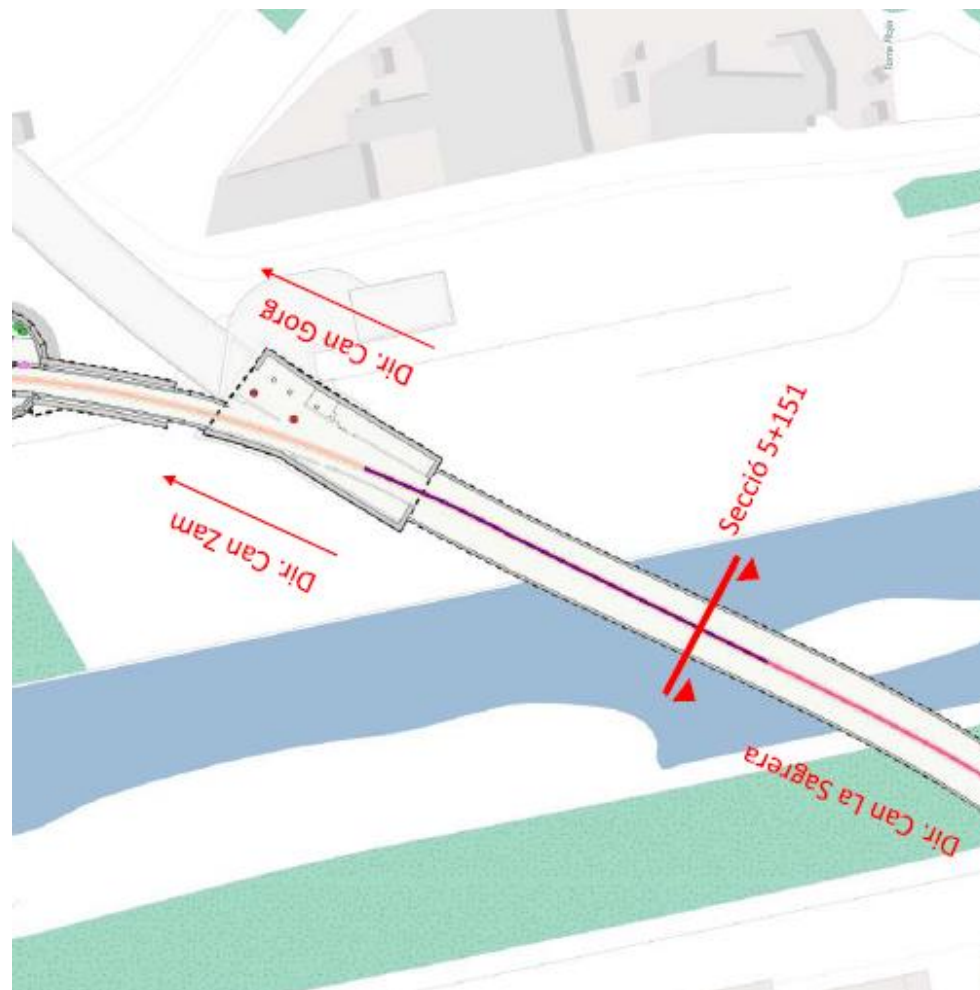
En l'execució d'aquest projecte caldrà tenir en compte els següents aspectes mediambientals (d'obligatori compliment):

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

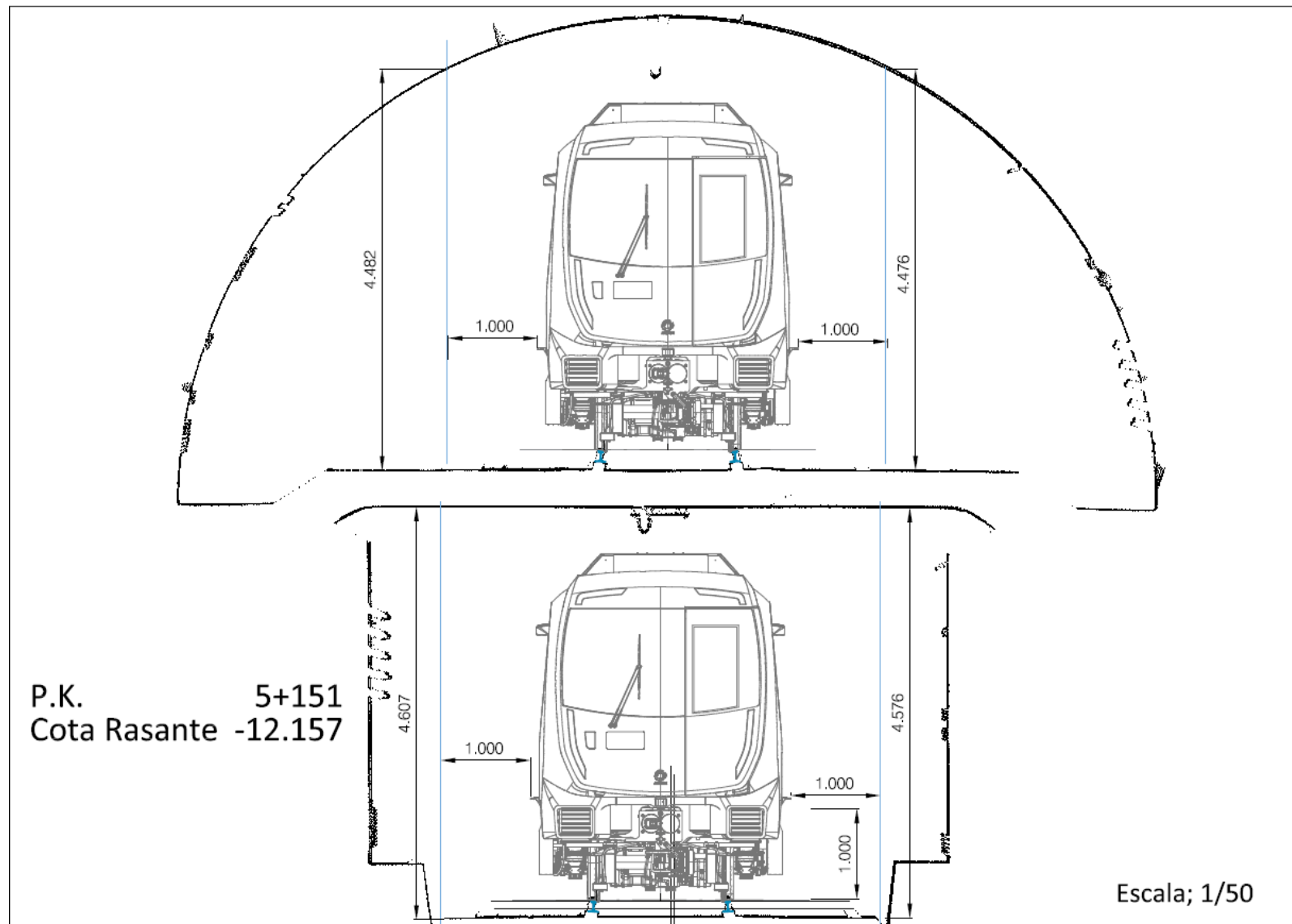
El maquinari ofertat haurà de complir amb els requeriments de restricció de substàncies perilloses d'acord amb la Directiva RoHS 2011/65/EU i modificacions posteriors (RoHS *compliance*), amb els requeriments de la Directiva 2012/19/UE sobre residus d'aparells elèctrics i electrònics (RAEE) així com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

# 11. Annex

PLÀNOL – PLANTA, Zona Escollida (proposta)



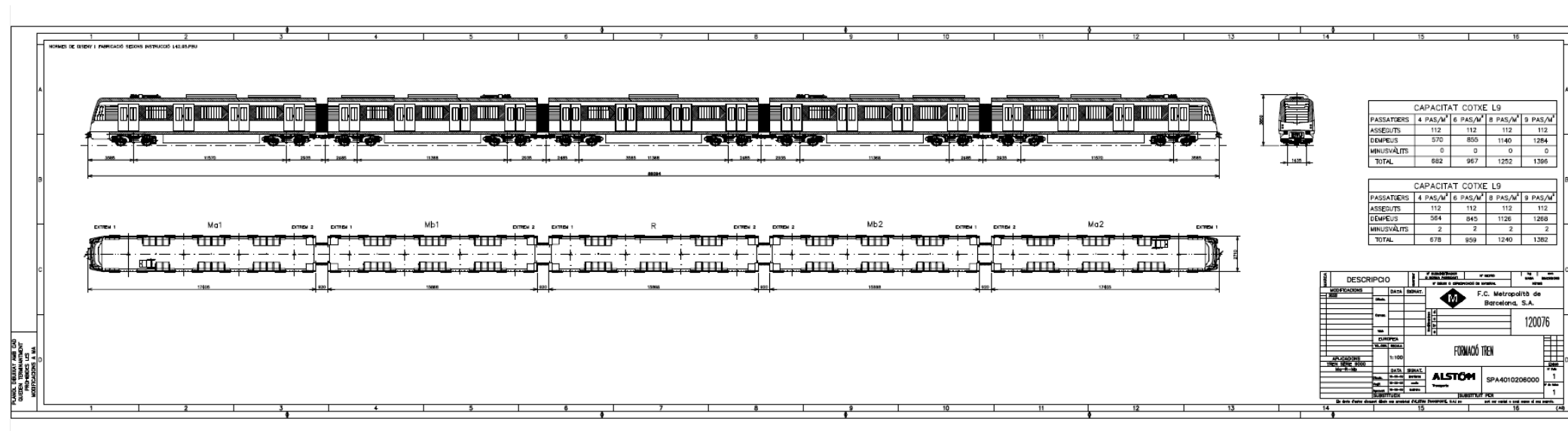
PLÀNOL – SECCIÓ PK 5+151, Zona Escollida (proposta)



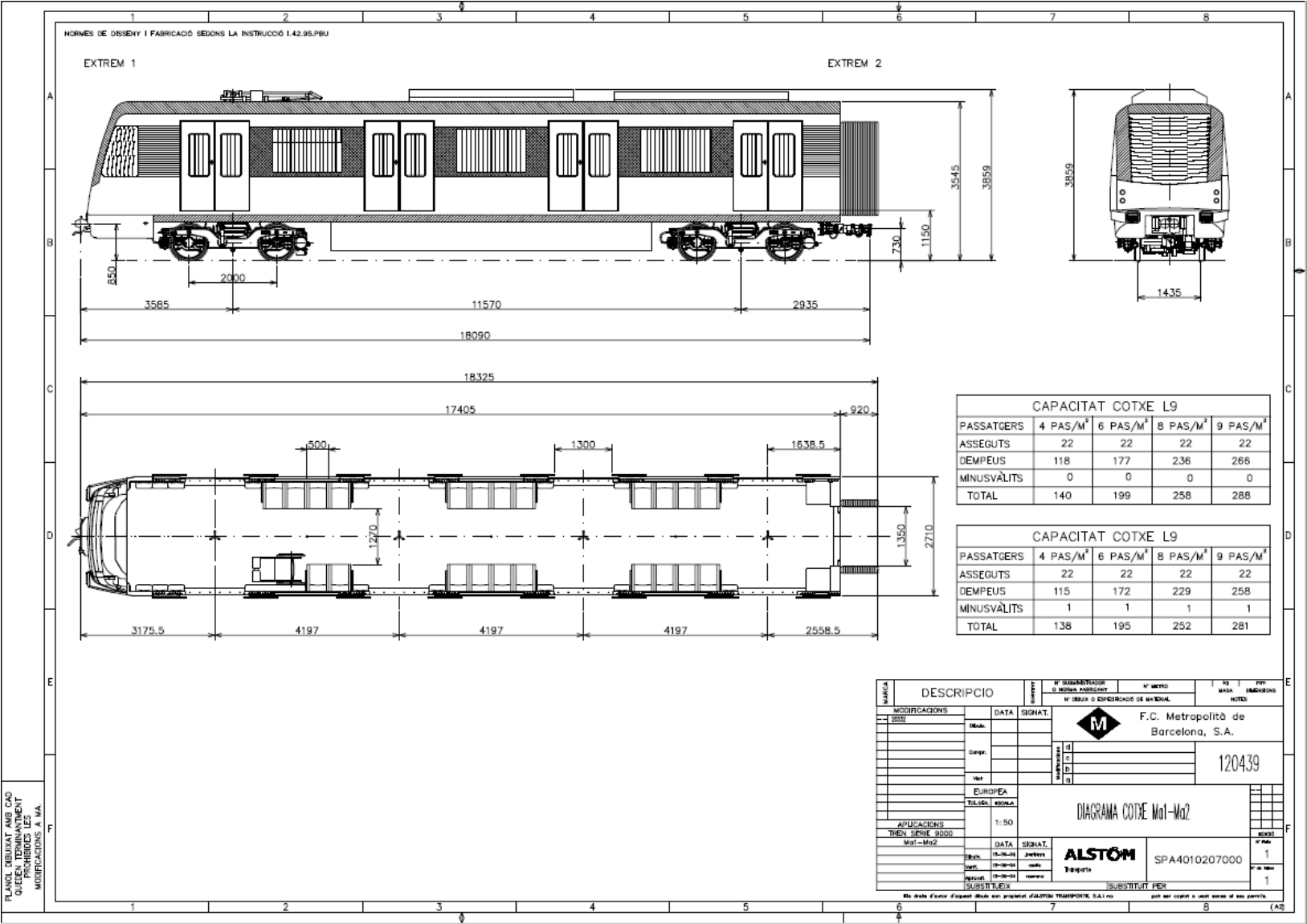
FOTOGRAFIES – VIA SUPERIOR / V2, Zona Escollida (proposta)



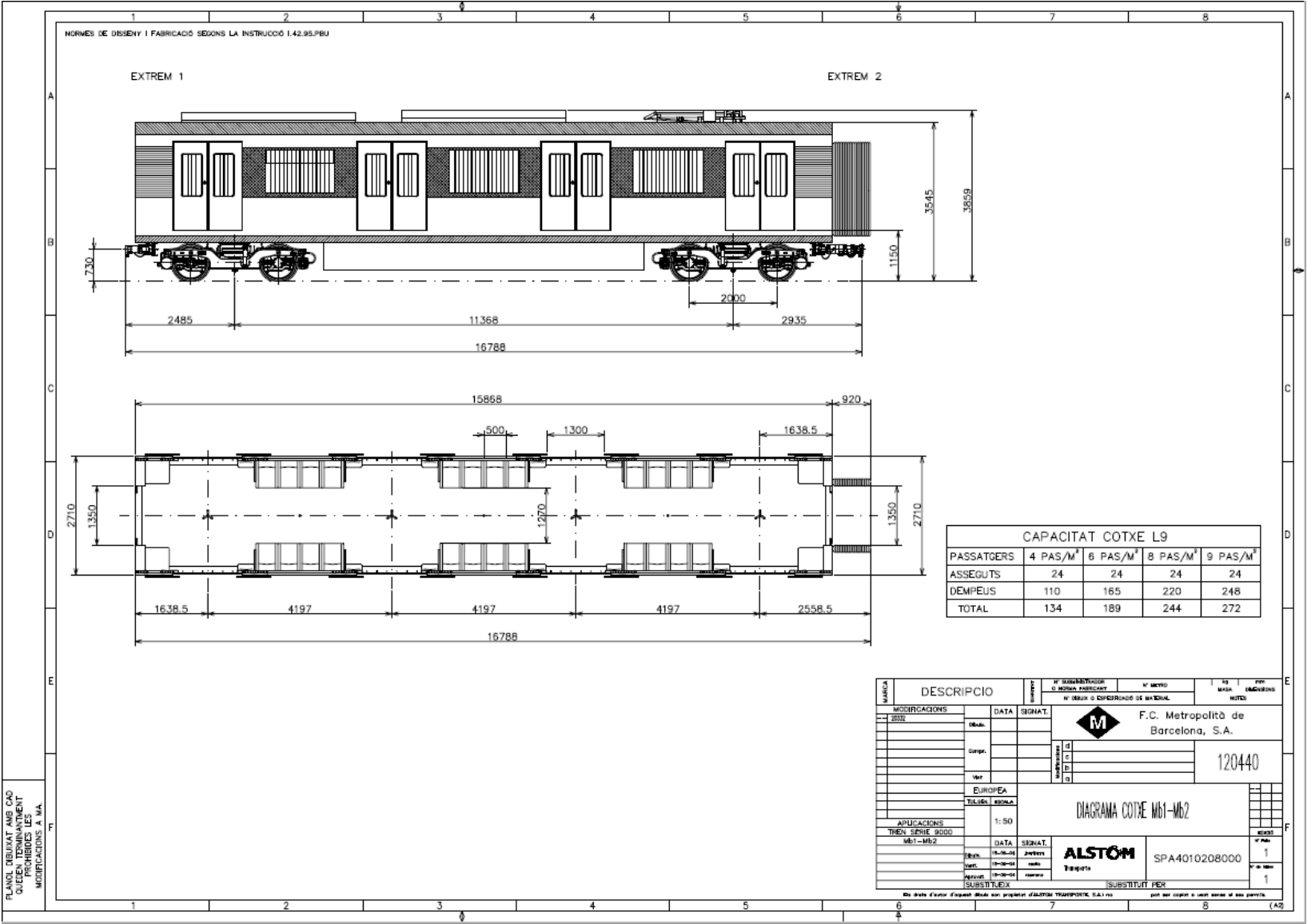
## PLÀNOL TREN – Dades Generals, Tren Complet



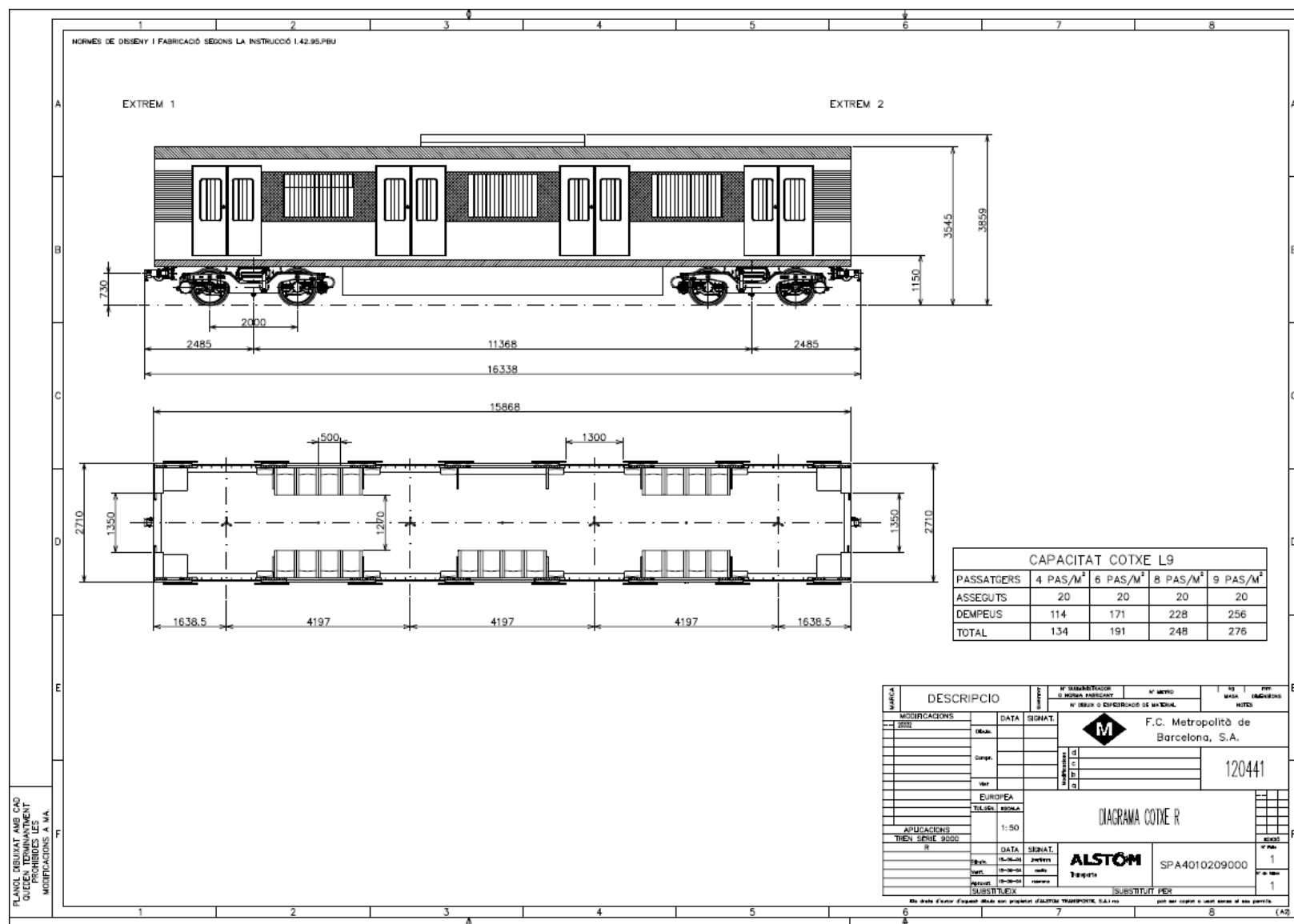
PLÀNOL TREN – Dades Generals, Cotxes MA1 – MA2



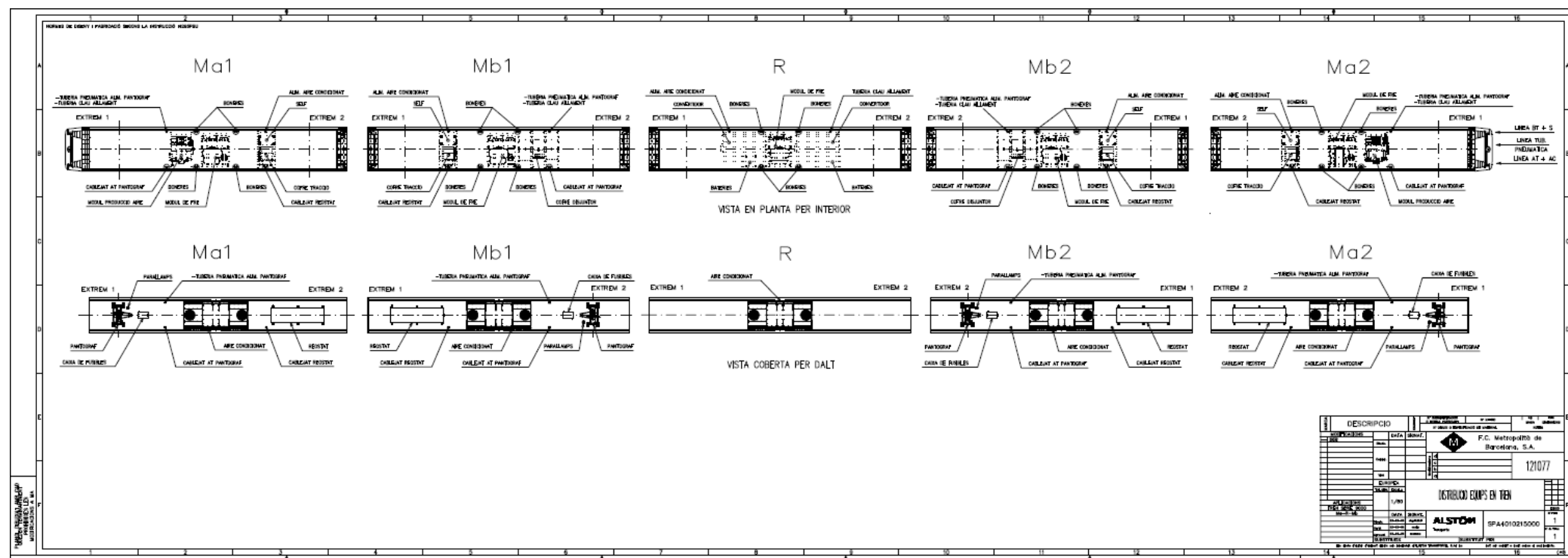
PLÀNOL TREN – Dades Generals, Cotxes MB1 – MB2



## PLÀNOL TREN – Dades Generals, Cotxe R



## PLÀNOL TREN – Dades Generals, Vista Superior i Inferior



PLÀNOL TREN – Gàlib en Recta, Zona Escollida (proposta)

